

KUIVAJOKISUUN VENEVÄYLÄN YLEISSUUNNITELMAN  
TARKENNETUT RAKENNUSPIIRUSTUKSET

Juha-Petteri Lehmus  
Jussi Pietarila

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Maanmittaustekniikka  
Insinööri (AMK)

2015

Tekniikka ja liikenne  
Maanmittaustekniikka

---

<b>Tekijät</b>	Juha-Petteri Lehmus Jussi Pietarila	Vuosi	2015
<b>Ohjaaja</b>	Jaakko Lampinen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Kuivaniemen osakaskunta		
<b>Työn nimi</b>	Kuivajokisuun veneväylän yleissuunnitelman tarkennetut rakennuspiirustukset		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	42 + 9		

---

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin Kuivajoen veneväylän yleissuunnitelman tarkennettujen piirustusten tekemiseen. Piirustukset pohjautuvat Meritaito Oy:n tekemiin tutkimuksiin ja suunnitelmiin. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa tarvittavat kuvat, laskennat ja piirustukset vesilupahakemusta varten.

Piirustusten suunnittelemiseen ja tekemiseen käytettiin Meritaito Oy:n tuottamaa monikeilausaineistoa sekä yleissuunnitelmaselostusta. Monikeilausaineiston pohjalta tehtiin massalaskennat, pituus- ja poikkileikkauskuvat sekä syvyys- ja läjityskartat. Piirustusten ja laskentojen lisäksi opinnäytetyössä perehdyttiin vesiväyläsuunnitteluprosessiin.

Piirustusten ja laskentojen perusteella Kuivaniemen Osakaskunta anoo vesilupahakemusta sekä suunnittelee tarjouslaskentaa. Massalaskennoista saatujen tila-  
vuuksien avulla tilaaja saa tarkan kuvan tulevien kaivuutöiden laajuudesta ja urakointihinnoista. Kohdekohtaisien piirustusten avulla tuleva urakoitsija pystyy suunnittelemaan kaivuutyöt yksityiskohtaisesti.

Avainsanat

Veneväyläsuunnitelma, massalaskenta, pituusleikkaus, poikkileikkaus, monikeilaus, yleissuunnitelma

School of Industry and Natural Resources  
Land Surveying Degree Programme

---

<b>Authors</b>	Juha-Petteri Lehmus Jussi Pietarila	Year	2015
<b>Supervisor(s)</b>	Jaakko Lampinen		
<b>Commissioned by</b>	Cooperative of Kuivaniemi		
<b>Subject of thesis</b>	The Exact Construction Drawings of the Kuivajokisuu Waterway General Plan		
<b>Number of pages</b>	42 + 9		

---

The objective of this thesis was to make construction drawings for the general waterway plan of the Kuivajokisuu waterway. The drawings should be based on the research and planning conducted by Meritaito Oy. The aim was to produce the figures, calculations, and construction drawings necessary to apply for a permit to construct a waterway.

In planning and drafting the construction drawings, multi-beam echo sounder materials and master plan accounts produced by Meritaito Oy were used. The multi-beam echo sounder materials were used to produce the mass calculations, profile and sectional drawings, as well as the depth and sediment mappings. In addition to drawings and calculations, the process of planning a waterway was studied.

The cooperative of Kuivaniemi will apply for the permits for the tender and construction of the waterway based on the drawings. The client will have an overview of the extent of the excavation work based on the volumetric data provided in this thesis. The detailed planning of the excavation can be done by following the site specific construction drawings.

**Key words** waterway general plan, mass calculation, sectional drawing, multi-beam echo sounder, general plan, profile drawing

## SISÄLLYS

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	6
KESKEISET KÄSITTEET .....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 VESIVÄYLÄSUUNNITTELU.....	10
2.1 Yleistä.....	10
2.2 Esisuunnitelma .....	10
2.3 Yleissuunnitelma.....	11
2.4 Vesilupasuunnitelma.....	15
2.5 Rakennussuunnitelma .....	15
2.6 Väyläpäättös .....	16
2.7 Vesistön mittaus .....	16
2.7.1 Syvyysmittausmenetelmät.....	16
2.7.2 Vesimittauslaitteisto Kuivajoen veneväylän suunnittelussa .....	19
2.7.3 Vesistömittaus Kuivajoen veneväylällä.....	20
3 KUIVAJOEN RUOPPAUS .....	21
3.1 Ruoppaus .....	21
3.2 Kuivajoen esittely .....	22
3.3 Kuivajoen veneväylän historia .....	22
3.4 Kuivajoen veneväylän nykytilanne .....	23
4 AINEISTON KÄSITTELY .....	24
4.1 Käytetyt ohjelmat .....	24
4.2 Valmiina oleva aineisto .....	24
4.3 Väylämalli .....	26
4.4 Massalaskenta.....	28
4.5 Poikki- ja pituusleikkaukset .....	30
4.6 Karttojen tekeminen.....	32
4.6.1 Syvyyskartta .....	32
4.6.2 Läjityskartta .....	34
5 TULOKSET.....	35
5.1 Pituus- ja poikkileikkaus, massalaskenta .....	35
5.2 Kartat .....	36
5.3 Tiedostot.....	37

6 YHTEENVETO .....	39
LÄHTEET.....	41
LIITTEET .....	42

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Vesiväyläsuunnitteluprosessin kulku.....	10
Kuvio 2. Havainnekuva monikeilauksesta (Liikennevirasto 2013, 30).....	18
Kuvio 3. Meritaito OY:n tuottama väyläalueen luotausindeksi .....	25
Kuvio 4. Ote PTS-formaatista .....	26
Kuvio 5. PTS-formaatin määrittelytaulukko .....	26
Kuvio 6. Ote väylämallin suunnittelusta .....	28
Kuvio 7. Väyläsuunnitelma 3D-Win-ohjelmassa.....	29
Kuvio 8. Ote massalaskennan tekstitiedostosta väliltä 410 sekä 415 .....	30
Kuvio 9. Valmis poikkileikkauskuva selitteineen paalulta 420 .....	31
Kuvio 10. Valmis pituusleikkauskuva paaluväliltä 1400–1500 .....	31
Kuvio 11. Syvyyskartta paaluväliltä 1200–1400 .....	32
Kuvio 12. Ote pituusleikkauksesta paaluväliltä 1500–1600 .....	35
Kuvio 13. Ote poikkileikkauskuvasta paalulta 3185 .....	36
Kuvio 14. Ote numeerisesta kartta-aineistosta Auto-CAD-ohjelmassa .....	37
Kuvio 15. Ote läjityskartasta kiinteistötunnuksilla.....	37
Taulukko 1. Eri syvyysmittausten soveltuvuus (Liikennevirasto 2013, liite 5) ...	17
Taulukko 2. Keila 1 -veneiden monikeilaluotauskalusto (Meritaito Oy 2013, 2) ...	19

## KESKEISET KÄSITTEET

Keskiarvoharvennettu aineisto	Keilausaineiston käsittelyvaiheen jälkeinen aineisto, jossa aineisto tasoitetaan ja mahdolliset pienet korkeuserot tasoittuvat.
Kiintoteoreettinen tilavuus	Luonnollista tilavuutta kuvaava määre teoreettisista poikkileikkauksista mitattuna. Suure on m <sup>3</sup> krt.
KKJ-koordinaatisto	ED50-koordinaatistosta johdettu kartasto-koordinaattijärjestelmä.
Minimiharvennettu aineisto	Keilausaineiston käsittelyvaiheen jälkeinen aineisto, jossa aineisto korostaa keilausaineiston minimikohtia.
MW2013-Korkeusjärjestelmä	Korkeusjärjestelmä, joka pohjautuu vuoden 2013 teoreettisen keskiveden korkeuteen.
Osakaskunta	Yhteisen alueen omistava kiinteistöjen omistajien ryhmä, joilla on osuuksia yhteisiin alueisiin.
Veneväylä	Vesiliikenneväylä, joka on merkitty poijuilla. Väylällä on määrätty syvyys- ja leveystaso.

## 1 JOHDANTO

Vesiliikenteen käyttäjien määrä on kasvanut viime vuosikymmenien aikana, mikä on luonut tarpeen tehdä entistä turvallisempia ja toimivampia väyläverkostoja. Vesiväyläsuunnittelun säädökset ovat laadittu tasalaatuiselle ja turvalliselle veneliikenteelle. Yhtenäinen ohjeistus on mahdollistanut onnistuneen väyläsuunnittelun suunnittelijasta tai suunnitteluajasta riippumatta.

Tämä opinnäytetyö on tehty Kuivaniemen osakaskunnan toimeksiannosta. Opinnäytetyön perimmäisenä tarkoituksena on toimittaa vesiväylän yleissuunnitelman tarkennetut massalaskennat ja rakennuspiirustukset osakaskunnalle ja samalla perehtyä väyläsuunnittelun eri osavaiheisiin. Väyläsuunnitteluosiossa keskitytään erityisesti yleissuunnitelmaan. Suomessa vesiväyläsuunnittelua ohjaa liikenneviraston julkaisema ohjeistus, johon opinnäytetyömme tulokset perustuvat.

Opinnäytetyön käytännön osuus perustuu valmiina olevan aineiston tutkimiseen ja käsittelyyn. Työssä tutkitaan valmiin datan eri käyttömahdollisuuksia ja ratkaisuvaihtoehtoja väylän suunnittelussa ja laskennoissa. Käyttömahdollisuuksien ohella työssä tutkitaan eri lähtöaineistojen vaikutuksia lopputuloksiin. Kokeilupohjaisen työskentelyn kautta kartoitettiin tietämystä ja käytettävän aineiston soveltuvuutta työn eri vaiheisiin. Omien päätelmien ja olemassa olevien ohjeiden perusteella saatiin räätälöityä tilaajan vaatimukset täyttävät tuotteet.

Työn aihe tuli Kuivaniemen Osakaskunnalta, koska he tarvitsivat työlleen tekijän. Aiheen ainutkertaisuus ja luonne antoivat haastavan opinnäytetyöaiheen, sillä Maanmittaustekniikan koulutusohjelmaan ei sisälly koulutusta vesiväyläsuunnitteluun liittyvistä mittausteknisistä töistä. Osakaskunta olisi voinut teettää työn vesiväyliin erikoistuneella yrityksellä, mutta he päättivät tiedustella olisiko aiheesta mahdollista teettää opinnäytetyötä koulutuslallamme. Vastaavasta aiheesta ei ole aikaisemmin Lapin ammattikorkeakoulussa tehty opinnäytetyötä.

Työ on rajattu vesiväyläsuunnittelun ohjeistuksen perusteella painottuen väyläsuunnittelun yleissuunnitelmaan. Työssä käydään läpi yleissuunnitelman vaati-



mukset hakemusten, tutkimusten ja piirustusten osalta sekä perehdytään piirustusten ja laskentojen toteuttamiseen käytännössä. Työn teoriaosasta on pyritty tekemään tiivistetty kuvaus vesiväyläsuunnittelusta, jonka avulla on helppo perehtyä suunnittelun kokonaisuuteen ja toteuttamiseen.

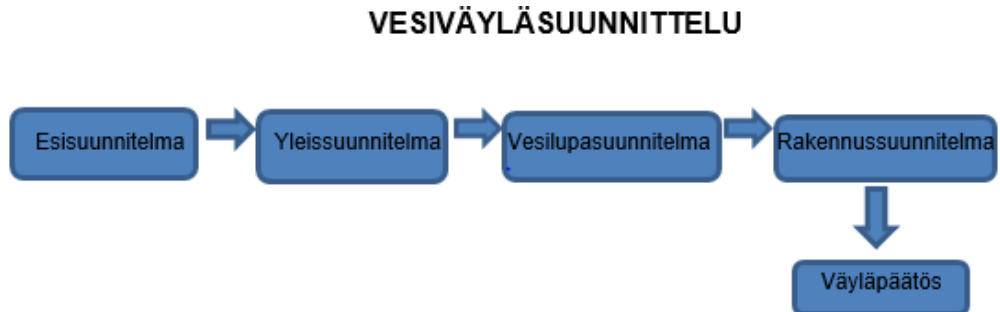
Työn tavoitteina valmiiden tuotteiden lisäksi on kehittää itseämme maanmittausalalla. Työtä tehdessämme pyrimme käyttämään ja soveltamaan olemassa olevia taitojamme ja omaksumaan uutta tietoa. Tavoitteena on, että aiheesta kiinnostuneet voivat käyttää opinnäytetyötä aiheen tutustumismateriaalina.

## 2 VESIVÄYLÄSUUNNITTELU

### 2.1 Yleistä

Vesiväylähankkeen suunnitteluprosessi käynnistyy asiakkaan tarpeesta tehdä uusi väylä, syvennys, uusi linjaus tai merkinnän tarkistus. Vesiväyläsuunnittelu alkaa väylähankkeen hakemisesta jatkuen esisuunnitelmaan. Esisuunnitelma on väylähankkeen ensimmäisen vaihe, jonka hyväksymisen jälkeen tulee yleissuunnitelma. Kun yleissuunnitelma hyväksytään, niin siirrytään vesilupasuunnitelmaan. (Sirkiä 2009, 3.)

Vesilupasuunnitelman käsittelyn jälkeen tehdään mahdolliset korjaukset suunnitelmaan ja siirrytään rakennussuunnitelmaan. Rakennussuunnitelma on viimeinen vesiväyläsuunnitelman osa ennen väyläpäätöstä. Suunnitteluprosessi etenee yleispiirteisen suunnitelman hyväksymisestä aina tarkempaan suunnitelmaan. Kuviossa 1 havainnollistetaan vesiväyläsuunnitteluprosessin kulku. (Sirkiä 2009, 3–4.)



