



# Pohjanlahden fladojen matalakuvaukset, syvyys- ja kasvillisuuskartoitukset

MARIA YLI-RENKO (TOIM.)





# Pohjanlahden fladojen matalakuvaukset, syvyys- ja kasvillisuuskartoitukset

**MARIA YLI-RENKO (TOIM.)**

**RAPORTEJA 9 | 2013**

**POHJANLAHDEN FLADOJEN MATALAKUVAUKSET,  
SYVYYS- JA KASVILLISUUSKARTOITUKSET**

**Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**Taitto: Päivi Lehtinen**  
**Kansikuva: Kunnottomanperukka, Himanka, kuva: Marja Hyvärinen**  
**Painopaikka: Kopijyvä Oy**

**ISBN 978-952-257-726-9 (PDF)**

**ISSN-L 2242-2846**

**ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-257-726-9**

**[www.ely-keskus.fi/julkaisut](http://www.ely-keskus.fi/julkaisut) | [www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)**

## Sisältö

<b>Esipuhe</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Johdanto</b> .....	<b>3</b>
1.1 Kasvillisuus ja eläimistö .....	3
1.2 Fladojen ja kluuvijärvien suojele .....	4
1.3 Tutkimuksen tausta ja tarkoitus .....	4
<b>3. Tutkimuskohteet</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Menetelmät</b> .....	<b>8</b>
4.1 Ilmakuvaukset .....	9
4.2 Kasvillisuusinventoinnit .....	9
4.3 Syvyyskartoitukset .....	10
4.4 Aineistojen yhdistäminen .....	11
<b>5. Tulokset ja niiden tarkastelu</b> .....	<b>13</b>
5.1 Ilmakuvaukset .....	13
5.2 Kasvillisuusinventoinnit .....	14
5.3 Syvyysmittaukset .....	20
5.4 Aineistojen yhdistäminen .....	20
<b>6. Yhteenveto</b> .....	<b>26</b>
6.1 Ilmakuvaukset .....	26
6.2 Syvyyskartoitukset .....	26
6.3 Aineistojen yhdistäminen .....	27
Lähteet .....	28
Kuvailulehdet .....	29

# Esipuhe

POLMU-hankkeen (2010–2012) tarkoituksena on ollut edistää Pohjanlahden VELMU-ohjelman mukaista vedenalaisen luonnon inventointia sekä lisätä tutkimusyhteistyötä viranomaisten ja tutkimuslaitosten välillä. Pohjanlahden fladojen matalakuvaukset, syvyys- ja kasvillisuuskartoitukset -raportti on syntynyt osana vuoden 2012 POLMU-hanketta ja raportin tarkoituksena on koota yhteen vuoden aikana hankkeessa saadut tulokset.

POLMU-hankkeessa on vakiintunut rakenne, jossa mukana on ollut vuosittain rahoituksen saajana 2–3 Pohjanlahden alueen Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskusta sekä vähintään yksi tutkimuslaitos. Vuonna 2012 Varsinais-Suomen ELY-keskus on vastannut suunnitelman toteutuksesta yhteistyössä Etelä-Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskusten sekä Turun yliopiston Maantieteen ja geologian laitoksen sekä Geodeettisen laitoksen kanssa. Hanketta on rahoittanut Ympäristöministeriö.

Fladoissa luontoarvot saattavat olla merkittäviä ja ne kuuluvat esimerkiksi ”Rannikon laguunit” Natura 2000-luontotyyppin alaryhmään. Tietoa fladoista tarvitaan, jotta näiden luontotyyppien suotuista suojelutase saadaa turvattua ja viranomaisilla on käytettävissä tietoa esimerkiksi ympäristövaikutusten arviointimenettelyjen (YVA) pohjaksi. Vuonna 2012 hankkeessa oli tarkoituksena arvioida ilmakehän, VELMU-ohjeistuksen mukaisten maastomenetelmien sekä kaikuluotauksiin perustuvien syvyyskartoitusten yhdistelmien soveltuvuutta fladojen kartoittamisessa.

POLMU-hankkeen toteutukseen ovat vuonna 2012 osallistuneet Tapio Suominen, Maria Yli-Renko, Leena Lehtomaa, Suvi Kiviluoto, Rami Laaksonen ja Tessa Mäki Varsinais-Suomen ELY-keskuksesta, Hans-Göran Lax, Jon Ögård ja Claes Björkholm Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksesta, Marja Hyvärinen ja Tupuna Kovanen Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksesta, Petteri Alho, Risto Kalliola, Milja Norja ja Matti Sahla Turun yliopiston Maantieteen ja geologian laitoksesta sekä Anttoni Jaakkola, Harri Kaartinen ja Juha Hyypä Geodeettisesta laitoksesta.

Turussa 13.12.2012

Maria Yli-Renko  
Suunnittelija, POLMU-hanke

# 1. Johdanto

Fladat ovat Itämeren maankohoamisrantojen erikoisuus. Ne ovat entisistä merenlahdista maankohoamisen seurauksena syntyneitä, pieniä, matalia ja selvästi rajautuneita vesialueita, joilla on vielä yhteys mereen (Sydänoja 2008; Airaksinen & Karttunen 2001). Fladojen suulla on selkeästi erotettavissa oleva vedenalainen kynnyksen, joka rajoittaa veden vaihtumista. Aikaa myöten fladojen yhteys mereen katkeaa ja niistä kehittyvät kluuvijärviä. Kehittyminen fladasta kluuviksi käsittää useita eri vaiheita. Prosessin aikana veden suolapitoisuus laskee vähitellen ja eliöstö vaihtuu makeaa vettä suosiviin lajeihin. Fladojen ja kluuvijärvien suolapitoisuus voi vaihdella hyvinkin paljon riippuen sademäärästä ja haihdunnasta sekä altaaseen myrskyjen ja talviaikaisen korkean veden takia tulvivasta merivedestä (Airaksinen & Karttunen 2001). Koska kluuvit sijaitsevat hieman merenpinnan yläpuolella, ne saavat ainoastaan satunnaisesti suolaista vettä ja niiden suurin ero järviin verrattuna onkin veden lievä suolaisuus (Munsterhjelm 1997).

Fladoja ja kluuveja esiintyy kaikkialla Suomen saaristoissa rannikkovyöhykkeillä (eniten sisäsaaristossa), mutta alueellisia eroja on havaittavissa. Esimerkiksi Suomenlahden rannikon, Saaristomeren ja Ahvenanmaan fladat poikkeavat Pohjanlahden fladoista, jotka ovat muodostuneet De Geer- ja Rogermoreeniselänteiden väliin tai matalille hiekkapohjaisille rannoille. Etelässä puolestaan yleisempiä ovat kallioiden rajaamat hieman syvemmät altaat (Rinkineva ja Molander 1997).

Fladoihin kohdistuu monia ihmistoiminnan käyttöpaineita, ja vapaa-ajan asutuksen levittäytyessä yhä ulommas saaristoon ovat näiden kohteiden luontoarvot entistä uhatuimpia. Fladojen luontaista kehitystä on muutettu muun muassa ruoppaamalla ja ylläpitämällä fladojen meriyhteyttä veneilyn ja loma-asutuksen tarpeisiin. Tämä vaikuttaa fladojen luonnontilaisuuteen muuttamalla vedenalaisen elinympäristön ominaisuuksia ja siinä elävien eliölaajien elineitoja.

Myös vilkkaalla vesiliikenteellä ja ranta-alueiden käytöllä on samanlaisia vaikutuksia (Lundberg ym. 2012). Mataluutensa, suojaisuutensa ja heikentyneen vedenvaihdon vuoksi fladat kärsivät myös herkästi rehevöitymisestä (Sydänoja 2008). Sellaisissa fladoissa, joihin ei pääse maa-alueilta ravinteita, kasvillisuus ja eläimistö ovat usein hyvin rikkaita.

## 1.1 Kasvillisuus ja eläimistö

Maankohoamisen vuoksi fladoissa on edustettuna morfologialtaan ja kasvillisuudeltaan erilaisia kehitysvaiheita, jotka edustavat ekologisesti tärkeitä sukessiovaiheita merenpohjan muuttuessa maaksi (Airaksinen & Karttunen 2001). Tämän lisäksi kasvillisuus vaihtuu usein vyöhykkeittäin suuosista perukkaa kohti. Fladojen rantoja peittää tavanomaisesti hyvin kehittynyt ruovikko ja keskusta on avointa vettä. Fladoille ominainen mataluus ja suojaisuus mahdollistavat runsaan uposkasvillisuuden ja niiden pohjia peittääkin yleensä runsas ja erikoislaatuinen makrofyttikasvillisuus, johon kuuluvat mm. punanäkinparta (*Chara tomentosa*) ja merinäkinruoho (*Najas marina*) (Airaksinen & Karttunen 2001). Lisäksi kasvillisuuteen kuuluu myös tavallisempia lajeja kuten ärvioita ja vitoja (Munsterhjelm 1997). Makrofyttikasvillisuus on myös kluuveissa runsasta, mutta makean veden lajit ovat näissä ympäristöissä veden alhaisemman suolapitoisuuden vuoksi yleisempiä kuin fladoissa (Munsterhjelm 1997). Kluuvivaiheen jälkeen allas muuttuu usein suoksi tai korveksi (Airaksinen & Karttunen 2001).

Uposkasvillisuuden suojassa viihtyy myös rikas eläimistö esimerkiksi planktoneläimiä ja hyönteisten nuoruusvaiheita, joita korkeammat trofiatasot käyttävät ravintonaan. Fladat ovatkin tärkeitä kutualueita ja nuoruusvaiheiden elinympäristöjä sammakoille ja kaloille. Lisäksi monet linnut pesivät ja ruokailevat fladoissa.

## 1.2 Fladojen ja kluuvijärvien suojelu

Natura 2000 on koko Euroopan yhteisön kattava ekologinen alueverkosto. Sen avulla pyritään turvaamaan yhteisön alueella uhanalaisten, harvinaisten tai alueelle luonteenomaisten lajien ja luontotyyppien säilyminen. Näiden yhteisön tärkeinä pitämien luontotyyppien, joiden suotuisa suojelutaso EU:n jäsenmaiden tulee turvata, suojelu perustuu luontodirektiiviin, jonka liitteessä I ne on lueteltu. Suomessa esiintyy yhteensä 69 Natura-luontotyyppiä, joista yksi on ”Rannikon laguunit”. Fladat ja kluuvit kuuluvat tämän luontotyypin alaryhmään.

Enintään 10 hehtaarin suuruiset luonnontilaiset fladat ja kluuvit on suojeltu myös vesilain 1 luvun 15 a §:n 1 momentin mukaan. Vesilaissa on kielletty kaikki toimenpiteet, jotka vaarantavat enintään 10 hehtaarin suuruisen fladan tai kluuvijärven luonnontilaisuuden. Vesilaissa ei kuitenkaan ole tarkemmin määritelty, mitä tarkoitetaan luonnontilaisella fladalla tai kluuvijärvellä. Fladojen kohdalla ei ole myöskään määritelty, mitä ovat ne mitattavissa olevat muuttujat, jotka erottavat vesilain suojelemat fladat lahdista. Kluuvijärvien kohdalla kuvailu on selkeämpi: kluuvijärvi on kuroutunut lopullisesti irti merestä, mutta on edelleen ajoittain yhteydessä mereen korkean veden aikana (Sydänoja 2008).

## 1.3 Tutkimuksen tausta ja tarkoitus

Pohjanlahden rannikkoalueella on muun muassa huomattavaa teollisuutta, energiantuotantoa, satamatoimintoja ja asutusta. Lisäksi Pohjanlahden rantoja rehevöittävät jokien tuomat ravinteet. Samaan aikaan alueella on merkittäviä ja valtakunnallisestikin huomattavia luontoarvoja ja -kohteita kuten Merenkurkun saariston maailmanperintöalue, Perämeren kansallispuisto sekä Selkämeren kansallispuiston kohteet. Huolimatta Pohjanlahden luonto- ja kulttuurikohteista sekä merialueeseen kohdistuvista paineista, vedenalaisesta luonnosta on Pohjanlahden rannikolla kerätty varsin vähän tietoa. Merialueella pätevät samat suunnittelun periaatteet kuin maalla. Kaavaa laadittaessa on tarpeellisessa määrin selvítettävä suunnitelman toteuttamisen ympäristövaikutukset, mukaan lukien yhdyskuntataloudelliset, sosiaaliset, kulttuuriset ja muut vaikutukset. Vedenalaisen luonnon osalta ei

ole käytettävissä sellaisia luonnonvarojen ja -arvojen inventointeja, jotka vastaisivat maa-alueella tehtyjä valtakunnallisia tai maakunnallisia selvityksiä.

