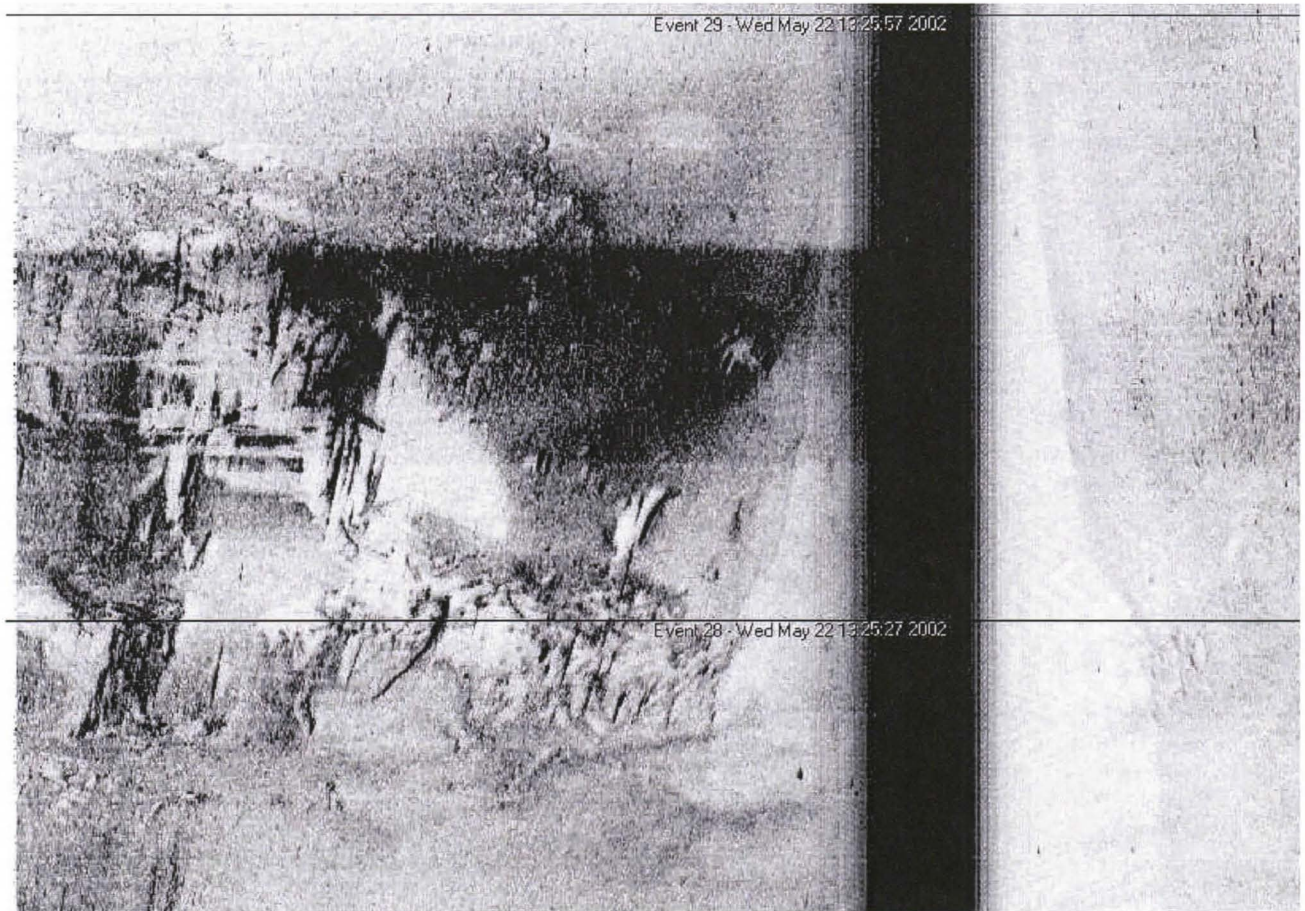


**TUNNETUN PIKISAAREN HYLYN LÄHIALUEEN AKUSTIS-SEISMINEN LUOTAUS  
TURUN SATAMAN SISÄÄNTULOVAIYLLÄ**



Jyrki Rantataro  
Geologian tutkimuskeskus  
Toukokuu 2002

## 1. Yleistä

Turun Sataman toimeksiantona tehtiin GTK:n tutkimusalue T/v Kaiulla merenpohjan akustis-seismiset luotaukset tunnetun Pikisaaren hylyn sijaintipaikalla Turun satamaan johtavalla väylällä. Hylyn lähialue luodattiin 5-10 m linjaväleihin pohjan pinnalla ja sedimenttiin painuneiden hylkosien selvittämiseksi. Työ liittyy Museoviraston Suomen merimuseon organisoimaan inventointiin, joka tehdään muinaismuistolain mukaisesti sataman ruoppaushankkeiden johdosta. Luotaustyössä oli mukana myös Museoviraston henkilöstöä, ja hylyn aluetta myös kuvattiin vedenalaiskameralla (GTK) ja VA-ROVIN videokameralla (Merimuseo). Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia hylyn kuntoa ja testata millä luotauslaitteilla voidaan tutkia ja kartoittaa osittain tai kokonaan sedimentin sisässä olevia hylkyjä. Luotausprofiileista pyrittiin tulkitsemaan sedimenttiin painuneet hylkosat, mikäli ne olivat käytetyillä luotausmenetelmillä erotettavissa. Nämä tutkimukset tehtiin viistokaikuluotaimella ja kaikuluotaimella (reittipisteiden 2-63 välit) sekä vedenalaiskuvauksella. Viistokaikuluotaimella saatiin täysi peitto tutkittavalle alueelle. Viistokaiku- ja kaikuluotausta tehtiin noin 4 linjakilometriä.

Hieman laajemmalla alueella tehtiin myös akustis-seisminen luotaus (reittipisteiden 100-123 välit), jonka tarkoituksena oli tutkia matalataajuisen luotaimen käyttömahdollisuuksia hylkykartoituksessa sekä samalla arvioida sedimenttikerroksien paksuuksia kyseisellä väyläalueella. Akustis-seismisten luotauksien tuloksena esitetään esimerkkeinä vesisyvyys sekä kovan pohjan ja kallio syvyys tämän harvan luotauslinjaston perusteella. Liitteenä on myös mallina geologisia poikkileikkauksia akustis-seismisten luotauksien tulokinnan perusteella. Akustis-seismistä ja samanaikaista kaikuluotausta tehtiin noin 5 linjakilometriä.

Tutkimuskalustona käytettiin pehmeisiin sedimentteihin tunkeutuvaa MD 28 kHz kaikuluotainta ja viistokaikuluotainta (Klein 595, 500 kHz anturilla). Viistokaikuluotaimella saadaan ilmavalokuvaa muistuttava kuva merenpohjasta aluksen kummaltakin sivulta, joten linjojen väliin jäävät alueet saadaan myös tarkasteltua. Alueella testattiin myös matalataajuisen (ELMA, 250-1000 Hz) akustis-seismisen luotausjärjestelmän (reflektioluotaus, syvyystarkkuus  $\pm 2$  m) soveltuvuutta kyseisen hylyn luotauksiin. Paikannus tapahtui peruskartta-koordinaatistossa DGPS-järjestelmällä, jonka tarkkuus on  $\pm 2$  m. Kaikki data kerättiin ja käsiteltiin digitaalisessa muodossa MeriData:n UASP ja MDDSS signaalinkäsittely- ja tiedonkeruu ohjelmilla sekä tulkinta/karttatulostus TOPOS-ohjelmalla.