Kuvio 1. Vesiväyläsuunnitteluprosessin kulku

### 2.2 Esisuunnitelma

Esisuunnitelma selvittää yleispiirteisesti hankkeen hintaa, toteuttamiskelpoisuutta ja kannattavuutta. Esisuunnittelu ei ole virallinen suunnittelun osa eikä siitä tehdä virallisia asiakirjoja. Esisuunnitelman lopputuloksena saadaan jonkinasteinen väylälinjaus ja väyläalue. Esisuunnitelman tarkoituksena on käydä läpi erilaisia toteutusvaihtoehtoja ja tutkia kunkin vaihtoehdon hintoja ja reunaehtoja. Esisuunnitelmassa ei ole tarkoitus valita toteutettavaa toteutusvaihtoehtoa. (Sirkiä 2009,5.)

Esisuunnittelun tarkoitus on ohjata merenmittausta, jottei tapahdu tilannetta, jossa mittaus ohjaa suunnittelua. Ennen esisuunnitelmaa suoritettu mittaus voi ohjata liikaa esisuunnittelua. Mittaustietodata voi rajata toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja. (Sirkiä 2009, 5.)

### 2.3 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitelma on kokonaisvaltainen esitys hankkeesta. Yleissuunnitelma painottuu teknisiin ratkaisuihin ja vetää yhteen kaikki hankkeeseen liittyvät osatekijät. (Sirkiä 2009, 6.)

Vesiväylähankkeen ensimmäisessä virallisessa vaiheessa tuotetaan yleissuunnitelma, joka on suunnitteluprosessin perustaso. Yleissuunnitelma on virallinen asiakirja, jossa ovat allekirjoitukset, tarkastus ja hyväksyminen. Asiakirja sisältää suunnitteluaineiston, piirustukset ja selostukset. Yleissuunnitelman kopio arkistoidaan. Yleissuunnitelman virallisuus luo asiakirjan sisällölle vaatimuksia. Sisällön rakenne on kolmiosainen. Ensimmäinen osa on johdanto, joka sisältää myös kannen, alkusanat, sisällysluettelon ja prosessikuvauksen. Toinen osa on suunnitelmaselostus, joka on varsinainen käsittelyosuus. Piirustukset ovat yleissuunnitelman viimeinen osa. (Sirkiä 2009, 6–15.)

Yleissuunnittelu jakautuu kolmeen osaan: alustavaan, varsinaiseen ja tarkennettuun yleissuunnitteluun. Eri osat poikkeavat toisistaan hyvinkin paljon. (Sirkiä 2009, 6.)

Alustavan suunnittelun tehtävänä on saada ensimmäiset arviot hankkeen kuluista, vaihtoehtoista ja toimia pohjana varsinaiselle yleissuunnitelmalle ja muille jatkotoimenpiteille. Alustava yleissuunnittelu on suunnittelun ensimmäinen todellinen taso. Suunnittelun pohjatiedon on pohjauduttava merenmittaukseen. Esimerkiksi pelkkä merikartta ei ole tarpeeksi tarkka yleissuunnitelmaa varten. Esisuunnitelman ollessa tehtynä sitä voidaan käyttää pohjana alustavalle yleissuunnittelulle. Alustava yleissuunnitelma pitää sisällään samat tiedot kuin muut yleissuunnitelmat, mutta poikkeukset löytyvät piirustusten määrissä ja tietojen tark-

kuustasoissa. Piirustuksista ei tarvita esimerkiksi poikkeusleikkauskuvia. Tarkkuustaso on yleispiirteisempi kuin muissa tarkemmissa yleissuunnitelmissa. Suunnitelman on sisällettävä johdanto, suunnitelmaselostus, yleiskartta ja väyläsuunnitelma. (Sirkiä 2009, 6–7.)

Varsinainen yleissuunnitelma on vesiväylähankkeessa perussuunnitelma. Lupaprosessien pohjana toimii varsinainen yleissuunnitelma ja sen pohjalta tehdään sekä tarkennettu yleissuunnitelma että rakennussuunnitelma. Tarkkuudeltaan varsinainen yleissuunnitelma on tarkempaa kuin esisuunnitelma tai alustava yleissuunnitelma. Ruoppausta vaativissa hankkeissa varsinaista yleissuunnitelmaa suunnitellaan rakennuskohdetasolla. Pitkän tauon jälkeen voi olla, että varsinaista yleissuunnitelmaa täytyy tarkentaa tarkennetussa yleissuunnitelmassa. (Sirkiä 2009, 7.)

Tarkennettu yleissuunnitelma on vähiten käytetty yleissuunnitelman taso. Tarkennettua yleissuunnitelmaa käytetään esimerkiksi tilanteissa, joissa varsinaisen yleissuunnitelman tekemisestä on kulunut aikaa tai jos varsinainen yleissuunnitelma sisältää useamman toteutusvaihtoehdon. Suunnitelmassa valitaan vain yksi ratkaisu ja keskitytään siihen. Toteutus sisältää tarkat kustannusarviot. (Sirkiä 2009, 7.)

Yleissuunnitelma pitää sisällään tekstimuotoisen suunnitelman lisäksi yleissuunnitelman piirustukset. Piirustukset kuuluvat viralliseen suunnitelmaan ja niissä on käytettävä virallisia nimiöitä. Piirustukset ovat allekirjoitettava. Vaadittavat piirustukset ovat yleiskartta, väyläsuunnitelmapiirustus, tyyppipoikkileikkaukset ja läjitysaluekartta. (Sirkiä 2009, 7–8.)

Yleiskartta on merikarttapohjainen yleiskartta hankkeesta. Kartalla yleensä esitetään koko hanke yhdellä karttalehdellä. Hankkeen ollessa laaja tai jos useampien karttojen käyttö on perusteltua, niin hankkeen voi esittää useammalla karttalehdellä. Jos toteutusvaihtoehtoja on useampia, niin jokaisesta vaihtoehdosta on tehtävä oma yleiskarttansa. Yleiskartalla esitetään seuraavat asiat:

- väylän linjaus ominaisuustietoineen

- reunalinjat ja väyläalue olennaisine mittatietoineen
- väylän merkintä
- alueen muu väylästä
- ruoppauskohteet
- läjitysalueet
- satama-alueen rajausta ja altaan muoto sekä laituri sijainti
- mahdolliset ankkurointi- ja muut lisäalueet
- suunnittelualueella tai läheisyydessä olevat suojele- ja rajoitusalueet
- muut merkittävät muutokset karttapohjaan verrattuna. (Sirkiä 2009, 11–12.)

Yleissuunnitelma sisältää väyläsuunnitelmapiirustuksen, jota käytetään apuna suunnitelman tutkimisessa. Väyläsuunnitelmapiirustuksessa väylä ja muut rakenteet esitetään tarkasti ja sidotaan paikkaan koordinaattitiedoilla. Yleissuunnitelman sisältäessä useamman toteutusvaihtoehdon on jokaisesta vaihtoehdosta tehtävä oma väyläsuunnitelmapiirustus. Mittakaavana yleissuunnitelmapiirustuksessa käytetään 1:500–1:100 000 paikasta riippuen. Ahtaissa paikoissa mittakaavana käytetään 1:500 ja ulkomerellä 1:50 000–1:100 000. Väyläsuunnitelmapiirustuksessa esitetään seuraavat asiat:

- linjaus lisätietoineen (keskilinjan jatkeet, kaarteet) ja navigointilinjat
- mittatietoja kriittisistä kohdista (väyläalueen leveys, linjan pituus jne.)
- turvalaitteet paikkatietoineen ja VATU-numeroineen
- riittävä syvyyspistetieto numeroina kartalla
- syvyyskäyrät
- rantaviiva, nimistö ja mahdolliset suojele-, ampuma- ym. suoja-alueet
- risteävät tai muuten kriittiset kaapelit ja putkijohdot
- alueen muut väylästä

- merenmittausalueet
- satama-alueen rajat, käännympyrä ja satama-altaan rajausharaussyvyyksineen sekä laituriensijainnit
- kaava- ja muut suunnittelua rajaavat alueet
- ruopattavat ja läjitysalueet nimineen tai numeroineen ja alueiden rasteroinnit, läjitysalueiden läjitystasot. (Sirkiä 2009, 12–13.)

Yleissuunnitelmaan kuuluu väylän poikkileikkaukset ruopattavilta alueilta. Yleisesti poikkileikkauksen määrittely esitetään tyyppipoikkileikkauksukuvana ja myös sanallisesti. Tyyppipoikkileikkaus esittää väylällä käytettävät poikkileikkaustyytit jokaisesta maalajista. Poikkileikkauksukuvissa esitetään väylän luiskat kaltevuuksineen. Tyyppipoikkileikkauksukuva sisältää seuraavat asiat:

- kaikki poikkileikkauksissa vakiona pysyvät mitoitustiedot
- luiskan kaltevuudet eri maalajeissa
- vedenpinnan vertailutaso
- haraustasot
- mahdollisten rakenteiden sijainnit poikkileikkauksessa. (Sirkiä 2009, 13–14.)

Läjitysalueista yleiskartan lisäksi varsinaiseen yleissuunnitelmaan kuuluu tarkempi läjitysaluekartta. Yleiskartan suuripiirteisyyden takia sen tarkkuus ei riitä kuvaamaan tarkasti läjitysalueita vesilupahakemuksen vaatimalla tasolla. Läjitysaluekartat ovat esityksiä läjitysalueiden sijainnista, rajauksesta ja syvyysuhteista läjitysalueilla. Jokaisesta läjitysalueesta tehdään oma kartta. Läjitysaluekartan mittakaava on 1:100–1:10 000. Läjitysaluekartassa esitetään seuraavat asiat:

- läjitysalueen rajat
- riittävät syvyyspistetiedot ja syvyyskäyrät
- riittävät koordinaattitiedot

- rantaviiva ja nimistötiedot
- mahdolliset suojele- ja muut rajoitusalueet
- suunnitellut läjitystasot ja vastaavat vertailutasot
- maksimi suunnitelman mukainen läjitystilavuus
- mahdolliset väylätiedot, jos alueella on väylästä
- risteävät tai muuten kriittiset kaapelit ja putkijohdot
- näytepisteiden paikat; nimet ja koordinaattitiedot
- tutkimusalueiden rajat. (Sirkiä 2009, 14–15.)

## 2.4 Vesilupasuunnitelma

Vesilupasuunnitelman pohjana on yleissuunnitelma. Yleissuunnitelman lisäksi vesilupasuunnitelma sisältää selvityksiä, jotka vaikuttavat projektin toteutumiseen. Selvityksiä ovat kaavoitus selvitys, taloudellisuuden arviointi, ympäristöselvitykset, maanomistajaselvitys, liikenneselvitys, selvitys vesialueella tapahtuvista uitoista, oikeudelliset edellytykset ja liitteet. (Sirkiä 2009, 16–17.)

Vesilupasuunnitelma sisältää myös ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA). Väylähanketta suunniteltaessa ELY-keskus (elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) päättää YVA:n laajuudesta. Jokaisesta väylähankkeesta ei teetä täysimittaista ympäristöselvitystä. Lupasuunnitelman liitteeksi tietyissä tapauksissa riittää pienimuotoinen ympäristöselvitys. Vesilupaa haetaan hakemuskirjelmällä, jonka liitteenä on vesilupasuunnitelma. (Sirkiä 2009, 16–18.)

## 2.5 Rakennussuunnitelma

Rakennussuunnitelma on väylähankkeen suunnitteluvaihe. Vaiheessa suunnitellaan väylän rakentaminen kohde kerrallaan lähtötilanteesta rakennusvaiheen loppuun saakka. Suunnitelma sisältää todenmukaiset arviot työmäärästä ja työn laadusta. (Sirkiä 2009, 19–20.)

Rakennussuunnitelman pohjana on viimeisin hyväksytty yleissuunnitelmaversio. Asiakirjan lisäksi rakennussuunnitelma pitää sisällään useita piirustuksia. Piirustuksia ovat yleiskartta, väyläsuunnitelma, luotauskartta, läjitysaluekartta, tutkimuskartta, harauskartta, kalliopintakartta, poikkileikkauskuvat, sukellustutkimuskartta ja muut dokumentit, esimerkiksi pohjatutkimusselostukset ja pöytäkirjat. (Sirkiä 2009, 21–31.)

## 2.6 Väyläpäätos

Väylä ja väylän turvalaitteet vahvistetaan käyttöön otettavaksi väyläpääöksellä. Tiedot esitetään merikartalla. Päätos muodostuu väyläpääötössiakirjoista. Väyläpääötössiakirjat sisältävät väyläpääötöslomakkeen, väyläselostuksen, yleiskartan, väyläkartat, merkintäsuunnitelman, turvalaite- ja väyläselostukset sekä varmistusmittausasiakirjat. (Sirkiä 2009, 32–38.)

Väyliä ja turvalaitteiden käyttöönoton lisäksi niiden poistaminen vaatii väyläpääötöksen hakemista. Väyläpääötöksen suunnitelmat hyväksytään, kuten muutkin vesiväyläsuunnittelun vaiheet. (Sirkiä 2009, 32–33.)

## 2.7 Vesistön mittaus

### 2.7.1 Syvyysmittausmenetelmät

Syvyysmittausmenetelmiä merenkulun tarpeisiin ohjaa kansainvälisen merikartoitusjärjestön (IHO) Normisto S-44. Normisto sisältää suositukset mittauksen ja paikannuksen tarkkuusvaatimuksille sekä vaatimukset lohcareiden ja erilliskohteiden havainnoimiseksi. Paikannukseen käytetään pääasiassa satelliittipaikannusmenetelmiä. Takymetrimittauksia käytetään pääasiassa mittausjärjestelmien kalibrointiin. Syvyysmittausmenetelmät ovat jaettu akustisiin, optisiin, mekaaniisiin ja erikoismittausmenetelmiin. Taulukossa 1 esitellään mittausvaihtoehtojen soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin. (Liikennevirasto 2013, 28.)