Työ oli osa POLMU-hanketta ja sen tarkoituksena oli arvioida VELMU-ohjeistuksen (vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma) mukaisten maastomenetelmien, ilmakuvausten ja kulkuluotaukseen perustuvien syvyyskartoitusten yhdistelmien soveltuvuutta fladojen tutkimuksessa. Käytännön tietoa ja kokemusta vedenalaisten inventointien suorittamisesta tarvitaan, jotta Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksilla (jatkossa ELY-keskukset) olisi paremmat edellytykset ohjeistaa ja analysoida vedenalaiseen luontoon liittyviä tutkimuksia sidosryhmytyössään ja ympäristövaikutusten arviointien (YVA) yhteydessä.

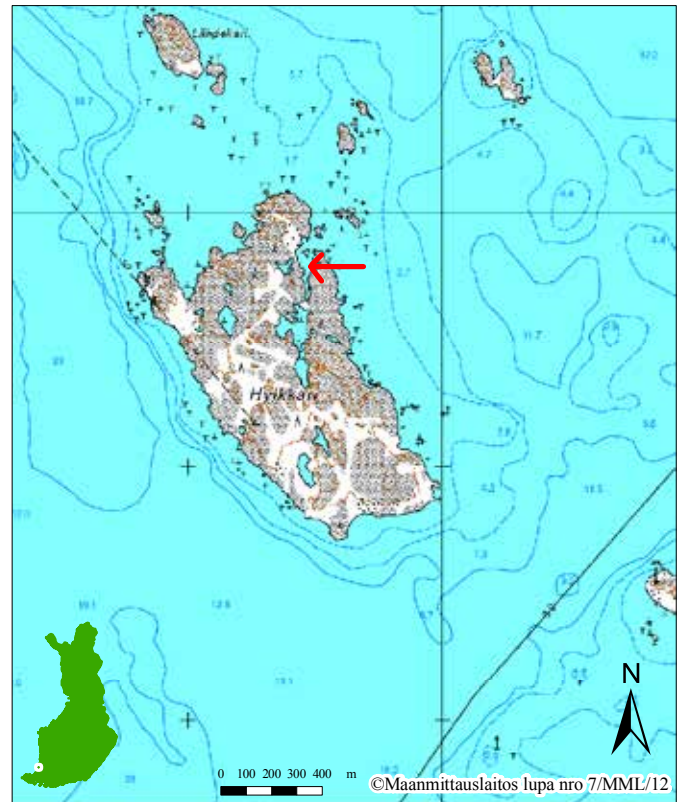


### 3. Tutkimuskohteet

Tutkimuskohteet sijaitsivat Uudenkaupungin ja Vaasan edustalla sekä Himangalla. Kohteet valittiin fladojen sijainnin, saavutettavuuden, koon ja oletettujen luonnonarvojen perusteella. Lisäksi yritettiin valita matalia kohteita, jotta ilmakuvaus onnistuisivat mahdollisimman hyvin.

#### Hylkkari, Varsinais-Suomi

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kohde sijaitsi Uudenkaupungin edustalla Hylkkarin saarella (kuva 1). Kohde muodosti kokonaisuuden, johon kuului kahden kluuvin ketju ja poukama. Luonnontilainen kohde ei siis ole määritelmän mukaan flada, mutta siinä on edustettuna pienellä alalla erilaisia ympäristöjä eli meren kallioranta, matala fladamainen lahti ja niistä irtikuroutuneet kluuvit. Flada rajoittui sen molemmilla sivuilla kallioihin tai kivikkoon. Kasvillisuuden määrä lisääntyi kohti fladan pohjukkaa, jossa oli pääasiassa ruohovartista kasvillisuutta. Kohteen vesipinta-ala oli 5,4 ha. Pohjukasta irtikuroutuneen kluuvijärven pinta-ala oli 2,5 ha ja sen vedenpinta oli tutkimusajankohtana hieman fladaa korkeammalla. Tämän seurauksena kluuvista virtasi vettä fladaan.



Kuva 1. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kohde sijaitsi Uudenkaupungin edustalla Hylkkarin saarella.

## Käringsund, Pohjanmaa

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen kohde sijaitsi Merenkurkun ulkosaaristossa, Valassaarten saariryhmässä (kuva 2), jossa maisemaa leimaavat kivikkoiset ja lohkareiset moreenit. Käringsundin flada oli kooltaan muita tutkittavia kohteita laajempi, noin 15 ha. Fladan pohjaa peitti kauttaaltaan rihmaleväkasvusto (*Vaucheria*), ja erityisesti rantojen läheisyydessä levää oli noussut lauttoina vedenpinnalle (kuva 3). Fladasta oli kapeahko yhteys mereen, mitä oli pidetty todennäköisesti keinotekoisesti auki.



Kuva 2. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen kohde sijaitsi Valassaarilla.



Kuva 3. Käringsundin fladoissa esiintyi runsaana rihmalevää (*Vaucheria*) ja erityisesti rantojen läheisyydessä levää oli noussut lauttoina vedenpinnalle. Kuva: Milja Norja

## Kunnottomanperukka, Pohjois-Pohjanmaa

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kohde sijaitsi mantereella Himangalla ja kooltaan se oli noin 2,34 ha (kuva 4). Kohde oli pitkä ja kapea ja sen pohjukassa oli erillinen kapean niemekkeen takainen lahdelma, johon johti fladasta kapeahko ja matala vesiyhteys. Tutkimusajankohtana kapeissa kynnykskohdissa vedenvirtaus oli huomattavan voimakasta. Flada oli matala ja erittäin kivikkoinen ja siellä oli runsaasti ve-

sikasvillisuutta, kuten lumpeita (*Nymphacea alba*) ja leveäosmankäämiä (*Thypa latifolia*). Fladaan laski oja, joka toi siihen tummaa turvepitoista vettä. Tämän seurauksena myös flada oli hyvin tummavetinen ja näkösyvyys oli fladan sisäosissa noin 0,1–0,2 metriä. Fladan suuaukkoa kohden vesi kirkastui vähitellen, ja näkösyvyys ulompana oli noin 0,2–0,5 metriä.



Kuva 4. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kohde sijaitsi Himangalla.

## 4. Menetelmät

### 4.1 Ilmakuvaukset

Fladojen ilmakuvauksessa käytettiin miehittämätöntä lentolaitetta eli UAV:ta (Unmanned Aerial Vehicle). Alustana toimi T-Rex 700E -sarjan radio-ohjattava helikopteri ja sen kyydissä oli 5.6. Hylkkarissa tehdyllä ensimmäisellä kuvauskerralla Nikonin D3200-järjestelmäkamera Samyangin 14 mm:n optiikalla ja myöhemmillä lennoilla 31.7.–2.8. (kaikki kohteet) Samsungin NX100-mikrojärjestelmäkamera 16 mm:n objektiivilla (kuva 5). Kuvauslennot suoritettiin manu-

aaliohjauksella noin 50–80 m korkeudella maanpinnasta ja lentojen kesto oli noin 10–15 minuuttia.

Kuvauslentojen jälkeen kuvista koostettiin ilmaisohjelmistolla (Microsoft Image Composite Editor) panoraamakuva. Kuvien georeferointi suoritettiin Quantum GIS -ohjelmistolla maastoon sijoitettujen ja paikannettujen signaalien avulla. Ilmakuva-aineisto saatiin ainoastaan Hylkkarista ja Käringsundista, sillä Kunnottomanperukassa UAV-helikopterin hallinta menetettiin liian suuren etäisyyden takia ja tuuli vei laitteen mukanaan.



Kuva 5. Ilmakuvauksissa käytettiin miehittämätöntä lentolaitetta eli UAV:ta. Kuva: Marja Hyvärinen

## 4.2 Kasvillisuusinventoinnit

Kasvillisuusinventoinnit tehtiin linjalaskentana, jossa inventointilinjat asetettiin kohtisuoraan suhteessa veden sisäänvirtausakseliin (kuva 6). Inventoitavat tutkimusalat sijaitsivat 10 metrin välein, ne olivat kooltaan neljän neliömetrin suuruisia (kaksi neliometriä linjan molemmin puolin) ja kulkivat poikittain tutkimuslinjan kulkusuuntaan nähden.



Kuva 6. Inventointilinjat asetettiin kohtisuoraan suhteessa veden sisäänvirtausakseliin (kuvassa nuoli esittää sisäänvirtausta).

Tutkimusruuduilta tehtiin seuraavat määritykset:

- Syvyys
- Pohjanlaatu (taulukko 1)
- Irtonaisen sedimentin määrä (taulukko 2)
- Makrofyttilajit ja niiden peittävyys
- Makrofyttikasvillisuuden keskimääräinen korkeus
- Kasvillisuuden päällä kasvavien rihmalevien peittävyysprosentti
- Pohjan tai kasvillisuuden päällä olevan irtonaisen makroleväkasvillisuuden määrä jaoteltuna monivuotisiin lajeihin ja rihmaleviin
- Mahdollisen rakkolevävyöhykkeen ylä- ja alarajat. Rakkolevän katsotaan muodostavan vyöhykkeen, jos sen peittoprosentti on yli 30 %
- Kasvualustaan kiinnittyneet eläinlajit
- Vieraslajihavainnot

Kasvillisuusinventoinnit tehtiin 31.7. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kohteella (Hylkkari). Inventointilinjojen paikkojen valinnassa käytettiin apuna kesäkuussa tehtyjä ilmakuvauksia. Tällöin kasvillisuus ei kuitenkaan ollut vielä kunnolla kehittynyt, joten kuvista oli hankala havaita vedenalaista kasvillisuutta. Kohteessa kartoitettiin yhteensä kahdeksan kasvillisuuslinjaa, joista viisi sijaitsi fladamaaisessa lahdessa ja kolme irtikouroutuneessa kluuvissa. Kohteen linjat olivat pituudeltaan 8,5–119 metriä ja ne inventoitiin snorklaten ja kahlaten. Hylkkarin inventointiruutujen sijainnit on esitetty kuvassa 11.

Kasvillisuusinventoinnit tehtiin 21.–22.8. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen kohteella (Käringsund). Inventointilinjojen sijainnit määriteltiin paikan päällä. Kohteessa kartoitettiin yhteensä seitsemän kasvillisuuslinjaa, jota olivat pituudeltaan 17–150 metriä. Inventoinnit tehtiin snorklaten tai kahlaten. Inventointiruutujen sijainnit on esitetty kuvissa 12 a ja b.

Kasvillisuusinventoinnit tehtiin 23.8. ja 27.8. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kohteella (Kunnotomanperukka). Inventointilinjojen sijainnit määriteltiin

Taulukko 1. Pohjanlaatu luokitus tehtiin VELMU-kartoitusten yhteydessä käytettävän luokituksen mukaan, joka perustuu Wentworthin (1922) luokitukseen.

Ø luokka [mm]	Pohjanlaatu
> 4000	Kallio
1200 - 4000	Iso lohkkare
600 - 1200	Pieni lohkkare
256 - 600	Iso kivi
64 - 256	Kivi
16 - 64	Pieni kivi
2 - 16	Sora
0,06 - 2	Hiekka
< 0,06	Siltti
< 0,06	Savi
< 0,06	Lieju/muta
	Turve
	Puun rungot/oksat
	Keinotekoinen kasvialusta

Taulukko 2. Kasvillisuusinventointien yhteydessä irtonaisen sedimentin määrä luokiteltiin taulukon mukaisesti.

