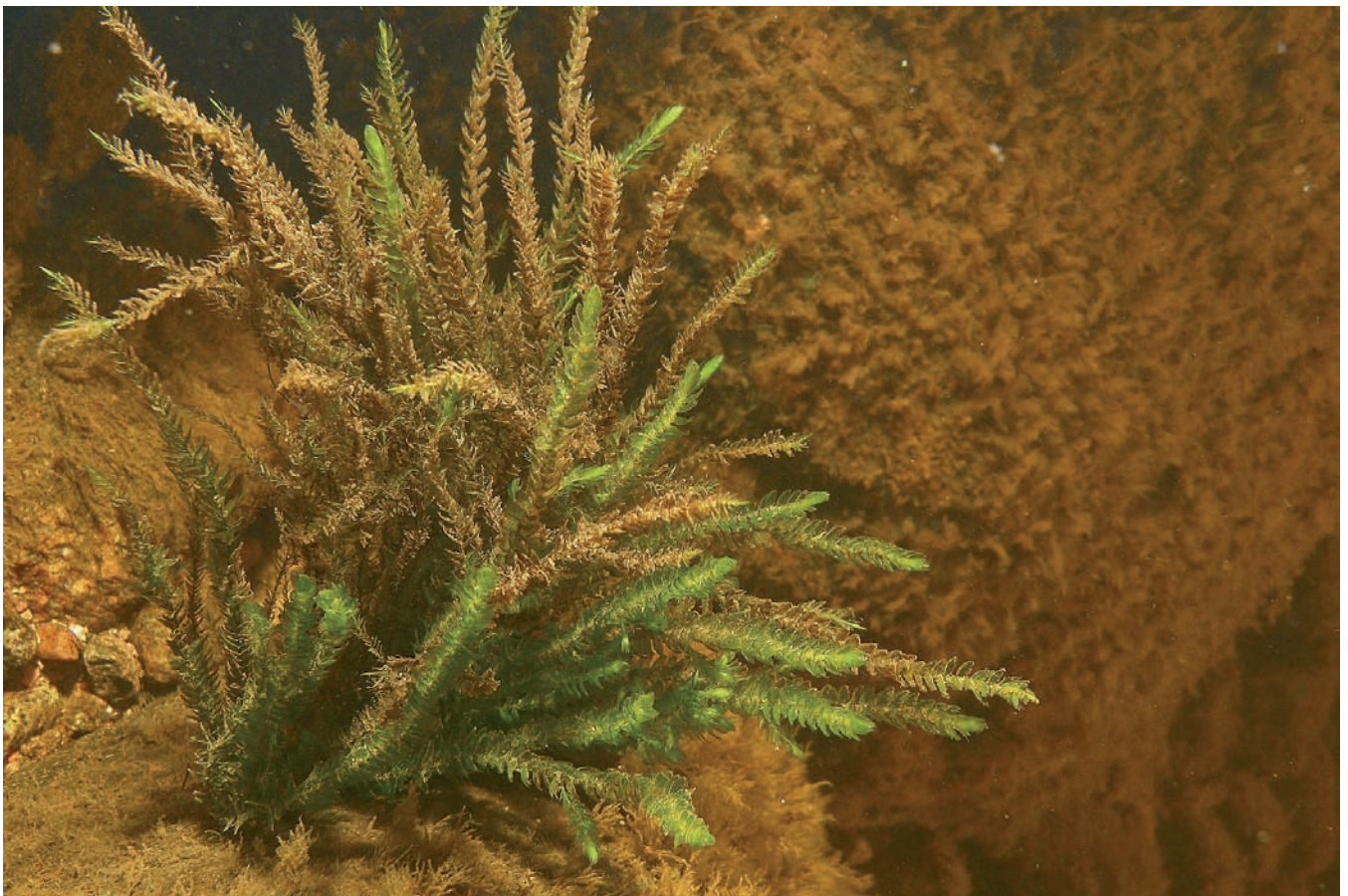


Perämeren kansallispuiston vesimakrofytyt – peruskartoitus ja näytteenottomenetelmien vertailu



Marika Yliniva
Takalankatu 7
95420 Tornio
marika.yliniva@maritech.fi

Essi Keskinen
Metsähallitus, Pohjanmaan luontopalvelut
PL 81
90101 Oulu
essi.keskinen@metsa.fi
puh. 0400 867 823

Kansikuva: Isonäkingsammal (*Fontinalis antipyretica*) on Perämeren yleisin suurikokoinen vesisammal.
Kuva: Metsähallitus/Essi Keskinen.

Översättning: Pimma Åhman.



© Metsähallitus 2010

ISSN 1235-6549
ISBN 978-952-446-830-5 (pdf)

Perämeren kansallispuiston vesimakrofytit – peruskartoitus ja näytteenottomenetelmien vertailu



