

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Heikki Knuutila

VENESATAMAN LAAJENTAMINEN AKAAN TOIJALAN
SATAMASSA

Työn teettäjä
Työn valvoja
Akaa 2007

Akaan kaupunki, kaupunginjohtaja Pauli Ihamäki
Yliopettaja Reijo Rasmus

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Yhdyskuntatekniikka

Knuutila, Heikki Venesataman laajentaminen Akaan Toijalan Satamassa

Opinnäytetyö 36 sivua, 2 liitettä (9 liitesivua)

Työn teettäjä Akaan kaupunki, kaupunginjohtaja Pauli Ihamäki

Työn ohjaaja Yliopettaja Reijo Rasmus

Joulukuu 2007

Hakusanat Aallonmurtaja, louhepenger, ponttonilaituri, pohjatutkimus

TIIVISTELMÄ

Akaan kaupungin Toijalan kaupunginosan satama-alue sijaitsee Vanajaveden rannalla ja sitä käytetään vesibussiliikenteen satama-alueena ja veneily- ja virkistyskäyttöön. Venepaikoista on pulaa ja nykyiset 160 venepaikkaa on rakennettu niemen takana sijaitsevalle Terisjärvelle, joka rajoittuu luonnonsuojelualueeseen, eikä aluetta voi laajentaa suojelualueelle päin. Tarve olisi noin 200 venepaikalle.

Työn tavoitteena on etsiä teknisesti paras vaihtoehto, millä venepaikkoja voidaan sijoittaa suunnitellulle satama-alueelle Vanajaveden puolelle, sekä selvittää vaihtoehtojen ratkaisujen kustannukset. Tutkimusalueella selvitetään maaperäolosuhteet, joilla on suora vaikutus tekniseen toteuttamistapaan ja kustannuksiin.

Työ rajattiin siten, että vain kahta vaihtoehtoa tutkittiin: louherakenteista aallonmurtajaratkaisua ja kelluvaa betoniponttoniaallonvaimenninta, joka perustuu Marinetek Oy:n valmistamaan kaupalliseen tuotteeseen. Molemmissa vaihtoehdoissa venelaiturit rakennetaan kelluvalla ponttonilaiturirakenteella.

Tutkintotyön tuloksena saatiin selville, että louherakenteinen aallonmurtaja on erittäin vaikea ja kallis toteuttaa maaperän pehmeiden ja tarvittavan maa-aineksen puutteen vuoksi. Maaperän pehmeys vaikeuttaa betoniponttonilaitureittenkin ankkurointia, mutta vaihtoehto on mahdollinen toteuttaa.

Opinnäytetyössä ei tutkita yksityiskohtaisia rakentamiseen liittyviä kysymyksiä, vaan konkreettinen rakentaminen vaatisi tarkempia maaperä- ja laituriankkurointitutkimuksia.

TAMPERE POLYTECHNIC UNIVERSITY

Department of Construction Technology

Civil Engineering Management

Knuutila Heikki Akaa Marina Extension Plan

Final thesis 36 pages, 2 appendices (9 appendix pages)

Commissioner City of Akaa, City Director Pauli Ihamäki

Thesis supervisor Senior lecturer Reijo Rasmus

December 2007

Keywords breakwater, stonematerial breakwater, heavy duty concrete pontoon, ground survey

ABSTRACT

Akaa city harbour is situated by the lake Vanajavesi. There is both a pier for a water-bus and a marina for about 160 recreational boats. There is a need for a bigger marina today and the present marina is situated behind a cape by Terisjärvi lake, which is bounded to a nature park, and this fact makes it impossible to expand the marina to that direction. There is a need for a marina expansion of about 200 small boats.

The aim of this study is to find the best technical construction for a marina by the lake Vanajavesi and to compare the costs of the different alternatives. Soil condition in the area is investigated and it has an important influence on how the marina can be built and what the costs of building are.

The research is restricted in only two alternatives: stone material breakwater and a solution made of floating heavy duty concrete pontoons which is a commercial product of Marinetek Oy. Both breakwater alternatives have the same floating mooring finger construction for small crafts.

The conclusion of my study is that a stone material breakwater is very difficult and expensive to build due to soil weakness and lack of required easily available stone material. Soil weakness also makes the mooring of heavy duty pontoons challenging, but the construction is possible.

Closer details of construction are not studied in this essay and if construction is going to be realized more detailed plans of ground survey and mooring alternatives are required.

ALKUSANAT

Kiitän työni valvojaa yliopettaja Reijo Rasmusta, joka on kannustanut minua saamaan työni päätökseen. Rasmus on erinomainen aikuisopiskelijoiden opettaja. Hän kannusti minua ja huomioi lisääntyneet työtehtäväni laajassa kuntien yhdistymisprosessissa Toijalan kaupungin ja Viialan kunnan välillä, mikä viivästytti opinnäytetyöni valmistumista. Työtä tehdessäni havaitsin, miten osaava hän on satama- ja vesirakentamisessa.

Kiitän Marinetek Oy:n varatoimitusjohtajaa Markku Rantasta ja suunnittelijaa Juha Serowia. Pääsin suunnittelemaan satama-aluetta sellaisten ammattilaisten kanssa, joilla on päivitetty tieto asiasta.

Kiitän Akaan kaupunginjohtajaa Pauli Ihamäkeä ja teknistä johtajaa Jukka Suomista, jotka antoivat lähtötavoitteet koko työlle. Kiitos venekerhon puheenjohtajalle Markku Salmiselle, joka kertoi venekerhon tarpeet.

Kiitän ihanaa vaimoani Heidiä, joka on kannustanut minua opinnäytetyön aikana. Tutkielmia tehneenä hän auttoi työni jäsentelyssä ja kielellisessä käänöksessä.

Kiitän mukavaa poikaani Anttia, joka antoi apua työni viimeistelyssä. Voin sanoa häntä kiittäen, että pojassa polvi paranee.

Akaassa, joulukuussa 2007

Heikki Knuutila

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

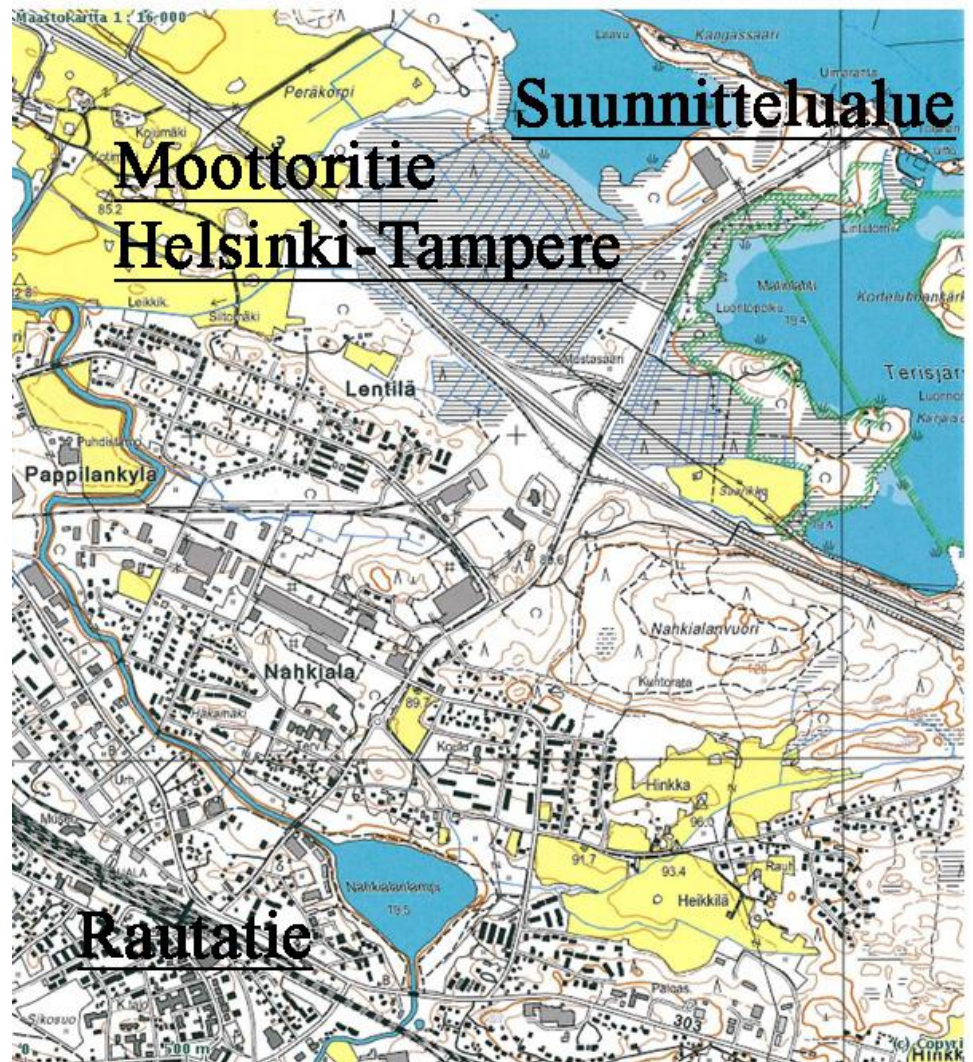
SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	6
1.1	Työn tausta.....	6
1.2	Veneilyn asettamat vaatimukset	7
1.3	Työn tavoite ja rajaukset.....	8
2	Alueen kuvaus.....	8
2.1	Satama-alueen sijainti Akaan kaupungissa.....	8
2.2	Satama-alueen käytön historia.....	10
2.3	Vesistön kuvaus	11
2.4	Vanajaveden kasvillisuus, kalasto ja linnusto	11
2.5	Vedenkorkeudet ja tekniset lähtökohdat.....	13
2.6	Kaavoitustilanne	14
3	Tutkimukset suunnittelualueella	16
3.1	Pohjatutkimusten suorittaminen	16
3.2	Pohjatutkimusten analyysi	18
3.3	Laskelmat ja johtopäätökset	20
4	Aallonmurtaja louheesta ja betoniponttonilaituri.....	21
4.1	Akaan kaupungin toiveet rakenteelle.....	21
4.2	Aallonmurtajan rakenne.....	21
4.3	Kustannusarvio	22
5	Betoniponttonilaituri	22
5.1	Yleistä aallonvaimenninlaitureista.....	22
5.2	Aallonvaimenninlaiturityyppi 3820 BRS	24
5.3	Raskasponttonilaiturit	25
5.4	Venepuomit.....	26
5.5	Laitureiden ankkurointi	28
5.6	Kustannusarvio	30
6	LOPPUTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	31
	LÄHDELUETTELO	33
	LIITTEET.....	36

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Akaan kaupunki muodostui vuoden 2007 alussa, kun Toijalan kaupunki ja Viialan kunta yhdistyivät. Kokemäenjoen vesistön Vanajavesi kulkee Akaan kaupungissa kohdaten molemmat entiset kunnat. Toijalan kaupunginosan satama-alue sijaitsee paikalla, jota käytetään vesibussiliikenteen satama-alueena. 1920–1930-luvuilla Toijalan satamalla oli tärkeä asema, koska siellä Valkeakosken tehtaiden tuotteet siirrettiin laivoista rautatievaunuihin. Valkeakosken radan rakentamisen jälkeen satama-alueen käyttötarkoitus on painottunut veneily- ja virkistyskäyttöön. Satama-alue sijaitsee niemessä, jossa on pulaa venepaikoista. Nykyisellään venepaikat on rakennettu niemen takana sijaitsevalle Terisjärvelle, joka rajoittuu välittömästi luonnonsuojelualueeseen. Alueella on tällä hetkellä 160 venepaikkaa ja ongelmana on, että venepaikkoja ei voi laajentaa suojelualueelle. Selvitettäväksi aiheeksi on noussut venepaikkojen rakentaminen ja määrän lisääminen varsinaisen järven eli Vanajaveden puolelle. Alue tunnetaan Makkanselkä nimisenä vesistönsana. Vuonna 2000 valmistui moottoritie Hämeenlinnasta Tampereelle. Moottoritieltä on liittymä satama-alueelle, jonne matkaa on vain kilometri ja näin sataman venepaikkojen kysyntä on yhä vilkkaampaa.



Kuva 1 Akaan kaupungin keskusta ja suunnittelualue

1.2 Veneilyn asettamat vaatimukset

Toijalan sataman edustalle johtavan tuloväylän kulkusyvyys 1,8 m vastaa merikartan mukaan alueen väylästön kulkusyvyyttä ja mahdollistaa nykyisellä väylästäöllä liikkuvien veneiden ja alusten pääsyn satamaan. Satama-altaan haraussyvyys NN+76.84 vastaa 1,8 m kulkusyvyisen väylän haraustasoa.

Suunnittelualueella on Toijalan moottorivenekerhon kotisatama, joka sijaitsee Terisjärven puolella. Kerho on Pirkanmaan suurin venekerho heti Tampereen Navigaatioseuran jälkeen. Kerhoon on tulijoita enemmän kuin satamassa on nykyisellään mahdollista osoittaa venepaikkoja. Valkeakoskella on myös venekerho.

Venekerhon mukaan satamassa on nykyisin moottorikäyttöisiä pienveineitä kokoluokaltaan 3 – 5 m 90 kappaletta ja isoja veneitä kokoluokaltaan 5 - 14 metriä 55 kappaletta. Lisäksi kerhon huoltolaiturin edustalla on poijupaikkoja 1 - 3 kappaletta isoja moottori- ja purjeventeitä varten.

Merenkulkuhallituksen veneväylien suunnitteluohjeissa v. 2006 on esitetty kansainvälisen väylä- ja satama-alan järjestön PIANC:n veneiden kokoluokitus. Luokituksen mukaan 12 – 15 m pituisten moottoriveneiden syväys on 1,4 m ja leveys 4,7 m. Aluskoon suuretuessa kokoluokkaan 15 – 18 m veneen syväys kasvaa 1.6 metriin ja leveys 5,0 metriin. Alle 8 m pituisten moottoriveneiden osalta syväys on 1,0 m ja leveys 3,3 m./1, s.15/

1.3 Työn tavoite ja rajaukset

Työn tavoitteena on etsiä teknisesti paras vaihtoehto, millä vierasvenepaikkoja ja muita venepaikkoja voidaan sijoittaa suunnitellulle satama-alueelle. Venepaikkojen tarve on jo nykyisyydellään noin 250 - 300 kappaletta. Toisena tavoitteena on selvittää vaihtoehtoisten ratkaisujen kustannukset. Lisäksi tutkimusalueella selvitetään maaperäolosuhteet, joilla on suora vaikutus tekniseen toteuttamistapaan ja kustannuksiin. Työ rajataan siten, että siinä tutkitaan vain kahta vaihtoehtoa. Toinen on louhepengerretty aallonmurtaja ja toinen on kelluva aallonmurtaja, joka perustuu kaupalliseen tuotteeseen. Tässä työssä ei tutkita muita kelluvia rakenteita, koska vaihtoehtoja olisi lukuisia. Teräksisiä ja muovisia rakenteita ei käsitellä.