Raportin liitteenä on luotausreittikartta sekä vesisyvyys-, kovan pohjan syvyys ja kallion syvyys kartta käyrästä 1: 2 000 mittakaavassa. Tulkintaan perustavat geologiset mallipoikkileikkaukset esitetään myös 1: 2 000 mittakaavassa. Kartat ja geologiset poikkileikkaukset ovat paperitulosteina sekä kartat myös digitaalisena MapInfo-muodossa ja poikkileikkaukset Excel-taulukkona. Kartat ja paikannus ovat peruskarttakoordinaatistossa.

Liitteet:	1.	Luotausajolinjat	1: 2 000
	2.	Eriteltyt kohteet	1: 1 000
	3.	Vesisyvyyskartta	1: 2 000
	4.	Kovan pohjan syvyys	1: 2 000
	5.	Kallion syvyys	1: 2 000
	6-7.	Geologiset mallipoikkileikkaukset	1: 2 000

Cd-rom levykkeellä kartat MapInfo-muodossa ja kuvat JPEG-muodossa.

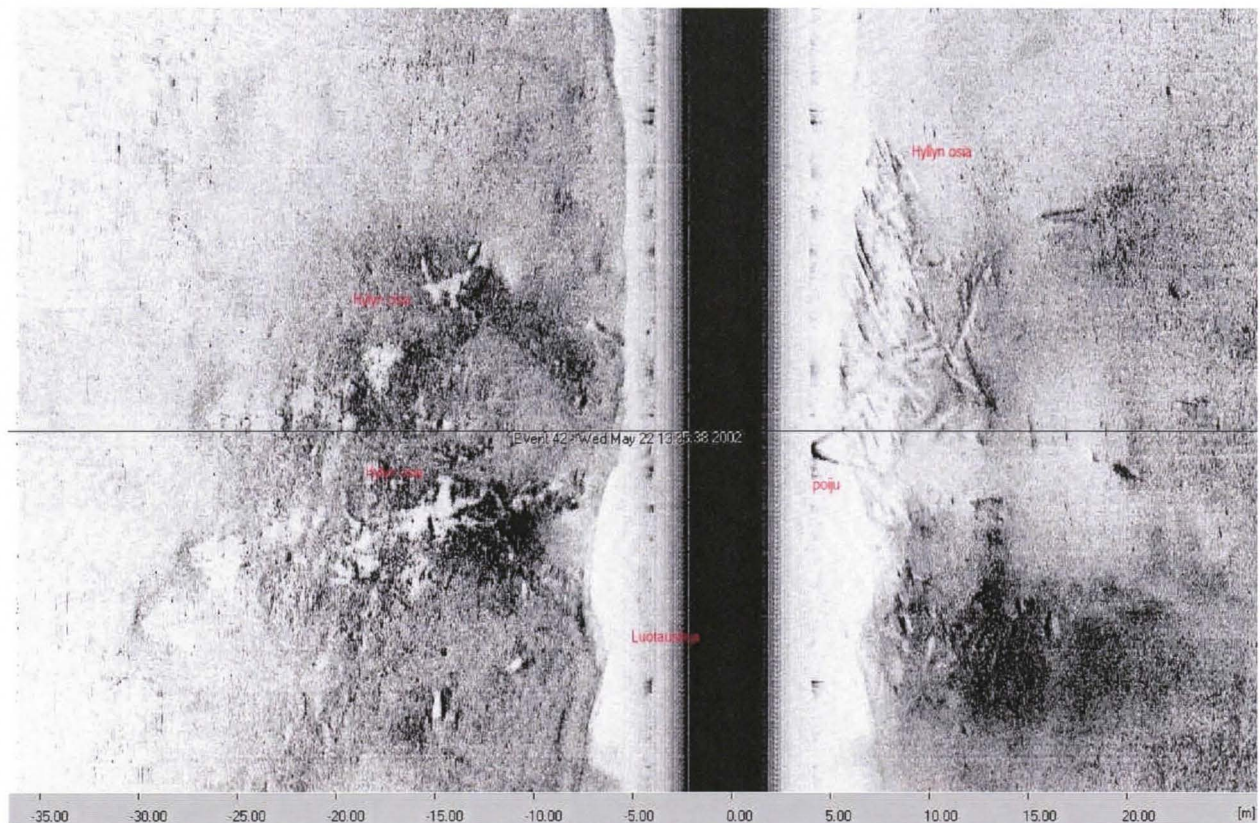
## 2. Tutkimustulokset

### 2.1. Viistokaiku- ja kaikuluotaukset

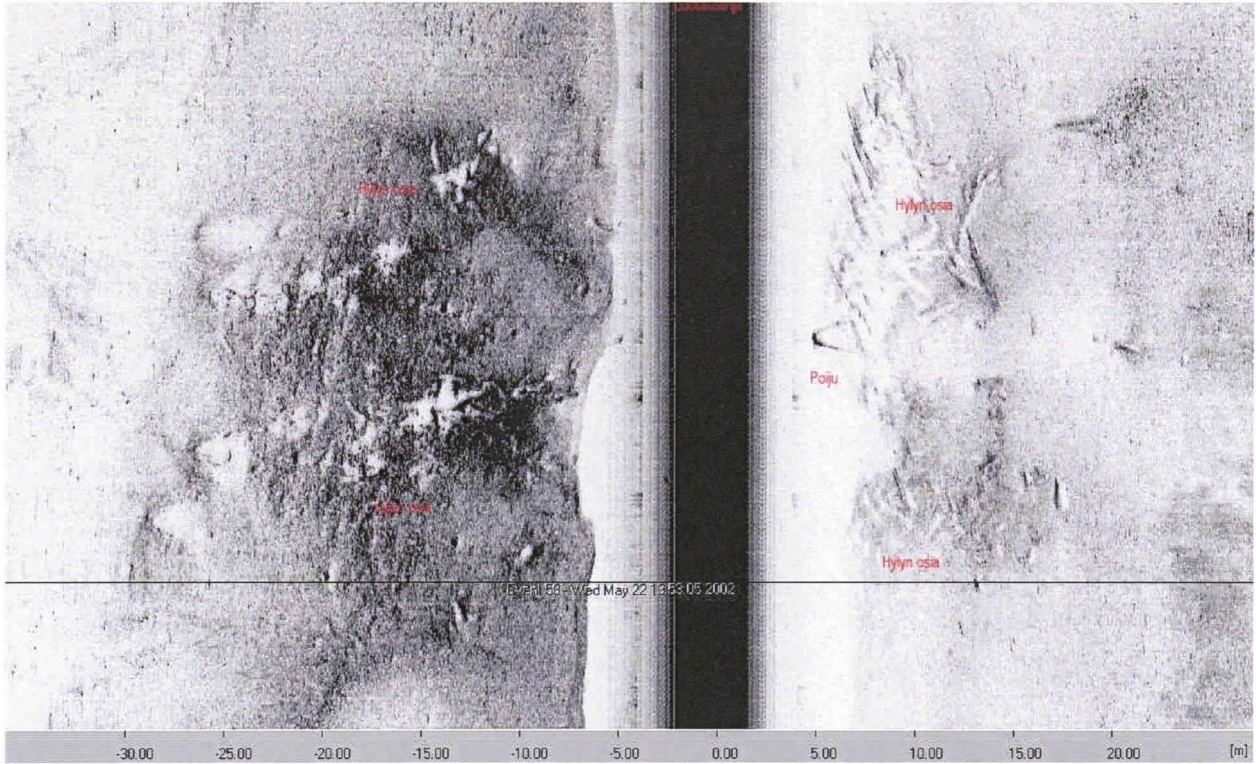
Viistokaikuluotaus ja samanaikainen kaikuluotaus on havaittu hyväksi menetelmäksi tehdä vedenpeittämällä alueilla erilaisten muinaisjäännösten kartoitusta samalla kun tehdään erilaisen vedenalaisrakentamiseen liittyviä teknisiä esiselvityksiä. Näillä kaikuluotauksilla voidaan tutkia pohjan pinnan rakennetta sekä pehmeiden sedimenttien (mm. savi, savilieju) paksuuksia mikäli maa-aineksen sisällä ei ole orgaanisen aineksen (esim. humus, kasvinjäänteet) hajoamisen tuloksena muodostunutta tunkeutumista haittaavaa kaasua.