KUVAILULEHTI

JULKAISIJA	Metsähallitus	JULKAISUAIKA	lokakuu 2010
TOIMEKSIANTAJA	Metsähallitus	HYVÄKSYMISPÄIVÄMÄÄRÄ	
LUOTTAMUKSELLISUUS	Julkinen	DIAARINUMERO	
SUOJELUALUETYYPPI/ SUOJELUOHJELMA	kansallispuisto, Natura 2000 -alue		
ALUEEN NIMI	Perämeren kansallispuisto		
NATURA 2000 -ALUEEN NIMI JA KOODI	Perämeren kansallispuisto FI1300301		
ALUEYKSIKKÖ	Pohjanmaan luontopalvelut		
TEKIJÄ(T)	Marika Yliniva ja Essi Keskinen		
JULKAISUN NIMI	Perämeren kansallispuiston vesimakrofyytit – peruskartoitus ja näytteenottomenetelmien vertailu		
TIIVISTELMÄ	<p>Merentutkimuksen pääpaino on eteläisillä merialueilla, joten Perämeren kohtalona on ollut jäädä vähemmälle huomiolle. Vesipuitedirektiivin ja meristrategiadirektiivin myötä on kasvanut tarve tuottaa tietoa myös Perämeren vedenalaisesta luonnosta ja tällä hetkellä Perämerelle on suunnitteilla kaksi pysyvää vesimakrofyyttien tutkimuslinjaa.</p> <p>Tässä tutkimuksessa kerättiin tietoa vesimakrofyyteistä ja verrattiin niiden tutkimukseen käytettyjen tutkimusmenetelmien toimivuutta Perämerellä. Verrattavia menetelmiä olivat sukellusmenetelmät (linjasukellus ja peittävyysruudut) ja videointimenetelmät (linjan videointi ja drop-video).</p> <p>Vesimakrofyyteillä tutkimustulokset noudattivat pitkälti aikaisemmin Perämeren alueella tehtyjä kartoituksia. Kaikki havaitut lajit olivat löytyneet jossain vaiheessa Perämeren alueelta, mutta joillakin lajeilla oli eroavaisuuksia runsaussuhteissa. Näitä lajeja olivat esimerkiksi alueellisesti uhanalaisiksi luokitellut vesisammalet (vellamonsammal <i>Octodicerus fontanum</i> ja ahdinsammal <i>Platyhypnidium riparioides</i>), joita esiintyi yleisesti tutkittujen linjojen alueella. Tämä tulos osoittaa, että Perämeren tutkimus on jäänyt vähemmälle huomiolle ja että nykyisillä tutkimusmenetelmillä kaikista lajeista ei saa hyvää käsitystä.</p> <p>Tutkimusmenetelmien vertailussa todettiin, että kaikilla menetelmillä on niin hyvät kuin huonot puolensa. Menetelmät, jotka toimivat erinomaisesti eteläisten vesialueiden tutkimuksessa, eivät välttämättä palvele tutkimuksen etuja pohjoisessa. Perämeri omassa ainutlaatuisuudessaan vaatii omat tutkimusmenetelmät, joissa yhdistyy nopeus ja laatu. Tämä onnistuu esimerkiksi yhdistämällä eri menetelmillä saatava aineisto (esim. videoaineistoa täydennetään sukellusaineistolla). Parhaiden menetelmien löytäminen vaatii vielä lisätutkimusta ja kehitystyötä.</p>		
AVAINSANAT	Itämeri, Perämeri, kasvillisuus, vesimakrofyytit, näytteenottomenetelmät, sukellus, videokuvaukset		
MUUT TIEDOT	Tutkimus on tehty alunperin pro gradu -työnä Oulun yliopiston biologian laitokselle.		
SARJAN NIMI JA NUMERO	Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 191		
ISSN	1235-6549	ISBN (PDF)	978-952-446-830-5
SIVUMÄÄRÄ	66 s.	KIELI	suomi
KUSTANTAJA	Metsähallitus	PAINOPAIKKA	
JAKAJA	Metsähallitus, luontopalvelut	HINTA	

PRESENTATIONSBLAD

UTGIVARE	Forststyrelsen	UTGIVNINGSDATUM	oktober 2010
UPPDRAGSGIVARE	Forststyrelsen	DATUM FÖR GODKÄNNANDE	
SEKRETESSGRAD	Offentlig	DIARIENUMMER	
TYP AV SKYDDSSOMRÅDE/ SKYDDSPROGRAM	nationalpark, Natura 2000-område		
OMRÅDETS NAMN	Bottenvikens nationalpark		
NATURA 2000-OMRÅDETS NAMN OCH KOD	Bottenvikens nationalpark FI1300301		
REGIONAL ENHET	Österbottens naturtjänster		
FÖRFATTARE	Marika Yliniva och Essi Keskinen		
PUBLIKATION	Vattenmakrofyter i Bottenvikens nationalpark – grundkartläggning och jämförelse av provtagningsmetoder		
SAMMANDRAG	<p>Havsforskningen är koncentrerad till sydligare havsområden och följaktligen har Bottenviken ägnats mindre uppmärksamhet. I och med ramdirektivet för vatten och havsstrategidirektivet har det uppstått behov av att producera information även om undervattensnaturen i Bottenviken, och för tillfället har man planer på att inrätta två permanenta taxeringslinjer för vattenmakrofyter i Bottenviken.</p> <p>I denna undersökning insamlades data om vattenmakrofyter och jämfördes hur de olika undersökningsmetoder som användes i arbetet lämpar sig för Bottenviken. Metoder som jämfördes var dykningsmetoder (linjer och rutor) samt videometoder (videofilmning och drop-video).</p> <p>Undersökningsresultaten för vattenmakrofyterna överensstämmer i hög grad med tidigare kartläggningar i Bottenviken. Alla nu observerade arter har också tidigare noterats i Bottenviken, men i fråga om vissa arter förekom det skillnader i abundansen. Sådana var t.ex. vattenfickmossan (<i>Octodicerias fontanum</i>) och bäcknäbbmossan (<i>Platyhypnidium riparioides</i>) som klassas som regionalt hotade men förekom allmänt på de undersökta linjerna. Detta resultat visar att forskningen av Bottenviken ägnats för lite uppmärksamhet och att de nuvarande undersökningsmetoderna inte ger en tillräckligt noggrann bild av alla arter.</p> <p>Vid en jämförelse av undersökningsmetoderna konstaterades att alla metoder har sina goda och dåliga sidor. Metoder som lämpar sig utmärkt för havsområden längre söderut fungerar inte nödvändigtvis lika bra i norr. Bottenviken är ett unikt havsområde som kräver sina egna undersökningsmetoder, metoder i vilka snabbhet och kvalitet förenas. Detta lyckas om man förenar material som insamlats med olika metoder (t.ex. videomaterial kompletteras med material som fås genom dykning). Det krävs ytterligare undersökningar och utvecklingsarbete för att man ska hitta de bästa metoderna.</p>		
NYCKELORD	Östersjön, Bottenviken, växtlighet, vattenmakrofyter, provtagningsmetoder, dykning, videofilmning		
ÖVRIGA UPPGIFTER	Undersökningen är ursprungligen ett pro gradu-arbete för institutionen för biologi vid Uleåborgs universitet.		
SERIENS NAMN OCH NUMMER	Forststyrelsens naturskyddspublikationer. Serie A 191		
ISSN	1235-6549	ISBN (PDF)	978-952-446-830-5
SIDANTAL	66 s.	SPRÅK	
FÖRLAG	Forststyrelsen	TRYCKERI	
DISTRIBUTION	Forststyrelsen, naturtjänster	PRIS	