Kelluvaa ponttoniaallonvaimenninratkaisua selvittäessä tutkimuksessa käytetään esimerkkinä markkinajohtaja Marinetek Oy:n valmistamia aallonmurtajalaitureita ja tällä tavalla saadaan yleiskäsitys kelluvien aallonmurtajalaitureiden eri ominaisuuksista.

2 Alueen kuvaus

2.1 Satama-alueen sijainti Akaan kaupungissa

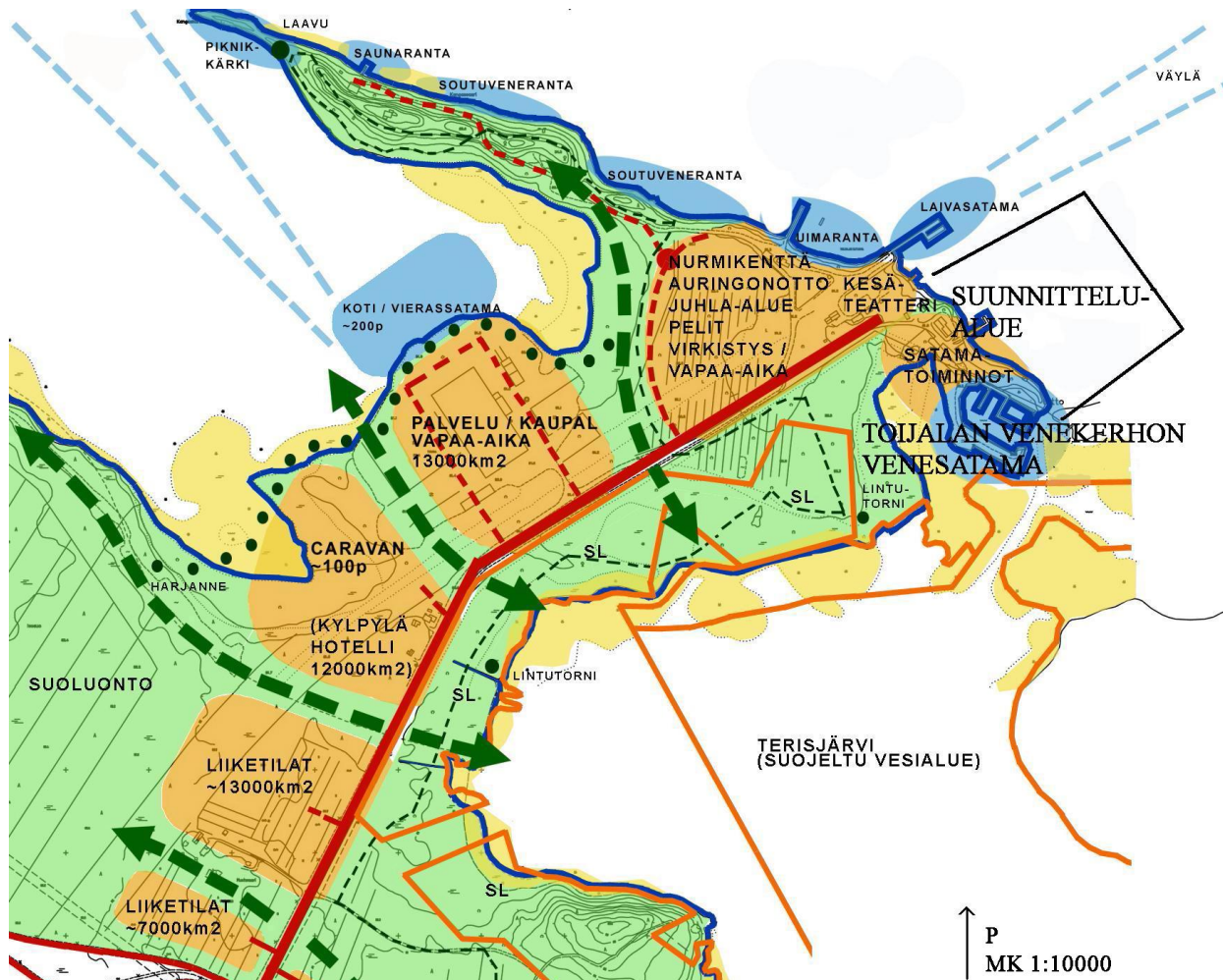
Akaan kaupunki sijaitsee keskeisellä paikalla Etelä- Pirkanmaalla. Tampereelle on matkaa 40 km, Helsinkiin 150 km ja Turkuun 150 km.

Moottoritie Helsingistä Tampereelle rakennettiin Toijalan ja Viialan kautta vuonna 2000. Toijalan liikenteellinen asema muuttui uuden moottoritien valmistumisen myötä. Kaupungin rooli Etelä-Pirkanmaan

liikenteellisenä keskuksena korostui ja moottoritien hyödyntäminen on eräs uuden kaupungin tärkeimpiä kehittämishaasteita.

Akaan Toijalan satama sijaitsee moottoritien välittömässä läheisyydessä, noin kilometrin päässä Toijalan liittymästä. Sataman alue on kaupungin keskeinen virkistysalue. Alueella sijaitsee uimaranta, venesatama, Hopealinjan laivalaituri, kesäteatteri, luontopolku lintutorneineen ja julkiset kokoontumistilat saunoineen.

Kaupungin keskusta on matkaa noin kolme kilometriä ja sinne johtaa vuonna 2006 peruskorjattu kevyenliikenteen väylä. Satama-alueelle pääsee myös luontopolkua pitkin. Alueelle on laadittu kaupungin toimeksiannosta maankäyttöluonnos 26.5.2005, joka sisältää satama-alueen toiminnallisen ja matkailullisen kehittämissuunnitelman./2/



Kuva 2 Kehittämissuunnitelma, josta ilmenee suunnittelualue ja venekerhon venesatama

2.2 Satama-alueen käytön historia

Akaan hiljainen kyläelämä muuttui vuonna 1874, jolloin yli 3000 miestä rakensi Hämeenlinnan ja Toijalan sekä Toijalan ja Humppilan välisiä rataosuuksia. Valtiopäivillä varmistunut linjaus, joka teki Akaan Toijalasta Suomen toiseksi vanhimman rautateitten risteysaseman. Päätös oli kompromissiratkaisu. Lukuisten linjaus- ja risteysasemavaihtoehtojen valintaerimielisyyksien vuoksi valittiin eräänlainen keskitie, joka ei liikaa loukannut niin Turun, Forssan seudun kuin Helsinginkään etuja. Asiaan vaikuttivat myös teknilliset ja kustannuseikat, jotka puolsivat rautatien tuloa Akaan kirkonkylän Toijalan kautta./3, s.9-11/

Radan vihkiäisjuhlat pidettiin kesäkuun 22. päivänä 1876 Toijalan asemalla, koska se oli kolmen uuden radan yhtymäkohta. Juhlissa oli arvovaltaisia vieraita. Työtä risteysasema antoi heti valmistuttuaan 27 henkilölle ja 82 henkilölle vuonna 1900. Toijalaan syntyikin rautatien rakentamisen jälkeen kokonaan uusi väestöryhmä, rautatieläiset./4, s.72/

Maan talouselämän nopean kehityksen ansiosta rautatieliikenne pulavuosien lyhyttä lamakautta lukuun ottamatta osoitti nopeaa kehittymistä, ja samalla Toijalan aseman merkitys kauttakulkupaikkana kasvoi entisestään. Toijala ryhtyi huolehtimaan myös Valkeakosken tehtaiden tuotannon kuljettamisesta. Tätä toimintaa varten rakennettiin ns. satamarata Toijalasta Vanajaveden rannalle Kangassaareen. Toijalan satamaradan vihkiäisjuhla pidettiin 7.8.1927. Satamaradan rakensi armeija harjoitusratana. Kymmenisen vuotta Valkeakosken tehtaasivat tuotteitaan Toijalan satamaan, ja ne lastattiin siellä rautatievaunuihin edelleen eteenpäin vietäviksi. Satamaan rakennettiin myös asema ja siellä oli työssä asemamiehistön lisäksi noin 15 satamatyömiestä.

Toijalan satamaratasuunnittelun yhteydessä oli herännyt ajatus, että tämä lyhyt rataosuus Toijalasta Vanajaveden rannalle oli vain alkukappale pidemmästä radasta, joka tulisi jatkumaan Päijänteen rantaan saakka. Toijala - Päijänne rata olisi tämän näkökulman mukaan avannut mahdollisuuden Vanajaveden takaisten metsävarojen markkinointiin Päijännteeltä asti Turun talvisataman kautta.

Päijänne-radon rakentaminen hautautui lopullisesti, kun Toijalasta rakennettiin rautatie Valkeakoskelle. Rata valmistui 1938. Tämän radan valmistuttua menettivät Toijalan satamarata ja satama suurimman merkityksensä./3, s.387/

2.3 Vesistön kuvaus

Kokemäenjoen vesistö on yksi Suomen suurista vesistöistä. Se on nimetty laskujokensa Kokemäenjoen mukaan. Keskusjärvi on Pirkanmaan Pyhäjärvi ja reittejä Ähtärin, Pihlajaveden, Keuruun, Längelmäveden, Hauhon, Vanajaveden ja Ikaalisten reitit. Vesistössä on kaikkiaan 23 vesivoimalaa.

Vanajavesi on Kokemäenjoen vesistöön kuuluva Vanajaveden reitin keskusjärvi Kanta-Hämeessä. Se on joen ja järven sekamuoto ja alkaa Hämeenlinnan ja Janakkalan rajalta Hiidenjoen laskiessa Vanajaveteen ja lopulta Pyhäjärveen Tampereen eteläpuolella. Vanajaveden pääosan muodostaa 20 km pitkä ja 15 km leveä Vanajanselkä Hattulan, Kalvolan ja Valkeakosken alueilla. Järven pinta-ala on 119 km² ja keskisyvyys 8 m. Järven tilavuus on 0,952 km³ ja keskivirtaama 73 m³/s./8/

Vanajavesi oli 10 000 vuotta sitten Ancyclusjärven lahti. Maankohoamisen vuoksi siitä tuli itsenäinen järvi n. 8500 vuotta sitten. Vanajaveden korkeus on vaihdellut sekä ihmisestä että luonnosta johtuvista tekijöistä. Maan kohoaminen lasku-uoman alueella luoteessa on nopeampaa kuin järven kaakkoisosan alueilla. Tämän vuoksi vesi nousi nopeammin Janakkala-Hattulan alueen rantamailla. Alueen vedenpinta on noin 10 metriä korkeammalla kuin järven itsenäistymisen jälkeisinä aikoina. Siksi järven pohjasta löytyy satoja vuosia vanhojen puiden kantoja, tosin paksujen lieju- ja turvekerrosten alta./5, s. 959/

Jotta tulvavahinkoja olisi saatu vähennettyä, luoteessa sijaitsevaa Kuokkalankoskea perattiin jo 1700-luvulla. 1800-luvulla perkaustöitä jatkettiin useaan otteeseen. Järven pinta laski kolme metriä. 1930-luvulla järven pinta oli 81 metriä merenpinnan yläpuolella. Silloin järven pinta-ala oli lähes 180 km². Säännöstelyä on jatkettu ja nykyisellään vedenpinta on 79 metriä merenpinnan yläpuolella. Järvipinta-ala on nykyään lähes 120 km². Suuria saaria on noin 90, suurin niistä on itärannalla sijaitseva Retulansaari. Vanajaveden keskisyvyys on noin 8 metriä ja syvin kohta 24 metriä./5, s. 960/

2.4 Vanajaveden kasvillisuus, kalasto ja linnusto

Kasvillisuus on rehevää Vanajaveden ranta-alueilla. Vallitseva kasvilaji matalikoissa on isosorsimo. Se on viime vuosisadan tulokaskasvi, jota istutettiin Janakkalaan rehukasviksi. Se on levittäytynyt pitkin järveä vallaten aggressiivisesti elintilaa alkuperäiskasveilta, kuten järviruolta.

Järveä ovat rehevöittäneet niin kuntien jätevesilaitokset kuin esim. Valkeakosken paperiteollisuuden kuitupitoinen jätevesi. Jätevesien puhdis-

tusprosessien parantumisesta huolimatta järvi on edelleen rehevöitynyt. Tämä näkyy sellaisten lajien kuten karvalehtien, kilpukoiden, kiehkura-ärviöiden ja limaskojen ja örkkien runsautena. Veden tilan paranemista kuvaa kuitenkin järvisätkimen yleistyminen.

Tervaleppää esiintyy runsaslukuisesti, soisia rantoja lukuun ottamatta. Lepän ohella eräin paikoin rannoilla kasvaa myös kynäjalavaa, mutta tämän uhanalaisen puulajin kasvuolosuhteita vaikeuttaa Vanajaveden säännöstely. Säännöstelyä enemmän lajien runsauteen vaikuttaa rantalaiduntamisen loppuminen. Karjan talleamien maiden kadotessa on moni laji, kuten jokileinikki, keltakurjenmiekka ja vesinätti hävinnyt.

Ahven, ankerias, hauki, kuha ja lahna ovat Vanajaveden tärkeimpiä saaliskaloja. Ankerias ei kuulu järven luonnonvaraisiin kaloihin vaan on siihen istutettu. Suomen viimeiset monnit pyydystettiin Vanajavedestä 1800-luvun puolivälissä.

Eri lokkilajit ovat Vanajaveden pääosan Vanajanselän yleisimpiä lintuja. Lokeista yleisimmät ovat nauru- ja kalalokit. Selkälökkikantaa rokkottavat mahdollisesti kilpailevat harmaalokit. Niin selkälökki- kuin kuikkakantaakin pienentää muun muassa vesien säännöstely sekä veneily, jotka häiritsevät näiden lajien pesintää. Muita merkittävästi vähentyneitä kantoja ovat muun muassa kottarainen ja kuovi.

Järvellä vierailee ja jopa pesii moni merilintu. Pesiviä lajeja ovat muun muassa merilokki ja kyhmyjoutsen, kun taas merimetsoja ja räyskiä on säännöllisesti havaittu Vanajavedellä. Muuttolinnuista muun muassa allit, mustalinnut ja punajalkaviklot poikkeavat järvellä keväisin ja syksyisin./8/.