Pikisaaren edustalla Turun satamaan johtavan väylän pohjoispuolella tiedettiin olevan hylky, jonka tutkiminen hyvin sameassa vedessä on osoittautunut sukeltajan työnä vaikeaksi. Alueella suoritettujen luotausten perusteella kohtalaisen korkeataajuinen (500 kHz) viistokaikuluotain osoittautui erittäin hyväksi menetelmäksi, sillä veden sameus ei haitannut tutkimustuloksia ollenkaan. Oletettavasti kuitenkin hyvin korkeataajuisen viistokaikuluotaimen (taajuus 1000 kHz luokkaa) käytölle kiintoainespitoinen samea vesi on ongelmallista.

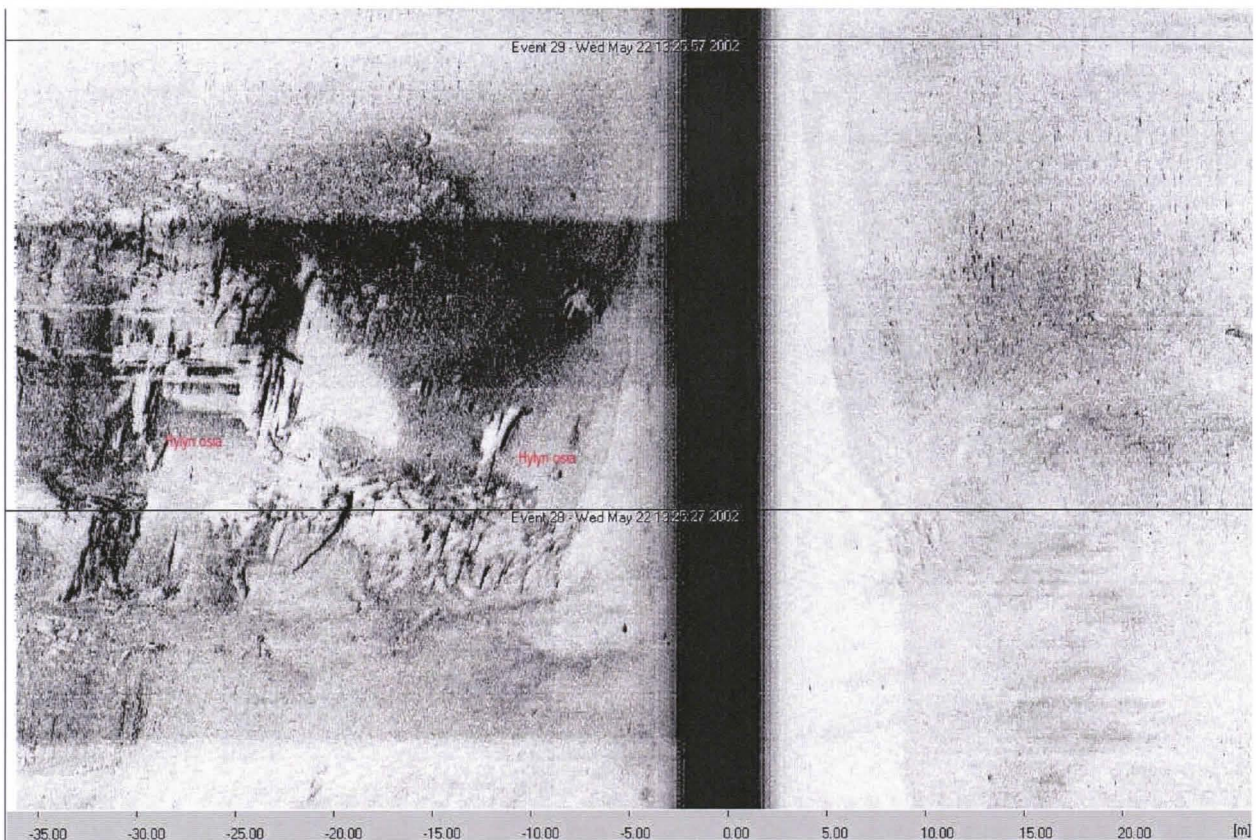
Tutkittu alue luodattiin keskimäärin 5-10 m linjavälillä (reittipisteet 2-63). Luotauslinjojen välimatka olisi voinut olla selvästi suurempi (esim. 25-50 m), sillä 500 kHz taajuisen viistokaikuluotaimen erottelu- ja sivulle näkemiskyky on tällaiselle etäisyydelle vielä riittävä. Tällainen kohtuullinen ”kantama” on tarpeen silloin kuin kartoitetaan ei tunnettujen hylkyjen/muinaisjäänteiden esiintymistä. Hyvin korkeataajuisella luotaimella ei tunnettujen kohteiden etsiminen vaatisi huomattavasti tiheämmän linjavälitön, sillä korkeampitaajuisen luotaimen kyky nähdä luotauslinjan sivuille, kantama, on merkittävästi lyhyempi.



Kuva 1. Pikisaaren tunnettu hylky viistokaikuluotaimen (500 kHz) kuvassa reittipisteen 42 kohdalla. Kuvassa nähdään hyllyn hajooneen osiin, mutta parrukasat ja yksittäiset parrut ovat erotettavissa. Ajosuunta alhaalta ylös (lounas-koillinen). Kuvan alalaidassa etäisyys metreinä luotauslinjan keskeltä kummallekin sivulle.