Sisällys

1 Johdanto	7
1.1 Vesimakrofyyttien tutkimus Suomessa.....	7
1.2 Itämeren kasvillisuuteen vaikuttavat tekijät.....	10
1.3 Työn tarkoitus ja tavoitteet.....	11
2 Aineisto ja menetelmät	13
2.1 Perämeren kansallispuisto ja sen aikaisemmat makrofyyttitutkimukset.....	13
2.2 Tutkimusaineisto.....	14
2.3 Näytteenottoaikat.....	15
2.4 Näytteenottomenetelmät.....	17
2.5 Aineiston käsittely.....	21
3 Tulokset	22
3.1 Tutkimuslinjat.....	22
3.2 Tutkimuksessa havaittu lajisto ja lajimäärä.....	28
3.3 Perämeren kansallispuiston lajiston eroavaisuudet vuosina 1993–1994 tehtyyn tutkimukseen nähden.....	39
3.4 Menetelmien vertailu.....	40
4 Tulosten arviointi	42
4.1 Merentutkimus Suomessa.....	42
4.2 Vesimakrofyyttien esiintyminen Perämeren alueella.....	42
4.3 Vesimakrofyyttien näytteenottomenetelmät Perämerellä.....	47
4.4 Johtopäätökset.....	50
Kiitokset	51
Lähteet	52
Liitteet	
Liite 1 Videointiaineiston primääritaulukko.....	57
Liite 2 Sukellusmenetelmillä ja linjavideoinnilla havaitut lajit, esiintymissyvyydet sekä esiintymisalueiden pohjanlaadut.....	62
Liite 3 Ruutuaineiston primääritaulukko.....	65

1 Johdanto

Itämeren tilan parantamisen haasteet ovat mitattavat. Asian hyväksi on tehty jo paljon, mutta paljon on vielä tekemättä. Itämerellä on kuitenkin toivoa. Todisteena tästä ovat laajat valtioiden väliset Itämeren suojelusopimukset, joiden avulla pyritään tekemään muutoksia Itämeren hyväksi. Viimeisin todiste valtioiden välisestä yhteistyöstä Itämeren tilan parantamiseksi oli kesällä 2008 hyväksytty strategia yhteisön meripolitiikasta, jonka avulla on tarkoitus saattaa toimeen EU:n meripolitiikan ympäristöosuus. Euroopan meristrategiadirektiivin kantavana tavoitteena on hyvä meriympäristön tila vuoteen 2020 mennessä (Bäck 2008). Tämä tutkimus on osa VELMU-kartoitusta (Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma), joka vastaa suoraan meristrategiadirektiivin vaatimuksiin.

1.1 Vesimakrofyttien tutkimus Suomessa

1.1.1 Vesien tilan arviointi – biologiset ja ekologiset tekijät osaksi arviointia

Vesimakrofyttejä eli vesiemme suurkasveja (Toivonen 1984) on tutkittu Suomessa 1900-luvun alusta lähtien (Väliranta & Partanen 2006). Ensimmäiset tutkimukset keskittyivät pääsääntöisesti Helsingin ja Tvärminnen alueille ja käsittelivät pitkälti ekologisia, morfologisia ja taksonomisia yksityiskohtia. Muut samoihin aikoihin tehdyt analyysit kasvillisuudesta ja kasvistosta ovat hajanaisia ja liittyivät tavalla tai toisella ympäristömyrkköjen aiheuttamiin kasvillisuusmuutoksiin (Hällfors ym. 1987).

Vesitöihin vaikuttavat tekijät ovat tyypillisesti fysikaalis-kemiallisia, kuten esimerkiksi ravinnekuormitus tai mahdolliset myrkkypäästöt. Ennen Euroopan Parlamentin ja Neuvoston Vesipuitteidirektiiviä (2000/60/EY) yhteisön vesipolitiikan puitteista vesistöjen tilan arvioinnit tehtiin perinteisesti lähes yksinomaan veden kemiallisiin ja fysikaalisiin muuttujiin perustuen (Nöjd ym. 2005). Näiden abioottisten muuttujien seurantaan on saatavilla useita standardimenetelmiä, joiden avulla muutoksen ekologisista vaikutuksista on mahdollista saada viitteitä.

Vesipuitteidirektiivin toteutuminen edellyttää vesistöjen biologisten ja ekologisten muuttujien huomioimista vesialueiden yleisen tilan arvioinnissa (Vuori ym. 2006). Ekologisten ja biologisten muuttujien seuranta on kuitenkin huomattavasti vaikeampaa kuin edellä mainittujen abioottisten tekijöiden, mikä johtuu siitä, että ekologisten ja biologisten muuttujien osalta standardimenetelmät puuttuvat (Salemaa & Kangas 1984). Käytännössä tämä on tarkoittanut sitä, että tutkimusta on tehty erilaisilla periaatteilla ja menetelmillä, jolloin tulosten vertailukelpoisuus on vaihdellut alueittain. Juuri tätä ongelmaa vesipuitteidirektiivi pyrkii paikkaamaan uudistamalla ja yhtenäistämällä EU:n vesipolitiikkaa. Direktiivin mukaan jäsenvaltioiden tulee yhteistyössä kehittää kansallisesti vertailukelpoiset makrofyttien luokittelu- ja seurantajärjestelmät (Nöjd ym. 2005, Vuori ym. 2006, Ruuskanen henk.koht. tiedonanto 2009), eli näiden osana myös yhtenäiset tutkimusmenetelmät, sekä saavuttaa kaikissa pintavesissä nk. hyvä ekologinen tila vuoteen 2015 mennessä (Vuori ym. 2006).

