

# **Vedenpohjan luotaus arkeologisen inventoinnin osana**

Museovirasto 2020



**Museovirasto**

## Sisällys

Taustaa.....	3
Luotausten toteuttamisesta yleisesti.....	4
Viistokaikuluotaaminen .....	5
Monikeilainluotaaminen.....	6
Luotausaineiston analysointi .....	6
Raportointi .....	7
Luotaamisen rajoitteita.....	7
Jatkotoimenpiteet.....	8

## Taustaa

Hankkeita, joiden valmisteluun voi liittyä vedenalaisinventoinnin tarve, ovat

- ruoppaukset
- läjitykset
- täytöt
- uudet satamat ja satamien laajennukset
- uudet väylät ja väylämuutokset
- rantojen muokkaukset
- siltojen rakentaminen
- putkien ja kaapeleiden asentaminen
- maa-aineksen otto
- merituulivoimalat
- muut vedenpohjaa muuttavat työt mukaan lukien vesirakentamiseen johtavat kaa-voitushankkeet.

Museovirasto arvioi inventoinnin tarpeen ja antaa hankkeista lausuntonsa perustuen pääasiassa

- muinaismuistolakiin (295/1963)
- maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999)
- ympäristövaikutusten arvioinnista annettuun lakiin (252/2017).

Ranta-alueita sisältävien kaavahankkeiden yhteydessä alueellinen vastuumuseo arvioi inventoinnin tarpeen. Tietoa vastuumuseoista on osoitteessa <https://www.museovirasto.fi/fi/kulttuuriymparisto/kulttuuriymparistopalvelut-tehtavat-ja-yhteistyö/alueelliset-vas-tuumuseot-niiden-tehtavat-ja-toimialueet>

Muinaismuistolain rauhoittamia vedenalaisia muinaisjäännöksiä ovat sellaiset laivan ja veneen hylät ja hylän osat, joiden voidaan olettaa olleen uponneena yli sadan vuoden ajan. Myös muut historialliset käytöstä jääneet rakenteet, kuten vanhat laituri- ja satamarakenteet sekä teollisuus- ja puolustushistorialliset jäännökset, voivat olla muinaisjäännöksiä. Muita kuin muinaismuistolain rauhoittamia kulttuuriperintökohteita ovat mm. toisen maailmansodan tapahtumiin liittyvät hylät ja muut alle sata vuotta sitten uponneet hylät. Tietoa arkeologisista kohdetyypeistä on Arkeologisen kulttuuriperinnön oppaassa <http://akp.nba.fi/>

Inventoinnin tavoitteena on paikantaa vedenalaiset muinaisjäännökset ja kulttuuriperintökohteet, jotta voidaan arvioida, vaikuttaako hanke vedenalaiseen kulttuuriperintöön. Inventoinnissa määritetään sijainnin lisäksi havaittujen kohteiden rajaukset sekä mahdollisuuksien mukaan se, millaisesta kohdetyypistä on kyse. Tietoja arkeologisten inventointien ja muiden kenttätöiden hyvistä käytännöistä löytyy Suomen arkeologisten kenttätöiden laatuohjeesta [https://www.museovirasto.fi/uploads/Kulttuuriymparisto/arkeologisten\\_kenttatoiden\\_laatuohje\\_2020.pdf](https://www.museovirasto.fi/uploads/Kulttuuriymparisto/arkeologisten_kenttatoiden_laatuohje_2020.pdf)

Inventointeja tekevät meriarkeologisia palveluja tarjoavat yritykset. Meriarkeologisia palveluja tarjoavien yritysten yhteystietoja löytyy Museoviraston verkkosivuilta <https://www.museovirasto.fi/fi/kulttuuriymparisto/arkeologinen-kulttuuriperinto/arkeologisen-kulttuuriperinnon-tutkimus/arkeologisten-kenttatoiden-tilaaminen>

## Luotausten toteuttamisesta yleisesti

Viistokaikuluotaaminen on usein sopivin keino laajempien alueiden luotettavaan kartoittamiseen. Myös monikeilainluotaamista voi hyödyntää inventoinnissa. On suositeltavaa yhdistää näitä luotaustapoja, mikäli se on mahdollista. Sukeltamalla ei voida kartoittaa laajoja alueita kattavasti ja kustannustehokkaasti.