Luokka	Määrä	Kuvas
0	Ei sedimentoitunutta ainesta	Pohjalla tai kasvillisuuden päällä ei ole sedimentoitunutta ainesta.
1	Vähän	Sedimentoitunut aines ei peitä kasvillisuutta, mutta pohjalla, erityisesti vaakasuorilla pinnoilla, voi kädellä aikaansaadulla virtauksella sedimenttiä havaita.
2	Kohtalaisesti	Sedimenttiä kohtalaisesti erityisesti vaakapinnoilla, mutta vesikasvillisuuden päällä tuskin havaittavasti.
3	Melko paljon	Sedimenttiä havaittavissa sekä pohjalla että vesikasvillisuuden päällä.
4	Runsaasti	Sedimenttiä pohjalla 0,5-1 cm paksuinen kerros ja se peittää matalakasvuisimmat levät siten, että lajien tunnistaminen edellyttää sedimentin poistamista käsin.
5	Erittäin runsaasti	Vaakapinnoilla yli 1 cm kerros sedimentoitunutta ainesta, joka peittää yleensä rihmalevät.

paikan päällä. Kohteessa kartoitettiin kahden päivän aikana yhteensä 11 linjaa, jotka olivat pituudeltaan 25–90 metriä. Koska näkösyvyys oli vedessä huono, inventoinnit tehtiin yhtä linjaa lukuun ottamatta haran kanssa kahlaten. Inventointiruutujen sijainnit on esitetty kuvassa 13.

### 4.3 Syvyyskartoitukset

Syvyysmittauksilla pyrittiin saamaan mahdollisen kattava ja tiheä syvyyspisteaineisto koko fladan alueelta. Syvyysmittauksissa käytettiin Sontek M9 ADCP-mittaria/kaikuluotainta. Kaikuluotaimen mittausalue oli 0,2–80 m ja sen tarkkuus oli 1 %. Syvyysresoluutio oli 0,001 m. Kaikuluotain oli kiinnitettynä kauko-ohjattavan veneen pohjaan (kuva 7). VRS-GPS:n vastaanotinta (Tribble R8) käytettiin sijainnin kolmiulotteeseen mittaamiseen. Se mittasi sijaintipisteitä 1 sekunnin välein. VRS-GPS mittasi sijainnin vertikaalisesti 20 mm:n ja horisontaalisesti 10 mm:n tarkkuudella. dGPS:ää käytettiin myös sijaintitietojen mittaamiseen, mutta koska sen mittaustarkkuus on VRS-GPS:ää selvästi heikompi, sitä käytettiin antamaan syvyysaineistolle

aikaleima. dGPS mittasi siis sijaintitietoa, mutta sitä käytettiin vain kauko-ohjattavan veneen sijainnin ajankohdan selvittämiseen. Aikaleimaa tarvittiin sijainti- ja syvyystietoja yhdistettäessä.

Kauko-ohjattavalla veneellä pyrittiin ajamaan mahdollisimman tasaisin välimatkoin olevia linjoja, jotta flada saataisiin kartoitettua kaikkialta yhtä tarkasti. Tämä ei kuitenkaan täysin toteutunut, vaan alueilla, joilla kauko-ohjattavalla veneellä oli helppo liikkua, linjoja ajatettiin huomaamatta enemmän. Sen sijaan alueilla, joilla kauko-ohjattavalla veneellä liikkuminen ja joihin pääsy oli hankalaa, ajolinjoja oli lopulta vain muutama tai ei ollenkaan.

Hylkkarissa ja Kunnottomanperukassa kartoituksessa kaikuluotain, dGPS ja VRS-GPS olivat välillä kiinnitettynä kelluvaan lauttaan (kuva 8). Lauttaa ei voinut kauko-ohjata, vaan se joko kiinnitettiin veneeseen tai sitä liikutettiin teleskooppivavan avulla. Tällöin kartoitusnopeus laski huomattavasti, mutta toisaalta rantaviivan läheisyydestä oli mahdollista kartoittaa alueita kattavammin. Hylkkarissa kelluvalla lautalla mitattiin syvyyttä fladan kivikkoisuuden vuoksi. Kunnottomanperukassa päädyttiin puolestaan erilaiseen kartoitusmenetelmään, koska kauko-ohjattava



Kuva 7. Syvyyskartoitusta kauko-ohjattavalla veneellä. ADCP:n dGPS-vastaanotin on sijoitettu veneen keulaan. VRS-GPS-vaastanotin on tangon päässä, joka on kiinnitetty ADCP-mittariin (oranssin kuvun alla). Kuva: Milja Norja



Kuva 8. Kaikuluotain, dGPS ja VRS-GPS kiinnitettynä kelluvaan mittaustaivaan. Kuva: Milja Norja

vene hajosi kartoituksen aikana. Fladan erillinen lahti kartoitettiin Kunnottomanperukassa kuitenkin lähes kokonaan kauko-ohjattavalla veneellä.

Maastosta kerättyjen aineistojen purkuun käytettiin Trimble Business Center-, RiverSurveyor Live-, R- ja R-studio-ohjelmia. Trimble Business Center -ohjelma on VRS-GPS:n oma ohjelma, jolla prosessoitiin sen mittaamia sijaintiaineistoja. Ohjelmassa sijaintiaineistolle ladattiin korjauspisteet ja aineisto muunnettiin csv-tiedostoksi. Projektiona käytettiin ETRSTM35-FIN:iä ja korkeusjärjestelmänä Fin2005n00:aa. RiverSurveyor Live -ohjelma on kaikuluotaimen oma tietokoneohjelma, jota tarvittiin maastotöiden mittauksiin ja kaikuluotaimesta ladattujen aineistojen käsittelyyn. Sen avulla saatiin syvyysaineisto muutettua mat-tiedostoksi. Sijaintiaineistot sisältävät csv-tiedostot sekä syvyysaineiston sisältävät mat-tiedostot yhdistettiin toisiinsa R-ohjelmalla. Tähän käytettiin Turun yliopiston tutkijan Claude Flenerin tekemää valmista aliohjelmistoa. R-ohjelma yhdisti syvyys- ja sijaintiaineiston paikkatieto-ohjelmistoihin sopivaan muotoon, minkä jälkeen aineistoa voitiin käyttää ArcMap:ssa. Paikkatieto-ohjelmassa aineistosta poistettiin selvät virhepisteet kuten maalla olleet havainnot.

## 4.4 Aineistojen yhdistäminen

### Kasvillisuusinventoinnit ja ilmakuvat

ArcMap:iin tuotuihin ilmakuviin lisättiin kasvillisuusinventointilinjat maastossa määritettyjen linjojen alku- ja loppupisteiden koordinaattien perusteella. Koska Kunnottomanperukalta ei saatu matalalentoilmakuvaa UAV-helikopterilla, käytettiin kohteella Maanmittauslaitoksen ilmakuvaa vuodelta 2010. Linjojen alku- ja loppupisteiden sijainteja jouduttiin korjaamaan kuvissa, sillä niissä pisteet eivät sijoittuneet täysin samoihin paikkoihin, joissa inventointilinjat maastossa olivat sijainneet. Kuvien kasvillisuuslinjoihin lisättiin inventointiruutujen sijainnit maastossa mitattujen linjojen metrimäärien mukaisesti.

Ilmakuvista rajattiin alueet, jotka erottuivat visuaalisesti toisistaan. Tarkoituksena oli tutkia, onko kasvillisuus samanlaisilla kuvioilla samanlaista vertaamalla kasvillisuusinventointien aineistoa ja ilmakuvia toisiinsa. Lisäksi kuvia verrattiin syvyysmittauksissa saatuihin tuloksiin sekä kasvillisuusinventointien yhteydessä kerättyihin pohjanlaatatietoihin, jotta voitiin arvioida, ovatko kuvissa havaitut kuviot näistä johtuvia. Käringsundin kohteella syvyysaineisto ei kattanut

täysin koko kasvillisuusinventointien kohteena olevaa aluetta, joten osaltaan alueen tulkinassa jouduttiin käyttämään kasvillisuusinventointien yhteydessä saatua syvyysaineistoa (2 linjaa).

Tulosten tulkintaa varten kasvillisuus jaettiin neljään ryhmään:

1. Makrolevät eli suurlevät
2. Vedenalaiset putkilokasvit
3. Vedenpäälliset putkilokasvit
4. Kasvillisuuden peittävyys alle 10 %

Näitä ryhmiä käytettiin fladon kasvillisuuden luokittelussa. Jokaiselle fladalle tehtiin oma luokitus perustuen kasvillisuuden peittävyysprosentteihin (ks. kuvat 11-13).

## Syvyysmittaukset ja ilmakuvat

Maanmittauslaitoksen Maastotietokannasta (2010) haettiin korkeuskäyrät ja rantaviiva, joita käytettiin apuna aineiston muuttamiseen pisteaineistosta rasteriaineistoksi. Rantaviivan mukaan tehtävän polygonin avulla rajattiin rasteroitava alue fladaan ja sen läheisyyteen. Muuten koko korkeuskäyrien alue olisi rasteroitunut ja syvyudet vääristyneet. Kun aineisto oli muutettu rasteriaineistoksi, sen avulla tehtiin 5 cm välein olevat syvyyskäyrät, jotka asetettiin ilmakuvan päälle. Kunnottomanperukan fladasta ei saatu kuvattua matalalentoilmakuvaa, joten analyyseissä oli käytettävä PalTuli-paikkatietopalvelusta ladattua Maanmittauslaitoksen ilmakuvaa vuodelta 2010.



# 5. Tulokset ja niiden tarkastelu

## 5.1 Ilmakuvaukset

Kuvissa 9 ja 10 on esitetty Hylkkarin ja Käringsundin ilmakuvat. Kuvat laskettiin 10 cm maastopixelikoolla ja geometrinen tarkkuus oli kuvissa vähintäänkin metrin luokkaa, pääosin noin 10–30 cm. Tässä esitetyt kuvat ovat geometriseltä tarkkuudeltaan tarkempia kuin kuvat, joita on käytetty aineistojen yhdistämisvaiheessa tässä raportissa, koska näin tarkkoja kuvia ei siinä vaiheessa ollut saatavilla.

Aineistoja yhdistettäessä käytettiin ilmakuvia, joissa Hylkkarissa kuvan geometrinen tarkkuus oli noin metri ja Käringsundissa 10–20 metriä. Epätarkkuuteen Käringsundin kohteella voidaan löytää useita osatekijöitä. Kohde on melko laaja ja matalan lentokorkeuden takia suuri osa otettujen valokuvien kuva-alasta koostuu vesialueista, joista on vaikea löytää kuvien keskinäiseen orientointiin tarvittavia liitospisteitä, minkä lisäksi ensimmäisten ilmakuvien luomiseen käytetty ohjelmisto ei osannut hyödyntää maastoon levitettyjä kiintopistesignaaleja. Helikopterilentoja jouduttiin kohteen laajuuden vuoksi tekemään kahdesta laskeutumispaikasta käsin, minkä vuoksi kuvausalueiden väliin jäi kapeahko kuvaamaton alue. Tämän vuoksi kuvat jouduttiin käsittelemään erillisinä kuvablokkeina ja kohteesta on kaksi erillistä ilmakuvaa (12 a ja b), eivätkä kuvablokit saa tukea toistensa geometriasta.

UAV-ilmakuvat olivat spatiaaliselta resoluutioltaan perinteistä lentokoneella tehtävää ilmakeuvaa tarkempia. Tämän huomaa vertaamalla esimerkiksi Hylkkarin ilmakeuvaa (kuva 9) ja Kunnottomanperukan ilmakeuvaa (kuva 13). Hylkkarin ilmakeuvista voi jopa erottaa pohjanlaadun ja syvyysvaihtelut.