Taulukko 1. Eri syvyysmittausten soveltuvuus (Liikennevirasto 2013, liite 5)

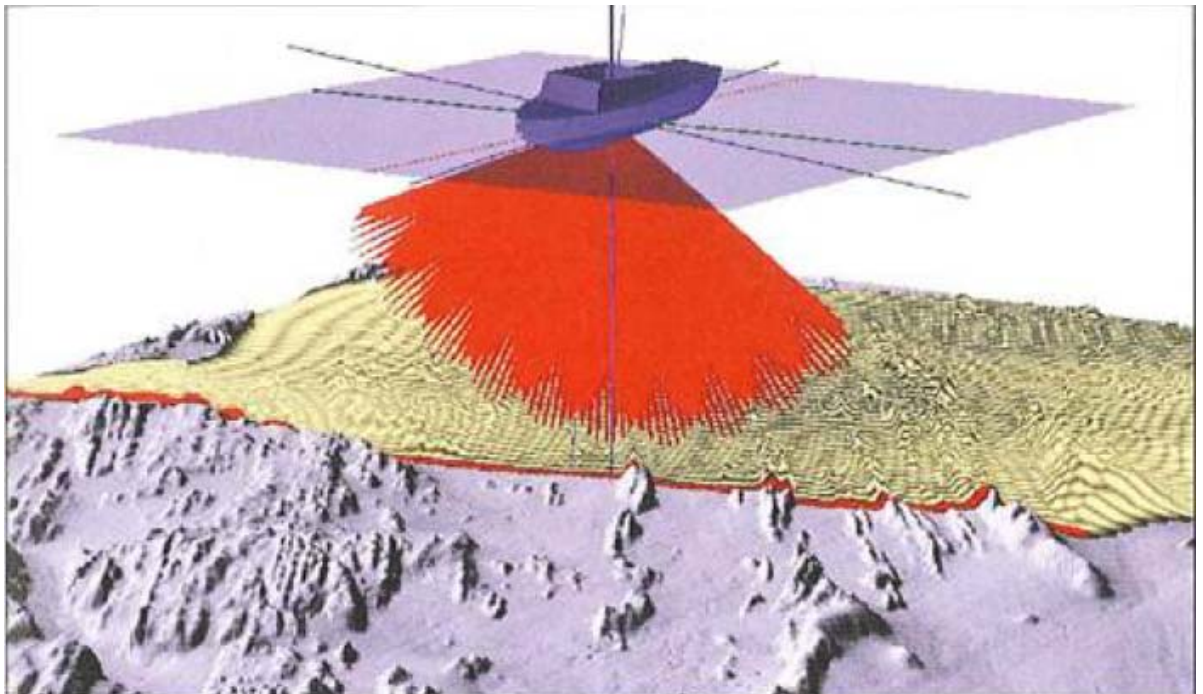
Menetelmä	Syvyysmittausten soveltuvuus					
	Pohja topografia	Varmistettu alue	Maalajirajat	Turvalaitteet	Lohkare/Kohdetutkimukset	
Monikeilaus	Hyvin	Hyvin	-		Hyvin	Akustiset mittaukset
Kaikuharaus	Hyvin	Hyvin	-	-	Likimain	
Linjaluotaus	Hyvin/rajoituksin	Viitteitä	-	-	Viitteitä	
Matalataajuusluotaukset	Likimain	-	Rajoituksin	-	Viitteitä	
Viistokaiku-luotaus	Likimain	-	-	-	Hyvin	
Laserkeilaus vedessä	Likimain	Viitteitä	-	-	Viitteitä	Optiset mittaukset
Laserkeilaus maalla	-	-	-	Hyvin	-	
Tankoharaus	-	Hyvin	-	-	Hyvin/Likimain	Mekaaniset mittaukset
Käsiluotaus	Rajoituksin	Viitteitä	-	-	Viitteitä	
ROV-tutkimukset	Viitteitä	-	-	Hyvin/Rajoituksin	Hyvin/Rajoituksin	Erikoismit-taukset
Magneto-metrimittaukset	-	-	-	-	Viitteitä	
Skannaava luotaus	Rajoituksin	-	-	Hyvin	Hyvin	

Akustiset mittaukset soveltuvat tarkkuudesta riippuen pohjan topografian tarkkaan kuvaamiseen tai yleispiirteiseen määrittämiseen. Mittauksia voidaan käyttää myös yksittäisten kohteiden kuten lohcareiden, hylkyjen ja rakenteiden kartoittamiseen. Mittaukset perustuvat äänipulssin lähettämiseen ja sen vastaanottamiseen. (Liikennevirasto 2013, 29.)

Akustisissa mittauksissa mittaustaajuus vaikuttaa kohteen kuvautumiseen. Korkeat taajuudet antavat paremman resoluution mittaustuloksille, mutta ovat herkeempiä kohinalle ja veden epäpuhtauksille. Korkeat taajuudet antavat havainnot kohteen ylimmiltä pinnoilta ja matalat taajuudet läpäisevät kohteen pinnan. Mitä matalampi taajuus on, niin sitä syvemmälle kohteen pinnan sisään äänipulssi tunkeutuu. Matalien taajuuksien käyttäminen tekee yksittäisten kohteiden ja pehmeiden pintojen määrittämisestä epätarkkaa. Tarkan havaintopilven tuottaminen vaatii riittävän mittauspeiton käytön lisäksi sekä veden äänennopeusprofiilin tuntemisen että äänennopeuden jatkuvan mittaamisen luotaimen läheisyydessä. Akustisia mittausmenetelmiä ovat monikeilaus, kaikuharaus, linjaluotaus, mata-

lataajuuksiluotaus sekä viistokaikuluotaus. Opinnäytetyössä käsittelemme tarkemmin monikeilaluotausta, sillä se oli ainoa Kuivajoen veneväylän mittauksiin käytetty mittausmuoto. (Liikennevirasto 2013, 29.)

Monikeilaluotain on monikanavainen kaikuluotain, jolla on mahdollista kerätä aukotonta tietoa pohjatopografiasta (Ahonen 2014). Monikeilaus perustuu joko yhdistettyyn vaihe-ero ja amplitudiratkaisuun tai pelkästään vaihe-eroratkaisuun. Kuviossa 2 havainnollistetaan monikeilaluotausmittaus. Mittausmenetelmässä muodostuu viuhkamainen kaiutuksen vastaanottokuvio, jonka leveys on noin 3–6 kertaa alueen syvyys. Mittaustarkkuus on tarkinta viuhkan keskivaiheilla ja heikenee viuhkan laidoille mentäessä, mikä vaikuttaa havaintoaineiston käytettävyyteen. Esimerkiksi tarkoissa mittauksissa linjavälinä käytetään 50 prosenttia havaintoviuhkan leveydestä. Havaintotarkkuuteen viuhkan leveyden lisäksi vaikuttavat myös käytettävä mittaustaajuus, syvyysolosuhteet, vesipatsaan äänennopeuden tunteminen sekä mittausaluksen paikannuksen ja liiketilän jatkuva seuraaminen eri mittausjärjestelmiä käyttäen. (Liikennevirasto 2013, 29.)



Kuvio 2. Havainnekuva monikeilauksesta (Liikennevirasto 2013, 30)

Optiset mittaukset perustuvat laservalon avulla muodostettavaan havaintopilveen. Laserkeilaus on optinen mittaussuunnitelma, jota käytetään sekä vedenpäällisten että vedenalaisten alueiden mittaamiseen. Laserkeilaus soveltuu parhaiten matalien vesialueiden yleispiirteiseen kartoitukseen. Menetelmä on herkkä olosuhteiden muutoksille, kuten veden sameudelle. Suotuisissa mittaolosuhteissa päästään muutaman desimetrin syvyystarkkuuteen. (Liikennevirasto 2013, 33.)

Mekaanisia mittauksia ovat käsiluotaus ja tankoharaus. Käsiluotauksessa mitataan yksittäisiä syvyyshavaintoja mittavaijerin ja painon yhdistelmän tai mittatangon avulla. Tankoharauksessa määrätyle syvyydelle asennettua mittaustankoa kuljetetaan mitattavalla alueella ja jokaisesta pohjakosketuksesta pidetään kirjaa. Väylätutkimuksia tehdessä tankoharausmittauksissa tulee Liikenneviraston myöntämän harausvaltuutetun olla läsnä. Myös harauskaluston tulee olla Liikenneviraston hyväksymä. Tankoharauksia käytetään vesialueen syvyyden varmistamiseen määrätyle alueella. (Liikennevirasto 2013, 34.)

Erikoismittausmenetelmiin kuuluvat erilaiset kauko-ohjattavat vedenalaiset tutkimuslaitteet, magnometrilaitteet sekä metallinpaljastimet. Erikoismenetelmiä hyödynnetään alueen erityispiirteiden, ominaisuuksien tai ympäristölle vaarallisten kohteiden tarkasteluun. (Liikennevirasto 2013, 36.)

### 2.7.2 Vesimittauslaitteisto Kuivajoen veneväylän suunnittelussa

Kuivajoen veneväylän mittaukset suoritettiin Meritaito Oy:n toimesta monikeilaluotaustekniikalla. Kahden hengen mittausryhmä käytti mittaustyöhön valmistettua Buster XXL AWC venettä ”Keila 1”. Vene oli varusteltu monikeilaukseen soveltuvilla laitteistoilla. Käytetty kalusto on listattu taulukossa 2.

Taulukko 2. Keila 1 -veneen monikeilaluotauskalusto (Meritaito Oy 2013, 2)

Laite	Malli
Monikeilain	Reson SeaBat 7125 SV2 200/400kHz
Online äänennopeus	Teledyne Reson SVP-70
Äänennopeusprofiili	Navitronic/Reson SVP-20
Liikesensori/paikannus	POS MV 320 RTK IP68
VRS-DGPS modeemi	Indagon @Fokus MTT 130A

### 2.7.3 Vesistömittaus Kuivajoen veneväylällä

Mittaukset suoritettiin 31.7. – 1.8.2013. Meritaito Oy:n henkilöstön lisäksi osuuskunnan edustaja Matti Paaso oli mittausveneeseen kyydissä hyväksymässä mittauksen laajuuden. (Meritaito Oy 2013, 1–2.)

Mittauksen paikannuksen tarkkuus oli horisontaalisuunnassa kaksi metriä ja syvyysuunnassa viisi senttimetriä. Mittausalueella monikeilaus suoritettiin 400 kilohertsin taajuudella merkityn veneilyreitien leveydeltä. Mittaukset suoritettiin mittauskalustolle turvallisen vesisyvyyden ja vesikasvillisuuden sallimissa rajoissa. (Meritaito Oy 2013, 1–3.)

### 3 KUIVAJOEN RUOPPAUS

#### 3.1 Ruoppaus

Ruoppaus on maansiirtotapa, jossa vedenalainen maa, kivet ja lohkareet irrotetaan veden pohjasta. Irrotuksen jälkeen aines siirretään ja läjitetään vedenalaiseen maansiirtoon tarkoitetulla kalustolla. Edellä mainittua työtä varten käytettävää työkonetta kutsutaan ruoppaajaksi. Ruoppaaja voi olla joko kellovalle alustalle pystytetty työkone tai ruoppausta voidaan tehdä kuivalla maalla työskentelevillä maansiirtokoneilla. (Hartikainen 2002, 151.)

Ruoppauksen merkitys on huomattavaa sellaisilla alueilla, joissa eroosio on voimakasta. Suomessa kunnossapitoruoppaukset jäävät vähäisiksi verrattuna muiden maiden vastaaviin töihin eroosion vähäisyydestä johtuen. Merkittävimmät ruoppauskohteet Suomessa ovat vesiväylärakentaminen, parantaminen ja kunnossapito. (Hartikainen 2002, 151.)

Ruoppaajat jaetaan kauharuoppaajiin ja imuruoppaajiin. Kauharuoppaajalla vedenalainen aines irrotetaan mekaanisesti kauhalla ja siirretään suoraan läjitykseen tai kuljettimelle. Imuruoppaajalla ruopattava maa irrotetaan voimakkaiden pumppujen avulla. Irrotettava maa sekoittuu veteen löysäksi seokseksi, joka nostetaan ja siirretään putkistoa pitkin suoraan läjitykseen tai kuljetusaluksen ruumaan. (Hartikainen 2002, 151.)

Ruoppaustyötä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon työstä aiheutuvat ympäristövaikutukset. Ruoppaaminen voi aiheuttaa veden väliaikaista samenumista, joka on erityisen haitallista alueilla, joissa pohjan sedimentit sisältävät raskasmetalleja, PCB-jätteitä ja muita ongelmajätteitä. Maa-aineksen laatu vaikuttaa myös ruopattavien massojen loppusijoituspaikkaan. Pilaantuneen materiaalin sijoittaminen on ongelmallista ja se kasvattaa ruoppauskustannuksia huomattavasti. Ruoppauksen väliaikaisia ympäristövaikutuksia ovat melu ja hetkellinen maisemahaitta. Ruoppauksen negatiivisia ympäristövaikutuksia pyritään minimoimaan kehittämällä ruoppaustekniikoita ja tekemällä kattavia selvityksiä ennen ruoppauksen aloittamista. (Hartikainen 2002, 161–162.)