Toijalan Terisjärvi on saarten ja niemien Makkaranselästä erottama vesialue, joka on selkään yhteydessä vain kapeiden salmien kautta. Järvessä on useita rehevän kasvillisuuden täyttämiä lahdenpohjukoita. Järven keskelle jää silti 100 ha avovettä, mikä on tarpeen muuttomatkallaan järvelle poikkeaville suurille vesilinnuille. Terisjärvi on matala, keskimäärin 1 - 1,5 m, ja pohja on pehmeää savea. Järveä ei uhkaa umpeenkasvu, joten se voi säilyä hyvänä lintuvedenä kauankin, ellei ihmisen toiminnasta ole haittaa. Terisjärvi on seutukaavassa merkitty luonnonsojelijain nojalla rauhoitettavaksi alueeksi./6, s.24/

2.5 Vedenkorkeudet ja tekniset lähtökohdat

Suomen ympäristökeskukselta saatujen tietojen mukaan Toijalan satamassa sijaitsevan Vanajaveden Konhonselän asteikon (ast. 3010) vedenkorkeuden ääriarvot ovat olleet vuosina 1962 - 90 ja 1991-2000 (arvot suluissa) seuraavat:/8/

Taulukko 1 Veden korkeudet Vanajaveden Konhonselällä

Vedenkorkeuden ääriarvot	NN (metriä yli merenpinnan)
HW (ylivesi)	+79.67 (+79.64)
MHW (kesäylivesi)	+79.55 (+79.53)
MW (keskivesi)	+79.13 (+79.14)
MNW (keskialivesi)	+78.33 (+78.53)
NW (alivesi)	+78.08 (+78.36)

Merikartan mukaan (Toijala nro 525) mukaisesti purjehduskauden alivedenkorkeus on tasolla NN+ 79.00.

Pyyhkäisyalueella tarkoitetaan sitä matkaa, jolla tuuli vaikuttaa. Suunnittelualueeseen kohdistuva matka on noin kaksi kilometriä ja vaikuttavin tuulen suunta on koillinen. Mittauspaikoilla sisävesillä saavutetaan erittäin harvoin kova tuuli, jollaisena pidetään 14 m/s. Suunnittelualueen maksimituulennopeutena voidaan pitää arvoa 12 m/s./7, s.23/

Vesistöissä tapahtuu monenlaista aaltoilua. Etenevien aaltojen korkeuteen vaikuttaa tuulelle alttiin ulapan pituus.

Karkea laskentakaava merkitsevälle aallonkorkeudelle:

$$h = 0,34 \times U, \text{ jossa}$$

h= merkitsevä aallonkorkeus

0,34= kerroin

U= pyyhkäisyalueen pituus kilometreissä

Tällä laskentakaavalla saadaan 2 kilometrin pyyhkäisyalueen mukaan suunnittelukohteen aallonkorkeudeksi 0,8 m. Tämän mukaan voidaan todeta, että suunnittelualue edellyttää aaltosuojausta./7, s.23/



Kuva 3 Näkymä aallonmurtajan lähtöpisteestä luoteeseen



Kuva 4 Näkymä aallonmurtajan lähtöpisteestä katsoen suurimman pyyhkäisyalan suuntaan

2.6 Kaavoitustilanne

Suunnittelualueella on voimassa Pirkanmaan 3. seutukaava, joka on Ympäristöministeriön vahvistama 6.6.1997. Seutukaavassa alue on osoitettu palvelujen, työpaikkojen, matkailun ja virkistyksen alueiksi sekä itäosaltaan luonnonsuojelualueeksi.

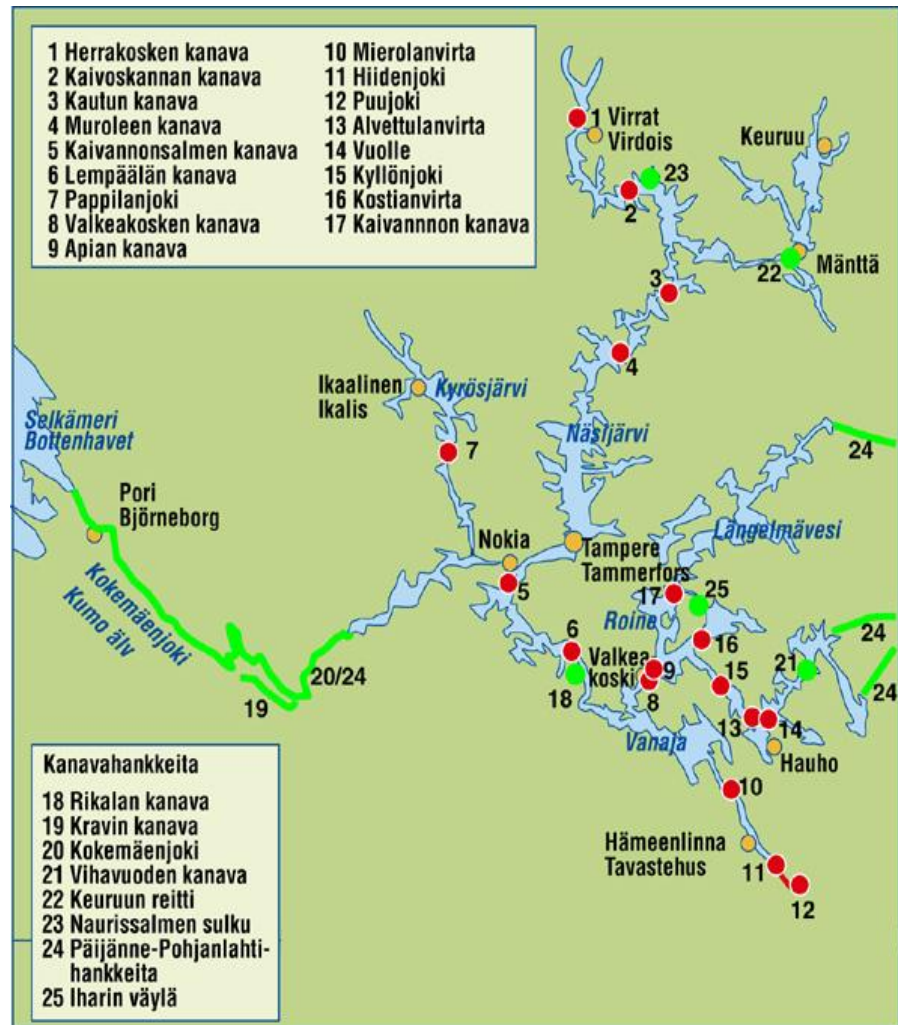
Pirkanmaan 1. maakuntakaava on parhaillaan Ympäristöministeriön vahvistettavana. Maakuntavaltuusto on hyväksynyt maakuntakaavaehdotuksen 9.3.2005. Kun maakuntakaava on vahvistettu ympäristöministeriössä, se korvaa seutukaavan. Maakuntakaavassa alue on pääosin osoitettu satama-alueeksi, joka liittyy seudullisesti merkittäviin veneilyväyliin.

Toijalan kaupunginvaltuusto on 13.5.1998 hyväksynyt koko kaupungin oikeusvaikutuksettoman yleiskaavan. Siinä sataman alue on osoitettu osin vesiliikenteen alueeksi, osin matkailupalvelujen alueeksi. Alueella ei ole asemakaavoja.

Satama-alueelle on valmistunut toukokuussa 2005 toiminnallista ja matkailullista kehittämistä koskeva kehittämissuunnitelma, jonka Toijalan kaupunginvaltuusto on hyväksynyt 15.6.2005 käytettäväksi alueen osayleiskaavan pohjana. Suunnitelma on yleissuunnitelmatasoinen suunnitelma, ja siinä tarkastellaan alueen kehittämismahdollisuuksia, alueelle mahdollisesti sijoitettavia toimintoja ja alueen maankäyttöä. Tavoitteena oli laatia suunnitelma, joka mahdollistaa alueen toteuttamisen vaiheittain. Kehittämissuunnitelmassa on esitetty satamatoiminnat, kesäteatterialue, uimaranta, virkistys- ja luonnonsuojelualueet sekä palvelu- ja liiketoiminta-alueet.

Osayleiskaavatyö on lausuntovaiheessa. Tarkoituksena on saada sataman alueelle oikeusvaikutteinen osayleiskaava, jolla luodaan edellytykset seudullisesti merkittävälle matkailu- ja virkistystoimintojen keskuskelle, jossa luonnon monimuotoisuus kuitenkin säilyy. Alue liittyy seudullisesti merkittäviin veneilyväyliin ja toimii virkistysalueena.

Suunnittelualue sijaitsee maa-alueilla Akaan kaupungin omistamilla mailla. Vesialue on valtion lunastusyksikköä nimeltään valtion rautatiealue, jonka kiinteistötunnus on 20-871-1-0. Alue on tullut kaupungin omistukseen maanvaihdossa ratahallintokeskuksen kanssa. Vesialueen toinen osa on yhteistä vesialuetta, jonka kiinteistötunnus on 20-876-4-0.



Kuva 5 Kokemäenjoen vesistö, jonka eteläisin pääjärvi on Vanajavesi

3 Tutkimukset suunnittelualueella

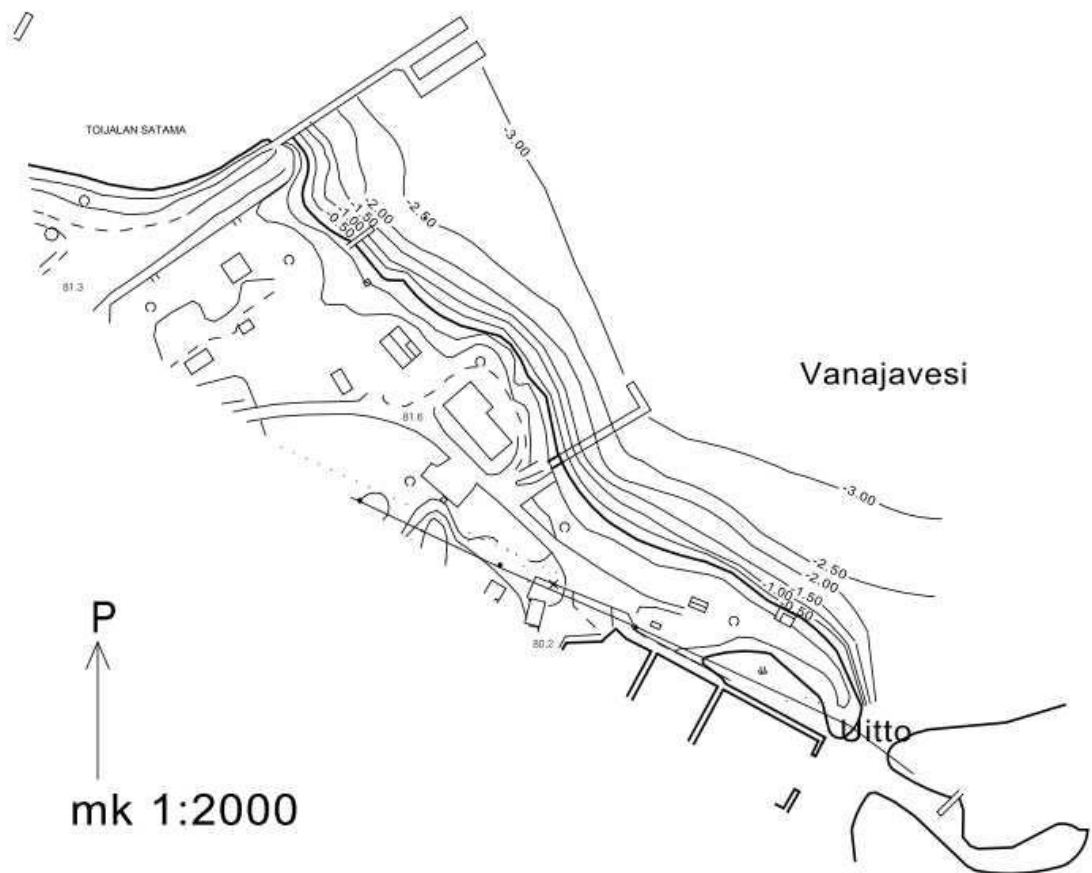
3.1 Pohjatutkimusten suorittaminen

Tutkimusmenetelmäksi valittiin painokairaus. Mäntäkairalla otettiin kaksi näytettä maalajien selvittämiseksi. Painokairauskohteet valittiin suunnitellun aallonmurtajan alta.

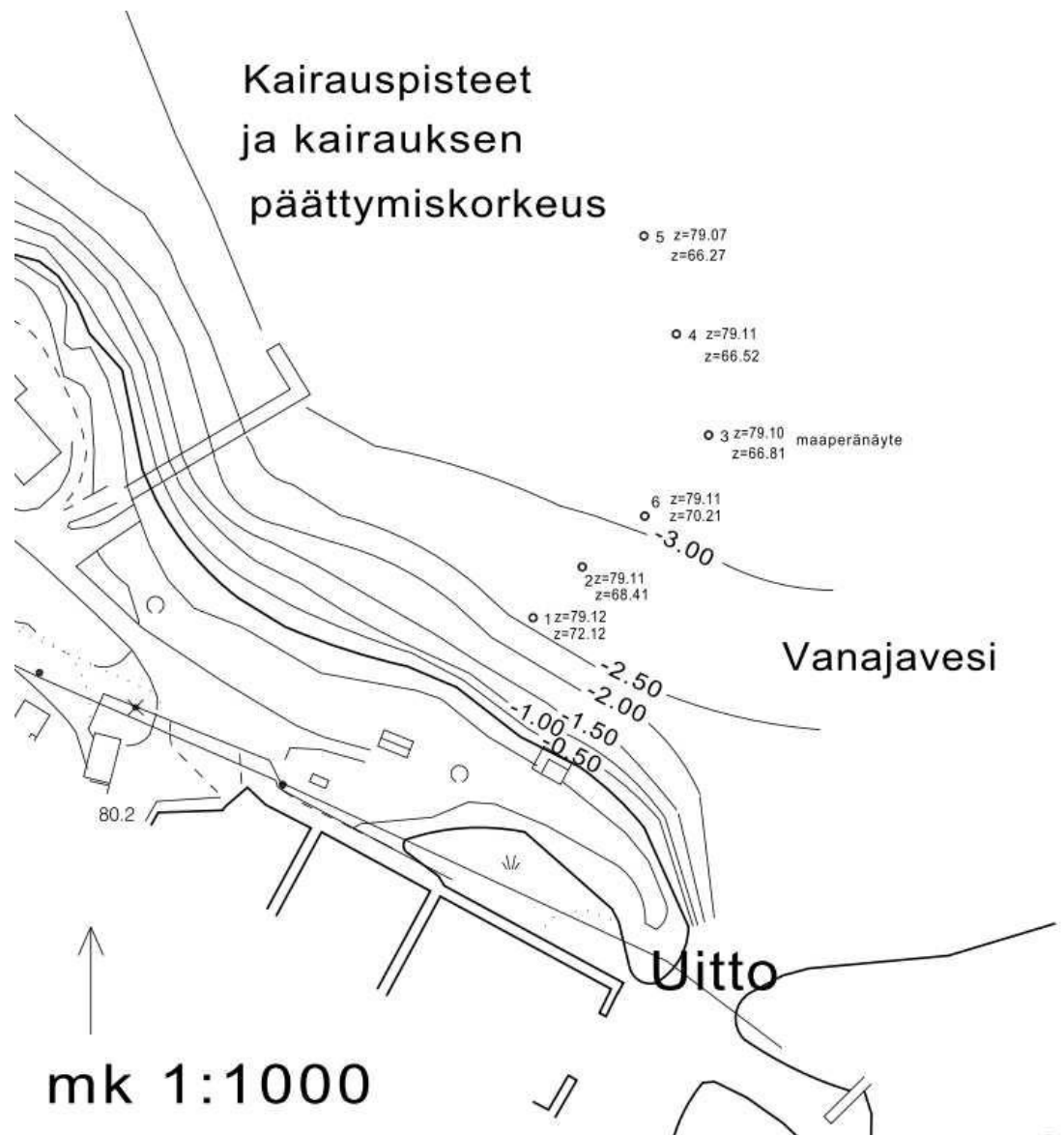
Vesisyvyydet suunnittelualueella on ollut karkeasti tiedossa, koska ai-
van suunnittelualan viereen on ollut säännöllistä vesibussiliikennettä
jo 50 vuotta. Toijalan venekerho on myös kartoittanut vesisyvyyksiä
karkeasti. He ovat myös paaluttaneet puupaaluilla noin 40 metriä pitkän
laiturin suunnittelualueelle. Vesibussiliikennettä palveleva suunnittelu-

alueesta noin 100 m:n etäisyydellä oleva laituri on myös puupaaluilla perustettu. Nämä osoittavat, että maaperä on havaittu pehmeäksi./13/

Veden syvyyssiedot mitattiin pohjatutkimuksen yhteydessä tammikuussa 2006. Jäähän kairattiin reiät ja vesisyvyydet mitattiin jään pinnasta. Veden syvyyttä mitattaessa jäähän kairattiin 35 pistettä. Kairauspisteet mitattiin takymetrimittauksella ja niille saatiin koordinaatit. Tietojen perusteella laadittiin kartta syvyyskäyrineen. Kairausvälineet saatiin lainaksi Tampereen ammattikorkeakoululta. Mäntäkairan käyttöön saatiin opastus ja näytteitä otettiin tutkimuspisteistä eri korkeuksista. Tulokset lähetettiin tutkittaviksi Tampereen teknilliseen yliopistoon pohja- ja maarakenteiden laboratorioon.