Tällä hetkellä Suomelle ollaan luomassa yhtenäistä makrofyttiseurantamenetelmää, jonka avulla on ensisijaisesti tarkoitus täyttää vesipuitteidirektiivin vaatimukset (Ruuskanen henk.koht. tiedonanto 2009). Tätä seurantamenetelmää on tarkoitus hyödyntää myös meristrategiadirektiivin täyttämiseksi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on Perämeren kansallispuiston alueella esiintyvien vesimakrofyttien peruskartoitus ja samalla erilaisten vesimakrofyttien kartoitusmenetelmien vertailu. Suomessa tällä hetkellä käytettävät vesimakrofyttien kartoitus- ja seurantamenetelmät eroavat toisistaan, ja tästä syystä eri merialueiden tuloksia on vaikea verrata toisiinsa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on päästä vertaamaan neljää erilaista kartoitusmenetelmää Perämeren äärimmäisissä olosuhteissa.

1.1.2 Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma VELMU

Itämeren vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointi-ohjelma (VELMU) on osa Suomen Itämeren suojeluohjelmaa (2002), jonka toteuttamista jatketaan hallitusohjelman (Vanhanen, 24.6.2003) mukaisesti. Inventointiohjelman tarkoituksena on kerätä tietoa vedenalaisten luontotyyppien ja lajien monimuotoisuudesta vuoteen 2014 mennessä Suomen rannikko- ja merialueilla. VELMU-hankkeen aikana saatuja tietoja tarvitaan kansainvälisten sitoumusten täyttämiseen sekä kansallisia tarpeita varten (VELMU:n toimintaohjelma 24.5.2006). Vedenalaisen meriluonnon tuntemusta edellyttäviä kansainvälisiä luonnonsuojelusopimuksia ovat mm.

- Vuonna 1992 solmittu Biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus, jonka tavoitteena on maapallon monimuotoisuuden suojelu, luonnonvarojen kestävä käyttö sekä luonnonvarojen käytöstä saatavien hyötyjen oikeudenmukainen ja tasapuolinen jako. Sopimus sisältää meri- ja rannikkoalueita koskevan työohjelman (FINLEX – valtiosopimukset 78:1994)
- Vuonna 2000 voimaan tullut uudistettu ja aiempaa sitovampi Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva sopimus eli ns. Helsingin sopimus, jonka tavoitteita noudattaen pyritään luomaan yhtenäinen suojeluverkosto Itämerelle ja Koillis-Atlantille vuoteen 2010 mennessä. Tätä koordinoimaan perustettiin Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio HELCOM, jonka tavoitteena on suojella Itämeren uhanalaisia ja väheneviä lajeja ja elinympäristöjä (VELMU:n toimintaohjelma 24.5.2006).
- Vuonna 2000 voimaan tullut Euroopan unionin vesipuitedirektiivi (suositus rannikkoalueiden yhdenntetystä käytöstä ja hoidosta) (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY)
- Vuonna 2008 voimaan tullut meristrategiadirektiivi, jolla luotiin puitteet meriympäristön jatkuvalla suojelulle ja säilyttämiselle sekä tilan huononemisen ehkäisemiselle. Direktiivin tavoitteena on saavuttaa meriympäristön hyvä tila vuoteen 2021 mennessä (Bäck 2008).

VELMU-ohjelman voidaan ajatella olevan inventointihanke, jonka tavoitteista useita tulee toteuttaa vuoteen 2014 mennessä. Näistä tavoitteista tärkeimpiä ovat Suomen meri- ja rannikkoalueen vedenalaisten luontotyyppien tyydyttävä inventointi, tietopalvelujen kehitys ja toteutus, vedenalaisen meriluonnon osaamisen ja tietoisuuden vahvistaminen, mihin kuuluu osaltaan vedenalaiseen meriluontoon liittyvän tutkimuksen lisääminen, sekä inventointityön jatkumisen varmistaminen (VELMU:n toimintaohjelma 24.5.2006).

VELMU-hankkeen toteutukseen osallistuvat useat eri valtion laitokset eri vastuualueineen. Geologian tutkimuskeskus vastaa merenpohjan geologisesta kartoituksesta, Merentutkimuslaitos biologisesta kartoitustyöstä sekä Metsähallitus ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos biologisesta maastokartoituksesta osana omia hankkeitaan. Hankkeessa ovat mukana myös useat yliopistot (esimerkiksi Åbo Akademi) ja korkeakoulut omine tutkimushankkeineen. Hanketta vetää Suomen ympäristökeskus, jonka Merikeskukseen Merentutkimuslaitos sulautettiin tämän vuoden alusta lähtien.

1.1.3 Makrofytytien käyttömahdollisuudet vesien tilan seurannassa

Vesimakrofytyteillä tarkoitetaan vesien suurkasveja, jotka ovat osittain tai kokonaan vesiympäristöön sopeutuneita putkilokasveja, sammalia ja kookkaita leviä. Makrofytyt jaetaan tavallisesti tilanteesta riippumatta kasvutapansa ja systemaattisen asemansa mukaan elomuotoihin, joita ovat ilmaversoiset (helofyytit), kelluslehtiset (nymfeidit), uposlehtiset (elodeidit), pohjalehtiset (isoetidit), irtokellujat (lemnidit), irtokeijujat (keratofyllidit), vesisammalet (bryidit) ja näkinpartaislevät (karidit) (Toivonen 1984).

Vesikasvien, kuten myös maakasvien, joukossa on lajeja, jotka ovat hyvin vaateliaita tiettyjen abioottisten tekijöiden suhteen. Näitä tekijöitä voivat olla esimerkiksi lämpötila, pohjanlaatu, valaistus, veden kemia ja rannan morfologia. Muutokset tietyissä ympäristötekijöissä voivat saada aikaan muutoksen kasvilajiston sekä kvalitatiivisissa että kvantitatiivisissa ominaisuuksissa. Näihin ympäristön muutoksiin eri lajit reagoivat eri aikavälillä. Muutokset voivat tapahtua viikoissa, kuukausissa tai jopa vuosissa. Erityisen herkästi muutoksiin

reagoivat Niemen (1990) mukaan lajit, jotka ovat kokonaan veden varassa. Tällainen on esimerkiksi pikkulimaska (*Lemna minor*), jonka lajirunsaudet voivat kasvaa muutamassa viikossa massaesiintymiksi mm. viemäreiden purkuaukoissa.