Ruoppaustyötä tehtäessä pyritään käyttämään tietomallipohjaista ratkaisua. Käytännön ruoppauksessa käytetään tietomalliin perustuvaa koneohjausmallia. Koneohjauksella tarkoitetaan järjestelmää, jossa kaivuukonetta opastetaan satelliittipaikannuksen avulla. Ruoppaustyö voidaan toteuttaa koneohjauksen avulla sekä halutussa koordinaatti- että korkeusjärjestelmässä. (Virtanen 2014, 19–22.)

### 3.2 Kuivajoen esittely

Kuivajoki sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla Iin kunnassa. Joki laskee Oijärvestä Perämereen. Joki virtaa Kuivaniemen alueen halki, joka liitettiin vuoden 2007 kuntaliitoksessa Iin kuntaan. Joen kokonaispituus Oijärvestä Perämereen on noin 40 kilometriä ja tällä matkalla joki laskee korkeutta noin 90 metriä. (Kuivaniemen Osakaskunta 2015.)

Kuivajoki on osana Itämeren kalastuskomission merilohen toimintaohjelmaa Salmon Action Plan, jonka tavoitteena on saada palautettua Kuivajoki lohijokeksi. Kuivajoki on Koskiensuojelulain nojalla suojeltu voimalaitosrakentamiselta. (Kuivaniemen Osakaskunta 2015.)

### 3.3 Kuivajoen veneväylän historia

Kuivajokisuun nykyinen veneväylä alkaa Kuivajokisuulta Kalliomatalan pohjoispuolelta ja päättyy Rutikosken pohjoispuolelle. Väylä on ollut käytössä noin 40 vuotta ja väylälle on asennettu neljä linjatauluparia sekä 18 turvalaitetta. (Meritaito Oy 2015, 12.)

Tie- ja vesirakennushallitus (TVH) on ruopannut väylän vuosien 1969 – 1970 välisenä aikana. Väylä on ruopattu 2,5 metrin syvyyteen N60-korkeusjärjestelmässä. Ruoppauksen jälkeen väylälle ei ole tehty kunnossapitoruoppauksia. (Meritaito Oy 2015, 1–2.)

### 3.4 Kuivajoen veneväylän nykytilanne

Kuivaniemen Osakaskunta on suunnitellut vanhan veneväylän uudelleen ruoppausta väylän parannussyistä. Osakaskunta antoi Meritaito Oy:lle toimeksiannon toteuttaa veneväylän yleissuunnittelu. Meritaito Oy suoritti 31.7 – 1.8.2013 välisenä aikana monikeilauksen väyläalueelle, jonka tietojen pohjalta uutta väylää suunniteltiin. (Meritaito Oy 2015, 1–2.)

Meritaito Oy tuotti mittausten pohjalta yleissuunnitelman, jonka perusteella tämän opinnäytetyön tarkennetut piirustukset ja laskennat ovat toteutettu. Nykyisessä yleissuunnitelmassa väylän leveys on 20 metriä, kulkusyvyudeksi on määritelty 1,6 metriä ja haraussyvyudeksi 2,2 metriä, joiden perusteella varavedeksi muodostuu 0,6 metriä. Suunnitelman syvyudet ovat määritelty vuoden 2013 keskivedenkorkeuden mukaan. Edellä mainitut mitoitukset ovat tehty Merenkululaitoksen julkaisun 9/2006 ”Veneväylien suunnitteluohje” taulukon neljä perusteella. Edellä mainitun haraussyvyyden ja väylän leveyden saavuttamiseksi väylälle joudutaan suorittamaan ruoppaustöitä. (Meritaito Oy 2015, 1–2.)

Kuivaniemen Osakaskunta aloittaa yleissuunnitelman pohjalta hakemaan vesilupaa sekä rahoitusta hankkeen toteuttamiseksi. Tarkennettujen rakennuspiirustusten ja laskentojen pohjalta osakaskunta voi aloittaa urakkatarjousten tekemisen yrityksille.

## 4 AINEISTON KÄSITTELY

### 4.1 Käytetyt ohjelmat

**3D-Win** on suomalainen maastomittausdatan tuottamiseen ja käsittelyyn tarkoitettu ohjelmisto. Ohjelma toimii graafisen käyttöliittymän kautta, joka tekee aineistojen käsittelystä ja hallinnasta visuaalisesti selkeää. Ohjelma perustuu pisteiden ja viivojen editointiin, lisäämiseen, poistamiseen sekä ominaisuustietojen määrittämiseen eri toimintoja käyttäen. Ohjelma sisältää yleisimmät geodeettisen laskennan ja maastomallien toiminnot. Käyttöliittymässä aineistoja voidaan muokata ja tarkastella kolmiulotteisessa ympäristössä. (3D-system 2015, 1–4.)

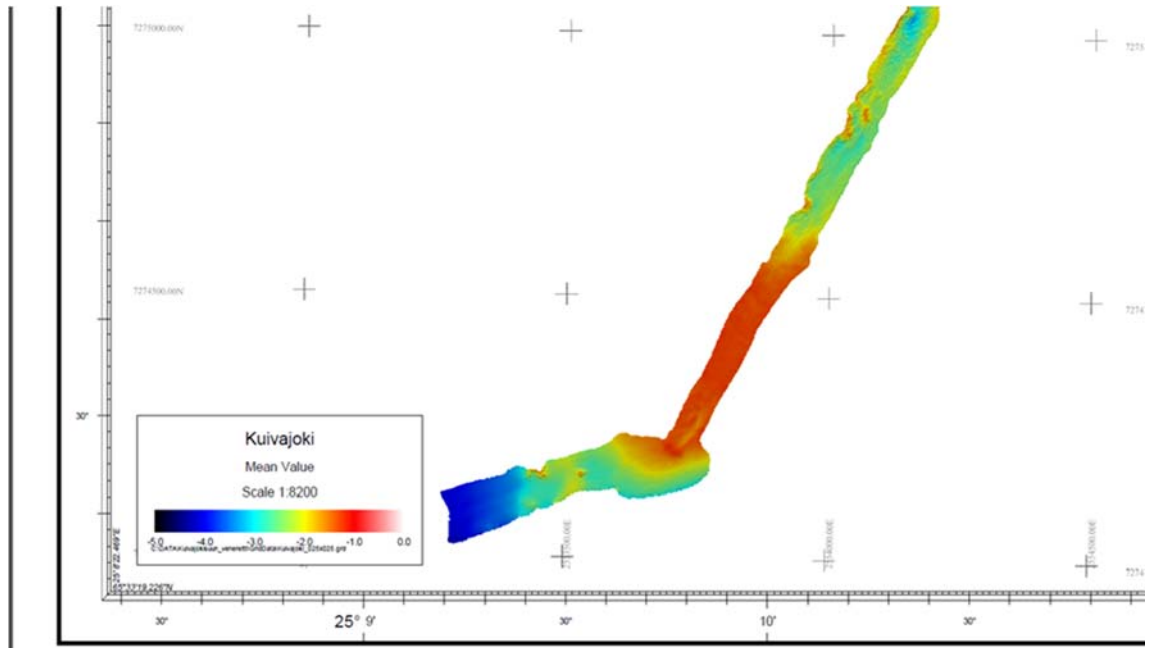
Ohjelman uusin versio on 6.1, joka ei opinnäytetyötä tehdessä ollut vielä asennettuna oppilaitoksen koneille. Opinnäytetyön tekemiseen käytettiin ohjelman aiempaa versiota 5.8.1. 3D-Win oli käytettävyydeltään ja toiminnoiltaan paras ohjelma, jonka oppilaitos pystyi tarjoamaan työn tekemistä varten. Työn väylämalli, syvyyskartta, massalaskennat sekä pituus- ja poikkileikkaukset tehtiin 3D-Winin avulla.

**AutoCad** on Autodesk Incin julkaisema suunnitteluohjelmisto. Autocadin käyttö perustuu graafisten objektien käsittelyyn. Käytössä oli oppilaitoksen AutoCad Map 3D 2013 -ohjelman opetusversio. Opinnäytetyössä ohjelmaa käytettiin pääasiassa 3D-Win-ohjelmalla luotujen DXF- ja DWG-formaattien tarkistamiseen.

### 4.2 Valmiina oleva aineisto

Opinnäytetyön lähtöaineistona oli Meritaito Oy:n tuottama Kuivajokisuun veneväylän yleissuunnitelmaselostus sekä yhtiön tuottama monikeilausaineisto. Yleissuunnitelma sisälsi tiedot tulevan väylän mitoituksista ja sijainnista, joiden pohjalta väyläpiirustukset tehtiin. Suunnitelma sisälsi myös massalaskenta-arviot sekä yleistä tietoa tulevasta hankkeesta. Aineistossa oli myös erilaisia karttoja ja kuvia väylähankkeesta. Kuviossa 3 esitetään esimerkki valmiina olevasta aineistosta.





Kuvio 3. Meritaito OY:n tuottama väyläalueen luotausindeksi

Monikeilausaineisto oli sekä täystiheässä että harvennetussa muodossa. Täystiheän pistepilven tiedostokoko oli yli kaksi gigabittiä ja se sisälsi yli 74 miljoonaa pistettä. Tiedoston suuri koko teki sen käytöstä mahdotonta oppilaitoksen tietokoneilla. Aineiston tiheys oli turhan tiheää työn käyttötarkoitusta varten. Harvennetut aineistot olivat ruutukooltaan sekä 0,25x0,25 että 1,0x1,0 metriä. Harvennettujen aineistojen käyttö oli suhteellisen sujuvaa, mutta esimerkiksi niistä tehtyjen maastomallien tutkiminen oli työlästä latauksen hitaudesta johtuen. Kummankin ruutukoon aineistot olivat keskiarvoharvennettuina sekä minimiharvennettuina. Eri harvennusmuotojen aineistot olivat KKJ ja WGS84 koordinaatioissa. Kummankin koordinaatiston korkeusjärjestelmänä käytettiin vuoden 2013 keskivedenkorkeutta. Pisteaineistot sisälsivät ainoastaan koordinaattitiedot, joten halutut ominaisuustiedot tuli itse lisätä aineiston käsittelyn yhteydessä 3D-Win-ohjelmalla.

Pistepilviaineistot olivat alun perin tekstimuotoisessa PTS-formaatissa, jota 3D-Win 5.8.1 ei automaattisesti tue. Tiedostojen lukemista varten ohjelmaan luotiin uusi formaattimuuntimen määrittely. Tiedosto – Formaattit – Vektoritiedostot – Lisää -valikosta avattuun muunninasetusikkunaan luotiin uusi tekstitiedostoja tukeva funktio, jonka tiedostopäätteenä on PTS. Asetusikkunan Muut-valikosta formaatille luotiin tietuemäärittelyt. Tekstiformaatit perustuvat peräkkäisiin

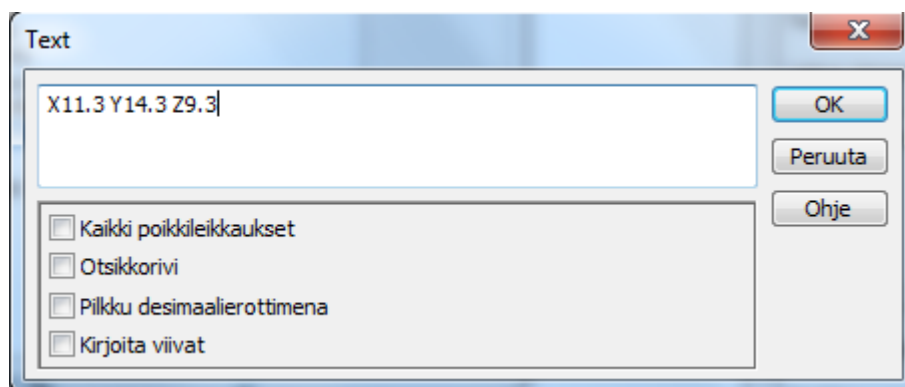
tietuemäärittelyihin, joissa peräkkäiset tietueet erotetaan toisistaan joko välilyönnillä tai muulla erotinmerkillä. Käytetyt PTS-tiedostot eivät sisältäneet ominaisuustietoja, joten pelkkien X,Y,Z-tietueiden määrittäminen riitti. (3D-system Oy 2014.)

Kuviossa 4 esitetään PTS-formaatti avattuna. Koordinaattitiedot ovat muodossa Y, X, Z. Tiedot korjattiin muotoon X, Y, Z. Arvojen X ja Y vaihto keskenään tapahtuu Käännä XY -toiminnolla.

1	2553292.480	7274021.891	-4.340
2	2553286.010	7274022.010	-4.390

Kuvio 4. Ote PTS-formaatista

Kuviossa 5 esitetään valmis tietuemäärittely, jossa kuvion 4 koordinaatit avautuvat toimivassa muodossa 3D-win-ohjelmalla. Tietuemäärittelyn pystyy tallentamaan 3D-win-ohjelman formaattivalikkoon.