Kuva 6 Syvyyskartta suunnittelualueelta



Kuva 7 Kairauspisteet korkeustietoineen

3.2 Pohjatutkimusten analyysi

Kairauspisteessä 1 vesisyvyys on noin 2,6 metriä. Järven pohjassa pisteen 1 kohdalla on savea, jonka leikkauslujuus vaihtelee laboratoriotutkimusten mukaan 5- 35 kN/m². Leikkauslujuus on määritelty kartiokokeella. Kairapisteeseen 2 siirryttäessä järven pohja muuttuu selvästi pehmeämmäksi. Laboratoriotutkimusten perusteella tutkittu maakerrostuma on lihavaa savea.

3.3 Laskelmat ja johtopäätökset

Suunnitellun louhepenkereen stabiliteettia on tarkasteltu Fulgeo- ohjelmistolla yhdessä poikkileikkauksessa. Laskentamallissa käytettiin seuraavia lähtöarvoja:

- louhepenkereen yläpinnan leveys 3 metriä
- louhepenkereen luiskakaltevuus 1:1,5
- vesisyvyys 2,3 metriä
- louhepenkereen korkeus järven pohjasta 3 metriä (penkereen harja tällöin 0,7 metriä vesipinnan yläpuolella).
- louhepenkereen tilavuuspaino 20 kN/m^3
- louhepenkereen kitkakulma 38 astetta
- järven pohjassa 5 metriä hyvin pehmeää maa-ainesta, jonka leikkauslujuus 5 kPa ja tilavuuspaino 14 kN/m^3 (tehokas tilavuuspaino 4 kN/m^3 veden alla).
- penkereen päällä on liikennekuormana käytetty 10 kPa (työkoneet yms).

Näillä lähtötiedoilla laskettuna penkereen stabiliteetin kokonaisvarmuudeksi saatiin $F= 0,6$. Tällöin järven pohjassa oleva maa ei kestä murtumatta, vaan pengeri sortuu. Vaadittava varmuusluku tässä tapauksessa olisi vähintään $F= 1,5$. Alueella, jossa on rakenteita, varmuusluvun tulee olla vähintään $F= 1,8$.

Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että järven pohja on niin pehmeää, että penkereen maanvarainen perustaminen ei onnistu. Kairauspisteen 1 kohdalla maaperä on sen verran kantavaa, että penkereen maanvarainen perustaminen todennäköisesti on mahdollista. Laskelmat ovat karkeita arvioita esimerkiksi maaperän leikkauslujuudesta, sillä se on arvioitu pääosin painokairaustuloksista. Työtä voisi tarkentaa siipikairauksella, jotta maaperän suljetun leikkauslujuuden arvo saataisiin luotettavammin selvitettyä. Lisäksi tulee huomioida painumat. Vaikka stabiliteetti olisikin riittävä, saattavat painumat olla liian suuria. Painumia on näiden tutkimusten valossa vaikea arvioida, mutta niillä ei ole tässä tapauksessa merkitystä riittämättömän stabiliteetin vuoksi.

Tarkasteltaessa suunnittelualueen läheisiä alueita huomataan, että savikoinen maaperä on kantavuudeltaan heikkoa. Satama-alueesta vain 500 metrin päässä kulkeva moottoritie on rakennettu pengerlaatalle noin kolmen kilometrin matkalla. Alueet ovat vanhaa järven pohjaa. Pintaa on laskettu 1800-luvulla 3m ja vuoden 1930 jälkeen 2 metriä.

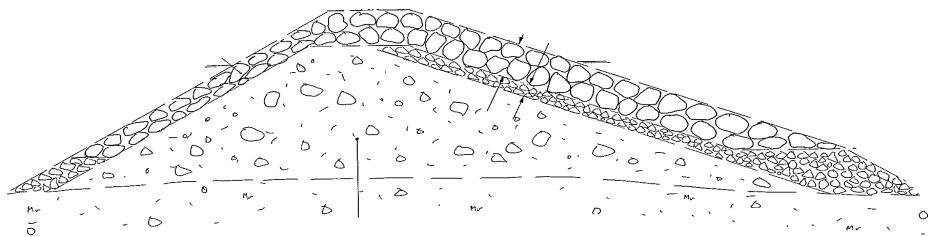
4 Aallonmurtaja louheesta ja betoniponttonilaituri

4.1 Akaan kaupungin toiveet rakenteelle

Aallonmurtajaratkaisu oli Akaan kaupungin toiveratkaisu. Maankaato-paikan läheisyyteen kuljetetaan eri työmailta jääneet kivet, joita ei ympäristökeskuksen määräysten mukaan voi loppusijoittaa maankaato-paikkaan. Nämä kivet oli tarkoitus sijoittaa penkereeseen. Kiviä kertyy kuitenkin vuositason siten, että kolmen vuoden jaksossa kertymä on karkeasti 5000 tonnia eli noin 2000 m³. Penger olisi nyt rakennettava karkeasti 12 metrin korkuisena ja luiskakaltevuuteen 1: 1,5 ja tuulen puolelle 1:2 – 1:2,5. Mikäli penkereen harja olisi 5 metrin levyinen, muodostuu poikkileikkauksen pinta-alaksi noin 280 m². Aallonmurtajaa tarvittaisiin noin 200 m ja tällöin massamäärä on luokkaa 50 000 m³. Kaupungilla ei ole tiedossa hankkeita mistä maa-ainekset saataisiin ja tämä muodostuu maaperän kantamattomuuden lisäksi toiseksi keskeiseksi seikaksi mitkä vaikeuttavat louhepengerratkaisun toteutusta./12/

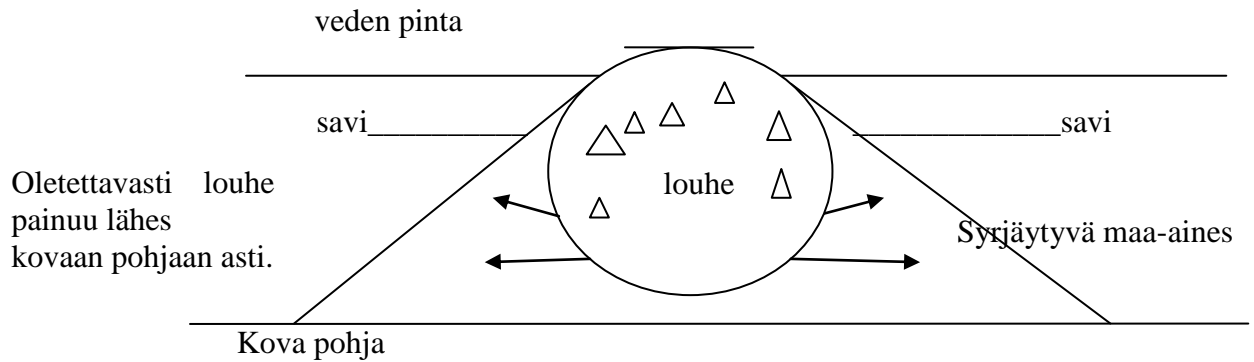
4.2 Aallonmurtajan rakenne

Mikäli kaupungissa tai sen lähialueella tulisi suurta tarjontaa maa-aineksista kohtuuhinnalla, se käytettäisiin penkereeseen. Penkereen rakentamisesta aiheutuisi todennäköisesti ruoppaustarvetta, koska Pehmeä maamassa todennäköisesti pullahtaisi penkereen massan johdosta ylös ja lähialuetta jouduttaisiin ruoppaamaan. Laiturirakenteet rakennettaisiin esim. ponttonilaitureina ja venepaikat olisivat samanlaiset kuin aallonvaimenninvaihtoehdossa.



Kuva 8 Louhepenkereen rakenne

Louhepenkereen runko rakennettaisiin lajittelemattomasta louheesta. Kaksi metrinen louhosverhous järven suuntaan on luiskakaltevuudeltaan 1: 2,5 ja se on kaksi kerroksinen lohkarokoon ollessa 2 - 3 t. Metrin louhosverhous mantereen suuntaan on lohkarokooltaan 1 - 1,5 t.



Kuva 10 Louhepenkereen todennäköinen muoto

4.3 Kustannusarvio

Tarkasteltaessa kustannusarviota täytyy tarkastelussa ottaa huomioon, että on lukuisia vaihtoehtoja mitoittaa penkereeseen tarvittavat massat. Teoreettisesti 5 m:n levyinen 12 m:n koruinen kuvan 8 mukaisen penkereen poikkileikkausala on noin 350 m². Aallonmurtajan 200 m:n pituudella saadaan massamääräksi 70 000 m³. Maaperä aallonmurtajan alla on maaperätutkimusten mukaan kuitenkin pehmeää ja louhe syrjäyttää alla olevaa maa-ainesta sitä sinne pantaessa. Tällöin maamassan määrä saattaa jäädä 30 000 m³:iin. Penkereen tarvittavan louhoksen hinta on kaupungin arvion mukaan 12 €/m³. Tällä kahdella eri laskentatavalla saadaan penkereen hinta 360 000 euron ja 840 000 euron väliin. Vertailun vuoksi pohjan ollessa kova heti veden syvyyden jälkeen olisi teoreettinen massamäärä ollut noin 8000 m³. Kustannusarvio olisi tällöin noin 100 000€ - 150 000€.

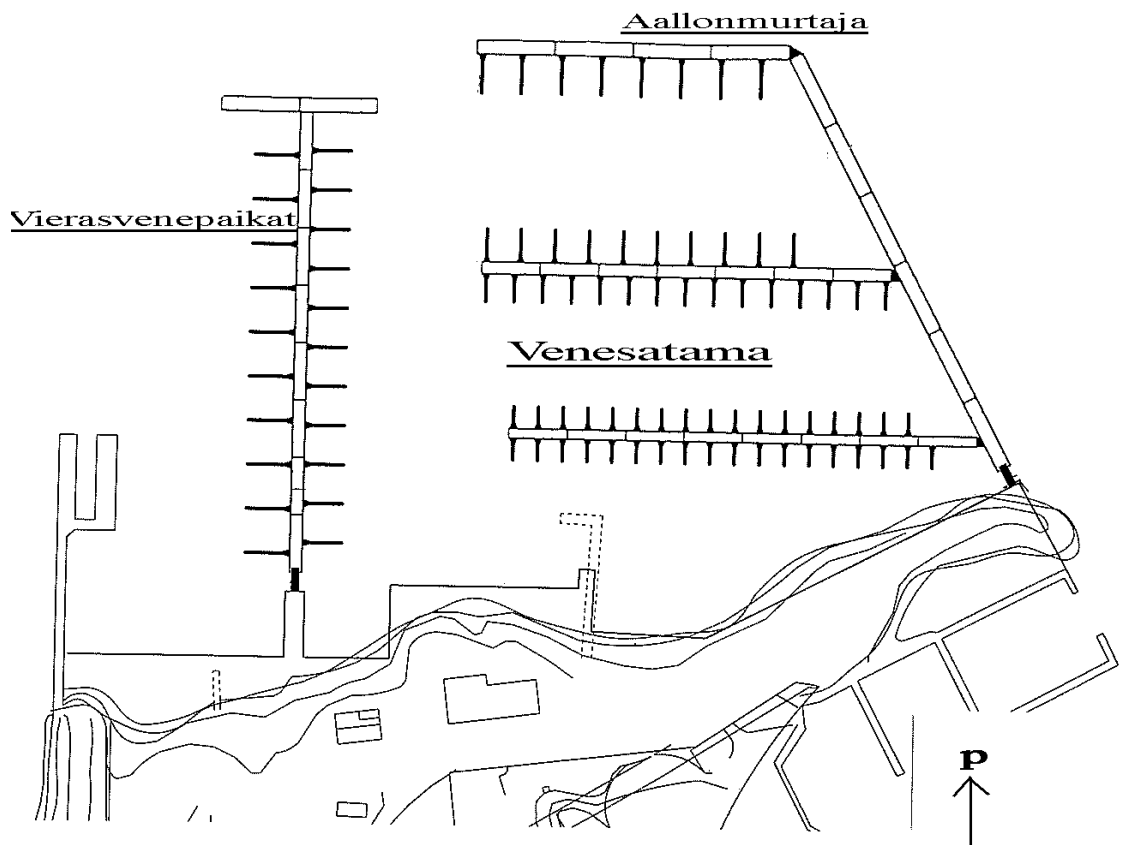
5 Betoniponttonilaituri

5.1 Yleistä aallonvaimenninlaitureista

Aallonvaimentimet toimivat siten, että ne pienentävät aallon korkeutta pienentämällä sen energiaa. Osa aaltoenergiasta heijastuu takaisin, mutta suurin osa muutetaan liike-energiaksi raskaan ponttonin ja joustavan ankkurointijärjestelmän avulla.