Vähintään luotausaineiston tulkinnassa ja raportoinnissa tulee olla mukana meriarkeologi. On suositeltavaa, että meriarkeologi osallistuu myös luotauksen suunnitteluun, vaikka itse luotaus toteutettaisiin ilman meriarkeologia

Luotausaineisto, joka on tuotettu muuta tarkoitusta varten, ei välttämättä sovellu arkeologiseen tulkintaan ja vedenalaisten muinaisjäännösten ja kulttuuriperintökohteiden havaitsemiseen. Kohteet voivat olla vaikeasti havaittavia ja tunnistettavia pohjasedimenttiin painuneita rakenteita. Jos muuhun tarkoitukseen tuotettua luotausaineistoa hyödynnetään, on meriarkeologin ensin arvioitava aineiston soveltuvuus arkeologiseen tulkintaan.

Koska luotaustekniikka kehittyy nopeasti ja inventoitavat ympäristöt ovat erilaisia, ei ole tarkoituksenmukaista antaa yksityiskohtaisia ohjeita luotausvälineistä tai -menettelyistä. On kuitenkin tärkeää, että luotausaineisto on korkeatasoista ja se on tuotettu parhaalla mahdollisella tavalla huomioiden inventoitavan alueen olosuhteet.

Aineistosta täytyy voida havaita erilliset objektit, jotka ovat kooltaan noin 0,5 x 0,5 metriä. Esimerkkinä voidaan mainita puurunkoisista hylyistä irronneet rakenneosat, ankkurit sekä pohjasta esiin pistävät paalurivit. Havaittujen kohteiden sijainnit on määritettävä vähintään kahden metrin tarkkuudella tai siten, että kohteet voidaan vaikeuksitta paikantaa sukeltamalla tai vedenalaiskameralla tehtävää visuaalista tarkastusta varten.

Luotaus suoritetaan siten, että koko hankealue tulee kattavasti kartoitetuksi. Myös ne varsinaisen hankkeen ulkopuolella olevat alueet on kartoitettava, joilla tullaan esimerkiksi ankkuroimaan rakennustyössä käytettäviä aluksia, ruoppauslauttoja tai koneita.

Luotaustyö on syytä pyrkiä ajoittamaan sään kannalta suotuisaan ajankohtaan. Luotaustulosta heikentää luotauksen tekeminen voimakkaassa tuulessa. Luotauksessa käytettävän aluksen tasainen hidas vauhti antaa parhaan tuloksen.

Putken- ja kaapelinlaskuhankkeissa kartoituksen on katettava noin 50 metrin levyinen alue linjauksen molemmin puolin tai vähintään siten, että jos kartoituksessa havaitaan vedenalaiskohde, on mahdollista suunnitella reitti uudestaan kohteen kiertämiseksi.