Kuvio 5. PTS-formaatin määrittelytaulukko

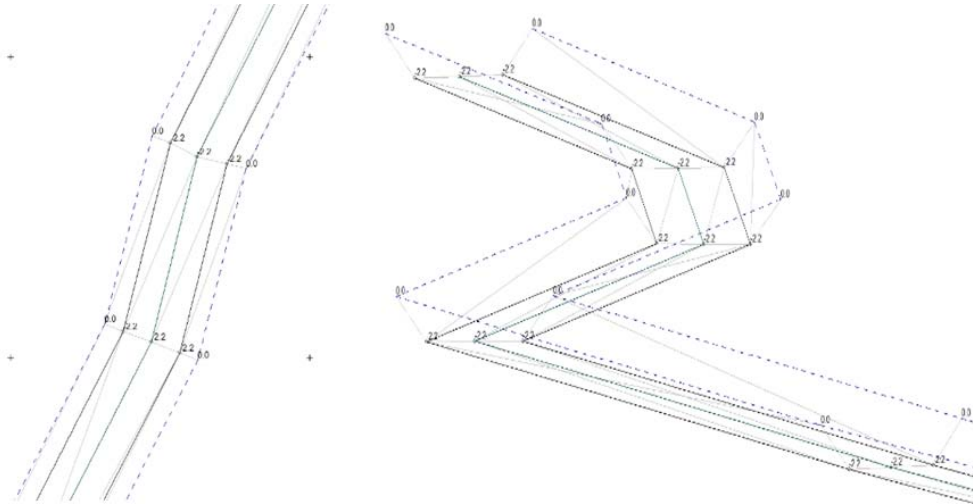
### 4.3 Väylämalli

Massalaskentaa, rakennekuvia ja karttoja varten veneväylästä piirrettiin maastomalli 3D-Win-ohjelmalla. Mallin pohjatietoina käytettiin Meritaito Oy:n antamia koordinaattitietoja väylän yleissuunnitelmapiirustuksesta. Yleissuunnitelmapiirustus sisälsi väylän pohjan reunan ja keskilinjan taitekohtien koordinaatit. Koordinaatit laskettiin ohjelmaan Editointi – Pisteet – Lisää -toiminnolla. Toiminto avaa

Lisää Piste -ikkunan, johon syötetään halutun pisteen numero, koordinaatit ja pintatunnus. Pistenumeroina käytettiin juoksevaa lukua numerosta yksi ylöspäin ja pintatunnuksena jokaiselle väylän pisteelle tuli rakennepinnan numero 11. Tietojen syöttämisen jälkeen piste tallennettiin halutulle elementtitasolle. Pisteet tallennettiin yleissuunnitelmapiirustuksen mukaisessa KKJ-koordinaatistossa, joten koordinaattimuunnosta ei tarvinnut suorittaa. Väylän pohjan korkeus pysyy koko pituudeltaan samana, joten jokaiselle taitepisteelle määritettiin haraussyvyuden mukainen z-arvo -2,2 metriä. Mallin korkeusjärjestelmänä on MW2013.

Väylän pohjan lisäksi väylälle laskettiin luiskat alustavan yleissuunnitelman mukaisesti. Alustavissa laskennoissa luiskan kaltevuutena oli käytetty suhdetta 1:3, jonka mukaan luiskat laskettiin tarkennettuihin rakennuspiirustuksiin. Suhde perustuu yleissuunnitelman arvioon, jossa joen pohjan materiaali on arvioitu karkeaksi hiekkamoreeniksi. Luiskat laskettiin Laskenta-Suorakulmainen Laskenta -toiminnolla. Suorakulmainen laskenta on edellä mainitun Lisää Piste -toiminnon tapainen, mutta siinä koordinaattien laskenta tapahtuu A- ja B-mittana valitun vertailusuoran suhteen. Luiskien pisteet laskettiin taitekohtiin käyttäen väylän pohjan pisteitä vertailusuorina. Luiskien teoreettisena yläpintana käytettiin z-arvoa 0,0 metriä.

Pistelaskennan jälkeen väylälinjat yhdistettiin viivoin, jonka jälkeen malli oli valmis kolmiointia varten. Kolmioinnissa syntyy maastomalli, jota käytetään laskettaessa massoja ja tehtäessä leikkauskuvia. Työn eri vaiheita varten väylästä tehtiin maastomallitiedosto "Väyläreuna.mm1" sekä vektoritiedosto "Väyläreuna.xyz". Maastomalli on suoraan sopiva uusimpien kaivuukoneiden koneohjausmalleihin DXF-muotoisena (Heikkinen 2015). Maastomalli sekä vektoritiedosto toimitettiin tilaajalle sekä n2000 että MW2013 korkeusjärjestelmissä. Kuvi-ossa 6 esitetään 2- ja 3-ulotteiset esimerkkikuvat valmiista väylämallista.



Kuvio 6. Ote väylämallin suunnittelusta

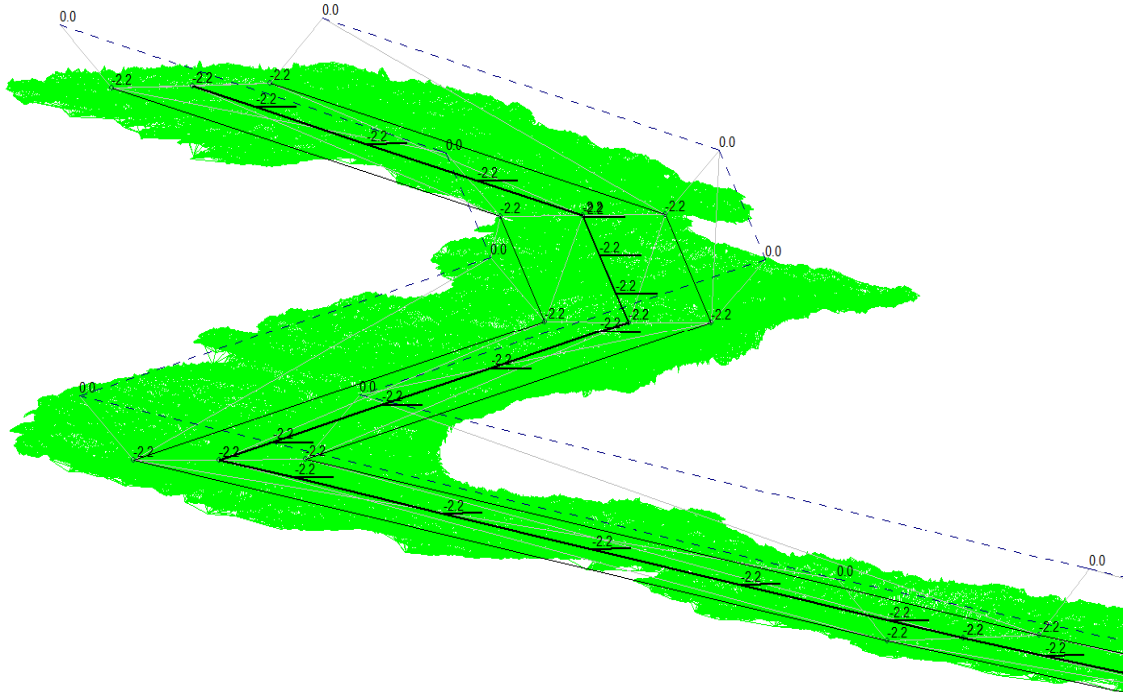
#### 4.4 Massalaskenta

Massalaskenta on määrälaskentaa, jonka avulla pyritään arvioimaan työkohteen työmääriä sekä kustannuksia. Laskennalla arvioidaan kaivannon tai täytön teoreettista kiintotilavuutta. Massalaskenta on yrityksille tärkeä työkalu tarjouksien laatimisessa. (Häkkinen 2010, 5–7.)

Laskennallisesti massalaskenta on kahden tai useamman pinnan välisen tilavuuden ja pinta-alan laskemista. Kuivajoen väyläsuunnittelussa massalaskennan maastomallipintoina olivat väylän maastomalli "väyläreuna.mm1" ja mittausaineistoon pohjautuva malli "Kuivajoki\_025x025\_min\_ep.mm1" joen pohjan nykytilasta. Tilavuus ja pinta-ala lasketaan väylämallin ja maanpinnan leikkauksena. 3D-Win-ohjelmalla massalaskenta suoritettiin kahdelle maastomallipinnalle poikkileikkauksien avulla.

Joen pohjan maastomallin luomiseen käytettiin "025x025\_min\_ep"-aineistoa. Massalaskentaa varten ohjelmaan luodaan maastomallien lisäksi mittalinja, jonka avulla laskennassa määritetään mille matkalle massalaskenta suoritetaan ja kuinka tiheä paaluväli on. Maastomallien pistetietoihin määritetään oikeanlaiset pintatunnukset, jotta laskenta tapahtuu halutulla tavalla. Joen pohja asetettiin pinnalle 1 ja väylä pinnalle 11. Kyseisillä pinnoilla ohjelma laskee massat, jotka väylä

leikkaa maanpinnasta. Kuviossa 7 esitetään väylän ja joen pohjan päällekkäiset maastomallit.



Kuvio 7. Väyläsuunnitelma 3D-Win-ohjelmassa

Massalaskennassa alkupaalun ja loppupaalun määrityksellä pystytään laskemaan massat halutulle matkalle, mikä helpottaa työn dokumentointia ja kaivutöiden suunnittelua. Työssä laskettiin massat väylälle kahdeksassa osassa viiden metrin paaluvälillä. Osittelun väleinä käytettiin kohtia, joissa väylä muuttaa suuntaansa. 3D-Win antaa laskennasta tekstimuotoisen taulukon, josta pystyy tarkastelemaan massalaskennan tuloksia viiden metrin välein. Esimerkiksi paaluvälillä 410 massat, pinta-ala ja täytöt on laskettu väliltä 407,500–412,500. Tekstitiedostossa on ilmoitettu kuinka paljon kyseiseltä väliltä poistetaan massaa ja paljonko massaa on kertynyt poistettavaksi kyseisellä kohdalla alkupaalusta lähtien. Poistettavat massat ovat ilmoitettu leikkauksen tilavuutena. Kuviossa 8 esitetään massalaskennan tulokset tekstimuotoisena.

410.000 (5.000 = 407.500 - 412.500)		Poikkileikkaus		Yhteensä		
Pinta	Alue	Tilavuus	Alue	Tilavuus	Koodi	
Leikkaus	117	66	1983	554	1	
Täyttö	45	36	11414	14089	11	

415.000 (5.000 = 412.500 - 417.500)		Poikkileikkaus		Yhteensä		
Pinta	Alue	Tilavuus	Alue	Tilavuus	Koodi	
Leikkaus	118	70	2101	624	1	
Täyttö	43	35	11457	14124	11	

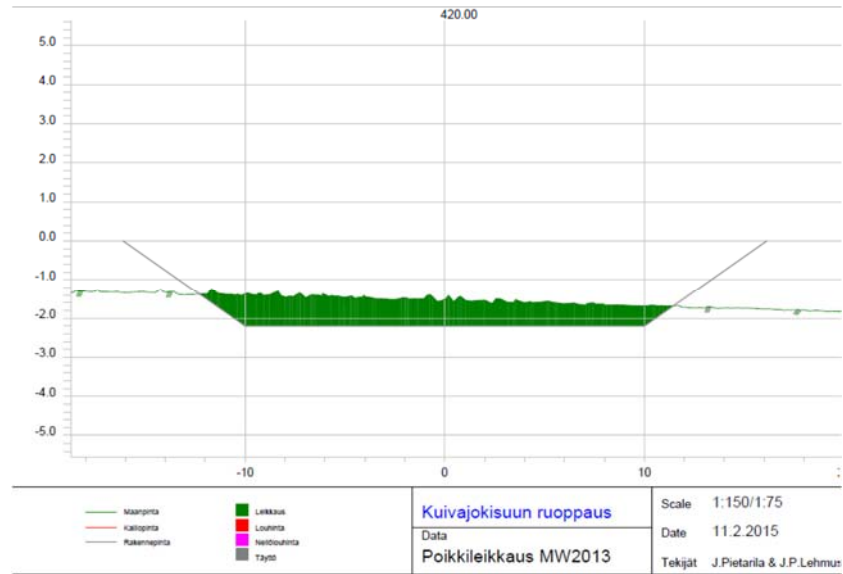
Kuvio 8. Ote massalaskennan tekstitiedostosta väliltä 410 sekä 415

#### 4.5 Poikki- ja pituusleikkaukset

Poikki- ja pituusleikkaukset tuotettiin 3D-Win-ohjelmalla. Poikkileikkauspiirustukset ovat kohdekohtaisia piirustuksia, jotka etenevät kasvavan paalutuksen mukaiseen suuntaan väylälinjaa pitkin. Kullekin kohteelle poikkileikkauksen paalutiheys riippuu tilanteesta, pohjatutkimusten määrästä ja pohjan pinnamuodoista. Yleensä väyläsuunnittelussa käytettävä paaluväli on 2–20 metriä. (Sirkiä, 2009, 28).

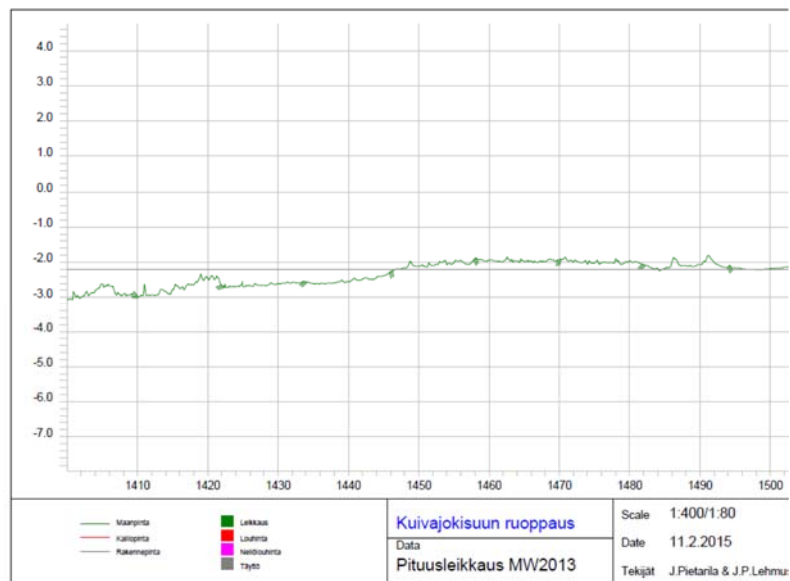
Kuivajoen ruoppaussuunnitelman poikkileikkauksien lähtöaineistona käytettiin samaa materiaalia kuin massalaskennassa. 3D-Win laskee poikkileikkaukset Maastomalli – Poikkileikkaus -toiminnolla ja piirtää poikkileikkaukset oletuksena elementtilistan aktiivisista maastomalleista ja mittalinjasta. Useampien mallien leikkaukset voidaan laskea kerralla kaikista maastomalleista, jotka ovat elementtien valintalistassa käytössä. (3D-system Oy 2014.)