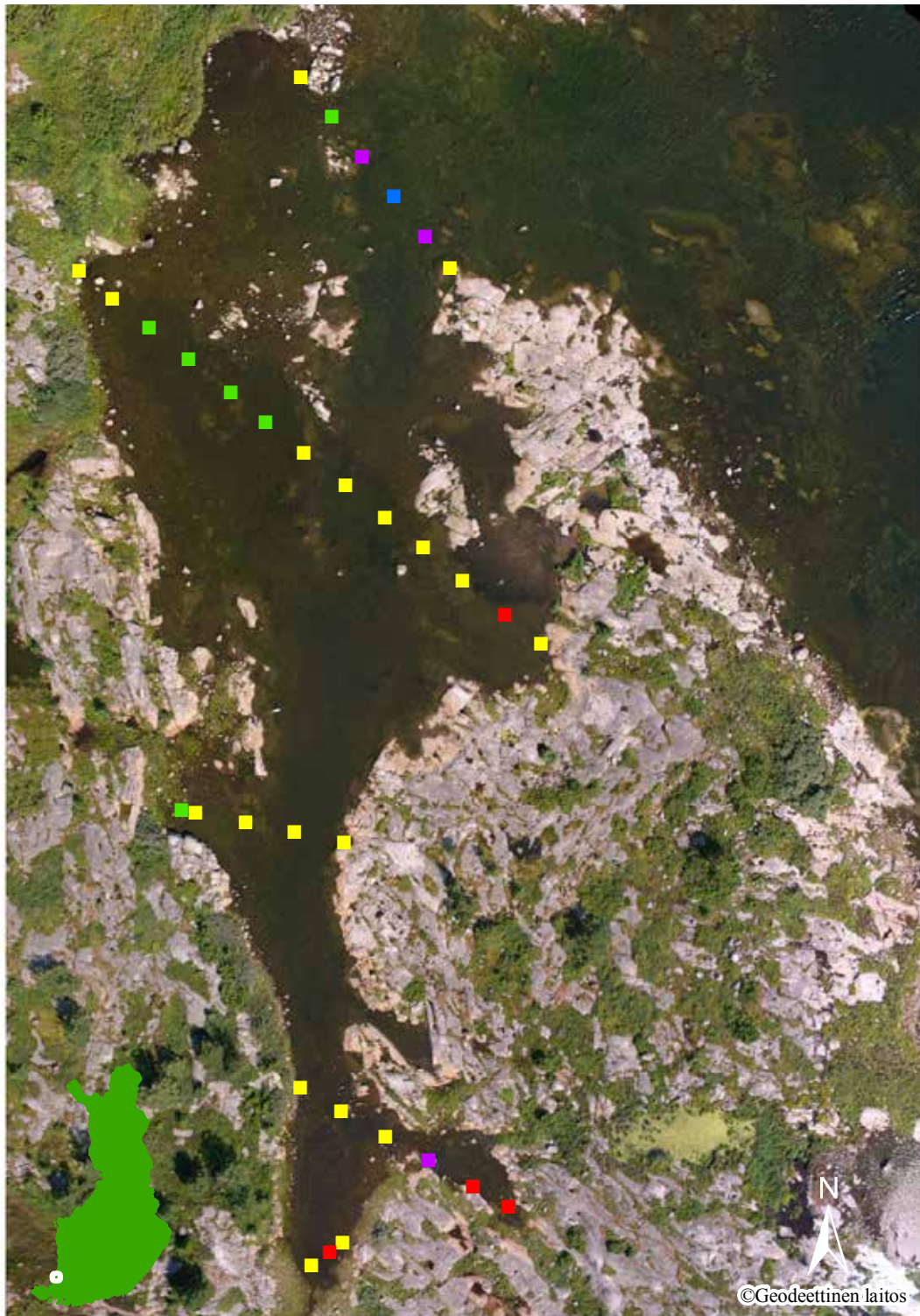
Kuva 9. Hylkkarin ilmakeuva. Kuvasta voidaan havaita pohjanlaadussa ja syvyydessä tapahtuvia muutoksia. Kuva: Anttoni Jaakkola



Kuva 10. Käringsundin ilmakuva. Pinnanpäälliset levämassat näkyvät selvästi ilmakuvassa. Kuva: Anttoni Jaakkola

## 5.2 Kasvillisuusinventoinnit

Inventointiruutujen sijainnit fladoissa on esitetty kuvissa 11–13. Vedenalainen kasvillisuus oli kohteilla suhteellisen vähäistä, poikkeuksena Käringsundin kohde, jossa valtalajina oli *Vaucheria*-rihmalevä. Tämän peittävyys oli inventointiruuduilla paikoitellen 100 %. Lajeja/lajiryhmiä esiintyi eniten Käringsundissa ja Kunnottomanperukassa. Taulukoissa 3–5 on esitetty kasvillisuusinventointien yhteydessä linjoilta havaitut kasvilajit/-ryhmät.

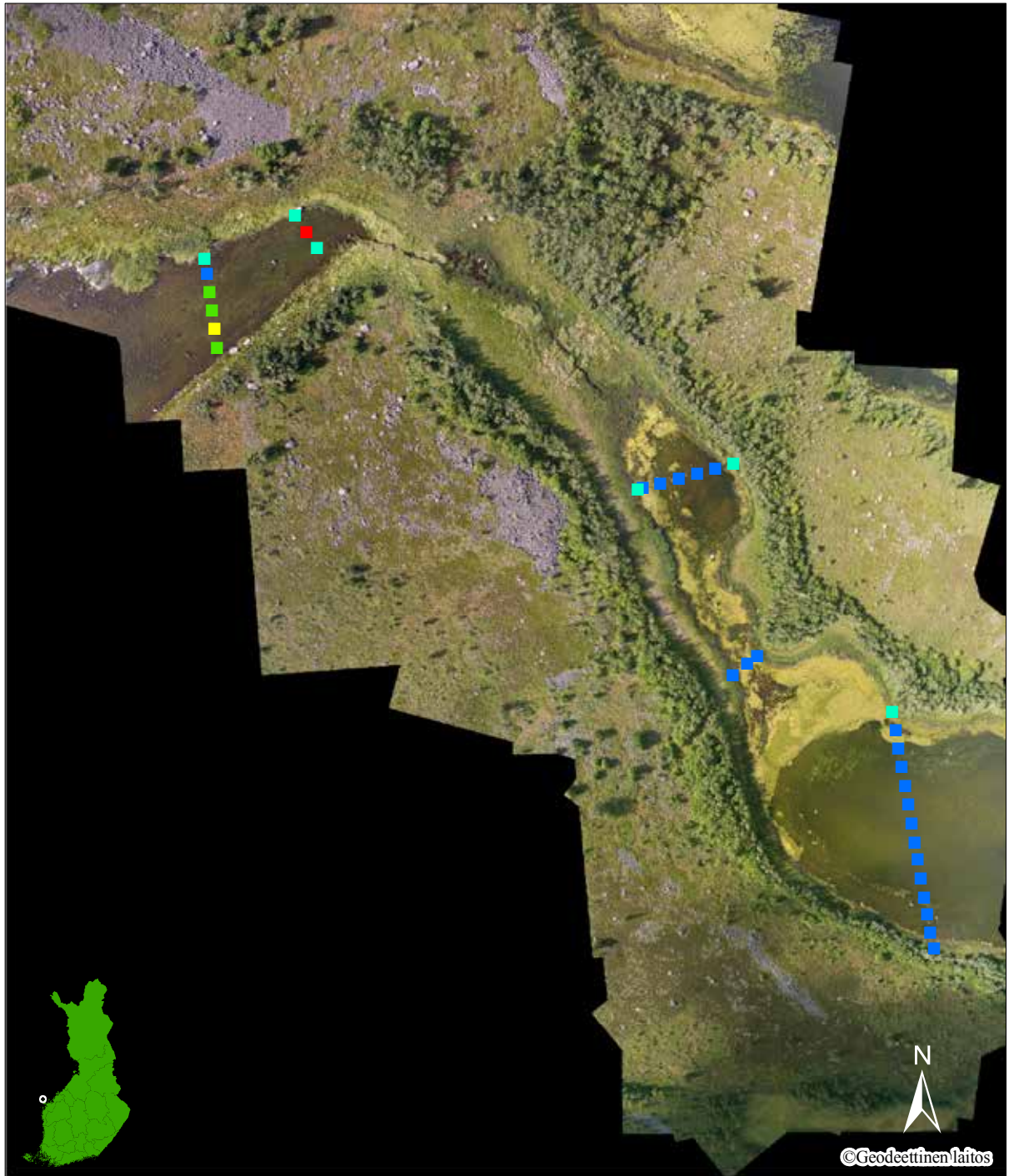


### Merkkien selitteet

- vedenalainen putkilokasvillisuus ruudulla yli 50 %
- makrolevät ruudulla yli 50 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 30-60 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 10-30 %
- kasvillisuus ruudulla alle 10 %

Peruskarttalehti:113103  
 Koordinaatio: YKJ  
 Nurkkakoordinaatit: 3184365, 6774650 3184692, 6774906  
 Varsinais-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat/Maria Yli-Renko/23.11.2012

Kuva 11. Hylkkarin inventointiruutujen sijainnit. Kasvillisuusruudut on luokiteltu viiteen eri luokkaan kasvillisuuden perusteella.

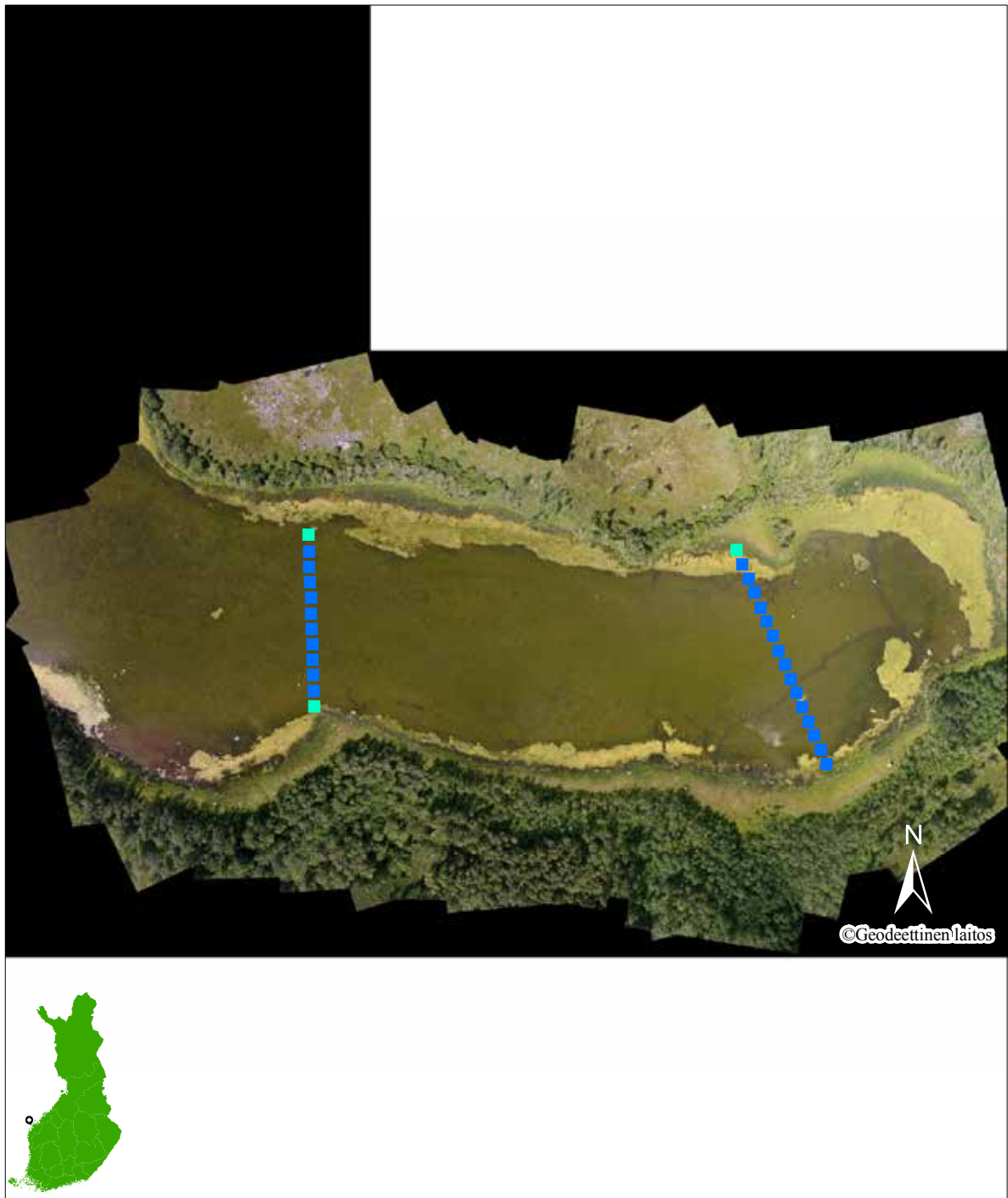


### Merkkien selitteet

- vedenpäällinen putkilokasvillisuus ruudulla yli 50 %
- vedenalainen putkilokasvillisuus yli 50 %
- makrolevät ruudulla yli 50 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 10-20 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä alle 10 %

Peruskarttalehti: 133203  
 Koordinaatio: YKJ  
 Nurkkakoordinaatit: 3203572, 7050133 3204146, 7050585  
 Varsinais-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat/Maria Yli-Renko/21.11.2012

Kuva 12 a. Käringsundin inventointiruutujen sijainnit. Kasvillisuusruudut on luokiteltu viiteen eri luokkaan kasvillisuuden perusteella. Kohteesta kaksi erillistä kuvaa.