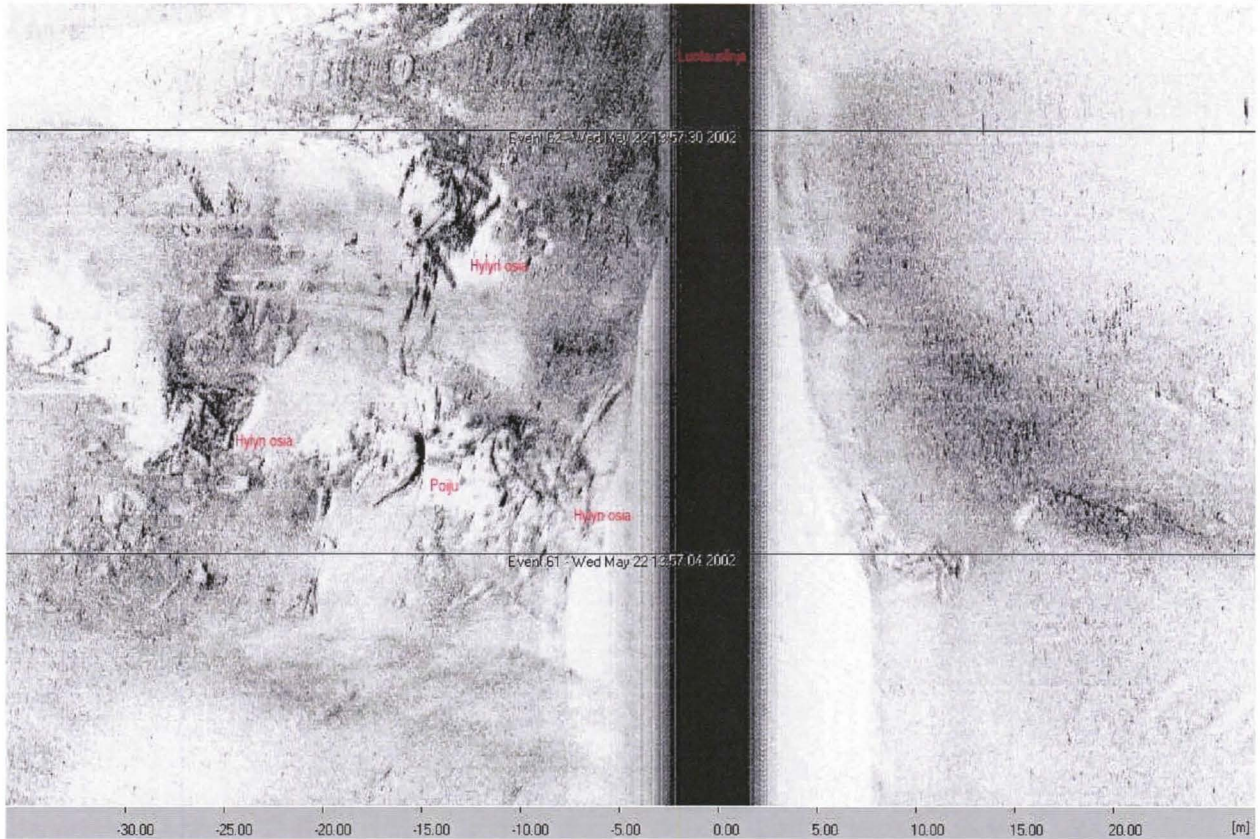


Kuva 2. Pikisaaren hylky reittipisteen 58 läheisyydessä viistokaikuluotaimen (500 kHz) kuvassa hieman eri kohdasta kuin kuva 1. Luotaussuunta alhaalta ylös (lounas-koillinen).

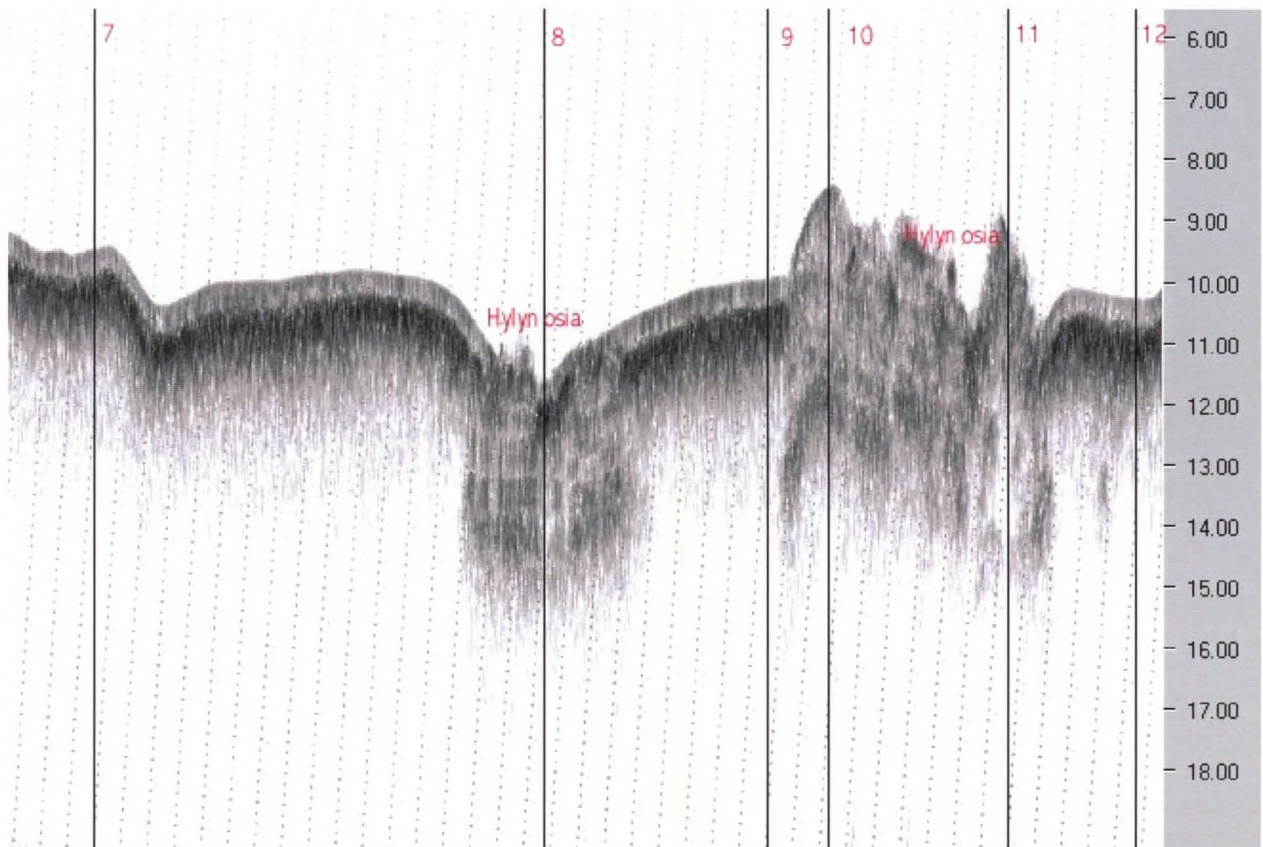


Kuva 3. Pikisaaren hylky reittipisteiden 28-29 välillä viistokaikuluotaimen (500 kHz) kuvassa. Luotauslinjan suunta alhaalta ylös (kaakko-luode).