Poikkileikkaukseen määritetään laskentaleveys, joka kattaa halutun aineiston. Laskentaleveydessä määritetään kuvassa esitettävä leveys b-mittana mittalinjan kulkusuuntaan nähden. Tilaajalle toimitettiin poikkileikkaukset koko väylältä kahdeksassa osassa viiden metrin paaluvälillä ja 25 metrin kaistanleveydellä. Väylämalli on leveydeltään 32–33 metriä leveä, joten 50 metrin kuvaleveys kattaa alueen hyvin. Joillekin paaluväleille olisi riittänyt väljempi mitoitus, mutta tilaajan kanssa tiheän paaluvälin todettiin olevan hyödyllinen pohjan muotojen tutkimisessa. Kuviossa 9 esitetään esimerkki poikkileikkauksesta.



Kuvio 9. Valmis poikkileikkauskuva selitteineen paalulta 420

Pituusleikkaukset 3D-Win-ohjelma laskee koko mittalinjan pituudelta. Pituusleikkaukset ovat kohdekohtaisia rakennepiirustuksia, joista ilmenee haluttujen mallien korkeusprofiilit mittalinjan pituussuunnassa. 3D-Win laskee pituusleikkaukset Maastomalli – Pituusleikkaus -toiminnolla. Poikkileikkauksen tavoin pituusleikkaus voidaan laskea kaikista pinnoista samaan tiedostoon. Pituusleikkaus jaoteltiin tulostusvaiheessa sadan metrin pituisiin osiin aineiston tulkitsemisen helpottamiseksi. Kuviossa 10 esitetään esimerkki pituusleikkauksuvasta.



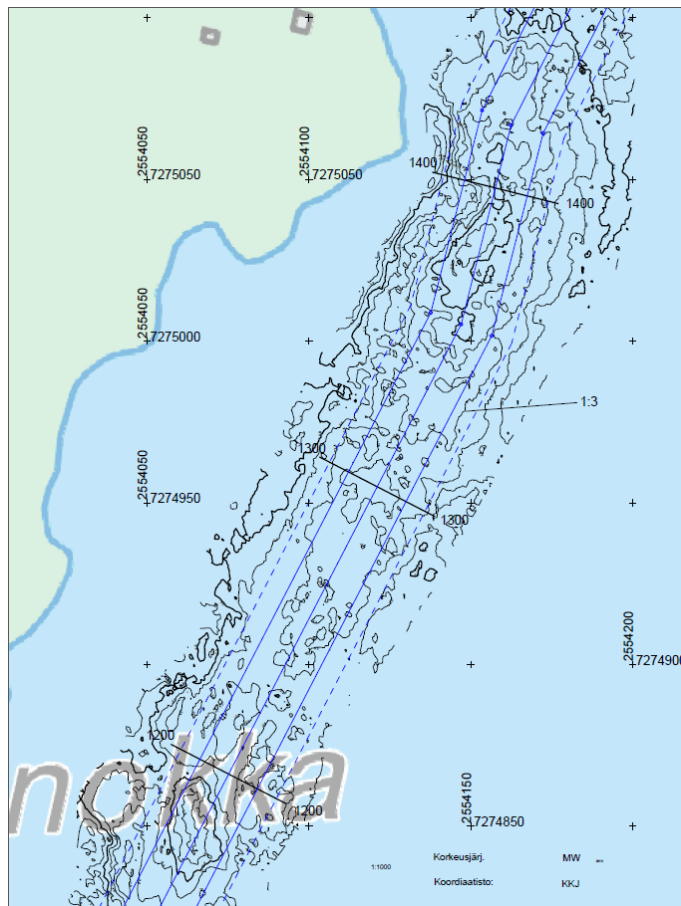
Kuvio 10. Valmis pituusleikkauksuva paaluväliltä 1400–1500

Poikki- ja pituusleikkauskuvat tulostettiin 3D-Win-ohjelmasta pdf-muotoisina. Kuviin liitettiin seliteosa, josta näkyvät tekijät, työn nimi, korkeusjärjestelmä sekä selitteet eri kuvaustyyleille. Kuviin skaalattiin metrinen mitta-asteikko vaaka- ja pystysuunnassa sekä z-arvoa korostettiin kuvien tulkinnan helpottamiseksi.

## 4.6 Karttojen tekeminen

### 4.6.1 Syvyyskartta

Työssä tuotettu syvyyskartta on teemakartta, joka on räätälöity väyläsuunnitelmapiiirustus. Kartta sisältää elementtejä väylähankeen yleissuunnitelman väyläsuunnitelmapiiirustuksesta, painottuen erityisesti syvyystietoaineistoon ja syvyyskäyriin. Työntilaukseen kuului syvyyskartta, josta käy ilmi väylän sijainti koordinaattitietoineen ja syvyyskäyrineen. Ote valmiista syvyyskartasta esitetään kuviossa 11.



Kuvio 11. Syvyyskartta paaluväliltä 1200–1400



Syvyyskäyrien luonti toteutettiin 3D-Win-ohjelmalla. 3D-Win oli luontevin ja soveltuvin maanmittausalan ohjelmista mitä oppilaitos tarjosi. Toimeksiannossa sovittiin käyräväliksi 20 senttimetriä. Aineistona käyrien tuottamiseen käytettiin keskiarvoharvennettua metristä ruudukkoa. Metrinen ruudukko on riittävä 20 senttimetrin syvyyskäyrävälän piirtämiseen. Tarkemman ruudukon käyttö ei olisi ollut perusteltua, koska käyrät ovat harvassa eikä tarkemman aineiston käyttö toisi tarkkuutta karttoihin. Metrinen ruudukon muokkaus ja käyttö oli huomattavasti kevyempää kuin 25 senttimetrin ruudukon. Keskiarvoharvennettua aineistoa käytettiin minimiharvennetun sijasta, koska minimiharvennettu aineisto olisi korostanut liikaa matalimpia kohtia. Minimiharvennetulla aineistolla karttaan saattaisi ilmaantua turhia kohoumia, jotka sekoittaisivat kartan syvyyslukemien tarkkuutta. Kartan havainnollistavaksi pohjakartaksi haettiin 1:5000 mittakaavan pohjakartta Maanmittauslaitoksen Avoimien aineistojen tiedostopalvelusta.

Kartan tekeminen 3D-Win-ohjelmalla aloitettiin avaamalla keskiarvoharvennettu aineisto metrin ruudukolla eli "1x1\_mean.pts". Avatulle tiedostolle tehtiin kolmiointi. Kolmiointi tapahtui Maastomalli – Kolmiointi -toiminnolla. Ohjelma loi uuden tason tiedostopäätteellä "mm1". Uudelle tasolle tehtiin korkeuskäyrät. Korkeuskäyrät luotiin Maastomalli – Korkeuskäyrät – Laske -toiminnolla. Asetuksista määriteltiin käyräväliksi 20 senttimetriä. Tasametrissä käyrissä käytettiin paksumaa viivaa ja muissa syvyyslukemissa ohut viivaa. Numeeriset syvyyslukemat lisättiin käyriin Maastomalli – Korkeuskäyrät – Tekstit -toiminnolla. Tekstit muokattiin sopivan kokoisiksi ja ylimääräiset tekstit poistettiin. Tekstien muokkauksen jälkeen ohjelmaan lisättiin väylätiedosto "väyläreuna.xyz". Väylä avautui syvyyskäyrien päälle.

Väylälle luotiin mittalinja Maastomalli – Mittalinja – Tee -toiminnolla. Mittalinjana käytettiin väylän keskilinjaa. Toiminnossa määritettiin mittalinjan paaluväliksi sata metriä. Kartan yleispiirteiden saavuttamiseksi väylän mittalinjan paaluväliksi valittiin sata metriä, koska lyhyemmällä paaluvälillä kartasta olisi tullut suttuinen. Suuremmalla paaluvälillä kartta olisi ollut epätarkka. Kartan tarkastelumittakaavaksi suunniteltiin 1:1000. Mittalinjaa avuksi käyttäen luotiin suorakulmaisella laskennalla väylän poikki kulkeva jana, joka kuvaa paalulukemaa kyseisellä kohtaa. Niin sanotun poikkijanan molempiin päihin lisättiin Teksti-toiminnolla paalulukema.

Paalulukemien lisäämisen ja muokkausten jälkeen väylän reunoihin lisättiin 300 metrin välein 1:3-teksti, joka kuvaa reunaluiskien kaltevuutta. Karttatulostuksen takia kaltevuussuhteiden kuvausväliksi valittiin 300 metriä. Kartta suunniteltiin tulostettavaksi A4-paperikoolle ja mittakaavaksi 1:1000, näin olleen jokaisella karttalehdellä näkyvä luiskien kaltevuussuhde.

Koordinaatisto lisättiin karttaan koordinaattiristeillä. Ristien väliksi laitettiin 50 metriä. Koordinaatisto lisättiin Asetukset – Ikkuna – Ikkunan Asetukset – Koordinaattiristi -toiminnolla. Koordinaattiristeihin lisättiin koordinaattilukema Editointi – Tekstit – Koordinaattiristit -toiminnolla. Viimeisenä vaiheena kartan alareunaan lisättiin tekstin lisäysominaisuudella koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä.

#### 4.6.2 Läjityskartta

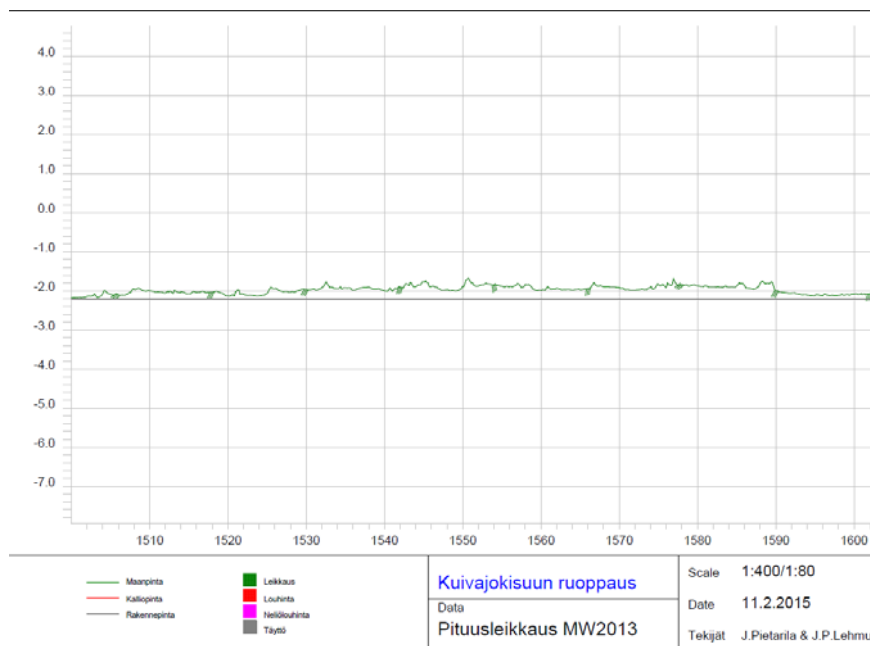
Läjityskartta on teemakartta, jossa näkyvät alueet, joille ruoppauksen kaivuumasat on tarkoitus sijoittaa. Kartassa näkyvät läjitysalueiden kiinteistöjaotukset ja kiinteistötunnukset. Läjityskarttaa varten tilaaja lähetti suurpiirteisen kartan läjitysalueeseen kuuluvista kiinteistöistä, joiden tiedot tarkistettiin Maanmittauslaitoksen ylläpitämästä Ammattilaisen Karttapaikasta.

Kuivajoen yleissuunnitelman läjityskartta tehtiin hyödyntäen Maanmittauslaitoksen ylläpitämän Paikkatietoikkuna-palvelun aineistoa. Paikkatietoikkuna mahdollistaa omien karttojen tekemisen internetselaimella palvelun kattavia aineistoja käyttäen. Aineistoja saa hyödyntää vapaasti yksityistä käyttöä varten. Jos kartasta tehdään julkinen julkaisu, aineistojen metatiedoista on tarkistettava vaatiiko aineiston käyttö julkaisuluvan sen tuottajalta. Peruskarttapohjana läjityskartassa käytettiin peruskarttarasteria, joka on metatiedoissa määritelty avoimeksi aineistoksi. Peruskarttarasterin päälle maalattiin ja piirrettiin läjitettävät alueet hyödyntäen Paikkatietoikkunan kiinteistöraja-aineistoa. Kiinteistöraja-aineistot ovat opinnäytetöitä varten vapaassa käytössä, mutta tilaaja joutuu hakemaan julkaisuluvan kartalleen Maanmittauslaitoksen myyntipalvelusta. (Paikkatietoikkuna 2015.)