Aallonvaimentimet on suunniteltu venesatamien aallonvaimennin- ja päälaitureiksi sekä veneiden kiinnittämiseen. Massiiviset ponttonit kiinnitetään toisiinsa puolijäykin kumiteräskiinnikkein ja ankkuroidaan kumikaapelein tai raskain kettein. Laiturit saa toimitettuina mm. puukannella kaapelikanavoineilla sähkö- ja vesijohtovetoja varten sekä kiinnityskiskoilla venepuomien kiinnittämistä varten.

Aallonvaimentimet on suunniteltu vaimentamaan aaltoja, joiden jakso on alle 4 s. Tällaisia aaltoja syntyy avomerellä noin 6 km:n pyyhkäisy- alalla. Merkitsevä aallonkorkeus H_s pyritään vaimentamaan satama- altaassa alle 0,35 m:n suuruisiksi. Myrskyolosuhteissa tämä arvo voidaan ylittää./9/

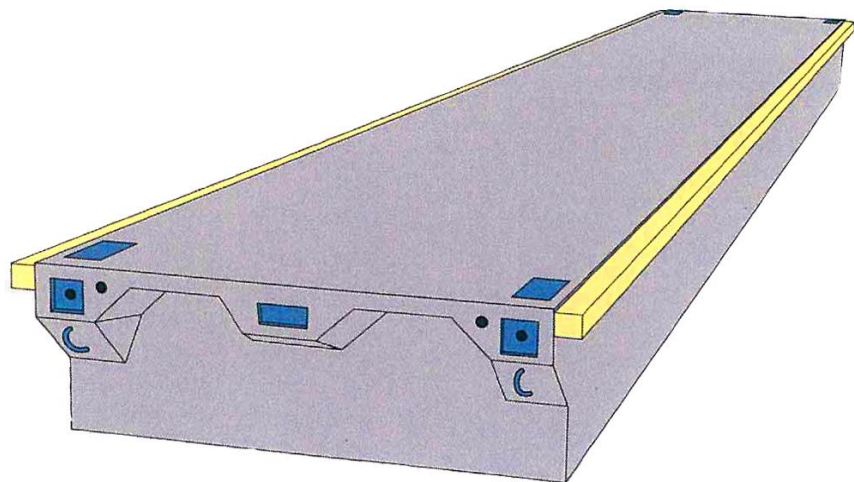


MK: 1:2000

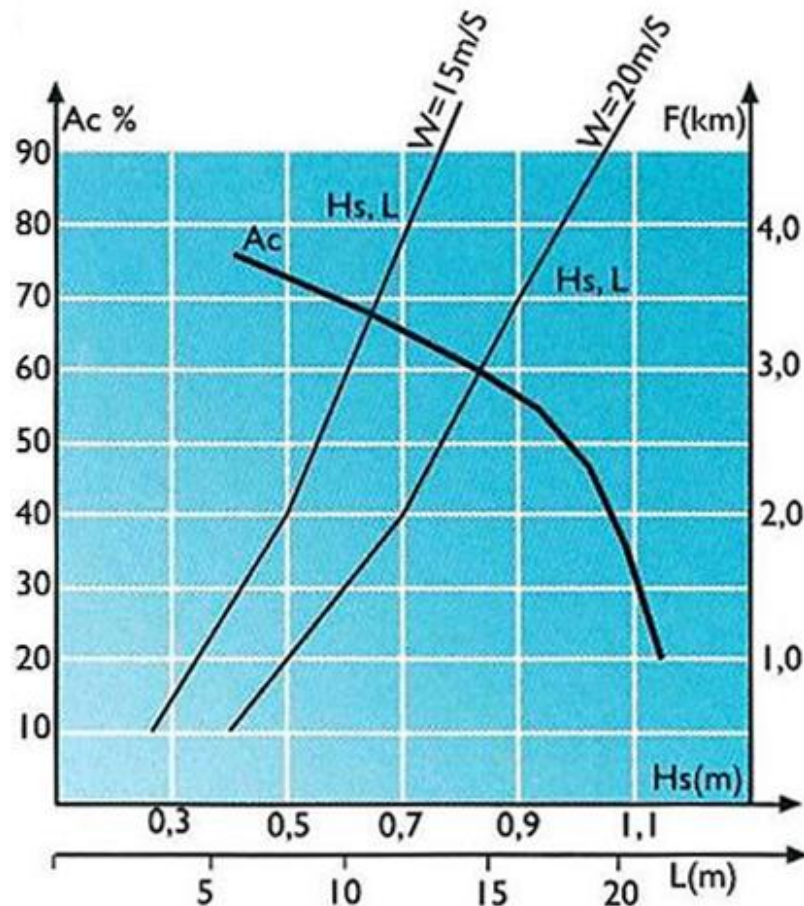
Kuva 11: Kustannusarvion pohjaksi laadittu luonnos satama-alueesta

5.2 Aallonvaimenninlaiturityyppi 3820 BRS

Alustavien selvitysten mukaan ja asiantuntijalausuntojen perusteella aallonvaimennintyyppi on valittu Marinetek Oy:n Aallonvaimenninlaiturityyppi 3800, joka on pituudeltaan 20 m ja leveydeltään 3,8 m./10/ Näitä käytetään suunnitelmassa siten, että niitä on 12 kappaletta. Näistä kaksi on vierasvenelaiturin päässä. Ponttonit kiinnitetään toisiinsa joustavin kumipulttiliitoksiin. Laituri on betonia K45, joka on vesitiivis muovikuitubetoni. Rauditusverkot ovat kuumasinkittyä terästä kuten kiinnitysosatkin. Törmäysparut ovat painekyllästettyä mäntyä. Siinä on puukansi, kiinnityskiskot sekä kaapelikanavat. Laiturin korkeus on 1,2 m, kansikorkeus 0,62 m ja omapaino 39,2 t. Laiturin kokonaiskantavuus on 42,6 t./9/



Kuva 12 Aallonvaimenninlaituri 3820



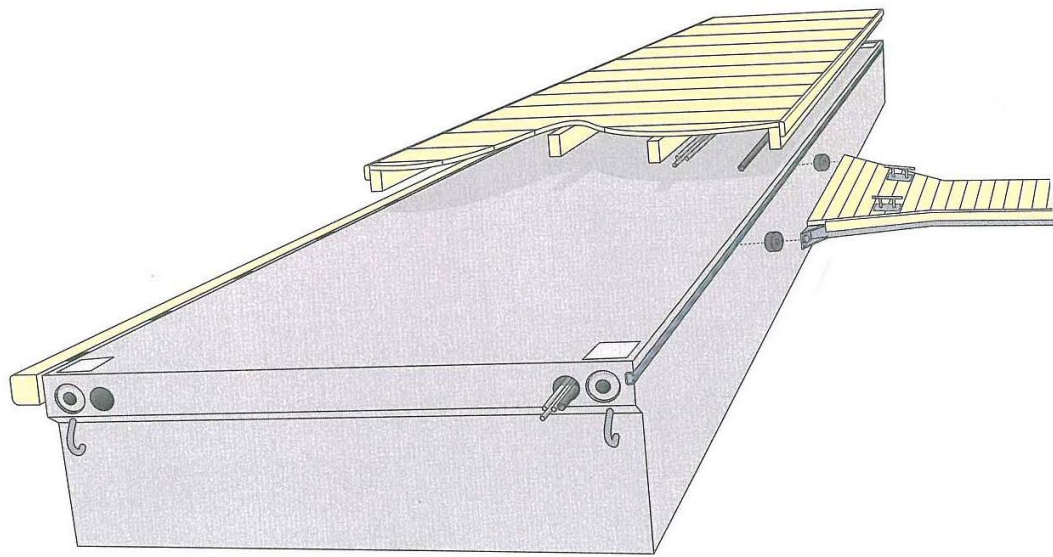
F = Tuuliväli, Hs = merkitsevä aallonkorkeus, L = Aallon nopeus, W = Tuulen nopeus, AC= aallonvaimennuskyky

Kuva 13. Aallonvaimenninlaiturin 3820 aallonvaimennuskyky

5.3 Raskasponttonilaiturit

Suunnitelmassa on käytetty raskasponttonilaitureita M3315HD sekä M2715HD. Molemmat laiturit ovat pituudeltaan 15 m. Leveydeltään 3,3-metristä laituria on vierasvenelaiturissa kahdeksan kappaletta ja niiden yhteispituus on 120 m. Alueen keskellä oleva laituria on myöskin samaa mallia ja siinä on seitsemän laituria, joiden yhteispituus on 105 m. Perusominaisuuksiltaan rakenne on sama kuin aallomurtajalaiturissa. Laiturin korkeus on 0,85 m, kansikorkeus 0,50 m ja omapaino 15,1 tn. Laiturielementin kokonaiskantavuus on 22,5 t.

Laiturimalli M2715HD on tarkoitettu pienveneille, ja se sijaitsee lähinnä rantaviivaa. Suunnitelmassa näitä on kytketty kahdeksan kappaletta ja sen yhteispituus on 120 m. Laiturin korkeus on 0,85 m, kansikorkeus 0,48 m ja omapaino 13,1 t. Laiturin kokonaiskantavuus on 17,2 t./9/



Kuva 14 Raskasponttonilaituri

5.4 Venepuomit

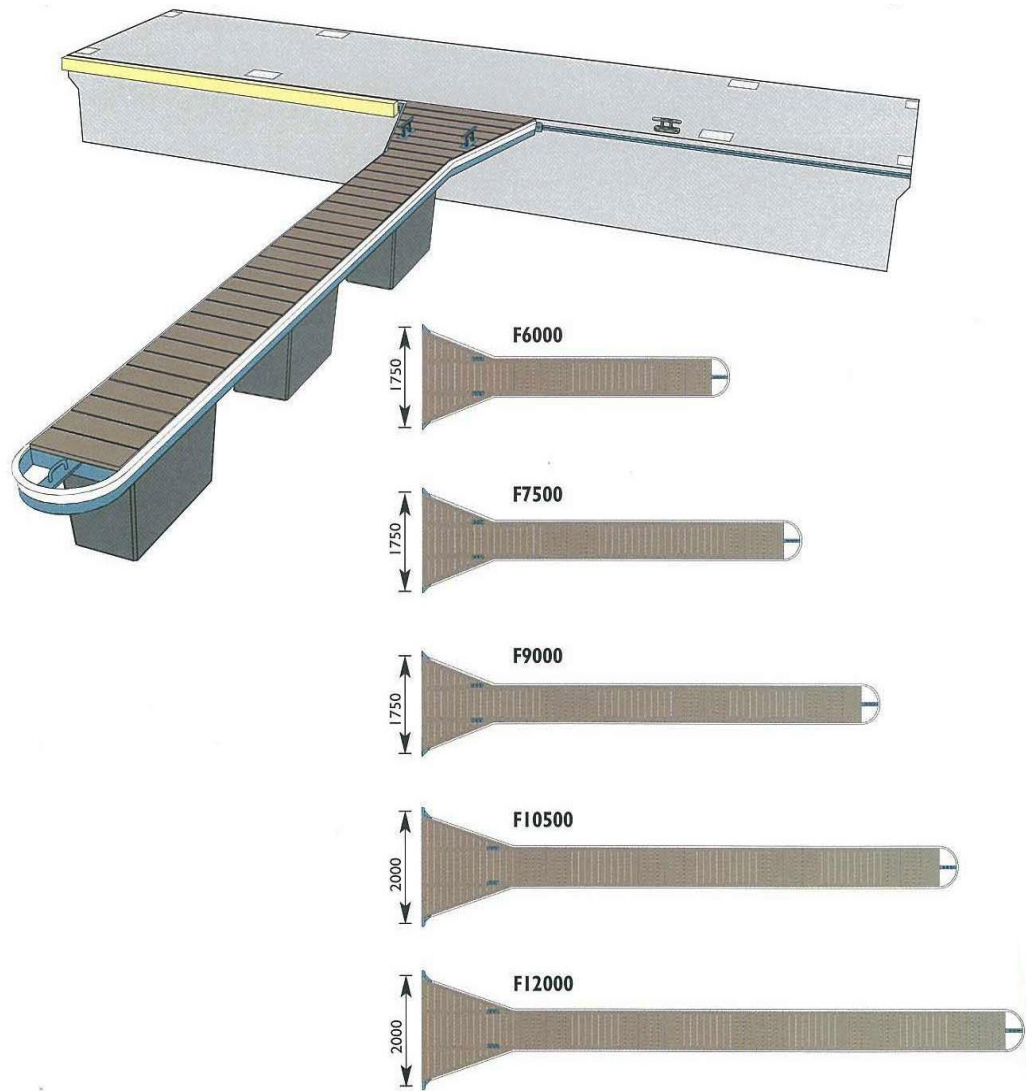
Venepuomeja kiinnitetään aallonmurtajalaituriin sekä niistä erkaneviin raskasponttonilaitureihin suunnitelmassa yhteensä 89 kappaletta. vierasvenelaituriin, kytketään 10 puomia tyyppimerkiltään F12000. Nämä on sijoitettu 11,5 m välein ja ne ovat pituudeltaan 12 m. Tähän voidaan sijoittaa alukset, jotka ovat pituudeltaan enintään 15 m ja leveydeltään enintään 5,2 m. Nämä ovat ainoat venepuomit, joille ei kuljeta aallonmurtajien välistä. Venepuomit sijoitetaan laiturin avovesipuolelle. Laiturin toiselle puolelle kytketään 11 puomia tyyppimerkiltään F10500, jotka ovat pituudeltaan 10,5 m ja sijoitettu 10,2 m:n välein. Näiden muodostamille venepaikoille kuten kaikille muillekin kuljetaan aallonmurtajalaitureiden välistä. Tähän voidaan sijoittaa alukset, jotka ovat pituudeltaan enintään 12 m ja leveydeltään enintään 4,0 m.

Mantereelta lähtevään aallonmurtajaan, joka on pituudeltaan 120 m, kiinnitetään kaksi raskasponttonilaituria. Näistä mannerta lähinnä olevaan raskasponttonilaituriin, joka on pituudeltaan 120 m, kiinnitetään 35 puomia tyyppimerkiltään F6000, jotka on sijoitettu 6,3 m:n välein ja ovat pituudeltaan 6,0 m. Tähän sijoitetaan veneet, jotka ovat pituudeltaan enintään 7,5 m ja leveydeltään enintään 2,5 m.

Toiseen aallonmurtajalaiturista kiinnitettyyn raskasponttonilaituriin, joka on pituudeltaan 105 m, kiinnitetään 15 puomia tyyppimerkiltään F7500, jotka on sijoitettu 7,3 m:n välein ja ovat pituudeltaan 7,5 m. Tähän sijoitetaan veneet, jotka ovat pituudeltaan enintään 9,0 m ja leveydeltään enintään 3,0 m. Tämän laiturin toiselle puolelle kiinnitetään 10 puomia tyyppimerkinnältään F9000, jotka on kiinnitetty 8,7 m välein. Tähän sijoitetaan veneet, jotka ovat pituudeltaan enintään 10,5 m ja leveydeltään enintään 3,5 m.