Tunnetun hyllyn alue päätettiin ajaa sekä väylän suuntaisesti (lounas-koillinen) että kohtisuoraan sitä vastaan (kaakko-luode), jotta saataisiin mahdollisimman hyvä kuva aluksen tämänhetkisestä tilasta. Päätös oli onnistunut ja kuvissa 1-4 nähdään hyllyn osien olevan hajallaan merenpohjalle.

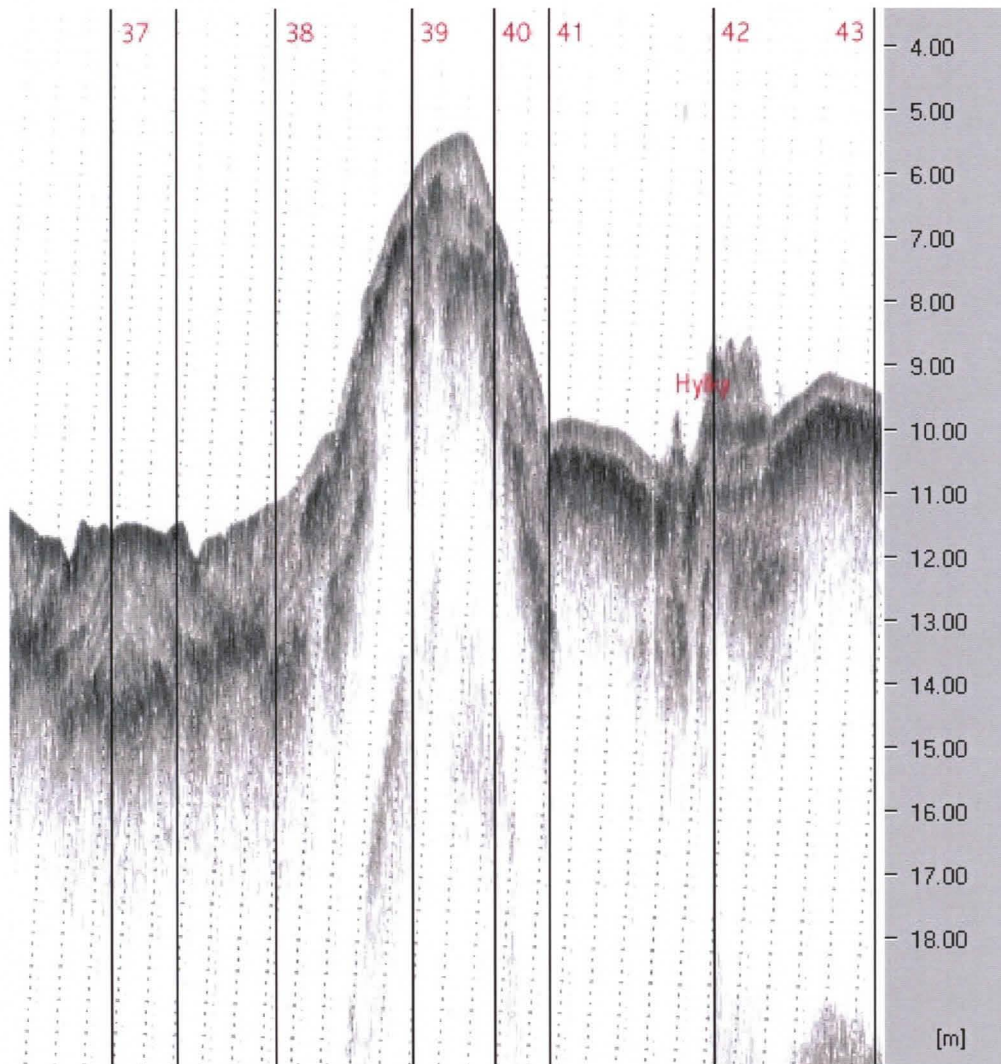


Kuva 4. Pikisaaren hylky reittipisteen 61-62 läheisyydessä viistokaikuluotaimen (500 kHz) kuvassa. Väyläpoiju näkyy osiin hajonneen hylyn keskellä. Luotaussuunta alhaalta ylös (kaakko-luode).



Kuva 5. Pikisaaren hylyn heijasteita reittipisteiden 8 ja 11 läheisyydessä MD28 kaikuluotaimen (28 kHz) kuvassa. Kuvassa nähdään myös viimeisen ruoppauksen jälkeen väyläalueen reuna-alueelle kerrostuneen 0.5 m paksu saviliejukerros pohjan vaaleampana yläosana. Kuvan vasemmassa laidassa syvyys metreinä.

Kaikuluotaustutkimukset tehtiin MeriData 28 kHz kaikuluotaimella, jolla on Suomen oloissa havaittu varsin hyvä tunkeutuminen ja erottelukyky pehmeissä sedimenteissä. Tunnetun hyllyn alueella tarkoituksena oli testata, miten sedimenttiin tunkeutuva kaikuluotaustutkimus soveltuu pehmeään sedimenttiin hautautuneiden hylkyjen/muinaisjäänteiden kartoitukseen. Tunnetun hyllyn päältä ja lähistöltä ajettiin useita kertoja. Tämän testin perusteella ei saatu täyttä varmuutta matalataajuisen kaikuluotaimen soveltuvuudesta, sillä alue on liian ihmisen toiminnan ”työstämä”, joten hyllystä ja sen saveen hautautuneista osista saatavat heijasteet sekoittuvat mm. ruoppausrakenteiden, väyläpoijun ja poijupainon aiheuttamiin heijasteisiin. Kuvissa 5 ja 6 nähdään kuitenkin joitain kaikuluotaimella erottuvia ilmeisesti hyllyn parrujen heijasteita.

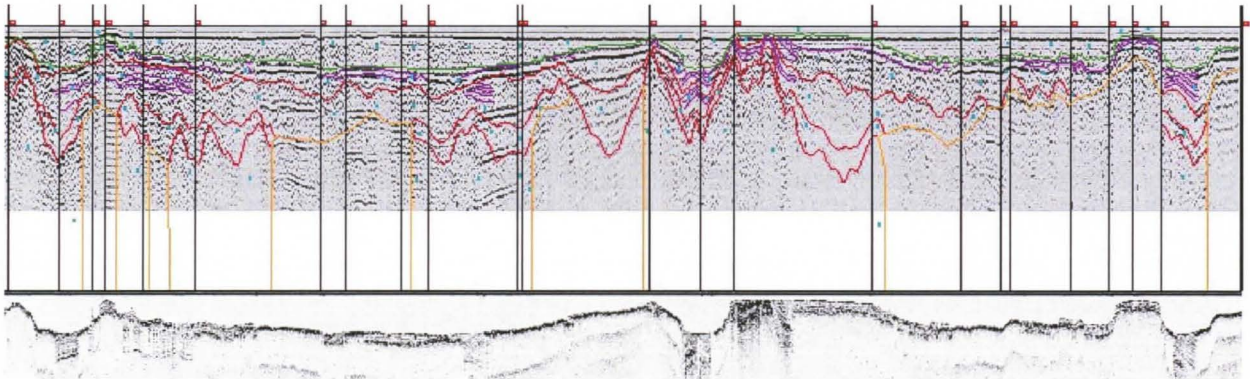


Kuva 6. Pikisaaren hyllyn heijasteita reittipisteen 42 läheisyydessä MD28 kaikuluotaimen (28 kHz) kuvassa. Vastaavasta kohtaa on kuvassa 1 viistokaikuluotaimen näkymä hyllystä.