**Aineistosta täytyy voida havaita objektit,  
jotka ovat kooltaan 0,5 x 0,5 metriä.**

## Viistokaikuluotaaminen

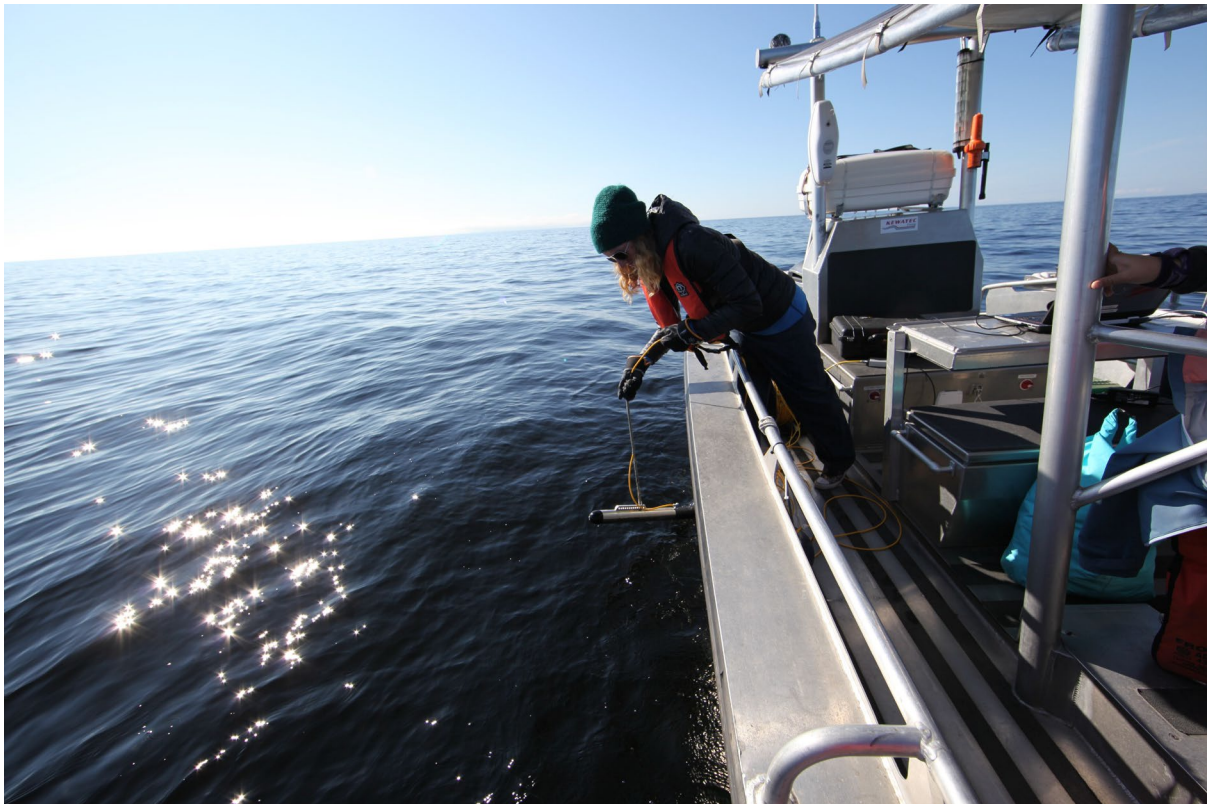
Ajolinjojen säännöllisyys on tärkeää. Luotainta kuljettavan aluksen käännökset tehdään inventoitavan hankealueen ulkopuolella, koska käännöksissä luotauskuva vääristyy ja kuvan tulkittavuus kärsii.

Jotta katvealueita ei synny, ajolinjat ja kaistaleveydet on suunniteltava siten, että ajolinjojen välinen etäisyys on pienempi kuin kaistanleveys eli kaikkien kaistojen tulisi olla osittain päällekkäisiä.

Myös kaistanleveys vaikuttaa aineiston tarkkuuteen eri laitteiden ominaisuuksista riippuen. Kokemuksesta tiedetään, että kun esim. 400 kHz:n viistokaikuluotauksessa on käytetty yli sadan metrin levyistä kaistaa (esim. 2 x 200 m), aineistosta ei pystytä havaitsemaan pienempiä kohteita ja arkeologinen tulkinta vaikeutuu tai tulee jopa mahdottomaksi. Kapea kaista, kuten 60 metriä tai vähemmän (2 x 60 m, 2 x 30 m), antaa tulkintakelpoisen tuloksen ja on siksi tarkoituksenmukainen. Kaistanleveys määritetään kuitenkin olosuhteiden sekä luotauslaitteen ominaisuuksien mukaan.

Alueilla, joissa pohjatopografia on kumpuileva, saattaa paikoitellen olla tarpeen vetää luotainta vähintään kahdesta suunnasta, jotta aineistoon ei synny katvealueita. Tämä tarve joudutaan usein arvioimaan vasta kentällä, minkä vuoksi meriarkeologin henkilökohtainen osallistuminen luotaukseen on perusteltua erityisesti tällaisissa ympäristöissä.

Jos luotaukseen tehdessä havaitaan kohde, jonka tulkinnasta on epävarmuutta, kohde tulee luodata tarkemmin vähintään kahdesta suunnasta tai tarvittaessa useasta suunnasta.



*Kuva 1. Viistokaikuluotainta lasketaan veteen Perämerellä Lahian matalikolla Museoviraston ja Metsähallituksen yhteisessä vedenalaisinventoinnissa 2018. Kuva: Riikka Tevali, Museovirasto.*