Aallonmurtajan viimeiseen 80 m:n mittaiseen satama-altaan puoleiseen osaan kiinnitetään 8 puomia tyyppimerkinnältään F10500. Näiden puomien väli on 10,2 m.

Puomien kokoja voidaan muuttaa käyttötarpeiden mukaisesti ja lisätä esimerkiksi kokoluokaltaan pienempien veneiden osuutta./10,11/



Kuva 15 Venepuomimallit

5.5 Laitureiden ankkurointi

Laitureiden ankkuroinnissa käytetään ankkurointijärjestelmää missä laiturit kiinnitetään pohja-ankkureihin esijännitetyin kumikaapelein. Tätä järjestelmää nimitetään Seaflex-ankkurointijärjestelmäksi ja niitä on käytössä ympäri maailmaa. Seaflexin kaikki teräsosat ovat haponkestävää terästä. Jokainen esijännitetty kumikaapeli on mitoitettu 10 kN:n kuormalle ja niitä voi olla yhdestä kymmeneen kappaleeseen ankkuria kohden./9/

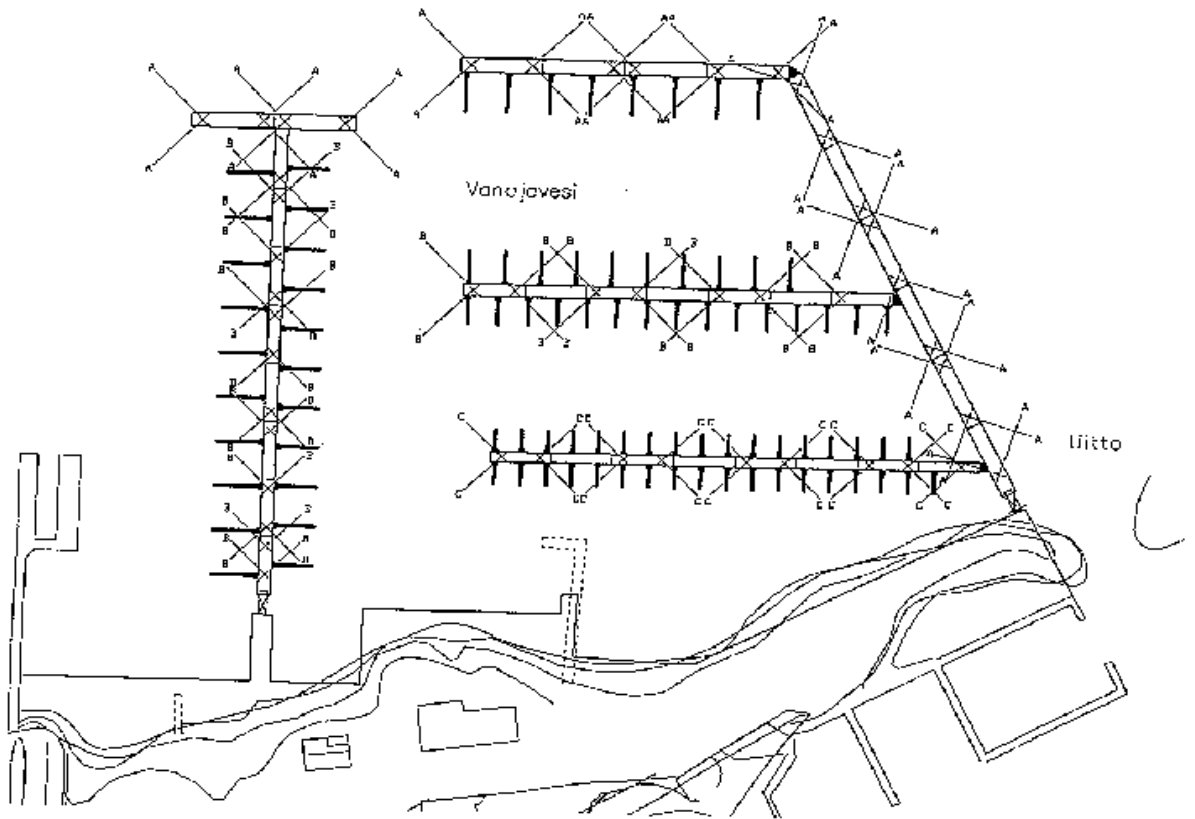
Kaikissa laiturimalleissa on ankkurointikuilut, joista Seaflex-ankkurointiköydet voidaan helposti asentaa sekä myöhemmin säätää.

Ankkurointi tapahtuu siten, että Seaflex-kaapelit kiinnitetään järven pohjaan asetettuihin massiivisiin teräsbetonilaattoihin, joiden massat vaihtelevat tarpeen mukaan. Aallonmurtajalaiturit ankkuroidaan 38:lla kuusikumikaapelisella Seaflexillä, joista jokainen on kiinnitetty 7,5 t painavaan pohjaan laskettuun betonilaattaan. Yhteismassa aallonmurtajan ankkuroinnissa on 285 t.

Vierasveneille varattu ponttonilaituri ankkuroidaan 24:llä neljäkumi-kaapelisella esijännitetyllä Seaflexillä, joista jokainen on kiinnitetty 5 t painavaan pohjaan laskettuun betonilaattaan. Venesataman keskimmäinen laituri on ankkuroitu 14 samanlaisella järjestelmällä.

Pienemmille veneille varattu lähinnä rantaa oleva ponttonilaituri ankkuroidaan 18 kolmekumikaapelisella Seaflexillä, joista jokainen on kiinnitetty 3,7 t painavaan pohjaan laskettuun betonilaattaan. Seaflex-järjestelmän tulee sijaita vedessä, eikä se saa hautautua pehmeään maaperään kuten betoniankkuri. Valmistajan näkemyksen mukaisesti betoniankkuriin kiinnitetään ensin teräskettinki, joka liitetään Seaflexiin siten, että se on vapaassa vedessä. Tästä järjestelmä kiinnitetään laituriiin.

Käytännössä työ suoritetaan siten, että raskaat laiturit ja betoniankkurit kuljetetaan satama-alueelle rekoilla, josta kaivinkone nostaa ne ranta-alueelle. Paikalla on hinaaja, joka vetää lautaa, jonne ankkurit sopivissa erissä asetetaan. Lautalla on myös kaivinkone, joka pystyy laskemaan ankkurit kettinkeineen veteen. Tämä on kokonaisuus, josta tarvitaan erillinen suunnitelma. Ankkurointityö asennuksineen kuuluu Marinetek Oy:n toimitukseen. Työssä tarvitaan sukeltaja, joka suorittaa tarvittavat toimenpiteet ja tarkastukset ankkurointeja tehtäessä./10,11/



MK 1:2000

Kuva 16 Laitureiden ankkurointi

5.6 Kustannusarvio

Marinetek Oy:n tarjoukseen kuuluu keskeisinä osina raskaat betoni-ponttonilaiturit, venepuomit ja seaflex-ankkurointi asennettuna. Lisäksi toimitukseen kuuluu kustannuksiltaan pienempiä osioita kuten käyntisillat, laituriportit sekä erilaiset kiinnikkeet veneille. Kokonaishinta on noin 1,1 miljoonaa euroa. Asennustöiden hinnaksi on arvioitu noin 10 prosenttia kokonaishinnasta. Hinnat sisältävät arvonlisäveron.

6 LOPPUTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Perehtyminen kahteen vaihtoehtoiseen tapaan rakentaa Akaan kaupungin Toijalan venesataman laajentaminen avasi ymmärrystä siitä, että kokonaissuunnitelman lopputulokseen vaikuttavat muun muassa niin luonnonolosuhteet, kaupungin kokonaissuunnittelu, tulevat virkistysveneilyn tarpeet kuin rakentamisen kustannuksetkin.

Tutkintotyön tärkeimpänä tavoitteena oli selvittää Toijalan venesataman laajentumismahdollisuudet Vanajaveden puolelle tutkien kahta eri rakennevaihtoehtoa ja niiden kustannuksia. Nykyinen venesatama sijaitsee Terisjärven puolella 160 venepaikan suuruisena rajoittuen luonnonsuojelualueeseen, eikä sitä voi tästä syystä laajentaa Terisjärvelle päin. Lisävenepaikkoja tarvittaisiin vähintään 200, ja venesatamasuunnitelma ja tutkimus on tehty tämän suuruiselle kokonaisuudelle Vanajaveden Makkaraselän puolelle. Akaan kaupungilla on satama-alueen toiminnallista ja matkailullista kehittämistä koskeva kehittämissuunnitelma, missä huomioidaan tulevan virkistyskäytön, mukaan lukien veneilyn, lisääntyminen.

Akaan kaupungin toiveratkaisu olisi louhepenkereestä rakennettu aallonmurtaja, johon kiinnitettäisiin ponttonivenelaiturit ja tämän lisäksi toisena vaihtoehtona tutkittiin Marinetek Oy:n kaupallisena tuotteena valmistamaa betoniponttoneista koostuvaa aallonvaimenninratkaisua samanlaisilla ponttonivenelaitureilla varustettuna kuin edellisessäkin vaihtoehdossa. Vesistötutkimusten valossa Vanajaveden Makkaraselän puoleinen venesatama tarvitsee aallonsuojausta.

Tutkimukset suunnittelualueella aloitettiin pohjatutkimuksella, mikä suoritettiin painokairausmenetelmällä. Näin saatiin veden syvyudet ja pohjan maa-aineksen vahvuudet selvitettyä. Maapohja osoittautui erittäin pehmeäksi.

Suunniteluun louhepenkereen stabiliteettia tarkasteltiin Fulgeo-ohjelmistolla ja johtopäätökseksi tuli, että pohja on niin pehmeää, että penkereen maavarainen perustaminen ei onnistu. Louhepenkereeseen tarvittavan maa-aineksen määrä on suuri, eikä sellaisia massoja ole lähialueilta saatavilla. Lisäksi tarvittaisiin tarkempia pohjatutkimuksia, mikäli vaihtoehtoa alettaisiin konkreettisesti toteuttaa. Tämän vaihtoehdon karkea kustannusarvio olisi 350 000 – 840000 € poikkileikkauksen muodosta riippuen. Tähän summaan kuuluu lisätä aallonmurtajasta erkanevien laitureiden kustannukset, jotka ovat ponttoniratkaisulla noin 500 000 €. Yhteissummaksi saadaan 0,85 - 1,4 miljoonaa euroa.

Betoniponttonilaituriratkaisussa selvitettiin Marinetek Oy:n edustajien kanssa vesistön asettamien vaatimusten mukainen aallonvaimennin-vaihtoehto ja tarvittavien venepaikkojen mukaiset venelaituriratkaisut rakenteineen. Ankkurointiratkaisuksi valittiin Seaflex-menetelmä, mut-

ta jatkotutkimuksia maapohjan pehmeiden ja mahdollisen ruoppauksen tarpeellisuudesta tarvitaan, mikäli ratkaisua aletaan konkreettisesti toteuttaa. Tämän vaihtoehdon kustannusarvio on noin 1,1 miljoonaa euroa yrityksen tekemän tarjouksen perusteella.

Tämän tutkimustyön tavoitteena oli selvittää paras tekninen vaihtoehto kustannuksineen. Kustannukset ovat molemmissa vaihtoehdoissa korkeat, mutta teknisesti toteuttamiskelpoisempi vaihtoehto on kelluva betoniponttonilaituriratkaisu. Jatkotutkimuksen kohteena voisi olla selvittää myös satamaniemen toisella puolella olevan luontaisesti suojaisan Enonlahden sopivuutta venesatamaksi, jossa alustavien selvitysten perusteella tarvitaan ruoppaustoimenpiteitä, mutta luonnon tarjoama aaltonvaimennus olisi kustannuksia madalluttava tekijä.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Merenkululaitoksen julkaisuja 9/ 2006. Veneväylien suunnitteluohje. 37s.
- 2 Maankäyttöluonnos 26.5.2005. Toijalan satama-alueen toiminnallinen ja matkailullinen kehittäminen. Kehittämissuunnitelma. Arkkitehtityö Oy.
- 3 Suvanto Pekka, Akaan historia. Toinen osa. Vammalan kirjapaino, Vammala 1954. 443s.
- 4 Toijalan Taideyhdistys ry, Akaa-Toijala Seura, Asemalta Toijalan teille. Vanhan Akaan kuvia II. Toijalan TS-Print 1996.145s. ISBN 951-97442-0-7
- 5 Otavan Iso Tietosanakirja, yhdeksäs osa. Kustannusosakeyhtiö Otava. Kustannusosakeyhtiö Otavan kirjapaino v. 1965
- 6 Tampereen seutukaavaliitto 1987. Julkaisu D 85. Luontokohteet, selvitys. Tampereen seutukaavaliiton offset 1987.116s. ISBN 951-9324-56-9
- 7 Toijalan kaupunki. Sataman alueen oikeusvaikutteinen osayleiskaava. Ehdotus 19.6.2007. Suunnittelukeskus Oy.43s.

Verkkosivut

- 8 Hämeen ympäristökeskuksen Vanajavesisivusto. www.ymparisto.fi. 2007
- 9 Marinetek Oy:n verkkosivusto www.marinetek.fi.2007

Haastattelut

- 10 Marinetek Oy:n varatoimitusjohtaja Markku Rantanen, Helsinki. Käynti Toijalan satamassa 1/2006. Useita puhelinkeskusteluja. Käynti ja alustava suunnittelupäivä Marinetek Oy:ssä Vattuniemenkatu 3, 00210 Helsinki 4/2006.