## 2.2. Akustis-seismiset luotaukset

Akustis-seismiset luotaukset tehtiin reittipisteiden 100-123 välillä reflektioseismisellä 1-kanavaisella ELMA-äänilähteellä ja MD28 kaikuluotaimella. Luotaustutkimukset onnistuivat kohtalaisen hyvin, ja alueelta saatiin geologiset poikkileikkaukset (liitteet 6-?). Hylky/muinaisjäänteiden kartoitukseen seisminen luotaus ainakaan tämän hyllyn kohdalla ei soveltunut, kuten etukäteen arveltiin, sillä menetelmä on erottelukyvyltään ( $\pm 2$  m) karkea ja lahonnen puun ja saven/saviliejun akustiset ominaisuudet ovat kohtalaisen lähellä toisiaan. Alueen geologiseen tutkimukseen akustis-seisminen reflektioluotaus sensijaan soveltuu hyvin (kuva 7), ja harvan luotauslinjaston kaiku- ja seismisen luotauksen tulkinnan pohjalta

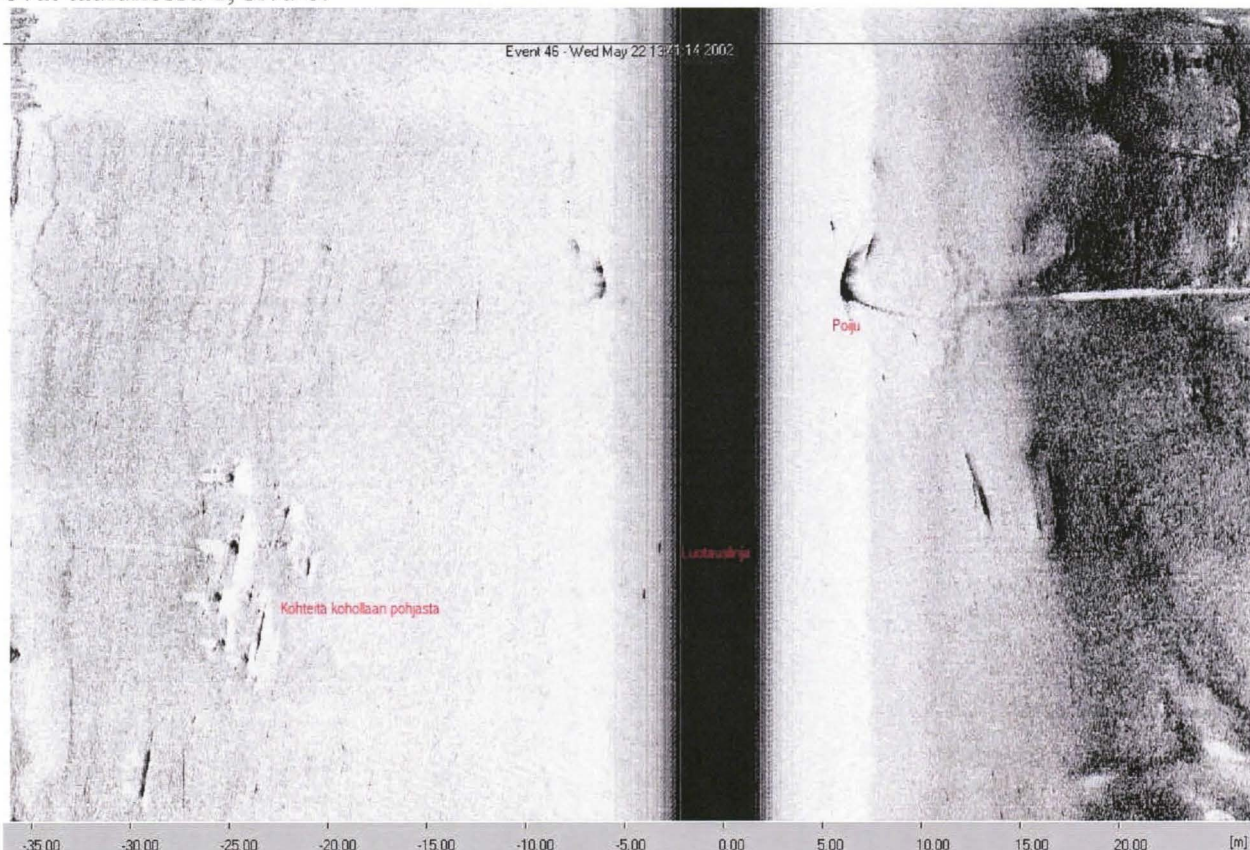
muodostettiin esimerkiksi vesisyvyys, kovanpohjan syvyys ja kallion syvyys käyrästökartat (Liitteet 3-5).