Johansson ym. (1998) ja Eriksson ym. (2002) tutkivat makrolevien pitkäaikaismuutoksia Etelä-Ruotsin saaristossa. Heidän mukaansa makrofytyt soveltuvat erinomaisesti juuri pitkäaikaisten muutosten seurantaan, sillä ne ilmaisevat hyvin ympäristötekijöiden kasautuvaa yhteisvaikutusta (lähinnä ravinteiden ja valon määrän muutoksia) (Toivonen 1984).

Salemaa ja Kangas (1984) pohtivat 1980-luvulla ilmestyneessä artikkelissaan, kuinka litoraaliyhteisöä voitaisiin käyttää indikoimaan meriympäristön tilaa. Litoraaliyhteisöllä tarkoitetaan yhteisöä, joka elää vesistön enimmäisvedenkorkeuden rajasta pohjakasvillisuuden alarajaan asti (Tirri ym. 2001). Meriympäristön kannalta juuri litoraalivyöhykkeellä on suuri merkitys. Ravinteiden kierrosta suuri osa tapahtuu litoraalivyöhykkeen kautta, josta käyttämättömät ravinteet siirtyvät avomerelle. Tästä syystä juuri litoraalivyöhykkeen lajiston voisi olettaa ilmaisevan ensimmäisenä mahdollisen rannikolta lähtöisin olevan ympäristömuutoksen. Litoraalivyöhykkeen käytännön hyödyntämisen ongelmia ovat Salemaan ja Kankaan (1984) mukaan vyöhykkeen heterogeenisyys sekä kvalitatiivisen näytteenoton vaikeus.

1.1.4 Vesimakrofytytien tutkimuksissa käytettäviä menetelmiä

Tutkimusmenetelmät ovat kehittyneet suuren harppauksen 1900-luvun alun tutkimuksista. Eniten kehitystä on tapahtunut kulku- ja näytteenottovälineiden, ilmakuvauksen sekä sukelluksen saralla (Hällfors ym. 1987). Ongelman 2000-luvun tutkimuksissa, kuten myös 1900-luvun alun tutkimuksissa, muodostaa tutkimusmenetelmien vaihtelevuus, joka ilmenee tutkimusten sisällä ja välillä. Tutkimuksen lähtötilanteesta ratkaisevassa asemassa tutkimusmenetelmien valinnassa on tutkimuksen tarkoitus, joka voi olla joko kartoitus tai seurantatutkimus. Kartoitustutkimuksessa selvitetään tietyn alueen biotooppien, yhteisöjen, lajien tai jopa geenien levinneisyyttä. Kartoitustutkimuksen lopputuloksena muodos-

tuu kartta, joka edustaa tietyn alueen tilaa tietyssä ajankohtana (Bäck ym. 1996).

Seurantatutkimuksella puolestaan tarkoitetaan tutkimusta, jossa selvitetään tietyn tutkimusalueen tila suhteessa johonkin aikaisempaan tutkimukseen samalta alueelta. Seurantatutkimukset kestävät yleensä useampia vuosia, jolloin tietyn muuttujan seuranta on mahdollista. Itämeren alueella kasvillisuustutkimuksia on tehty erityisesti rakkolevällä (*Fucus vesiculosus*), jonka vuosittaisia vaihteluita on tutkittu useissa tutkimuksissa (esim. Bäck ym. 1993).

Kartoitus- ja seurantatutkimuksissa voidaan käyttää useita eri menetelmiä, joiden valintaan Bäckin ym. (1996) mukaan vaikuttavat:

- alueellinen peittävyys: Mikä on tutkittavan alueen koko
- alueellinen resoluutio: Kuinka suuret objektit on tarkoitus löytää
- ajallinen resoluutio: Mikä on tutkimuksen aikaskaala, eli missä ajassa mahdolliset muutokset tulisi huomata.

Lisäksi menetelmien valintaan vaikuttavat käytettävissä oleva budjetti sekä tutkittavan alueen ominaisuudet.

Vesikasvillisuuden tutkimusmenetelmät voidaan jakaa pinnalta tehtäviin ja sukeltamalla tehtäviin tutkimusmenetelmiin. Sukeltamalla tehtävät tutkimukset voidaan yleensä edelleen jakaa silmämääräiseen arvioon, linja-arviointiin ja ruutumenehtelmään. Useissa tutkimuksissa käytetään näiden yhdistelmää (Blomster 1996). Silmämääräisessä arvioinnissa tutkimus ei perustu mihinkään järjestelmälliseen luokitukseen, vaan sukelluksella voidaan esimerkiksi selvittää alueen lajistoa, lajirunsautta, lajiston levinneisyyttä, tai jonkin muualla tavattavan lajin esiintymistä alueella.

Linja-arviointi toteutetaan linjalla, jota pitkin sukellaan. Linjalta voidaan arvioida esiintyvät lajit ja niiden runsaus esimerkiksi kahden metrin leveydeltä linjan molemmin puolin. Ruutumenehtelmässä tehdään joko ennalta tai satunnaisesti valituilta tietyn kokoisilta näytealoilta tarkempi lajimääritys ja selvitetään kasvillisuuden peittävyys (Blomster 1996). Suomessa linjamenetelmää ovat käyttäneet mm. Leinikki ja Oulasvirta (1995) ja Oulasvirta ja Leinikki (1993, 1995) Perämeren ja Suomenlahden tutkimuksissa, Ilus ja Keskitalo

(1986) ja Keskitalo ja Ilus (1987) Olkiluodon edustan vesimakrofyttikartoituksissa, Ravanko (1972) Seilinsaarten makrofyttitutkimuksissa, Bäck ym. (1993) Haminan ja Kotkan edustan rakkolevätutkimuksissa ja Gestrin (1993) Pernajan saariston bioindikaattoritutkimuksessa.