- 11 Marinetek Oy:n suunnittelija Juha Serow, Helsinki. Käynti ja suunnittelupäivä Marinetek Oy:ssä Vattuniemenkatu 3 00210 Helsinki 4/2006. Useita puhelinkeskusteluja ja sähköpostiviestejä.
- 12 Akaan kaupungin tekninen johtaja Jukka Suominen. Keskustelut kaupungin teknisessä johtoryhmässä
- 13 Toijalan moottorivenekerhon edustaja Markku Salminen. Keskustelut veneilijöiden tarpeista 4/2006 alkaen

Kuvaluettelo

- Kuva 1 Akaan kaupungin keskusta ja suunnittelualue. Lähde: Akaan kaupungin pohjakartta v. 2007
- Kuva 2 Kehittämissuunnitelma, josta ilmenee suunnittelualue ja venekerhon venesatama. Lähde: Arkkitehti Oy:n kehittämissuunnitelma
- Kuva 3 Näkymä aallonmurtajan lähtöpisteestä luoteeseen. Lähde: Heikki Knuutila
- Kuva 4 Näkymä aallonmurtajan lähtöpisteestä katsoen suurimman pyyhkäisyalan suuntaan. Lähde: Heikki Knuutila
- Kuva 5 Kokemäenjoen vesistö, jonka eteläisin pääjärvi on Vanajavesi. Lähde: www.ymparistokeskus.fi
- Kuva 6 Syvyyskartta suunnittelualueelta. Lähde: Heikki Knuutilan kartoitus
- Kuva 7 Kairauspisteet korkeustietoineen. Lähde: Heikki Knuutilan kartoitus
- Kuva 8 Tutkimusalueen tyypillinen kairausdiagrammi. Lähde: Heikki Knuutilan kartoitus
- Kuva 9 Louhepenkereen rakenne. Lähde: www.pitkala.fi.
- Kuva 10 Louhepenkereen todennäköinen muoto. Lähde: Heikki Knuutilan kartoitus
- Kuva 11 Kustannusarvion pohjaksi laadittu luonnos satama-alueesta. Lähde: Heikki Knuutilan kartoitus

Kuva 12 Aallonvaimenninlaituri 3820. Lähde: www.marinetek.fi

Kuva 13 Aallonvaimenninlaiturin 3820 aallonvaimennuskyky.
Lähde: www.marinetek.fi

Kuva 14 Raskasponttonilaituri. Lähde: www.marinetek.fi

Kuva 15 Venepuomimallit. Lähde: www.marinetek.fi

Kuva 16 Laitureiden ankkurointi. Lähde: Heikki Knuutilan kartoitus

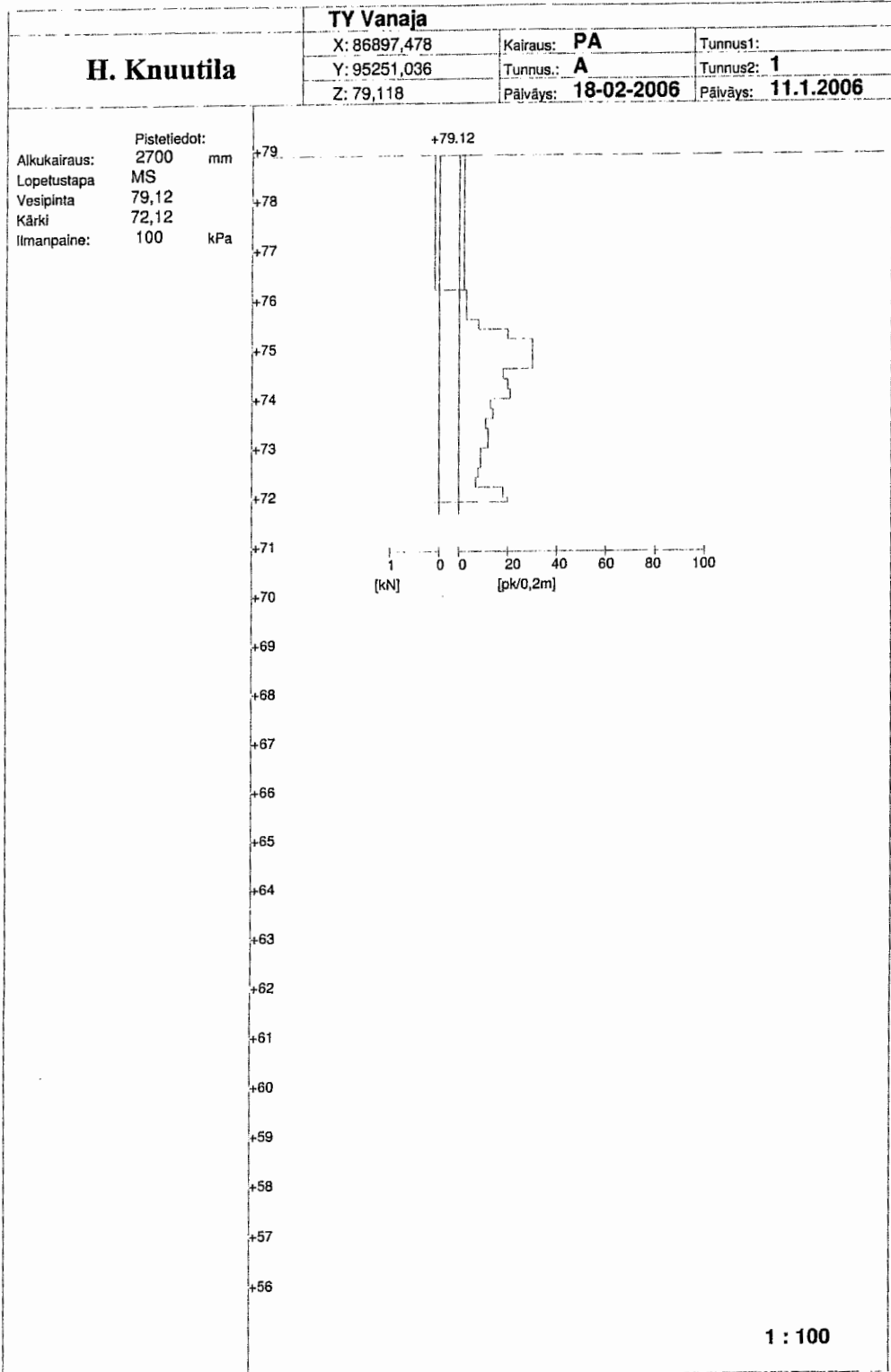
Taulukko

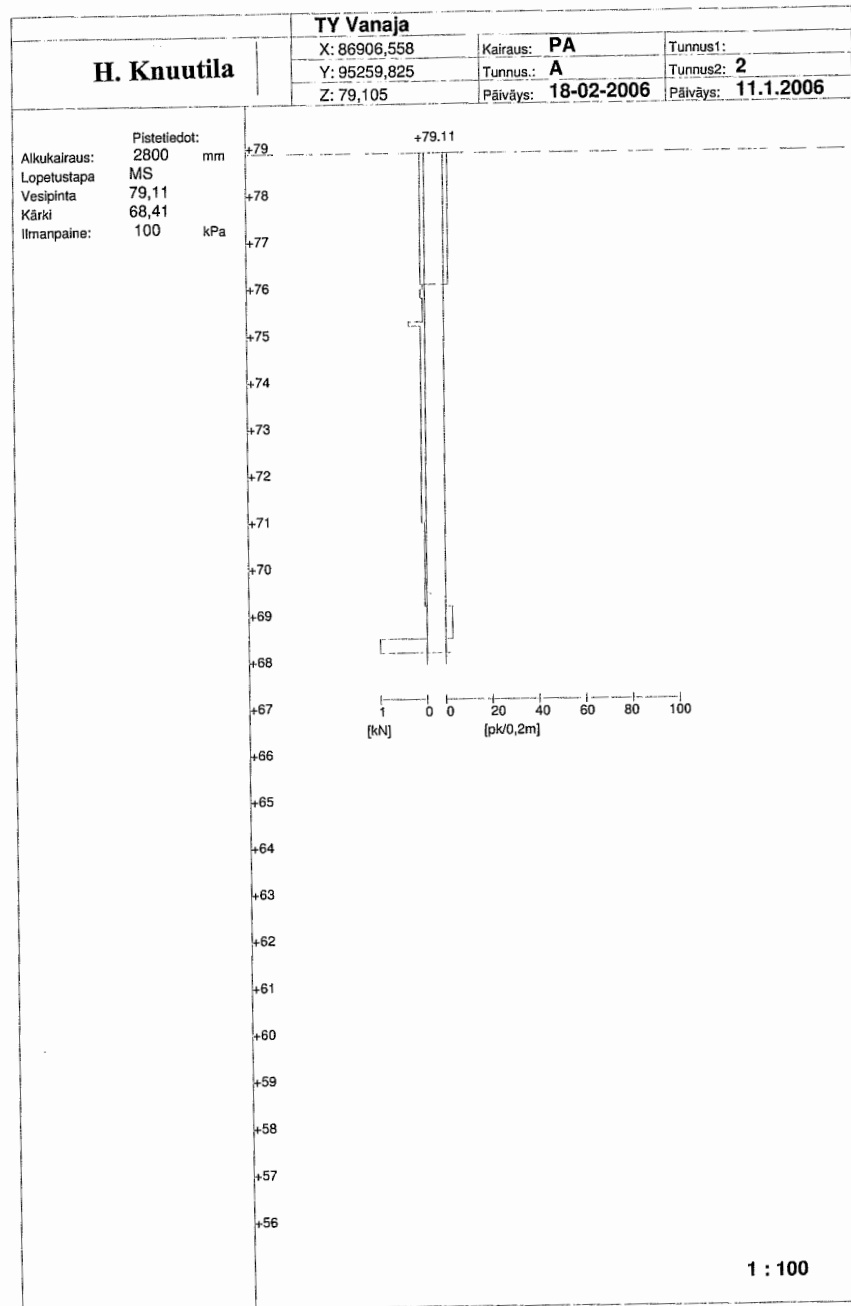
Taulukko 1 Vedenkorkeudet Vanajaveden Konhonselällä.
Lähde: www.ymparistokeskus.fi

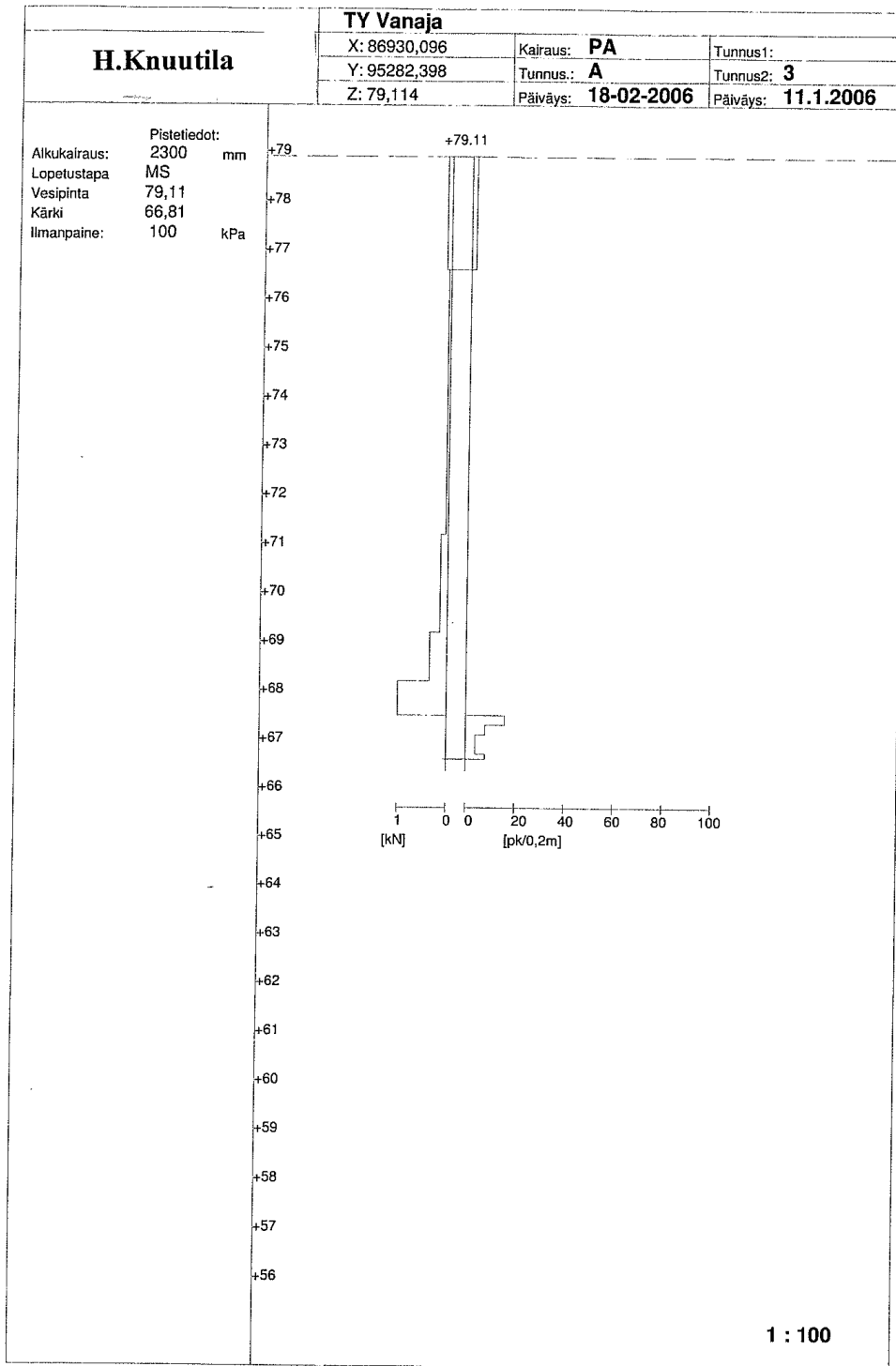
LIITTEET

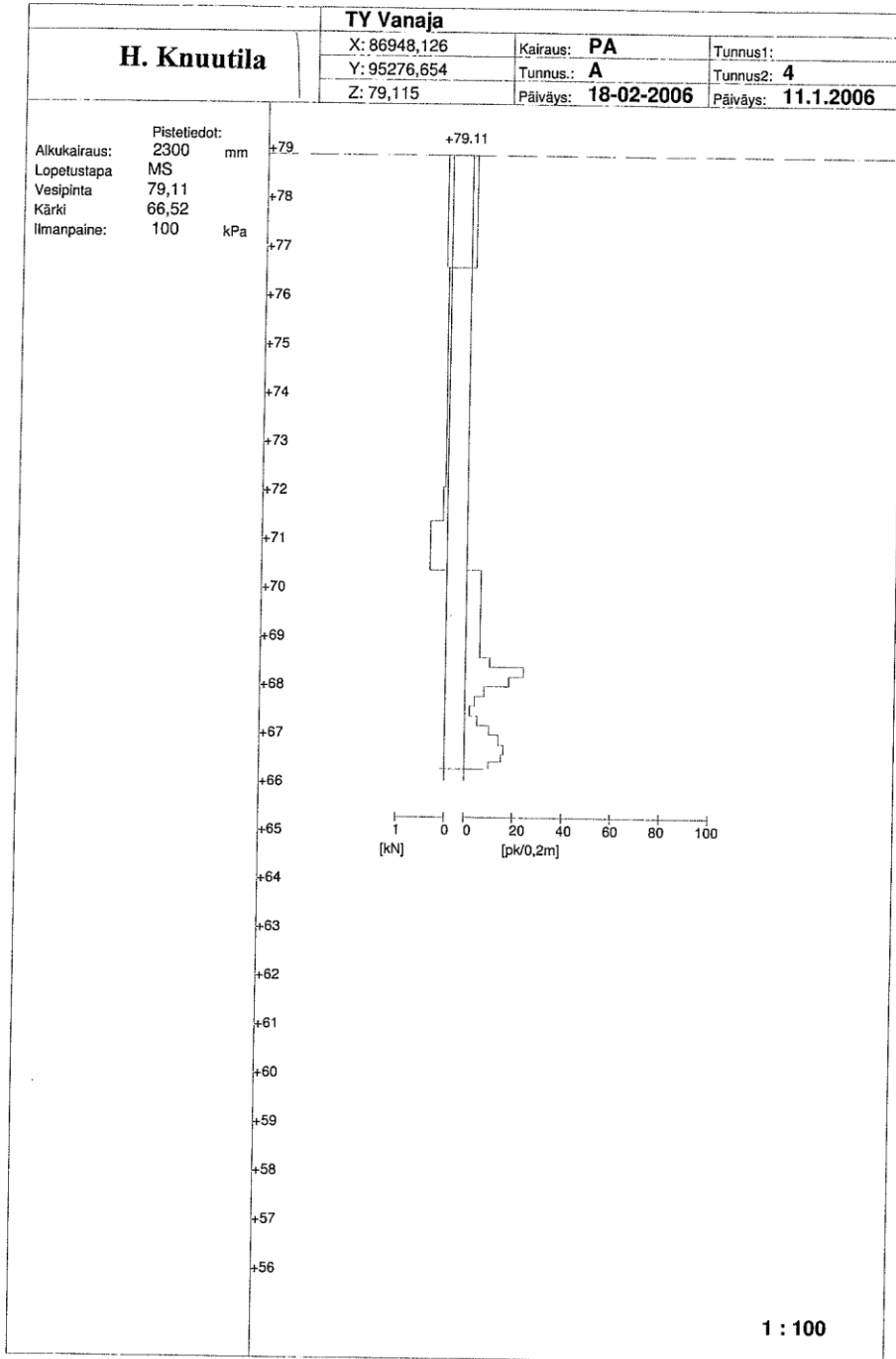
Liite 1 Kairausdiagrammit tutkimuspisteistä 6s.