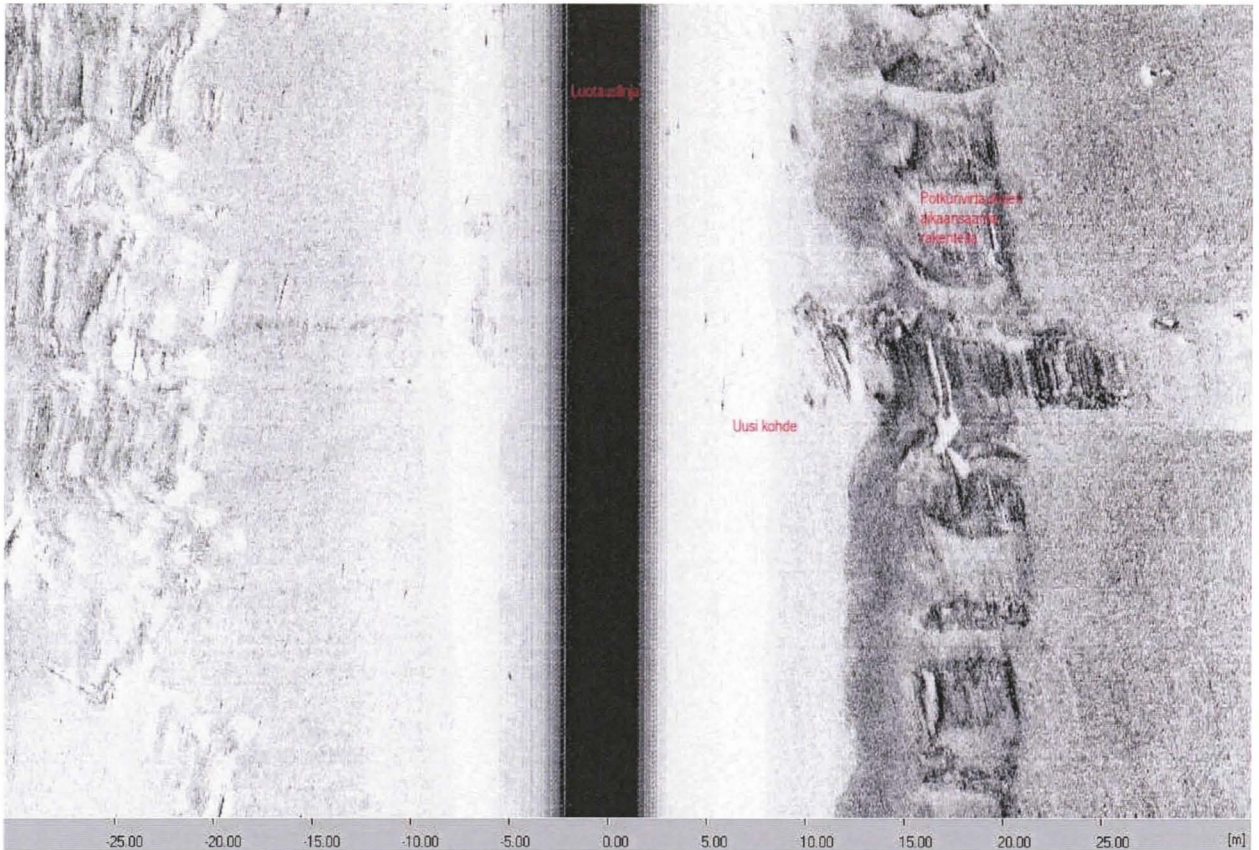
Kuva 7. Pikisaaren hylin väyläalueelta reittipisteiden 101-123 välitä esimerkkipiirros akustis-seismisestä luotausprofiilista, jonka päälle on tulkittu maalajirajat. Ylempi profiili on reflektiioseismisen luotaimen (ELMA, 200-1000 Hz) ja alempi MD28 kHz kaikuluotaimen profiili. Kuvasta nähdään miten kaikuluotaimen läpäisemätön sedimentti voidaan monin paikoin tutkia matalataajuisella seismisellä laitteistolla. Varsinaiset geologiset poikkileikkaukset liitteissä.

### 2.3. Muita havaittuja kohteita luodatuilla alueella

Pikisaaren alueen luotauksissa havaittiin viistokaikuluotaimen aineistossa myös kaksi muuta mielenkiintoista kohdetta. Kuvassa 8 on alue (kooltaan luokkaa 10 x 10 m), jossa on 5-6 kpl pohjan pinnasta ylöspäin olevia kohteita (tynnyreitä, paaluja ?), joita ei kuitenkaan voi tästä aineistosta tunnistaa. Kuvissa 9 ja 10 näkyy väyläalueella sen eteläreunalla joku rakennelma/pieni hylky 8 (koko luokkaa 5 x 5 m). Näiden kohteiden peruskarttakoordinaatit ovat taulukossa 1, sivu 8.



Kuva 8. Pikisaaren hylin väyläalueelta havaittuja pohjan pinnasta kohollaan olvia kohteita 5-6-kpl, viistokaikuluotain (500 kHz).



Kuva 9. Pikisaaren hylän väyläalueen eteläosassa havaittu uusi kohde viistokaikuluotaimen (500 kHz) kuvassa. Kohde sijaitsee reittipisteiden 49 ja 50 puolivälissä. Luotaussuunta alhaalta ylös (koillinen-lounas).



Kuva 10. Pikisaaren hylän väyläalueen eteläosassa havaittu uusi kohde viistokaikuluotaimen (500 kHz) kuvassa. Kohde nähtynä ennen reittipistettä 47 nähtynä. Luotaussuunta alhaalta ylös (lounas-koillinen). Kohteen oikealla puolella näyttäisi olevan jonkinlainen raahautumis-/valumisjälki. Alusten potkurivirtauksien aikaansaamat "aallonmerkit" näkyvät myös hyvin.