## Monikeilainluotaaminen

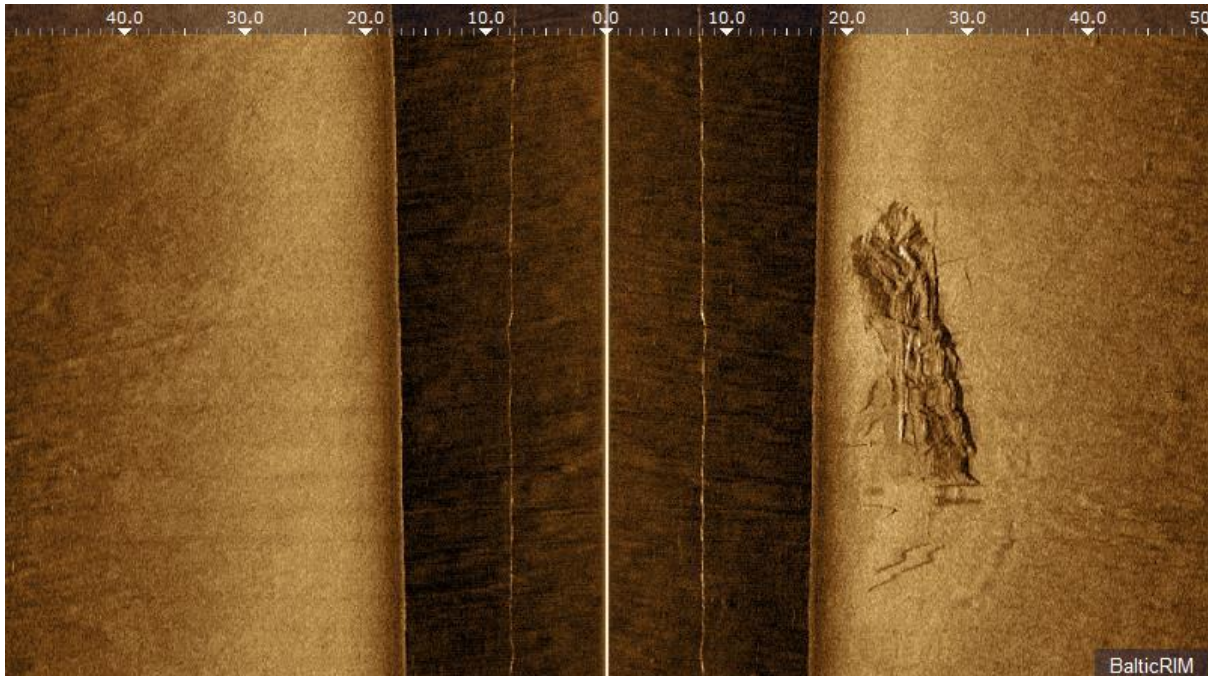
Monikeilainluotaamalla voidaan saada hyvin tarkkaa kolmiulotteista kuvaa pohjanmuodoista. Monikeilainluotaamista on mahdollista hyödyntää arkeologisessa vedenalaisinventoinnissa, kun huomioidaan luotausalueen syvyyden merkitys aineiston tarkkuuteen.

Pinnalta tehdyn mittauksen vesisyvyys voi olla vain noin 20 metriä. Näin pistetiheys pysyy riittävänä (noin 20 cm:n tiheys, 36 pistettä/neliometri). Jos monikeilainluotain on kiinnitetty ROV:iin, sen etäisyys pohjasta on syytä pitää alle 20 metrissä. Mitä lähemmäs kartoitettavaa pintaa/kohdetta päästään, sitä tarkempaa aineistoa saadaan. Meriarkeologi arvioi aineiston soveltuvuuden arkeologiseen tulkintaan.

## Luotausaineiston analysointi

Luotausaineiston analysoinnissa ja vedenalaisen kulttuuriperinnön kohteiden tunnistamisessa on käytettävä meriarkeologin asiantuntemusta. On käytävä läpi luotausaineiston muokkaamaton raakadata, ei pelkästään raakadatasta tuotettuja mosaiikkikuvia tai vastaavia (esimerkiksi luotaimen alle jäävää katvealuetta ei tule poistaa).

Luotausaineistossa havaitut anomaliat, jotka voivat olla muinaisjäännöksiä tai kulttuuriperintökohteita, on tarkistettava visuaalisesti arkeologin työnä joko sukeltamalla tai vedenalaiskameralla. Ainoastaan putken- ja kaapelinlaskuhankkeissa, joissa reitti suunnitellaan kiertämään kaikki kulttuuriperinnöksi arvioidut anomaliat riittävältä etäisyydeltä, visuaalinen tarkistus ei ole välttämätöntä.