Pinnalta tehtävistä menetelmistä yleisimpiä ovat harat, vesikiikarit ja uutena, mutta yhä yleisempänä menetelmänä videokuvaus, jolla esimerkiksi syvemmillä alueilla pystytään korvaamaan sukeltaja. Edellä mainittuja menetelmiä käytetään yleensä muita menetelmiä täydentävinä hyvän yleiskuvan saamiseksi (esim. Norjan kansallinen merenpohjan luontotyyppien kartoitusohjelma MAREANO (2009), jossa videokuvaus on käytetty täydentämään monikeila- ja backscatter-luotauksista saatavaa geologista habitaattikarttaa biologisella tiedolla). Haraa ja/tai vesikiikaria ovat käyttäneet mm. Risku (1986) vesikasvillisuuskartoituksessa Perämerellä, Luttinen (1989) Suomenlahdella ja Koistinen (1989) Hankoniemellä. Sukelluksen ohessa haraa ja/tai vesikiikaria ovat käyttäneet Keskitalo ja Ilus (1987) Olkiluodon tutkimuksissa sekä Rönberg ym. (1985) ja Haahntela ja Lehto (1982) Saaristomeren rakkolevätutkimuksissa.

Viimeaikaisempia vesimakrofytteihin liittyviä pro gradu -tutkimuksia edustavat Minna Takalon (2005), Karoliina Ilmarisen (2007) ja Tinto Aaltosen (2008) tutkimukset. Takalo (2005) on selvittänyt Perämerellä vesimakrofyttien käytömahdollisuuksia rannikkovesien tilan arvioinnissa ja seurannassa. Menetelmänä käytettiin linjoja, jotka kartoitettiin kahluusaappaita, vesikiikaria, ruutukehikkoa ja syvyysmittaa hyödyntäen. Ilmarisen (2007) tutkimuksessa käsiteltiin makrofyttien käyttöä vesien tilan seurannassa sekä verrattiin kahta makrofyttitutkimuksen menetelmää keskenään. Vertailun kohteina olivat haramenetelmä ja linjasukellukset. Aaltosen (2008) tutkimuksessa selvitettiin muun muassa, mitä levälajeja esiintyy rakkolevävyöhykkeen alapuolella Tvärminnen merialueella ja mitkä tekijät selittävät lajien esiintymistä eri tutkimuspaikoilla. Tutkimusmenetelmänä käytettiin 4 m²:n näytealaja (yht. 32), jotka kartoitettiin sukeltamalla.

1.2 Itämeren kasvillisuuteen vaikuttavat tekijät

1.2.1 Itämeren erityispiirteet

Itämeri on yksi maailman suurimmista puolisuuljetuista murtovesialtaista, sen pinta-ala on noin 415 000 km². Itämeren valuma-alue on kooltaan 1,7 milj. km² (Kiirikki ym. 2004). Tätä aluetta asuttaa yli 80 miljoonaa ihmistä. Itämeri voidaan jakaa Pohjanlahteen, Suomenlahteen, keskiseen, pohjoiseen ja eteläiseen Itämeren altaaseen sekä Riianlahteen. Pohjanlahti voidaan jakaa edelleen Saaristomeren, Ahvenanmeren, Selkämeren, Merenkurkun ja Perämeren alueisiin. Suomenlahti voidaan puolestaan jakaa Viipurinlahteen ja Kronstradinlahteen.

Itämeren suolapitoisuus vaihtelee alueittain Suomen vesialueilla 2:n ja 6 promillen välillä, kun valtameren suolapitoisuus on noin 35 promillea (Kiirikki ym. 2004). Itämeren matalaan suolapitoisuuteen vaikuttavat pohjoisen leveysasteen runsaat vesisateet sekä Itämereen sadoista joista laskeva makea vesi, jota kertyy vuosittain jopa 450 km³ (Fonselius 1971). Ilman Tanskan salmien ja Pohjanmeren kautta tulevia ajoittaisia Atlantin suolapulsseja (Kiirikki ym. 2004) Itämeren voitaisiin ajatella muuttuvan vähitellen suureksi makeanveden altaaksi.

Itämerellä on havaittavissa selvä suolapitoisuuden harppauskerros, halokliini, Suomenlahden länsiosissa sekä Itämeren altaan pohjoisosissa (Kullenberg 1981). Itämeren pääaltaan ja Pohjanlahden välillä veden virtaus tapahtuu pääsääntöisesti syvemmän Ahvenanmeren kautta eikä niinkään matalan Saaristomeren kautta. Pohjanlahdelle siirtyy enimmäkseen Itämeren pääaltaan vähäsuolaista pintavettä, jolloin Selkämeren suolapitoisuus on vähäisempi ja kerrostuneisuus heikompa kuin Itämeren pääaltaassa (Palosuo 1964).

Selkämereltä vesi pääsee virtaamaan Perämerelle ainoastaan muutaman syvemmän Merenkurkun kanavan läpi (Palosuo 1964). Tästä johtuen Selkämeren ja Perämeren välillä on havaittavissa ero niin suola- kuin happipitoisuudessaakin. Vuotuiseksi Merenkurkun läpi Perämereen virtaavan veden määräksi on arvioitu 300–400 km³ ja vastaavasti Perämereltä Merenkurkkuun virtaavan veden määräksi 400–500 km³ (Fonselius 1971).

Suolapitoisuudessa havaittavan kerrostuneisuuden, halokliinin, lisäksi Itämerellä on havaittavissa kerrostuneisuutta myös lämpötilojen suhteen. Kesäisin muodostuvan lämpimän pintavesikerroksen erottaa kylmemmästä pohjalla olevasta vedestä lämpötilan harppauskerros eli termokliini, joka sijaitsee tyypillisesti 10–20 metrin syvyydessä (Kiirikki ym. 2004). Kerrostuneisuudesta johtuen Itämeren päävirtaukset jakautuvat kahteen päätasoon. Pohjalla olevan syvänveden liikkeet ovat hitaita ja ne suuntautuvat pääsääntöisesti itää ja pohjoista kohti. Tämän seurauksena esimerkiksi Suomenlahteen virtaa pohjaa pitkin suolaista ja ravinnepitoista vettä Itämeren pääaltaasta ja vastaavasti makeaa vettä virtaa pintakerroksessa kohti länttä. Pintaveden virtaus kiertää Itämerellä vastapäivää (Kullenberg 1981).