## 5 TULOKSET

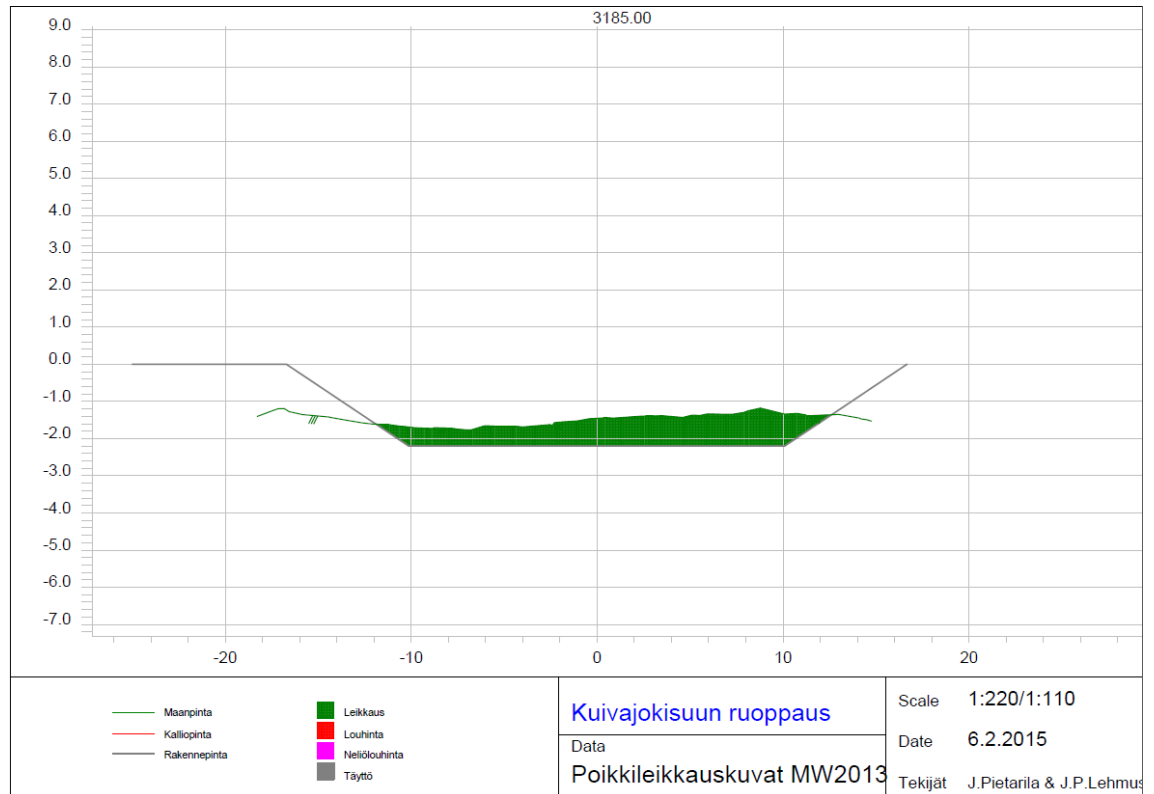
### 5.1 Pituus- ja poikkileikkaus, massalaskenta

Pituusleikkaus toimitettiin PDF-tiedostona, jossa pituusleikkauskuvat ovat jaettuina sadan metrin osiin. Jaetut osat toimitettiin myös erillisinä PDF-tiedostoina, joissa yhdessä tiedostossa oli yksi sadan metrin pituusleikkauskuva. Valmiista pituusleikkauskuvasta esitetään esimerkki kuviossa 12.



Kuvio 12. Ote pituusleikkauksesta paaluväliltä 1500–1600

Poikkileikkaukset toimitettiin PDF-tiedostoina viiden metrin paaluvälillä. Väylä jaettiin taitoskohtien mukaan 12 osaan. Osat nimettiin paalulukemien mukaisesti, esimerkkinä poikkileikkaustiedosto ”poikkileikkaus\_3120\_3250.pdf”. Kyseinen tiedosto sisältää poikkileikkauskuvat viiden metrin välein paaluvälillä 3120–3250. Valmiista poikkileikkauskuvasta esitetään esimerkki kuviossa 13.

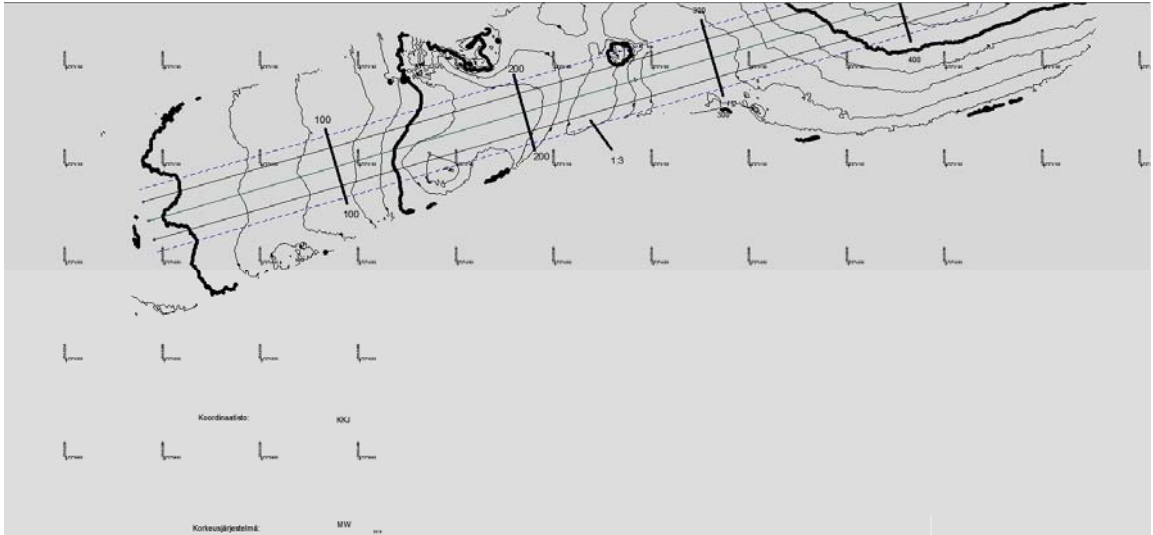


Kuvio 13. Ote poikkileikkauskuvasta paalulta 3185

Massalaskennat toimitettiin tekstitiedostoina. Tiedostomuotona tiedostoille oli txt. Massat olivat laskettu viiden metrin paaluvälillä. Tiedostot jaettiin väylän taitoskohtien mukaisesti kuten poikkileikkaukset. Tiedostot nimettiin taitoskohtien mukaan, esimerkiksi massalaskentatiedosto ”Massat\_1360\_1420.txt”. Massalaskennat toimitettiin myös yhtenä tiedostona, jossa laskeminen tapahtui viiden metrin paluvälillä. Massalaskennan kokonaismääräksi saatiin aineistosta laskettuna noin 28000 kiintoteoreettista kuutiota.

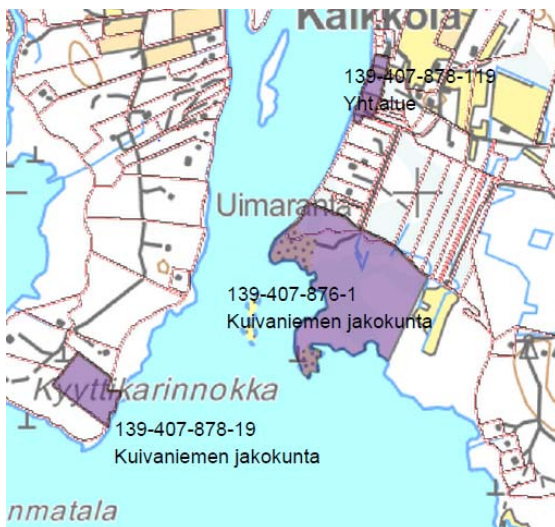
## 5.2 Kartat

Syvyyskartat luovutettiin sekä paperisena versiona että numeerisena kartta-aineistona. Paperinen kartta toimitettiin PDF-tiedostona, jossa kartta oli jaettu 12 A4-kokoiseen osaan. Numeerisessa kartta-aineistossa esitetään koko väylä alue yhdessä tiedostossa. Tiedosto toimitettiin DWG-muodossa. Ote numeerisesta kartta-aineistosta on esitetty kuviossa 14.



Kuvio 14. Ote numeerisesta kartta-aineistosta Auto-CAD-ohjelmassa

Läjityskartta toimitettiin kiinteistörajauksella ja ilman kiinteistörajausta. Toimitettu aineisto toimitettiin A3-kokoisena PDF-tiedostona. Esimerkki valmiista läjityskartasta esitetään kuviossa 15.



Kuvio 15. Ote läjityskartasta kiinteistötunnuksilla

### 5.3 Tiedostot

Kaikki tilatut tuotteet toimitettiin Kuivaniemen Osakaskunnalle sähköisessä muodossa. Tiedostomuotoiset tuotteet ovat helppo varastoida ja niiden toimittaminen on paperisia versioita vaivattomampaa.

Tilajalle toimitettiin yhteensä 46 tiedostoa. Tuotteet pyrittiin tekemään hyödyntäen yleisimpiä formaattimuotoja, joita voidaan tarkastella tietokoneen perustyökalujen avulla. Ainoastaan dxf-, xyz- ja dwg-formaattien käyttö vaatii erikoisohjelmia, mutta niiden avaamiseen on olemassa ilmaisia ohjelmistoja. Tilajalle toimitetut tiedostot ovat tarkemmin listattuna liitteessä 1.

## 6 YHTEENVETO

Työn tuloksena saimme tuotettua tilaajan vaatimukset täyttävät piirustukset ja kartat. Tilaaja oli tyytyväinen työn laatuun. Työn erityisluonne ja erikoisuus toi tekemiseen mielenkiintoisuutta ja halua oppia vesiväyläsuunnittelun mittausteknisiä asiakokonaisuuksia.

Työn haastavuutena oli ohjelmistojen erikoiskäyttö. Käyttämiemme ohjelmistojen käyttö ei ollut täysin hallinnassamme työtä aloittaessa. Jouduimme hakemaan tietoa ohjelmistojen käytöstä eri tietolähteiden ja kokeilujen kautta. Työtä hidasti myös se, että oppilaitoksen tietokoneita ei ole suunniteltu käytettäväksi suurikokoisten mittausaineistojen käsittelyyn. Aineistojen käsittely oli paikoitellen erittäin työlästä ja aikaa vievää. Ongelmaksi osoittautui myös tuottamiemme mallien koordinaattijärjestelmät. Koordinaattijärjestelmät määräytyvät urakoitsijan käyttämien laitteistojen ja ohjelmistojen mukaan. Työtä tehdessä urakoitsija ei ollut vielä selvillä, joten teimme mallit KKJ-koordinaattijärjestelmään. Urakoitsija pysyy tekemään tarvittavat koordinaattimuunnokset helposti jälkikäteen.

Tuotetut piirustukset pohjautuvat Merenkulkulaitoksen, nykyisin Liikenneviraston, vesiväyläsuunnittelun yleissuunnitelmaosan ohjeisiin. Ohjeistuksen perusteellisuus antoi hyvä pohjan ja teoreettisen taustan tuotteiden tekemiselle, sillä työmme aihepiiriä ja vaatimuksia ei käsitellä koulutusohjelmassamme. Liikenneviraston ohjeistus antoi kattavan yleiskuvan työmme aiheesta ja sen avulla pysyimme hyödyntämään aikaisempaa osaamistamme. Tuottamamme piirustukset ovat räätälöity tilaajan tarpeiden ja omien johtopäätöksiemme mukaisesti. Työmme käsittelee piirustusten ja laskelmien tekoa yksityiskohtaisesti. Opinnäytetyön teoriaosassa on käyty läpi vesiväyläsuunnittelun vaiheet, josta lukija saa yleispiirteisen kuvan vesiväylän suunnittelusta.

Opinnäytetyön suurin innoittava tekijä oli se, että saisimme tehdä työn, joka hyödyttäisi meitä ja eritoten tilaajaa. Tilaaja ei ollut alussa yksityiskohtaisen varma tilauksestaan. Pohdimme yhdessä tilaajan kanssa, että minkälaisia tuotteita hän tarvitsee vesiluvan hakemiselle ja projektin jatkamiselle. Löysimme tarkemman

kuvauksen hänen tilaukselleen ja teimme parhaan kykymme mukaan vaatimukset täyttävät tuotteet. Tilaaja oli tyytyväinen lopputulokseen ja osakaskunta hyötyi myös taloudellisesti opinnäytetyöstämme.

Opinnäytetyön tekeminen parityönä sujui ilman ongelmia. Parityöskentelyn vahvuutena mielestämme oli ongelmien ratkaisemisen helppous. Ongelmatilanteissa oli helppo pohtia yhdessä eri ratkaisuvaihtoehtoja ja tehdä kompromisseja. Kahden henkilön eriävät mielipiteet toivat uusia näkökulmia työn toteuttamiseen ja sai pohtimaan kummankin omia mielipiteitä myös toisen näkökulmasta. Tulevaisuutta varten koimme parityöskentelyn kehittäneen meitä työelämää varten, missä todennäköisesti joudumme työskentelemään eri työryhmissä sekä neuvottelemaan eri ratkaisuvaihtoehtoja.

Suoritettuun työhön olimme tyytyväisiä ja koimme työn kehittäneen meitä maanmittausalalla. Työ tarjosi meille riittävästi haasteita ja jouduimme soveltamaan aiempaa sekä uutta osaamistamme.



## LÄHTEET

3D-system Oy 2014. 3D-win 5.8.1. Käyttöohje.

3D-system Oy 2015 Windows – ohjelmisto mitatun tiedon jatkokäsittelyyn. Esite.