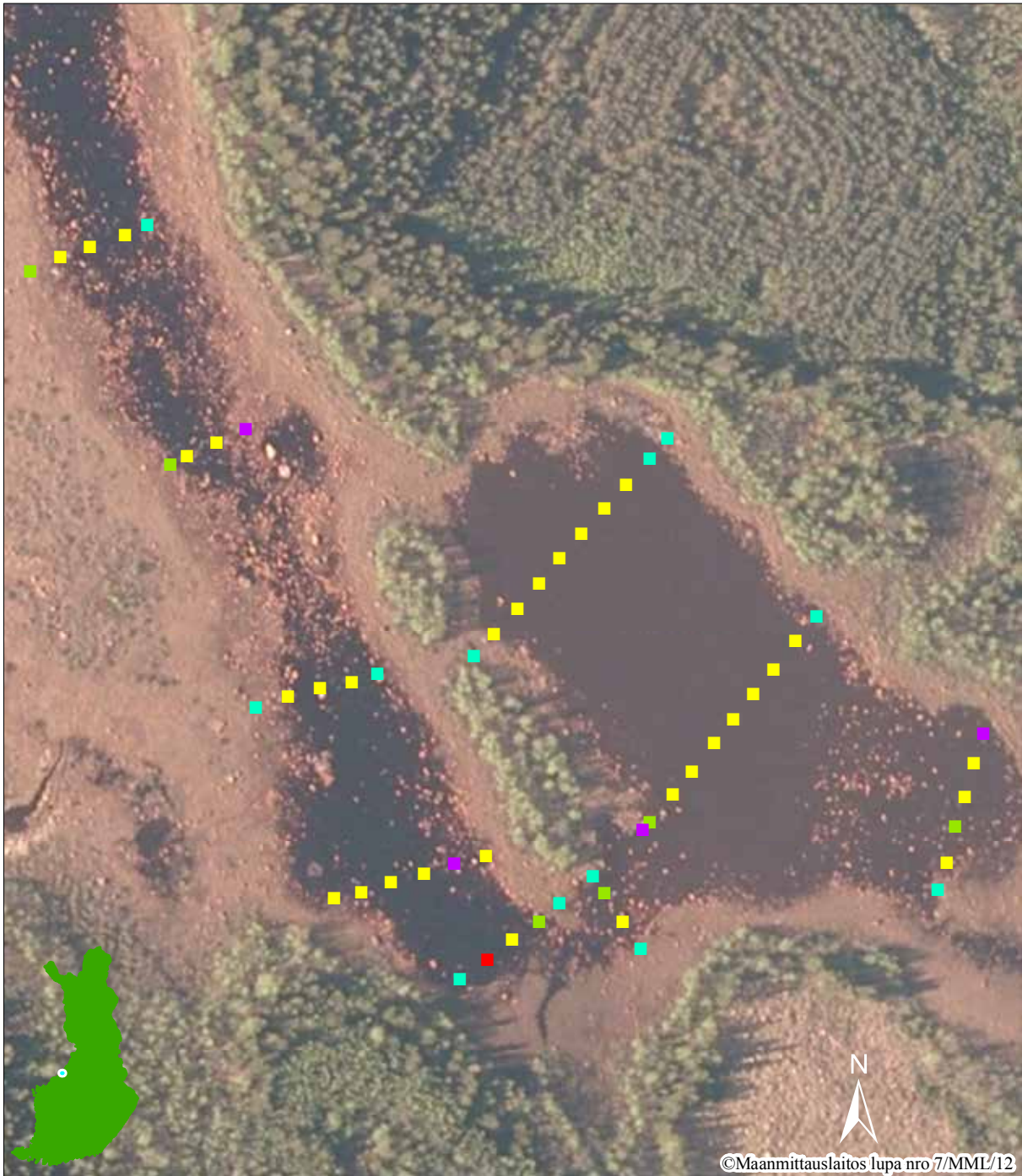
0 25 50 75 100 m

### Merkkien selitteet

- vedenpäällinen putkilokasvillisuus ruudulla yli 50 %
- vedenalainen putkilokasvillisuus yli 50 %
- makrolevät ruudulla yli 50 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 10-20 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä alle 10 %

Peruskarttalehti:133203  
 Koordinaatisto: YKJ  
 Nurkkakoordinaati: 3203572, 7050133 3204146, 7050585  
 Varsinais-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat/Maria Yli-Renko/21.11.2012

Kuva 12 b. Käringsundin inventointiruutujen sijainnit. Kasvillisuusruudut on luokiteltu viiteen eri luokkaan kasvillisuuden perusteella. Kohteesta kaksi erillistä kuvaa.



### Merkkien selitteet

- vedenpäällinen putkilokasvillisuus ruudulla yli 50 %
- vedenalainen putkilokasvillisuus ruudulla yli 50 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 20-50 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 10-20 %
- kasvillisuus ruudulla alle 10 %

Peruskarttalehti:241308  
 Koordinaattisto: YKJ  
 Nurkkakoordinaatti: 3334169, 7117615 3334483, 7117862  
 Varsinais-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat/Maria Yli-Renko/28.11.2012

Kuva 13. Kunnottomanperukan inventointiruutujen sijainnit. Kasvillisuusruudut on luokiteltu viiteen eri luokkaan kasvillisuuden perusteella.

Taulukko 3. Hylkkarin inventointilinjien lajilista.

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi
ahdinparta	<i>Cladophora glomerata</i>
hapsivita	<i>Potamogeton pectinatus</i>
jouhilevä	<i>Chorda filum</i>
kalvasärviä	<i>Myriophyllum sibiricum</i>
karvanäkinparta	<i>Chara cansescens</i>
laikkupunalevä	<i>Hildenbrandia rubra</i>
merihapsikka	<i>Ruppia maritima</i>
merihaura	<i>Zannichellia palustris</i> var. <i>Pedicellata</i>
pikkulimaska	<i>Lemna minor</i>
pikkuluikka	<i>Eleocharis parvula</i>
pilviruskolevä	<i>Ectocarpus siliculosus</i>
rakkolevä	<i>Fucus vesiculosus</i>
rantaluikka	<i>Eleocharis palustris</i>
suolilevät	<i>Ulva</i> sp.
	<i>Rivularia atra</i>

Taulukko 5. Kunnottomanperukan inventointilinjien lajilista.

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi
ahvenvita	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
isonäkinsammal	<i>Fontinalis antipyretica</i>
isovesiherne	<i>Utricularia vulgaris</i>
kaislat	<i>Schoenoplectus</i> sp.
kiehkuraärviä	<i>Myriophyllum verticillatum</i>
kuusiot	<i>Pedicularis</i> sp.
leveäosmankäämi	<i>Thypa latifolia</i>
luikat	<i>Eleocharis</i> sp.
matarat	<i>Galium</i> sp.
mukulanäkinparta	<i>Chara aspera</i>
pohjanlumme	<i>Nymphaea alba</i> ssp. <i>candida</i>
purovita	<i>Potamogeton alpinus</i>
rantapalpakko	<i>Sparganium umersum</i>
ratamosarpio	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
rentukka	<i>Caltha palustris</i>
suoputki	<i>Peucedanum palustre</i>
terttualpi	<i>Lysimachia thrysiflora</i>
vesikuusi	<i>Hippuris vulgaris</i>
vesisara	<i>Carex aquatilis</i> ssp. <i>aquatilis</i>
vihvilät	<i>Juncus</i> sp.

Taulukko 4. Käringsundin inventointilinjien lajilista.

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi
ahdinparrat	<i>Cladophora</i> sp.
ahdinparta	<i>Cladophora glomerata</i>
hapsivita	<i>Potamogeton pectinatus</i>
haurat	<i>Zannichellia</i> spp.
järviruoko	<i>Phragmites australis</i>
kaislat	<i>Schoenoplectus</i> sp.
katkeravesirikko	<i>Elatine hydropiper</i>
letkulevä	<i>Vaucheria</i> spp.
leveäpartalevä/takku- levä	<i>Dictyosiphon</i> sp./ <i>Stictyosiphon</i> sp.
merihaura	<i>Zannichellia palustris</i> var. <i>Repens</i>
merisätkin	<i>Ranunculus bauduotii</i>
pikkulimaska	<i>Lemna minor</i>
punahelmilevä	<i>Ceramium tenuicorne</i>
rantaluikka	<i>Eleocharis palustris</i>
ruskokivituksu	<i>Spachelaria arctica</i>
suolilevät	<i>Ulva</i> spp.
uposvesitähti	<i>Callitriche hermaphrodita</i>
äimäruoho	<i>Subularia aquatica</i>
ärviät	<i>Myriophyllum</i> spp.
	<i>Ectocarpus siliculosus</i>
	<i>Rivularia</i> sp.

## 5.3 Syvyysmittaukset

Syvyysmittausten tulokset perustuvat mitattuihin arvoihin, eikä syvyyspisteitä ole suhteutettu keskimääräiseen vedenkorkeuteen. Taulukossa 5 on esitetty Ilmatieteenlaitoksen mitaamat keskimääräiset vedenkorkeudet tutkimuspäivinä.

Taulukko 5. Ilmatieteenlaitoksen mitaamat keskimääräiset vedenkorkeudet

Näytteenottoaika	Tutkimusajan-kohta	Keskimääräinen vedenkorkeus (m)
Hylkkari	31.7.	+0,12
Käringsund	1. - 2.8.2012	+0,15 ja 0,15
Kunnottomanperukka	3. - 4.8.2012	+0,14 ja 0,08

### Hylkkari, Varsinais-Suomi

Kuvassa 14 on esitetty Hylkkarin fladan syvyyskartta ja syvyyspisteet. Hylkkarin flada oli tutkimuskohteista selvästi syvin ja sen maksimisyvyys oli 2,25 metriä, joka on esimerkiksi yli metrin Kunnottomanperukan maksimisyvyttä (1,2 m) korkeampi. Mitatuista syvyyspisteistä 58 % sijaitsi alle 0,50 metrin syvyysalueella. Fladan syvimät alueet sijaitsivat lähellä suuaukkoa. Matalinta oli puolestaan fladan pohjukassa ja rantojen lähellä. Syvyyspisteitä oli mitattu muuta fladaa selvästi vähemmän lähellä rantoja ja kallioita, mikä selittyy vaikeakulkuisuudella. Lähellä rantoja syvyudet mallinnettiin Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan korkeuskäyrien ja rantaviivan sekä lähellä olleiden syvyyspisteiden avulla.

### Käringsund, Pohjanmaa

Kuvassa 15 on esitetty Käringsundin fladan syvyyskartta ja syvyyspisteet. Käringsundin flada oli matala ja sen maksimisyvyys oli 0,85 metriä, joka on esimerkiksi lähes 1,5 metriä matalampi kuin Hylkkarin flada. Mitatuista syvyyspisteistä 80 % sijaitsi alle 0,5 metrin syvyysalueella. Fladan syvyys kasvoi vähitellen kohti fladan suuaukkoa. Kohteen syvyyskartoitusta hättäsivät erityisesti rantojen läheisyydessä sijainneet levälautat, joiden läpi ei voinut ajaa kauko-ohjattavalla veneellä, koska levä tukki kauko-ohjattavan veneen potkurin. Tämän vuoksi rantojen läheisyydessä ei ole

lainkaan syvyyspisteitä. Myös kova tuuli (11 m/s) ja aallokko hättäsivät kartoitustyötä varsinkin toisena kartoituspäivänä (2.8.2012), jolloin kartoitettiin fladan etelä- ja länsiosia. Tämän vuoksi fladan pohjois- ja itäosissa syvyyspisteitä mitattiin enemmän kuin etelä- ja länsiosissa. Alueille, joilta ei ollut sijainti- ja syvyysaineistoa, laskettiin teoreettiset syvyysarvot korkeuskäyrien, rantaviivan ja lähellä olleiden syvyyspisteiden avulla.