1.2.2 Perämeri, Itämeren arktisin alue

Perämeri sijaitsee Itämeren pohjoisosassa leveysasteiden 63.5° N ja 66° N välillä. Perämeren pinta-ala on noin 10 % koko Itämeren pinta-alasta ja 7 % tilavuudesta. Perämeren keskisyvyys on noin 40 metriä, Merenkurkun 25 metriä ja Selkämeren noin 65 metriä (Kullenberg 1981, Nordström 2004).

Perämeri muistuttaa olosuhteiltaan pikemminkin suurta järveä kuin merta ja poikkeaa siten merkittävästi muusta Itämeren alueesta. Itämerellä suolapitoisuus määrää pitkälti eliölajien ja yhteisöjen esiintymisen ja koostumuksen, toinen vaikuttava tekijä on valoisuus. Suolapitoisuus on Perämerellä noin 3 ‰:n luokkaa samoin kuin Itäisellä Suomenlahdella. Nämä kaksi aluetta muodostavat yhdessä merkittävän murtovesieliöiden esiintymisalueen. Perämeren matalaan suolapitoisuuteen vaikuttavat valuma-alueen suuret joet. Matalan suolapitoisuuden johdosta mereisten lajien leviäminen Perämerelle on varsin vähäistä (Kangas ym. 2003).

Perämeri, samoin kuin itäinen Suomenlahti, jäätyvät joka vuosi. Jääpeitteen kesto aika koillisella Perämerellä on jopa puoli vuotta, keskimäärin 100–150 päivää (Leppäkoski ym. 2002). Jääpeite alkaa kehittyä loka-marraskuussa, ja viimeiset jäät sulavat viimeistään kesäkuun alkuun mennessä. Jääpeite vaikuttaa merkittävästi kasvillisuuteen ja sen sopeutumiseen lyhyeen kasvukauteen ja kylmiin olosuhteisiin. Perämeren pohjukan vuotuinen keskilämpötila on 1,5 °C. Kylmimpinä

kuukausia (tammi-helmikuu) keskilämpötila on -11 °C ja lämpimimpänä kuukautena (heinäkuu) +15 °C (Leppäkoski ym. 2002). Kasvukausi alkaa Perämerellä keskimäärin 25. toukokuuta ja aikautuu etelään päin mentäessä muutamalla päivällä (Kronholm ym. 2005).

Maankohoaminen Perämerellä on noin 9 mm vuodessa, mikä ylläpitää alueen jatkuvaa ja nopeaa primääristä suknessiota (Winterhalter ym. 1981, Kronholm ym. 2005). Saaristomerellä maakochoaa 4,5 mm vuodessa ja Itäisellä Suomenlahdella 2 mm vuodessa. Maankohoamisen vaikutus on merkittäväntä rannan tuntumassa elävien kasvien elinolosuhteisiin. Maata paljastuu vedestä jatkuvasti, ja samalla kasvulosuhteet rannan tuntumassa muuttuvat aallokon toiminnan kasvaessa ja kasvupaikan muuttuessa suojattommaksi.

1.3 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Tässä kartoituksessa käsitellään vesimakrofyttien esiintymistä Perämeren kansallispuiston alueella sekä verrataan neljän eri tutkimusmenetelmän soveltuvuutta vedenalaisen kasvillisuuden kartoittamiseen pohjoisen Itämeren olosuhteissa, jossa luonto on hyvin karua ja lajistoa vähän ja harvakseltaan. Näytteenottomenetelminä käytetään sukellusmenetelmää (linjasukellus ja peittävyysruudut) sekä kahta videointikartoitusta (linjan videointi ja drop-video).

Tutkimusta voidaan pitää jatkona Oulavirran ja Leinikin vuonna 1993–1994 alueella tekemälle vedenalaisen luonnon kartoitukselle, jossa makrofyttikartoitukset tehtiin myös peittävyysruuduja sekä linjasukellusta hyödyntäen (Leinikki & Oulavirta 1995).

Tämänhetkinen merentutkimus painottuu Suomessa pääsääntöisesti eteläisille merialueille, joten Perämeri on jäänyt vähemmälle huomiolle. Tämän kartoituksen tarkoituksena onkin tuottaa tutkijoille hyödyllistä tietoa nimenomaan Perämeren vedenalaisesta kasvillisuudesta ja sen tutkimusmenetelmistä, sillä luonnon karuudesta johtuen menetelmät, jotka soveltuvat etelän vesien kartoitukseen, eivät välttämättä palvele tutkimuksen etuja pohjoisessa. Tämän vuoksi tässä kartoituksessa verrataan neljää näytteenottomenetelmää (linjasukellus, peittävyysruudut, linjan videointi ja drop-video) sekä pohditaan niiden käyttömahdollisuuksia Perämeren olosuhteissa.

Vesimakrofyyttikartoituksia on tehty Suomen puoleisella Perämerellä hyvin vähän (Takalo 2005). Aikaisempia laajoja vesimakrofyyttejä koskevia tutkimuksia ei ole varsinaisesti tehty Riskun (1986), Takalon (2005) sekä Leinikin ja Oulasvirran (1995) lisäksi. Vanhempia Perämeren alueella tehtyjä kartoituksia, jotka eivät suoraan koske ainoastaan vesimakrofyyttejä, ovat Vartiaisen vuonna 1963 tekemä kartoitus Krunnien saaristossa sekä Perämeren kasvillisuutta ja kasvistoa koskeva tutkimus vuodelta 1994 (Salo & Nummela-Salo 1994). Edellä mainittujen tutkimusten lisäksi Krunnien saaristossa on tutkittu litoraalisten biotooppien kasvillisuutta vuonna 1976 (Hällfors 1976). Menetelmien toimivuuteen liittyviä tutkimuksia Perämerellä ei ilmeisesti ole tehty.

Ruotsin puoleisella Perämerellä tutkimusta on tehty enemmän. Vesimakrofyytteihin liittyviä tutkimuksia ovat tehneet mm. Julin ja Pekkari (1956), Kautsky ja Foberg (1999), Forsberg ja Pekkari (2000) sekä Tolstoy & Österlund (2003).