Ahonen, J. 2014. Lapin Mittauspäivät 3.4.2014. Luento, Meritaito Oy.

Hartikainen, O-P. 2002. Maarakennustekniikka. 9.painos. Helsinki: Otatieta Oy.

Heikkinen, A. 2015. Destia Oy. Automaatio-operaattorin haastattelu 13.3.2015.

Häkkinen, J. 2010. Massalaskennan ohjelmistot maanrakennusalalla. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Opin- näytetyö.

Kuivaniemen Osakaskunta 2015. Kuivaniemen osakaskunta. Viitattu 22.1.2015. <http://www.kuivaniemenosakaskunta.fi/>.

Liikennevirasto 2013. Vesiväylätutkimusten yleisohjeet. Viitattu 11.3.2015 [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2013-18\\_vesivaylatutkimusten\\_yleisohjeet\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-18_vesivaylatutkimusten_yleisohjeet_web.pdf).

Meritaito Oy 2013. Monikeilainmittaus, Kuivajokisuun venereitti 31.7. – 1.8.2013. Mittausselostus.

Meritaito Oy 2015. Kuivajokisuun veneväylä. Yleissuunnitelmaselostus.

Paikkatietoikkuna 2015. Karttajulkaisun käyttöehdot. Viitattu 7.3.2015 <http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta>.

Sirkiä, E. 2009. Vesiväyläsuunnitelmat: Kokonaisuudet ja sisällönhallinta. Merenkululaitoksen julkaisuja 5/2009.

Virtanen, H. 2014. Ruoppauksen tietomallipohjaisen automaation kehittäminen. Oulun yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Diplomityö.

## LIITTEET

- Liite 1. Kuivaniemen Osakaskunnalle toimitetut tiedostot. (Sivuja 3)
- Liite 2. Meritaidon laatima yleissuunnitelmaselostus. (Sivuja 6)

Kuivaniemen Osakaskunnalle toimitetut tiedostot:

#### Väylämalli

- väyläreuna.dxf
- väyläreuna.xyz
- väyläreuna\_N2000.dxf
- väyläreuna\_N2000.xyz

#### Poikkileikkaukset

- Poikkileikkaus\_0\_420.pdf
- Poikkileikkaus\_420\_920.pdf
- Poikkileikkaus\_920\_1360.pdf
- Poikkileikkaus\_1360\_1420.pdf
- Poikkileikkaus\_1420\_1820.pdf
- Poikkileikkaus\_1820\_2280.pdf
- Poikkileikkaus\_2280\_2680.pdf
- Poikkileikkaus\_2680\_2920.pdf
- Poikkileikkaus\_2920\_3120.pdf
- Poikkileikkaus\_3120\_3250.pdf
- Poikkileikkaus\_3250\_3425.pdf
- Poikkileikkaus\_3425\_3428.pdf

#### Pituusleikkaus

- Pituusleikkaus.pdf

Massalaskelmat

- Massat\_0\_420.txt
- Massat\_taulukko\_0\_420.txt
- Massat\_420\_920.txt
- Massat\_taulukko\_420\_920.txt
- Massat\_920\_1360.txt
- Massat\_taulukko\_920\_1360.txt
- Massat\_1360\_1420.txt
- Massat\_taulukko\_1360\_1420.txt
- Massat\_1420\_1820.txt
- Massat\_taulukko\_1420\_1820.txt
- Massat\_1820\_2280.txt
- Massat\_taulukko\_1820\_2280.txt
- Massat\_2280\_2680.txt
- Massat\_taulukko\_2280\_2680.txt
- Massat\_2680\_2920.txt
- Massat\_taulukko\_2680\_2920.txt
- Massat\_2920\_3120.txt
- Massat\_taulukko\_2920\_3120.txt
- Massat\_3120\_3250.txt
- Massat\_taulukko\_3120\_3250.txt
- Massat\_3250\_3425.txt
- Massat\_taulukko\_3250\_3425.txt
- Massat\_3425\_3428.txt
- Massat\_taulukko\_3425\_3428.txt

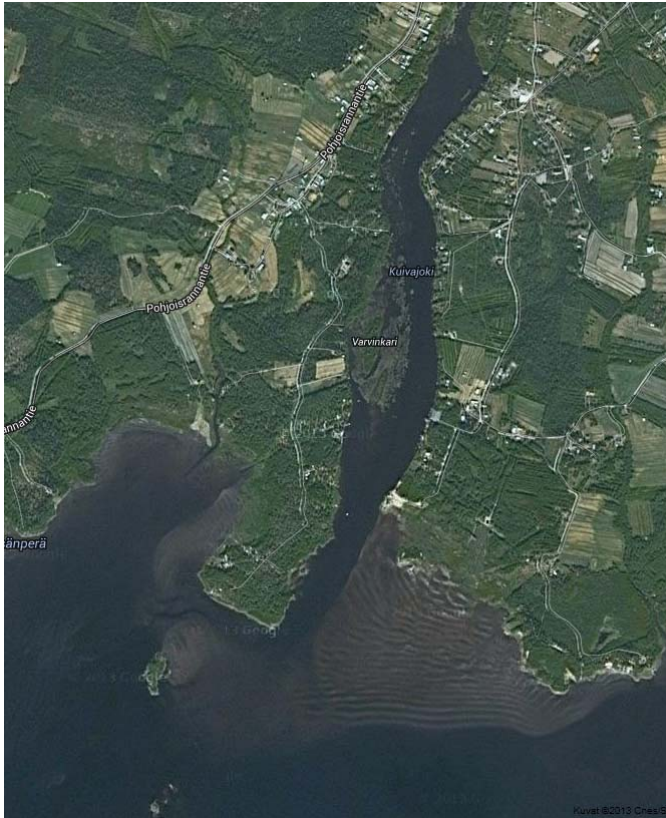
- Massat.txt
- Massat\_taulukko.txt

Kartat

- syvyyskartta\_kuivajokisuu\_koord.dwg
- syvyyskäyrä\_kuivajokisuu.pdf
- läjityskartta\_kuivaniemi.pdf



## Kuivajokisuun veneväylä



Lähde: Google maps

YLEISSUUNNITELMASELOSTUS

**16.1.2014** (päivitetty 9.2.2015)

Kuivajokisuun osakaskunta  
Kuivajokisuun veneväylä

16.1.2014 (päivitetty 9.2.2015)

**SISÄLLYSLUETTELO****SIVU**

1	YLEISTÄ	3
2	TEHDYT TUTKIMUKSET	3
3	SUUNNITELMA	3
3.1	Mitoitusperusteet	3
3.2	Haraustaso ja ruoppaus	3
3.3	Linjaus ja merkintä	4
3.4	Väylän leveys	4
4	KUSTANNUKSET	4

**PIIRRUSTUKSET**

ASU058.001	Yleissuunnitelman yleiskartta ote peruskarttalehdestä 2534 06	1:5 000
ASU058.002	Yleissuunnitelmapiirustus 1/2	1:2 000
ASU058.003	Yleissuunnitelmapiirustus 2/2	1:2 000

**LIITTEET**

Liite 1	Vanha viitoitus ja linjataulut
---------	--------------------------------

Kuivajokisuun osakaskunta  
Kuivajokisuun veneväylä

16.1.2014 (päivitetty 9.2.2015)

## 1 YLEISTÄ

Kuivajokisuun osakaskunnan toimeksiannosta, Meritaito Oy on suorittanut, Kuiva-joen veneväylän yleissuunnittelua. Kuivajokisuun veneväylä alkaa Kuivajokisuulta Kalliomatalan pohjoispuolelta ja päättyy Rutikosken pohjoispuolella olevaan suvantoon. Väylä on ollut käytössä noin 43 vuotta ja väylälle on navigointia varten asennettu neljä linjatauluparia sekä 18 kelluvaa turvalaitetta. Nykyinen väylä on esitetty liitteessä 1.

Yleissuunnitelmassa väylän kokonaispituudeksi muodostuu noin 3,1 km ja sen leveys on koko matkalla 20 m. Väylä on ruopattu TVH:n toimesta 1969-1970. Tuolloin väylän ruoppausvyvytenä on käytetty  $N_{60}$  tasosta ruoppausvyvyttä -2,5m. Suoritetun ruoppauksen jälkeen väylällä ei ole suoritettu kunnostusruoppauksia kertaakaan. Tässä yleissuunnitelmassa väylän kulkuvyvydeksi (Ks) on määritetty 1,6 m ja harausvyvydeksi (Hs) 2,2 m ( $MW_{2013}$ ), jonka perusteella varavedeksi muodostuu 0,6 m. Väylällä joudutaan suorittamaan ruoppauksia edellä mainitun harausvyvyden saavuttamiseksi.

## 2 TEHDYT TUTKIMUKSET

Meritaidon suorittama monikeilausta on väyläalueella suoritettu 31.7-1.8.2013 välisellä ajanjaksolla. Edellä mainittujen tietojen perusteella laadittuja syvyysaineistoja on käytetty hyväksi tämän yleissuunnitelman laatimiseen ja alustavien ruoppausmassamäärien laskentaan. Tämän yleissuunnitelman vertailutasona on käytetty  $MW_{2013}$  tasoa ja KKJ-koordinaatistoa. Monikeilamittauksesta on laadittu oma mittausselostus, joka on luovutettu työn tilaajalle.

## 3 SUUNNITELMA

### 3.1 Mitoitusperusteet

Väylälle ei ole määritetty erillistä mitoitusalueita. Väylän mitoitusarvot on määritetty Merenkulkulaitoksen julkaisun 9/2006 "Veneväylien suunnitteluohje" taulukon neljä perusteella. Taulukossa neljä 1,6 m kulkusyvyydelle on määritetty väylän minimileveydeksi 20 m ja varavedeksi 0,4 m sekä merialueilla varaveden lisä + 0,2 m.

### 3.2 Haraustaso ja ruoppaus



#### Liite 2 4(6)

Yleissuunnitelmassa väylän haraustasoksi on määritelty MW<sub>2013</sub> -2,2 m. Edellä mainitun haraussyvyyden perusteella, ruopattavien massojen alustavaksi määräksi on arvioitu noin 28 000 m<sup>3</sup>ktr. Alustavasti ruoppaukset on arvioitu suoritettavan talvella jään päältä käsin, jolloin läjitys tapahtuu maalle.

#### **Meritaito Oy**

PL 111  
00181 Helsinki Käynti-  
osoite: Porkkalankatu 5,  
Helsinki

Lappeenrannan toimisto: Itäi-  
nen kanavatie 2  
53420 Lappeenranta

Puh. 0207 030 300  
etunimi.sukunimi@meritaito.fi  
www.meritaito.fi  
Y-tunnus: 2302565-7



## YLEISSUUNNITELMASELOSTUS

Kuivajokisuun osakaskunta  
Kuivajokisuun veneväylä

16.1.2014 (päivitetty 9.2.2015)

Tässä yleissuunnitelmassa ei ole määritelty ruoppausmassojen sijoituspaikkaa, vaan sen eri vaihtoehdot ovat edelleen tarkastelun alla.

### 3.3 Linjaus ja merkintä

Väylän linjaus noudattaa mahdollisimman paljon vahan väylän linjausta. Linjauksen suunnittelussa on uusi linja pyritty asettamaan mahdollisimman keskelle 1969-1970 ruopattua väylälinjaa.

Väylällä on Kuivaniemen osakaskunnan toimesta asennettuna navigointia väylällä helpottamaan epävirallisia turvalaitteita seuraavasti:

- 4 linjatauluparia
- 11 kpl itäviittoja
- 6 kpl länsiviittoja
- 2 kpl eteläviittoja

Vanha viitoitus puretaan pois ja korvataan alustavasti yleissuunnitelmassa esitetyllä viitoituksella. Vanhalla väylällä oleva viitoitus on esitetty liitteessä 1.

Uusi viitoitus on tarkoitus tehdä virallisilla viitoilla ja se on pyritty yleissuunnitelmassa, linjatauluja lukuun ottamatta pitämään samansuuntaisena. Yleissuunnitelmassa viittojen määrä on seuraavanlainen:

- 8 kpl itäviittoja
- 7 kpl länsiviittoja
- 1 kpl eteläviittoja

Viittojen sijainnit tyypeittäin on esitetty yleissuunnitelmapiiirustuksissa ASU058.001-003. Lopullinen viitoitus tarkentuu väyläpäättösuunnittelun yhteydessä, jolloin myös ruoppausalueet on harattu ja lopullisen väyläalueen laajuus selvinnyt.

### 3.4 Väylän leveys

Kuten kohdassa 3.1 on todettu, väylä on kokonaisuudessaan mitoituskorkeuden minimin leveyden mukainen, eli 20 m.

#### 4 KUSTANNUKSET

Jäljempänä esitetty kustannusarvio ruoppauksesta on suuntaa-antava. Tässä yleissuunnitelmavaiheessa ei ole tietoa ruopattavan massan laadusta. Ruoppauskustannuksiin vaikuttaa suuresti ruopattavan massan laatu. Jatkosuunnittelun yhteydessä, väyläalueella tulee suorittaa pohjatutkimuksia, joiden tulosten perusteella ruoppauskustannuksia tarkennetaan. Toinen ruoppauskustannuksiin

**Meritaito Oy**

PL 111  
00181 Helsinki Käynti-  
osoite: Porkkalankatu 5,  
Helsinki

Lappeenrannan toimisto: Itäi-  
nen kanavatie 2  
53420 Lappeenranta

Puh. 0207 030 300  
etunimi.sukunimi@meritaito.fi  
www.meritaito.fi  
Y-tunnus: 2302565-7