### Kunnottomanperukka, Pohjois-Pohjanmaa

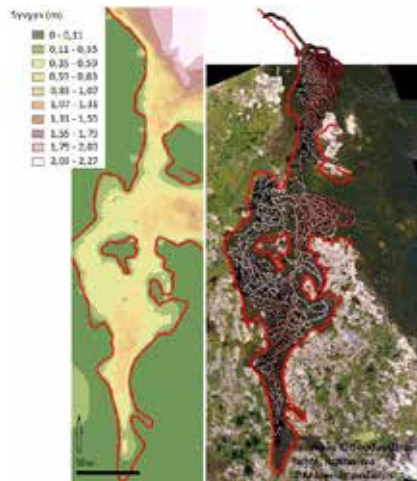
Kuvassa 16 on esitetty Kunnottomanperukan fladan syvyyskartta ja syvyyspisteet. Kohde oli matalahko ja sen maksimisyvyys oli 1,27 metriä, joka on Hylkkarin maksimisyvyttä (2,25 m) matalampi, mutta Valasaaria (0,72 m) suurempi. Mitatuista syvyyspisteistä 73 % sijaitsi alle 0,5 metrin syvyysalueella. Fladasta saatiin tiheä syvyyspisteverkosto, koska suurin osa fladasta kartoitettiin kahlaten ja syvyyspisteet mitattiin lautan (johon oli kiinnitetty tarvittava mittaustekniikka) avulla. Koska lautta liikkui kauko-ohjattavaa venettä hitaammin, myös syvyyspisteitä on tiheämmin ja varsinkin rantaviivan läheisyydestä saatiin syvyyspisteitä kattavammin. Toisaalta kartoitusnopeus oli tällä menetelmällä hitaampaa ja fladan suuaukon läheisyyttä ei ehditty kartoittaa. Syvyyskartoituksia hankaloittivat kohteella myös veden tummuus ja kivikot. Koska veden alla olleita kiviä ei nähnyt, törmäsi vene näihin jatkuvasti, mikä hidasti työskentelyä.

## 5.4 Aineistojen yhdistäminen

### Kasvillisuusinventoinnit ja ilmakuvat

Kuvissa 17–18 on esitetty Hylkkarin ja Käringsundin ilmakuvat, joissa on merkittynä kasvillisuusruudut sekä visuaaliseen tarkasteluun perustuvat, toisistaan erotuvat alueet. Kuvista voidaan havaita, että rajaukset eivät täsmänneet kasvillisuusinventointien tulosten kanssa ainakaan vedenalaisen kasvillisuuden osalta eli samanlaiset kasvillisuustyypit eivät sijoittuneet tietyille kuviolle. Sen sijaan esimerkiksi Käringsundin vedenpäälliset levämassat ovat kuvissa erotettavissa.





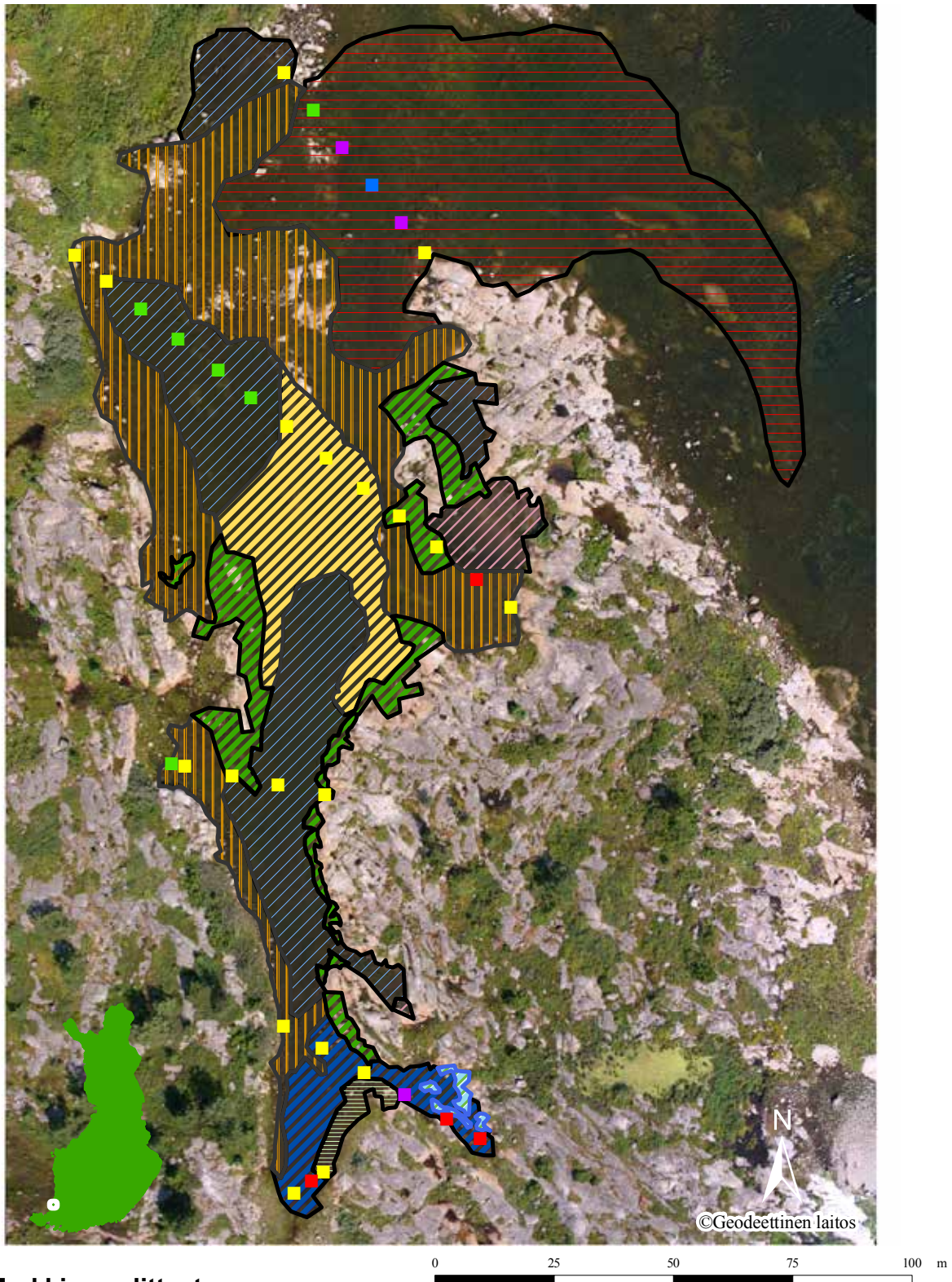
Kuva 14. Hylkkarin syvyyskartta ja syvyyspisteet ilmakuvassa. Syvyyspisteitä saatiin mitattua varsin tasaisesti koko fladasta, poikkeuksena rannan läheiset alueet sekä fladan pohjukka.



Kuva 15. Käringsundin syvyyskartta ja syvyyspisteet ilmakuvassa. Syvyyspisteitä on mitattu tiheämmin pohjois- ja itäosissa. Rantaviiva ja syvyyskäyrät eivät täsmää ilmakuvan kanssa.



Kuva 16. Kunnottomanperukan syvyyskartta ja syvyyspisteet ilmakuvassa. Syvyyspisteitä on tiheästi, sillä suurin osa fladasta kartoitettiin kahlaten. Syvyyskartan rantaviiva on piirretty mukaan Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan rantaviivaa (2010).

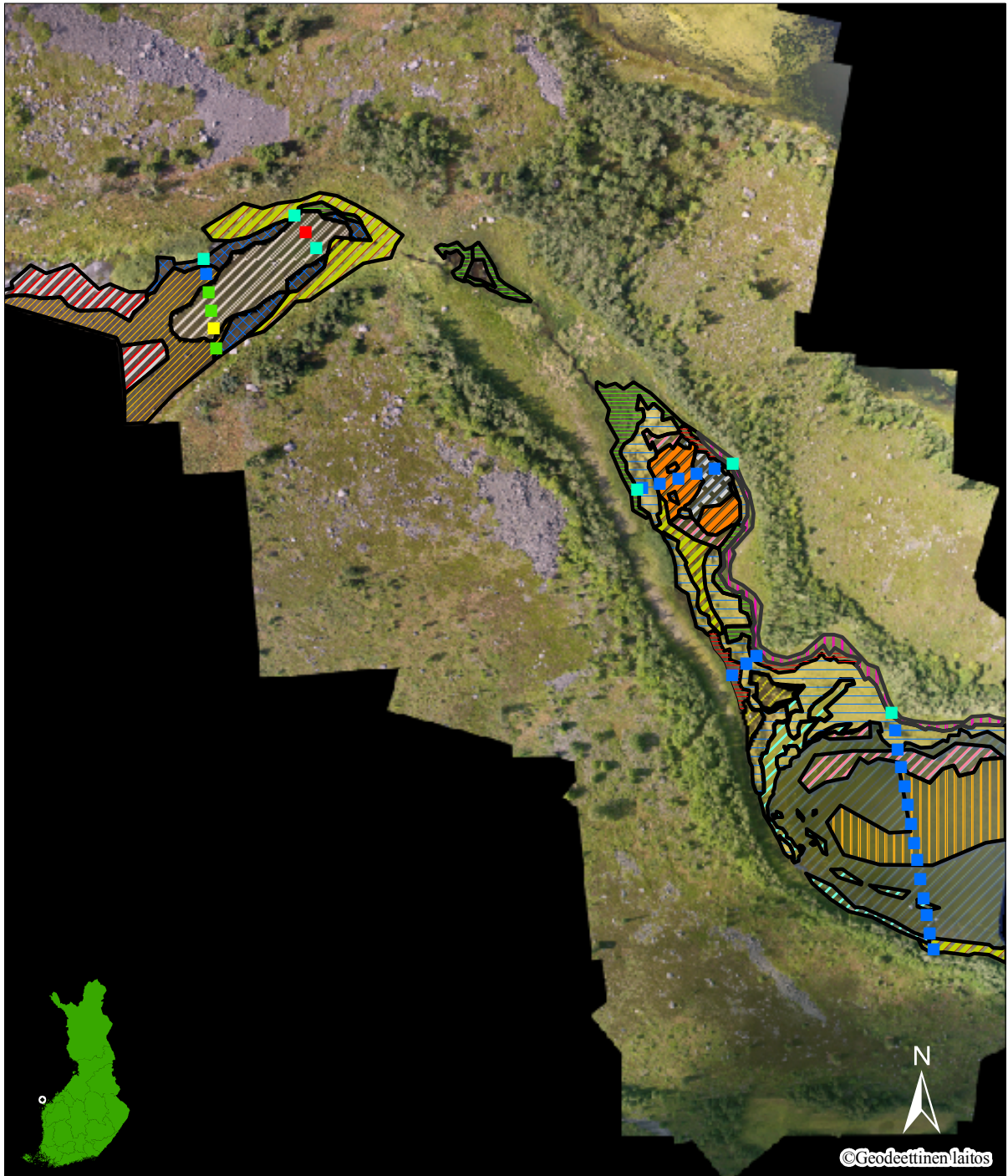


### Merkkien selitteet

- vedenalainen putkilokasvillisuus ruudulla yli 50 %
- makrolevät ruudulla yli 50 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 30-60 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 10-30 %
- kasvillisuus ruudulla alle 10 %

Peruskarttalehti:113103  
 Koordinaatisto: YKJ  
 Nurkkakoordinaatit: 3184365, 6774650 3184692, 6774906  
 Varsinais-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat/Maria Yli-Renko/23.11.2012

Kuva 17. Hylkkari. Kuvassa olevat rajaukset ovat visuaalisen tarkasteluun perustuvia toisistaan erottuvia kuviota. Kuvasta voidaan havaita, että samanlaiset kasvillisuustyytit eivät sijoittuneet tietyille kuviolle.