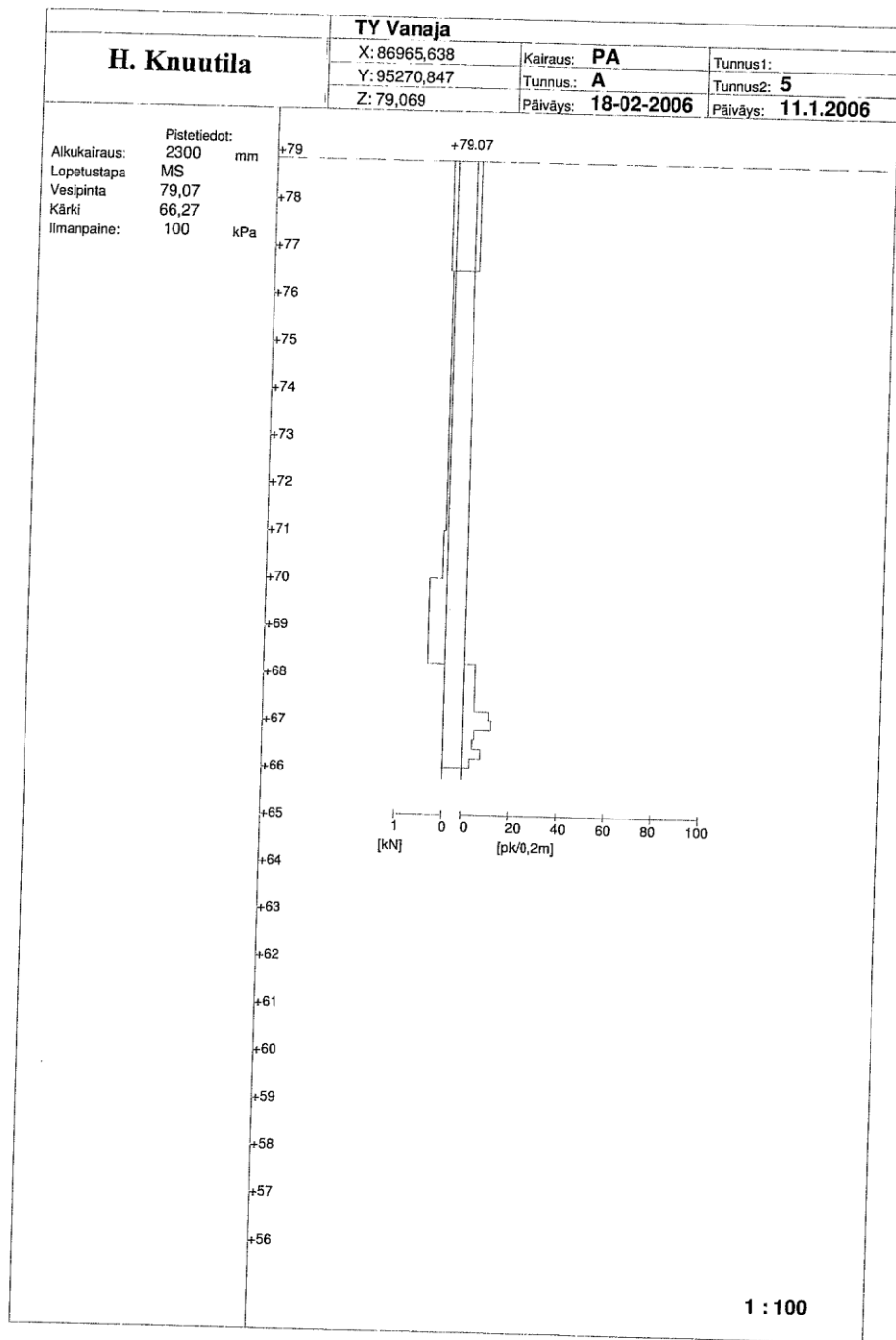
Liite 2 Tampereen teknillisen yliopiston Pohja- ja maarakenteiden laboratorion tutkimustulokset suunnittelualueesta 3s.

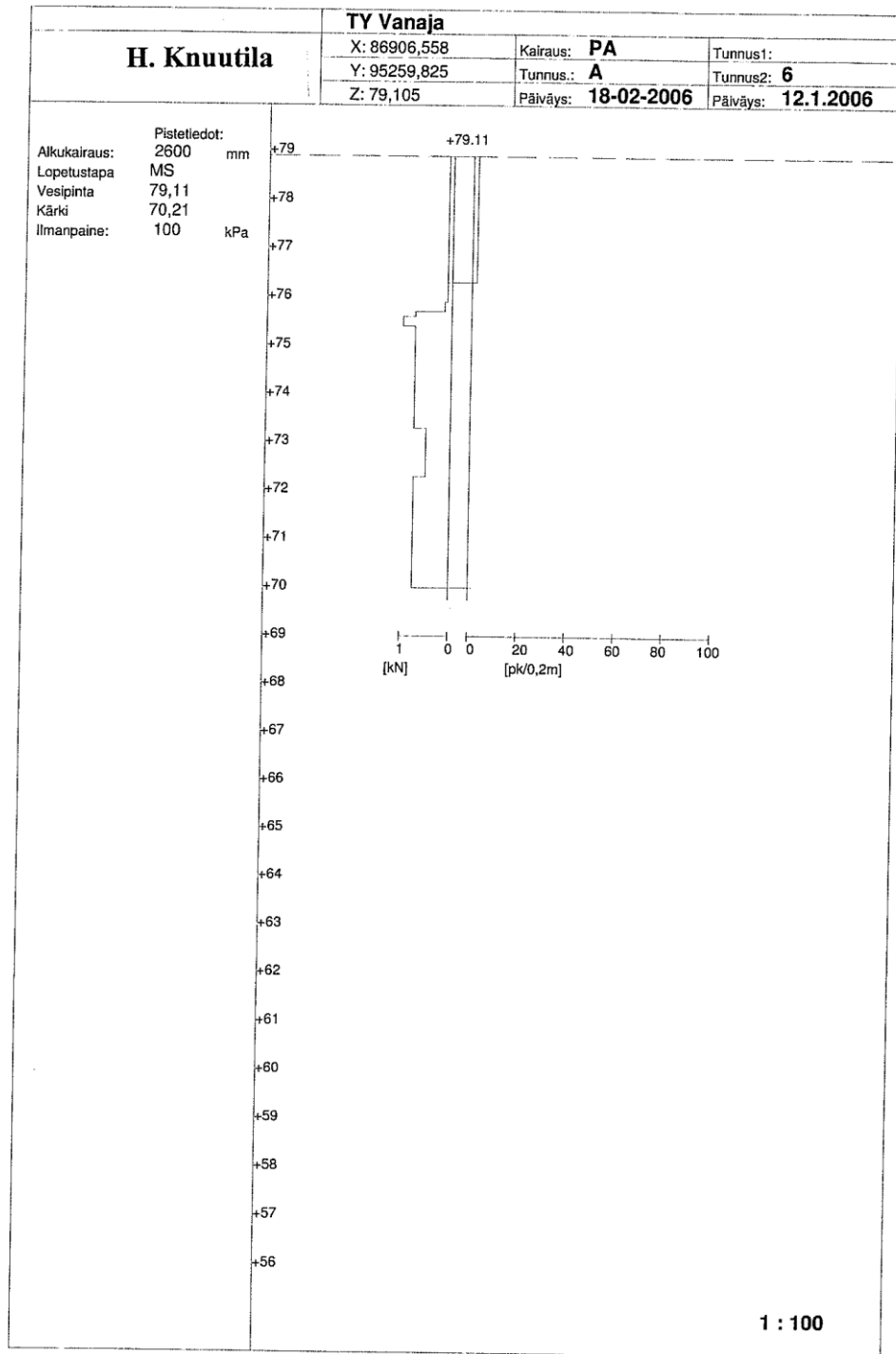












HUMUSPITOISUUS					
Tampereen Teknillinen Yliopisto Pohja- ja maarakenteiden laboratorio PL 600 33101 TAMPERE			ASIAKAS KOHDE TYÖNUMERO		TOIJALAN KAUPUNKI SATAMA-ALUE 22 / 2006
PISTE, PAALU	KRP 3	KRP 3			
SYVYYS I	[m]	3.15	7.00		
UPOKAS N. O.	C	D			
UPOKKAAN PAINO	[g]	22.39	22.80		
UPOKAS + KUIVA NÄYTE	[g]	34.55	43.79		
KUIVA NÄYTE	[g]	12.16	20.99		
UPOKAS + HEHK. NÄYTE	[g]	33.91	42.64		
HEHKUTUSHÄVIÖ	[g]	0.64	1.15		
SAVI-% (0.002 LAPAISY)	(>30%)	93.00	93.00		
HEHKUTUSHÄVIÖ	[%]	5.26	5.48		
KIDEVESIHÄVIÖ	[%]	3.99	3.99		
HUMUSPITOISUUS	[%]	1.28	1.49		
<p>HUMUSPITOISUUDEN MÄÄRITYS POLTTOMENETELMÄLLÄ</p> <p>10-50 g ILMAKUIVAA NÄYTETTÄ HIONNETAAN. KUIVATAAN KVARTSIUPOKKAASSA +105 C NOIN 1 h. JÄÄHDYTETÄÄN EKSIKAATTORISSA JA PUNNITAAN. HEHKUTETAAN +800...+900 C NOIN 1 h. JÄÄHDYTETÄÄN EKSIKAATTORISSA JA PUNNITAAN.</p> <p>HEHKUTUSHÄVIÖ [%] = 100 * (HEHKUTUSHÄVIÖ [g] / KUIVAN NÄYTTEEN MASSA [g])</p> <p>HUMUSPITOISUUS = HEHKUTUSHÄVIÖ - KIDEVESIHÄVIÖ</p> <p>HUOM !!!! HEHKUTUSHÄVIÖ ON TEHTY ALLE 2 mm MATERIAALILLE !</p>					
TUTKI:	TAMPERE	3.2.06			
	PAIKKA	PÄIVÄYS			JUHA LEIJOKARI ERIKOISLABORATORIOMESTARI
TARKASTI:	TAMPERE	3.2.06			
	PAIKKA	PÄIVÄYS			NUUTTI VUORIMIES TUTKUA, DI

22rae toijala

3.2.2006

Tampereen teknillinen yliopisto				Tilaaaja: TOIJALAN KAUPUNKI						
Pohja- ja maarakenteiden laboratorio				Työnumero: 22 / 2006						
PL 600, 33101 Tampere										
Tutkimus										
Työkohde:		TOIJALAN SATAMA-ALUE			Kunta: TOIJALA					
Näytteen tunnus	a	b			c					
Työnumero	22	----			_ _ _ _					
Näytteen ottopaikka (Paalu)	KRP 3	KRP 3								
- syvyys	3.15	7.0								
- korkeustaso										
Näytteen massa kuivana										
Näytteen massa pesun jälkeen										
Pesutappio										
Kiviä ja lohkareita	%	%			%					
20-64										
64-200										
200-600										
> 600										
Seulonta										
Seula	jäi (g)	jäi (%)	läp (%)	jäi (g)	jäi (%)	läp (%)	jäi (g)	jäi (%)	läp (%)	
mm										
64		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
31.5		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
16		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
8		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
4		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
2		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
1		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
0.5		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
0.25		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
0.125		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
0,063+A137		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
pohja		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
pohja+pesutappio		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
Yhteensä		#####	#####		#####	#####		#####	#####	
Areometrikoe	4 pp			pp						
Näytemäärä	50			50						
Aika	°C	lukema	raekoko	läp%	lukema	raekoko	läp%	lukema	raekoko	läp%
Alku										
1 min	22	30	0,0433	98,9	31	0,0430	102,0			
6 min	22	30	0,0177	98,9	31	0,0175	102,0			
1 h	23	30	0,00556	99,0	31	0,00552	102,2			
5 h	23	29	0,00250	95,8	29	0,00250	95,8			
1 d	22	25	0,00118	83,0	25	0,00118	83,0			
4 d	22	20	0,00061	67,1	20,5	0,00061	68,7			
Huomautuksia:										

22rae toijala

3.2.2006

Tampereen teknillinen yliopisto Pohja- ja maarakenteiden laboratorio PL 600, 33101 Tampere		Tilaaaja: TOIJALAN KAUPUNKI Työnumero: 22 / 2006	
Tutkimus: Työkohte: <u>TOIJALAN SATAMA-ALUE</u> Kunta: <u>TOIJALA</u>			
Näytteen tunnus	a	b	c
Näyttenumero	_____	----	_____
paalu/km	KRP 3	KRP 3	
syvyys	3.15	7.0	
korkeustaso			
ottoaika			
Irtotiheys kuiva			
Irtotiheys märkä			
Kiintotiheys			
Vesipitoisuus %			
Polttohäviö			
Humuspitoisuus			
Humus NaOH			
Hienoainespitoisuus (-0.063)			
Routivuus, routim, routiva			
Kantavuusluokka			
Kapillaarisuus			
Maalajin nimi			
GEO SAVI SILTTI HIEKKA SORA KIVET			
<p>0.002 0.006 0.02 0.063 0.2 0.5 2 6 20 64</p> <p>100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0</p> <p>0.002 0.006 0.02 0.063 0.125 0.5 1 2 4 6 16 32 64 100</p> <p>RAEKOKO (mm)</p>			
Huomautuksia:			
Päiväys: 3.2.06	Tutki: Juha Leijokari Laboratoriomesitari	Tarkasti: Nuutti Vuorimies Tutkija, DI	