*Kuva 2. Viistokaikuluotauskuva 2018 löytyneestä hyllystä Raaseporissa Jussaröstä etelään sijaitsevan Slätlandetin kaakkoispuolella. Kuva: Museovirasto.*

## Raportointi

Vedenalaisinventoinnin raportoinnissa sovelletaan Suomen arkeologisten kenttätöiden laatuhjetta. Inventointiraportin laatii meriarkeologi. Inventointiraportin liitteenä ja sen osana voi olla tekninen luotausraportti, jonka laatii luotauksen suorittaja. Tiedot luotauksen teknisistä valinnoista tulee sisällyttää raporttiin.

Luotaustyöstä on tärkeää antaa seuraavia tietoja:

- luotausvälineistön tekniset tiedot ja käyttötapa
- tieto muusta käytetystä välineistöstä
- luotauksen ajankohta ja kesto
- luotauksen suorittamisesta vastannut henkilö yhteystietoineen
- luotausaineiston analysoinnista vastannut henkilö yhteystietoineen
- listaus havaituista luonnonympäristöstä erottuvista anomaliaista sijainteineen siten, että mukaan liitetään luotainkuvasta otettu kuvakaappaus, jossa on mukana pohjoisnuoli.
  - Jos jokin havaituista kohteista tunnistetaan muinaisjäännösrekisterissä (ks. [www.kyppi.fi](http://www.kyppi.fi), arkeologiset kohteet) jo olevaksi kohteeksi, kohteen numero mainitaan.
- mosaiikkikuva tai peittoaluekartta ajoista/luodatun alueen sijainnista ja laajuudesta
- yleistasonen kartta, johon kaikki listatut anomaliat on merkitty
- tieto luotausta mahdollisesti vaikeuttaneista tai rajoittaneista olosuhteista ja niistä alueista, joita ei pystytty luotaamaan.

## Luotaamisen rajoitteita

Viistokaikuluotaus soveltuu huonosti alueille, joissa vesi on matalaa tai pohja on vahvasti viettävää, joissa on ruovikkoa tai muuta kasvillisuutta ja joissa on suuria korkeuseroja esimerkiksi kivilohkareiden takia. Luotainta on vaikea käyttää myös esimerkiksi venesatamissa, joissa on paljon poijupainoja ja muita rakenteita esteinä.

Monikeilainaineistosta voi olla vaikea tulkita, onko anomalia ihmisen tekemä rakenne vai geologinen muodostuma. Viistokaiku- ja monikeilainluotaaminen ei paljasta sellaisia rakenteita, jotka ovat hautautuneina kokonaan sedimentin sisälle. Talvella vesien ollessa jäätyneinä luotaamista ei voi toteuttaa.

Monesti inventointia on tehtävä myös muilla keinoilla, kuten sukeltamalla, sondaamalla, rantaviivan ympäristöä visuaalisesti tarkastelemalla tai kopteri- tai droonikuvauksin. Joskus voidaan käyttää magnetometriä tai sedimenttiin tunkeutuvaa luotainta. Inventoinnista vastaava meriarkeologi valitsee tarkoituksenmukaiset työtavat.

Inventointiraportin laatii meriarkeologi.

## Jatkotoimenpiteet

Kun raportti inventoinnista on valmistunut ja toimitettu Museovirastolle, havaitut kohteet vietään muinaisjäännösrekisteriin. Museovirasto arvioi inventointiraportin laatineen arkeologin arvioinnin pohjalta, ovatko kohteet muinaisjäännöksiä vai muita kohteita. Se myös arvioi, miten havaitut kohteet on huomioitava hankkeen jatkovalmistelussa ja toteutuksessa. Ranta-alueita sisältävien kaavoitushankkeiden yhteydessä näitä tehtäviä hoitaa alueellinen vastuumuseo.

Jos hankealueella on muinaisjäännös, jota ei voida säilyttää esimerkiksi hankesuunnitelmaa muuttamalla, sitä tulee muinaismuistolain mukaisesti tutkia riittävällä tavalla. Asiasta neuvotellaan ja sovitaan Museoviraston kanssa. Tutkimuksen avulla tieto muinaisjäännöksestä säilyy tutkimusraportissa eikä katoa peruuttamattomasti.



*Kuva 3. Viistokaikuluotainta vedetään Raaseporissa Jussarön ympäristössä 2018 Museoviraston ja Metsähallituksen yhteisessä vedenalaisinventoinnissa. Kuva: Jesse Jokinen, Museovirasto.*

Jos hankealueella on muinaisjäännös,  
se tulee tutkia asianmukaisesti.





**Museovirasto**