©Geodeettinen laitos

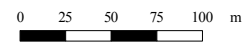
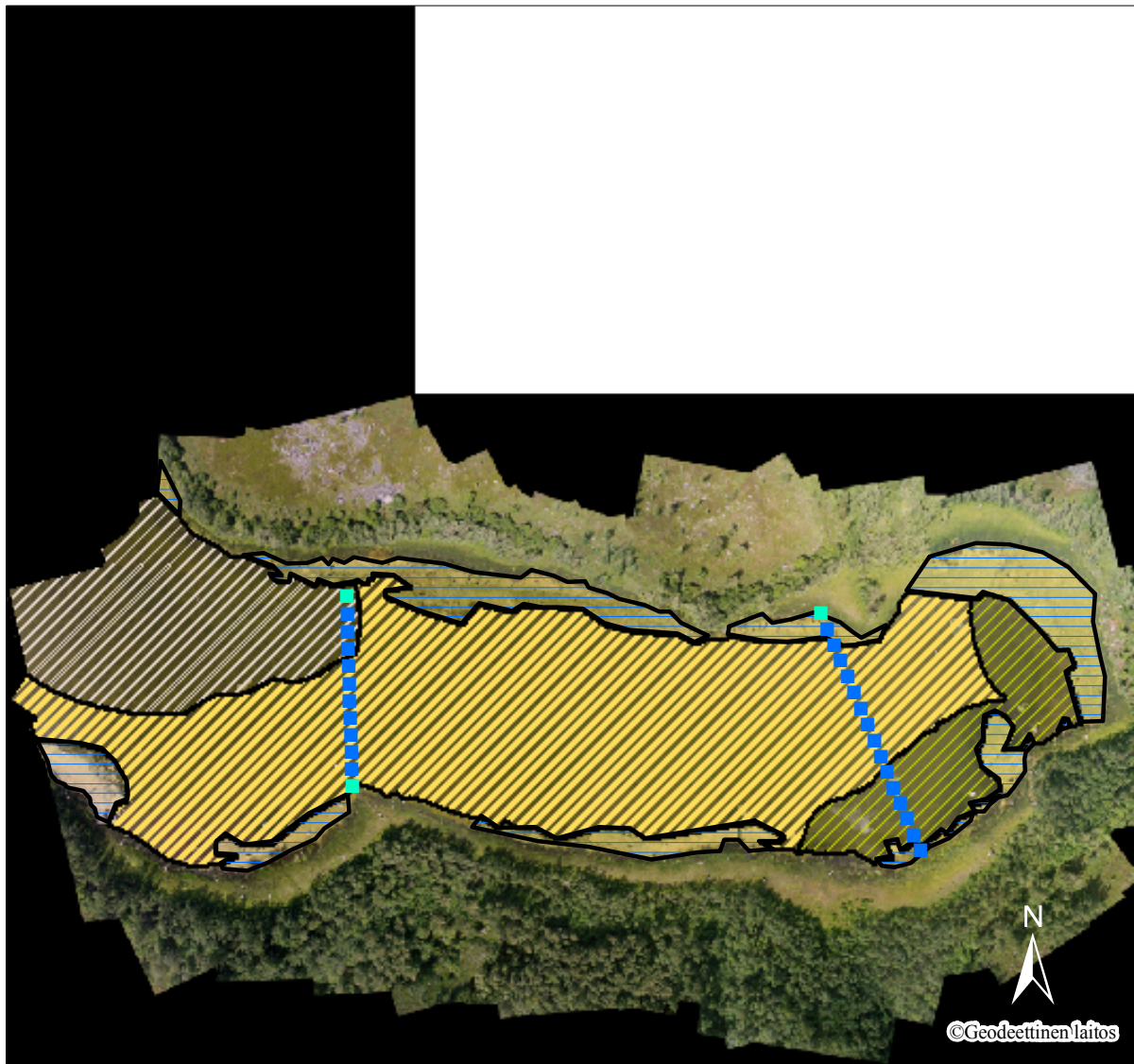
0 25 50 75 100 m

### Merkkien selitteet

- vedenpäällinen putkilokasvillisuus ruudulla yli 50 %
- vedenalainen putkilokasvillisuus yli 50 %
- makrolevät ruudulla yli 50 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 10-20 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä alle 10 %

Peruskarttalehti:133203  
 Koordinaatio: YKJ  
 Nurkkakoordinaatit: 3203572, 7050133 3204146, 7050585  
 Varsinais-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat/Maria Yli-Renko/21.11.2012

Kuva 18 a. Käringsund. Kuvissa olevat rajaukset ovat visuaalisen tarkasteluun perustuvia toisistaan erottuvia kuvioita. Kuvasta voidaan havaita, että samanlaiset kasvillisuustyypit eivät sijoittuneet tietyille kuviolle. Sen sijaan vedenpäälliset levämassat muodostivat selvästi muista alueista erottuvan alueen. Kohteesta kaksi erillistä ilmakuvaa.



### Merkkien selitteet

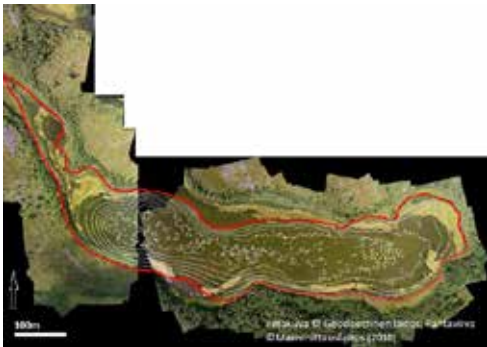
- vedenpäällinen putkilokasvillisuus ruudulla yli 50 %
- vedenalainen putkilokasvillisuus yli 50 %
- makrolevät ruudulla yli 50 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä 10-20 %
- kasvillisuus ruudulla yhteensä alle 10 %

Peruskarttalehti:133203  
 Koordinaalisto: YKJ  
 Nurkkakoordinaatit: 3203572, 7050133 3204146, 7050585  
 Varsinais-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat/Maria Yli-Renko/21.11.2012

Kuva 18 b. Käringsund. Kuvissa olevat rajaukset ovat visuaalisen tarkasteluun perustuvia toisistaan erottuvia kuvioita. Kuvasta voidaan havaita, että samanlaiset kasvillisuustyypit eivät sijoittuneet tietyille kuviolle. Sen sijaan vedenpäälliset levämassat muodostivat selvästi muista alueista erottuvan alueen. Kohteesta kaksi erillistä ilmakuvaa.



Kuva 19. Hylkkarin syvyyskäyrät.



Kuva 20. Käringsundin syvyyskäyrät.



Kuva 21. Kunnottomanperukan syvyyskäyrät.

Hylkkarissa kasvillisuus oli vähäistä, joten toisistaan erottuvat alueet kertonevat enemmän muutoksista pohjanlaadussa ja syvyydessä kuin kasvillisuudessa. Sen sijaan Käringsundissa vedenalaisen kasvillisuuden peittävyys oli paikoittain 100 %, joten olisi ollut mahdollista, että nämä alueet olisivat erottuneet erilaisina kuvioina. Näin ei kuitenkaan käynyt. Tuloksia vääristävät osaltaan vedenpäälliset levämassat. Käringsundin tulosten tarkastelu tehtiin kahdesta eri ilmakuvasta ja kuvien yhtymiskohdassa reuna-alueet määriteltiin eri kuvioiksi. Tarkasteltaessa myöhemmin valmistunutta tarkempaa kuvaa alueesta (kuva 10), voidaan havaita, ettei alueelle muodostu erillisiä kuvioita. Kahden eri ilmakuvan väliset tummuuserot muodostavat tämän visuaalisen eron alueiden välillä.

Vaikka tarkempia ilmakuvia ei ollut saatavilla tulokintaa tehtäessä, voidaan havaita, että samat alueet erottuivat myös epätarkemmista kuvista. Näin ollen tällaiset nopeammin työstettävät ilmakuvat voivat myös toimia taustatietoina esimerkiksi kasvillisuusinventointeja suunniteltaessa.

## Syvyysmittaukset ja ilmakuvat

Hylkkarissa rantaviiva, ilmakuva ja syvyyskäyrät eivät kaikilta osin kohtaa keskenään täydellisesti (kuva 19). Erityisesti fladan keskellä olevilla kallioilla Maastotietokannan (Maanmittauslaitos 2010) rantaviiva ei asetu samalle kohtaan kuin syvyysmittausten rantaviiva. Tältä oltaisi voitu välttyä, mikäli fladan keskellä olleilta kalliolta rantaviivapisteet olisi mitattu käsikäyttöisellä GPS:llä.

Käringsundissa rantaviiva, ilmakuva ja syvyyskäyrät eroavat huomattavasti enemmän kuin Hylkkarissa (kuva 20). Todennäköisesti suurin syy tähän on se, että syvyysaineistojen taustalla käytettyjen ilmakuvien geometrinen tarkkuus oli 10–20 metriä.

Kunnottomanperukassa syvyysaineisto yhdistettiin Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan ilmakuvan (2010) kanssa (kuva 21). Kartoitusten aikana fladan vedenkorkeus oli normaalia korkeampi. Koska alueelta ei ole samaan aikaan otettua ilmakuvaa, rantaviiva ja syvyysaineisto eivät täydellisesti täsmää toistensa kanssa. Osa pisteistä on alueilla, jotka ilmakuvan mukaan sijaitsevat maa-alueella. Suurin osa pisteistä kuitenkin sijoittuu ilmakuvassa fladaan.

# 6. Yhteenveto

## 6.1 Ilmakuvaukset

Ilmakuvauksissa suurimmat haasteet liittyivät UAV-alustaan. Ensimmäisellä mittauskerralla helikopteriin tuli tuntemattomaksi jäänyt tekninen vika, joka johti laitteiston tuhoutumiseen. Jälkimmäisen mittauskeran viimeisessä kohteessa UAV:n hallinta menetettiin liian suuren etäisyyden takia ja tuuli vei koneen mukanaan. Jälkimmäinen tapaus olisi ollut vältettävissä huolellisemmalla työskentelyllä tai autopilotin käytöllä, mutta luotettavuus on edelleenkin merkittävä ongelma UAV-järjestelmissä. Edulliset laitteistot on useimmiten koottu harrastetason osista, eikä niitä ole suunniteltu kes-tämään ammattikäyttöä, mutta myös kalliimmissa laitteis-toissa esiintyy suhteellisen paljon teknisiä ongelmia.

Kuvien geometrinen tarkkuus on yksinkertaisella geokoodauksella kymmenien metrien luokassa eikä siksi sovellu kovin hyvin yhdistettäväksi muiden aineistojen kanssa. Vaikka prosessin tuloksena syntyvä kuva on geometrialtaan epätarkka, se mahdollistaa nopean ”ensisilmäyksen” varsinkin laajoille ja hankalakulkuisille alueille ja sitä voidaan hyödyntää esim. visuaalisessa tulkinnassa sekä näytteenottolinjojen suunnittelussa. Menetelmän etuna on sen nopeus, sillä parhaimmillaan kuvamosaiikki voi olla käytettävissä jo muutaman tunnin kuluttua lentojen suorittamisesta.

Tarkemman ortokuvan tuottaminen on mahdollista ammattikäyttöön tehdyllä fotogrammetrisella ohjelmistolla (esim. Agisoft Photoscan), jolla päästään tyypillisesti alle kymmenen sentin tarkkuusluokkaan. Tämä kuitenkin vaatii huomattavasti enemmän resursseja, esim. kuvien käsittely pintamalliksi ja edelleen ortokuvaksi saattaa viedä mm. tarkkuusvaatimuksista ja kuvattavasta alueesta riippuen päivästä jopa viikkoihin.

Kuvien avulla voidaan saada tietoa lisätutkimuksen tarpeesta ja maasto-olosuhteista, kuten syvyydestä ja pohjatyypeistä. Tarvitaan kuitenkin lisää aineistoa ennen kuin erilaisten olosuhteiden kuten syvyyden, pohjatyyppin, veden sameuden ja kasvillisuuden vaihtelun vaikutusta ilmakuviin voidaan tarkemmin tulkita.

## 6.2 Syvyyskartoitukset

Hylkkarissa oli vähän vesikasvillisuutta, joten kauko-ohjattavalla veneellä pääsi lähes kaikkialle fladaan, eikä kasvillisuutta takertunut kauko-ohjattavan veneen potkuriin. Fladan kivisyys kuitenkin vaikeutti veneellä liikkumista ja kivien lähiympäristössä oli vaikeaa kartoittaa syvyyspisteitä, vaikka veden syvyys olisi periaatteessa riittänyt. Käringsundissa vedenpäälliset levämassat estivät kauko-ohjattavalla veneellä tehtävän syvyyskartoituksen varsinkin ranta-alueilla, joille levämassat olivat pakkautuneet. Muuten Käringsundin fladassa oli helppo liikkua, sillä kivikko ei häirinnyt veneen ohjaamista. Kunnottomanperukassa ongelmia aiheutti rannan kivikkoisuus, mutta vesikasvillisuudesta oli vain vähän haittaa. Ainoastaan lumpeita takertui jonkin verran potkuriin.