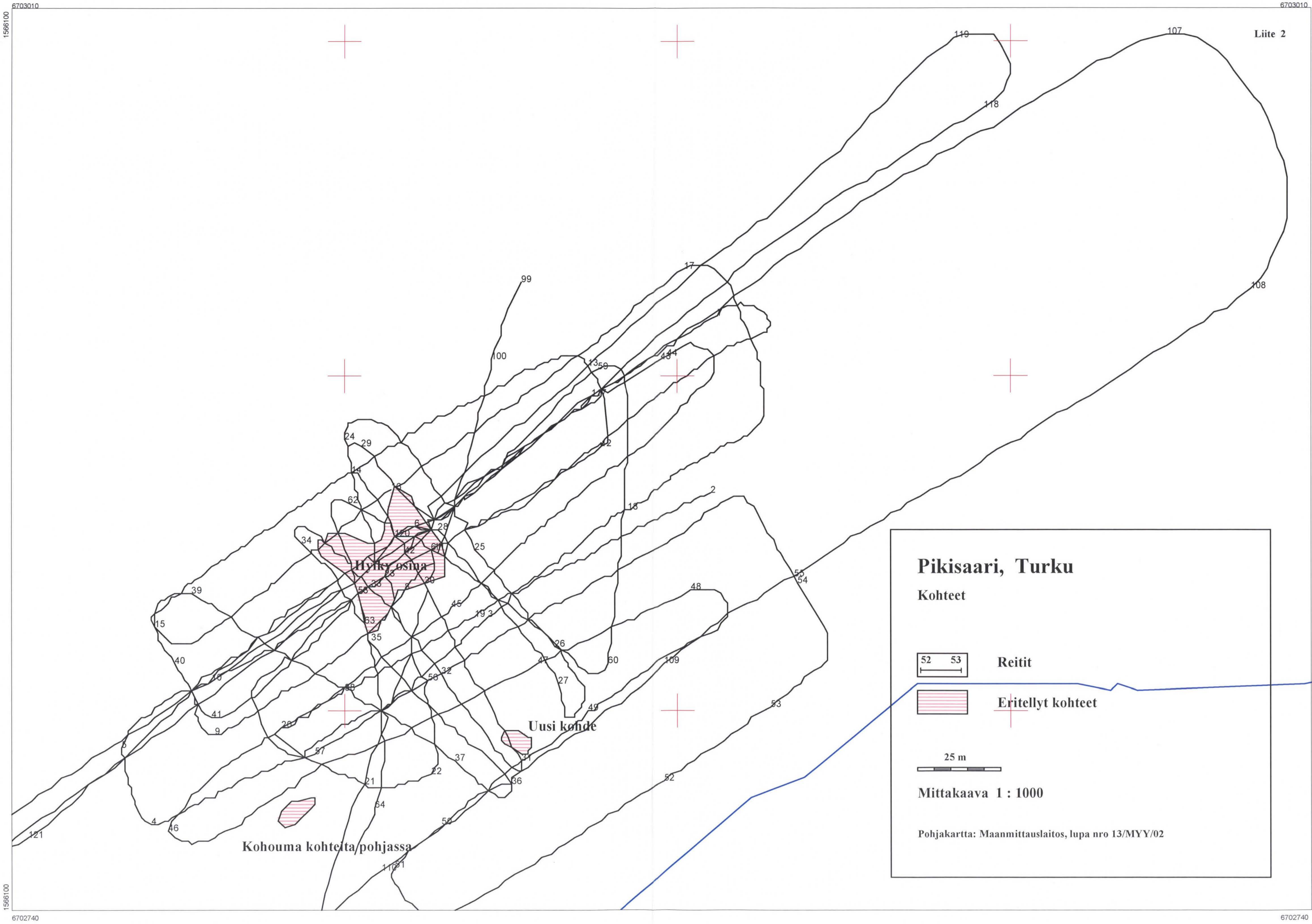


**Taulukko 1: Kohdeluettelo Pikisaaren luodatulta väyläalueelta:**

<u>Kohde-tyyppi</u>	<u>Karttalehti</u>	<u>x-koordinaatti</u>	<u>y-koordinaatti</u>
Pikisaaren hylky	1043 09	6 702 833	1 544 749
Uusi kohde	1043 09	6 702 790	1 566 250
Kohouma-alue	1043 09	6 702 770	1 566 185

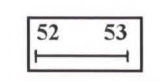
**3. Yhteenveto**

Akustis-seismisen luotaustutkimuksien ja laitteistotestausten perusteella näyttää siltä, että tuntemattomien hylkyjen/muinaisjäänteiden etsintään ja kartoitukseen soveltuu parhaiten kohtalaisen korkeataajuinen viistokaikuluotain (taajuus noin 500 kHz) ja samanaikaisesti käytettävä pehmeään (savi, liejusavi) sedimenttiin tunkeutuva matalataajuinen sedimenttikaikuluotain (taajuus noin 30 kHz). Pikisaaren hyllyn kohdalla ei kaikuluotaimen soveltuvuutta saatu täysin testattua, sillä alueen ”työstetty” ympäristö vaikeutti tulkintaa hyvin paljon. Akustis-seisminen reflektioluotaus vaikuttaa testin perusteella puisten pienten kohteiden kannalta liian järeältä ja erottelukyvyltään riittämättömältä menetelmältä. Jos hylky/muinaisjäännöksiä kartoitusta tehdään vedenalaisen rakentamisen lähtökohdasta, niin silloin näiden kaikkien menetelmien käyttö samalla kertaa on kuitenkin perusteltua, sillä akustis-seismisen ja matalataajuisen kaikuluotaimen aineistojen perusteella saadaan arvokasta tietoa mm. vesisyvyydestä, kovan pohjan syvyydestä ja kallion pinnan syvyydestä jo rakentamisen esisuunnitteluvaiheessa kohtalaisen alhaisin kustannuksin, ja ohjata kalliit kairaukset yms. tutkimukset varsinaisille ongelma-alueille.



### Pikisaari, Turku

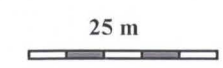
Kohteet



Reitit



Eriteltyt kohteet



Mittakaava 1 : 1000

Pohjakartta: Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/02

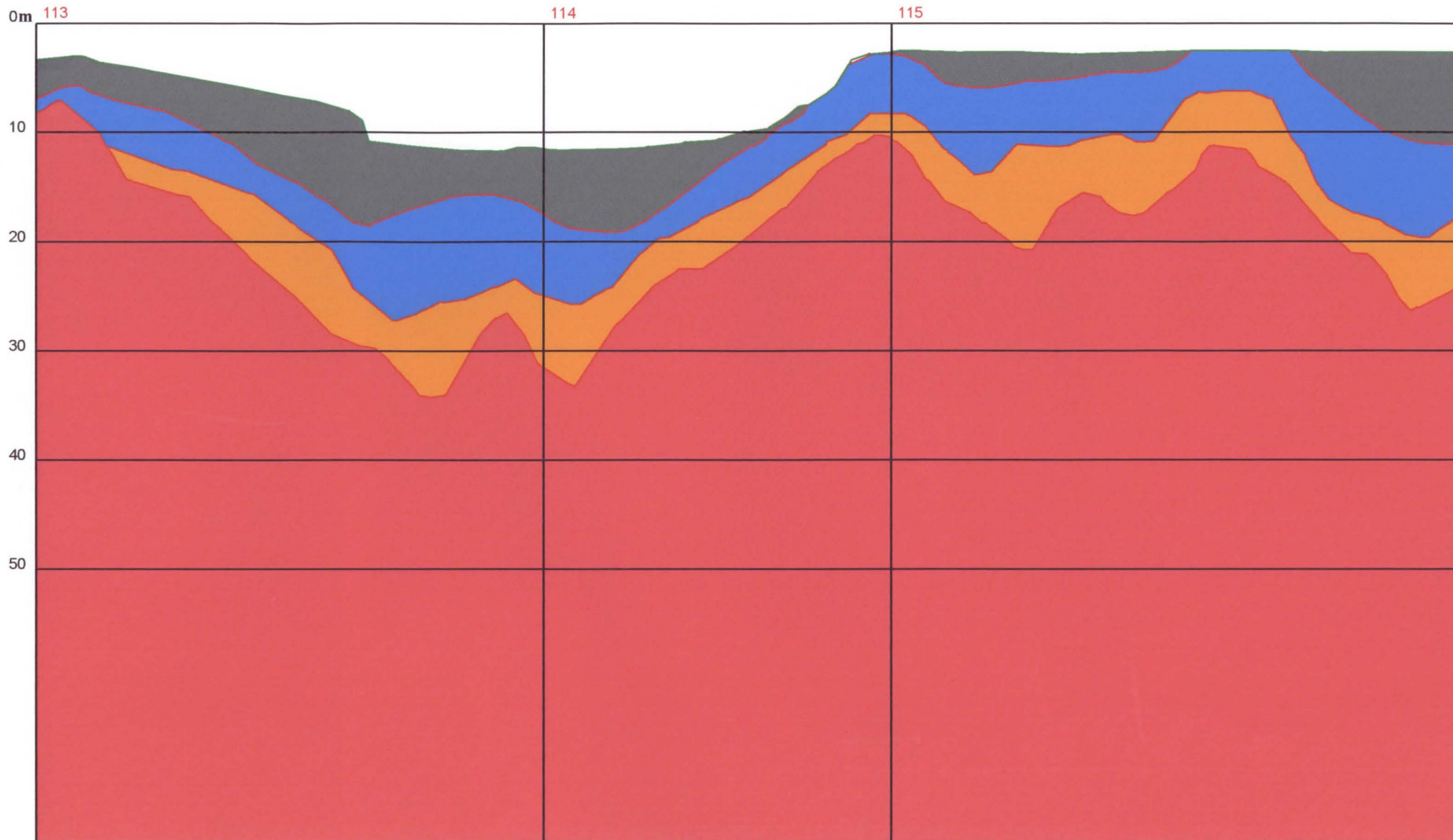
Kohouma kohteita/pohjassa

Uusi kohde

Hylky osina

# Geologinen poikkileikkaus

Mittakaava 1: 2 000



116

117

118