Kivikkoisilla fladoilla toimii parhaiten kaikuluotaimen kiinnittäminen teleskooppivavan päässä olevaan lauttaan. Tällöin kiviä on helpompi väistellä, sillä lautta liikkuu kauko-ohjattavaa hitaammin. Lisäksi kivet on helpompi huomata, koska kartoittaja on koko ajan lauttan läheisyydessä.

Kauko-ohjattavalla veneellä tehtävään syvyyskartoitukseen soveltuvin flada olisi kaikkien tutkimuskoh-teiden yhdistelmä. Flada, jossa olisi Hylkkarin kaltaiset kalliorannat ja vähän vesikasvillisuutta, Käringsundin fladan kaltaisesti vain vähän kiviä sekä Kunnottomanperukan kaltainen pohja olisi nopeasti ja helposti kartoitettava. Sateettomuus ja tyyni ilma luovat parhaat sääolot kartoitukselle.

## 6.3 Aineistojen yhdistäminen

Yhdistettäessä UAV-aineistoa kasvillisuus- sekä kaikuluotausaineistoihin, olisi tutkimukset hyvä tehdä samana vuonna. Tällöin saadaan informaatiota kartoitushetkellä vallitsevista olosuhteista. Esimerkiksi Kunnottomanperukan ilmakehä ei vastaa fladan tilaa kasvillisuuskartoitus- ja kaikuluotaushetkellä. Kasvillisuusruutuja ja syvyyspisteitä sijaitsee muun muassa kohdissa, joissa ilmakehän mukaan pitäisi olla maata.

Kuvien geometrisella tarkkuudella on myös merkitystä. Syvyys- ja kasvillisuusaineisto yhdistettiin Käringsundin fladalla ilmakehään, jonka geometrinen tarkkuus oli 10–20 metriä. Tämän vuoksi rantaviivat eivät vastanneet ilmakehää ja kasvillisuusinventointilinjojen alku- ja loppupisteitä jouduttiin muokkaamaan. Mikäli tutkimus tehdään tällaisessa järjestyksessä, olisi hyvä käyttää vasta tarkempaa ortokuvaa.

Varsinkin Hylkkarin ilmakehistä pystyy erottamaan pohjanlaadussa ja syvyydessä tapahtuvia muutoksia, ja Käringsundissakin on havaittavissa toisistaan erottuvia alueita. Näistä kohteista voisi olla mahdollista tehdä syvyyskartat pelkkiä UAV-ilmakehää käyttäen. Kasvillisuusinventointilinjojen suunnittelun kannalta fladojen syvyysvaihtelut ovat hyödyllisempiä kuin ilmakehät, mutta kuvia, joissa syvyysvaihtelut ilmenevät voidaan hyödyntää.

On kuitenkin huomioitava, että Hylkkarin ja Käringsundin kohteilla toisistaan erottuvat kuviot kuvaavat ehkä eri asioita. Hylkkarissa erottuvat alueet kuvaavat enemmänkin pohjanlaadussa ja syvyydessä tapahtuvia muutoksia, kun taas Käringsundissa alueiden väliset erot johtuvat todennäköisesti enemmän vedenpäällisistä leväkasvustoista ja rantakasvillisuudesta.

## Lähteet

- Airaksinen O. & Karttunen K. (2001) Natura 2000 -luontotyyppiopas. 2. korjattu painos. Suomen ympäristökeskus, Ympäristöopas 46, 194 s.
- Lundberg C., Ögård J., Ek M., Snickars M. (2012) Pohjois-Itämeren vedenalainen luonto: Huomioon otettavaa merenläheisten alueiden suunnittelussa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Raportteja 83/2012, 51s.
- Munsterhjelm R. (1997) The aquatic macrophyte vegetation of the flads and gloes, S coast of Finland. Acta Botanica Fennica 157: 1-68.
- Rinkineva L. & Molander L. (1997) Merenkurkun fladat ja kluuvijärvet. Merenkurkun neuvosto, 42 s.
- Sydänoja A. (2008) Saaristomeren ja Selkämeren fladat. Lounais-Suomen ympäristökeskus, Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1, 71 s.



Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 9/2013				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Maria Yli-Renko (toim.)		Julkaisuaika Tammikuu 2013		
		Kustantaja /Julkaisija Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja / toimeksiantaja Ympäristöministeriö		
Julkaisun nimi <b>Pohjanlahden fladojen matalakuvaukset, syvyys- ja kasvillisuuskartoitukset                  (Lägflygfotografering och kartläggning av djup och vegetation av flador i Bottniska viken)</b>				
Tiivistelmä <p>Pohjanlahden rannikkoalueella on mm. huomattavaa teollisuutta, energiantuotantoa, satamatoimintoja ja asutusta. Lisäksi Pohjanlahden rantoja rehevöittävät jokien tuomat ravinteet. Samaan aikaan alueella on merkittäviä ja valtakunnallisestikin huomattavia luontoarvoja ja -kohteita kuten Merenkurkun saariston maailmanperintöalue, Perämeren kansallispuisto sekä Selkämeren kansallispuiston kohteet. Huolimatta Pohjanlahden luonto- ja kulttuurikohteista sekä merialueeseen kohdistuvista paineista, vedenalaisesta luonnosta on Pohjanlahden rannikolla kerätty varsin vähän tietoa. Merialueella pätevät samat suunnittelun periaatteet kuin maalla. Kaavaa laadittaessa on tarpeellisessa määrin selvitettävä suunnitelman toteuttamisen ympäristövaikutukset, ml. yhdyskuntataloudelliset, sosiaaliset, kulttuuriset ja muut vaikutukset. Vedenalaisen luonnon osalta ei ole käytettävissä sellaisia luonnonvarojen ja -arvojen inventointeja, jotka vastaisivat maa-alueella tehtyjä valtakunnallisia tai maakunnallisia selvityksiä. Käytännön tietoa ja kokemusta vedenalaisten inventointien suorittamisesta tarvitaan, jotta elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuksilla olisi paremmat edellytykset ohjeistaa ja analysoida vedenalaiseen luontoon liittyviä tutkimuksia sidosryhmätyössään ja mm. ympäristövaikutusten arviointien (YVA) yhteydessä.</p> <p>Tämä työ oli osa POLMU-hanketta ja sen tarkoituksena oli arvioida VELMU-ohjeistuksen mukaisten maastomenetelmien ja ilmakuvausten yhdistelmän soveltuvuutta fladojen kasvillisuuden kartoittamisessa. Työn lähtökohtana oli menetelmäkehitys ja viranomaisten sekä tutkimuslaitosten välisen yhteistyön kehittäminen. Työ tehtiin vuonna 2012 yhteistyössä Varsinais-Suomen, Etelä-Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskusten, Turun yliopiston maantieteen ja geologian laitoksen sekä Geodeettisen laitoksen kanssa.</p>				
Asiasanat (YSA:n mukaan) fladat, vedenalainen luonto, vesikasvillisuus, kaukokartoitus, syvyys, kaikuluotaus, Itämeri				
ISBN (Painettu)	ISBN (PDF) 978-952-257-726-9	ISSN-L 2242-2846	ISSN (painettu)	ISSN (verkojulkaisu) 2242-2846
www www.ely-keskus.fi/julkaisut   www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-257-726-9		Kieli Suomi
Sivumäärä 31				
Julkaisun tilaukset PL 523, 20101 Turku, puh. 0295 022 500 (vaihde)				
Kustannuspaikka ja -aika Turku 2013			Painotalo Kopijyvä Oy	

PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer <b>Rapporter 9/2013</b>				
Ansvarsområde <b>Miljö och naturresurser</b>				
Författare <b>Maria Yli-Renko (red.)</b>		Publiceringsdatum <b>Januari 2013</b>		
		Utgivare / Förläggare <b>Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland</b>		
		Projektets finansör/uppdragsgivare <b>Miljöministeriet</b>		
Publikationens titel <b>Pohjanlahden fladojen matalakuvaukset, syvyys- ja kasvillisuuskartoitukset (Lågflygfotografering och kartläggning av djup och vegetation av flador i Bottniska viken)</b>				
Sammandrag  <p>I kustområdet vid Bottniska viken finns bland annat betydande industri, energiproduktion, hamnverksamhet och bebyggelse. Dessutom gödas Bottniska vikens stränder av näringsämnen, vilka tillförs genom åar och floder som mynnar ut i havsområdet. Samtidigt innefattar området betydande och även nationellt viktiga naturvärden och -objekt, såsom världsarvsområdet i Kvarkens skärgård, Bottenvikens nationalpark, samt objekt som omfattas av Bottenhavets nationalpark. Trots Bottniska vikens natur- och kulturobjekt, samt det tryck som rikats mot havsområdet, har det insamlats rätt lite information om naturen under havsytan längs Bottniska vikens kust. Vid havsområdena gäller samma principer för planering som på land. Vid upprättandet av planer är det nödvändigt att i tillräcklig omfattning utreda miljökonsekvenserna av deras genomförande, vilket innefattar samhällsekonomiska, sociala, kulturella och övriga konsekvenser. För naturen under havsytan finns det inte till förfogande sådana inventeringar av naturresurser och -värden som skulle motsvara på land genomförda nationella eller regionala utredningar. Praktisk information och erfarenhet om genomförande av inventeringar under havsytan behövs för att näring-, trafik- och miljöcentralerna inom sitt intressegrupparbete och bland annat vid miljökonsekvensbedömningar skall ha bättre förutsättningar att handleda och analysera undersökningar om naturen under havsytan.</p> <p>Detta arbete var en del projektet POLMU där syftet var att bedöma hur en kombination av fältmetoder i enlighet men VELMU-anvisningarna och flybilder lämpar sig för kartläggning av fladors växtlighet. Utgångspunkten för arbetet var metodutveckling och utveckling av samarbetet mellan myndigheter och forskningscentraler. Arbetet genomfördes år 2012 i samarbete med ELY-centralerna i Egentliga Finland, Södra Österbotten och Norra Österbotten och institutionen för geografi och geovetenskaper vid Åbo universitet, samt Geodetiska institutet.</p>				
Nyckelord (enligt Allärs) <b>flador, undervattensnatur, vattenvegetation, fjärranalys, djup, ekolodning, Östersjön</b>				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF) 978-952-257-726-9	ISSN-L 2242-2846	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation) 2242-2854
www <a href="http://www.ely-centralen.fi/publikationer">www.ely-centralen.fi/publikationer</a>   <a href="http://www.doria.fi">www.doria.fi</a>		URN URN:ISBN:978-952-257-726-9		Språk Finska
				Sidantal 31
Beställningar PB 523, 20101 ÅBO, tel. 0295 022 500 (växel)				
Förläggningsort och datum Åbo 2013			Tryckeri Kopijyvä Ab	

Tämä työ oli osa POLMU-hanketta ja sen tarkoituksena oli arvioida ilmakehän, VELMU-ohjeistuksen mukaisten maastomenetelmien ja kaikuluotauksiin perustuvien syvyyskartoitusten yhdistelmien soveltuvuutta fladojen kartoittamisessa. Kesän 2012 aikana tehtiin ilmakehävaukset, syvyys- ja kasvillisuuskartat kolmella eri fladalla, jotka sijaitsivat Varsinais-Suomessa, Pohjanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla. Työn lähtökohdaksi oli menetelmäkehitys ja viranomaisten sekä tutkimuslaitosten välisen yhteistyön kehittäminen.

**RAPORTTEJA 9 | 2013**

**POHJANLAHDEN FLADOJEN MATALAKUVAUKSET,  
SYVYYS- JA KASVILLISUUSKARTOITUKSET**

**Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**ISBN 978-952-257-726-9 (PDF)**

**ISSN-L 2242-2846**

**ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-257-726-9**

**[www.ely-keskus.fi/julkaisut](http://www.ely-keskus.fi/julkaisut) | [www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)**



**Ympäristöministeriö**  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment



**Turun yliopisto**  
University of Turku



**GEODEETTINEN  
LAITOS**