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Perämeren kansallispuisto ja sen aikaisemmat makrofyttitutkimukset

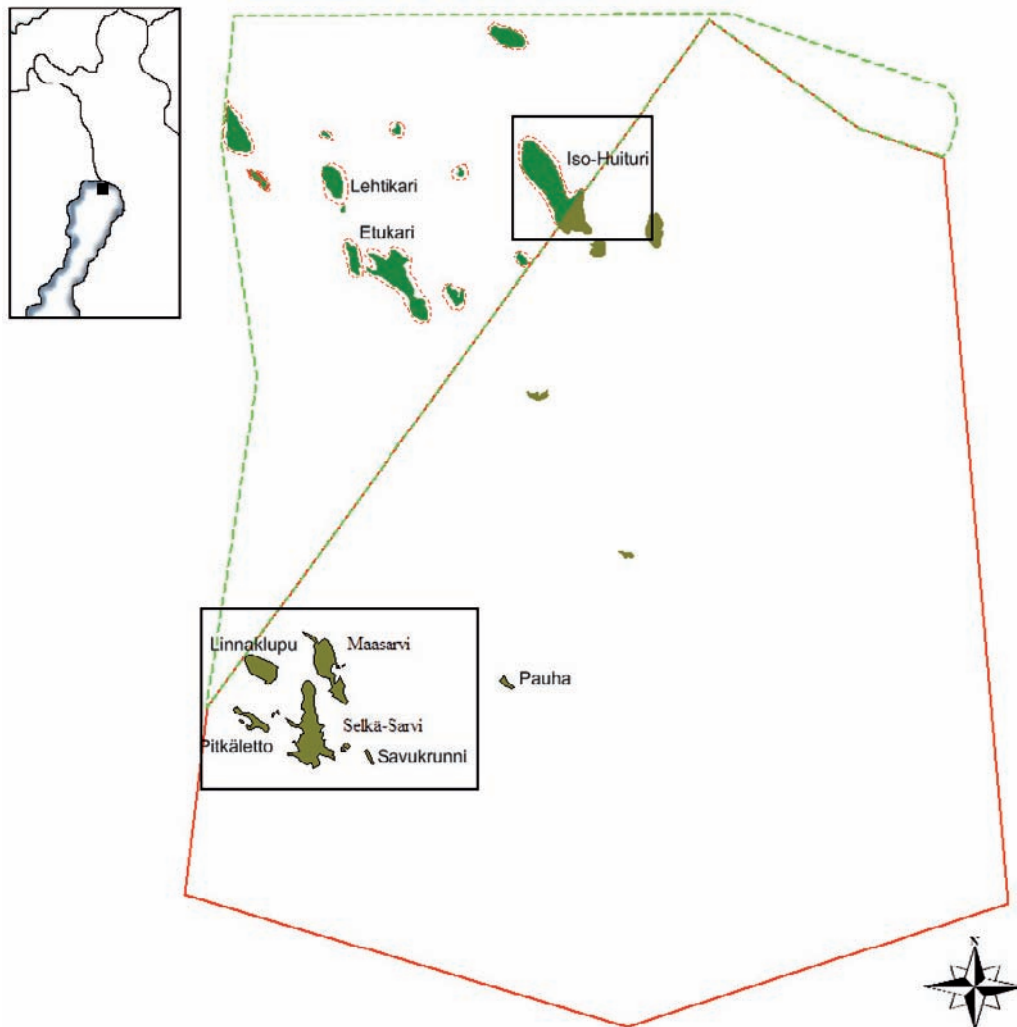
Tutkimusalueeksi valittiin Perämeren kansallispuisto (kuva 1), koska Metsähallituksen vedenalaiskartoitukset kohdistuvat kyseiselle alueelle. Toinen tutkimusalueen ja erityisesti yksittäisten tutkimuslinjojen valintaan vaikuttava tekijä oli aikaisempi alueella tehty vedenalaisen luonnon kartoitus (Leinikki & Oulasvirra 1995).

Perämeren kansallispuisto on perustettu 1.4.1991 voimaan tulleella lailla. Lain tarkoituksena on ulkosaariston ja meriluonnon suojeleminen sekä ympäristötutkimuksen ja luonnonharrastuk-

sen tukeminen (Laki Perämeren kansallispuistosta 15.3.1991/537).

Perämeren kansallispuisto sijaitsee perämeren pohjukassa Kemien ja Tornion kuntien ulkosaaristossa (kuva 1). Pinta-alaa kansallispuistolla on vesialueineen noin 15 450 ha, josta maa-alaa 250 ha (Laki Perämeren kansallispuistosta 15.3.1991/537).

Kansallispuiston tyypillistä maisemaa luonnehtivat laajat ulapat, kivikkoiset rannat sekä karikkoiset vedet syvyyden jäädessä usein alle kymmenen metrin. Pohjanlaatu on kivikkoa tai hiekkaa. Puisto muodostuu noin kolmestakym-



Kuva 1. Perämeren kansallispuistosta valitut kaksi tutkimusaluetta (Selkä-Sarvi ja Iso-Huituri). Punaisella on rajattu Perämeren kansallispuiston vesi- ja maa-alueet ja vihreällä kansallispuiston maa-alueet. Kirkas vihreä = Tornion kunnan alueella olevat saaret, ruskeanvihreä = Kemien kunnan alueella olevat saaret. © Metsähallitus 2010, © Maanmittauslaitos 1/MLL/10. Kuva: Markku Yliniva.

menestä matalasta, ahtojäiden muovaamasta moreeni- tai luotosaaresta, joista pienimmät, matalat karit, ovat ajoittain kokonaan veden peitossa.

Kansallispuiston alueelle on ominaista myös arktisuus, maankohoaminen ja matala suolapitoisuus – Perämeren kansallispuisto on koko Itämeren vähäsuolaisinta aluetta pintaveden suolapitoisuuden ollessa korkeimmillaan vain 2 ‰:n luokkaa. Koko Perämeren pohjukalle tyypillistä ovat vedenkorkeuden suuret vaihtelut. Pohjoistuulilla vesi on alhaalla ja etelätuulilla korkealla. Korkeimmillaan vedenpinta on syksyllä ja talvella. Päävirtaussuunta kansallispuiston alueella on idästä länteen (Leinikki & Oulasvirta 1995).

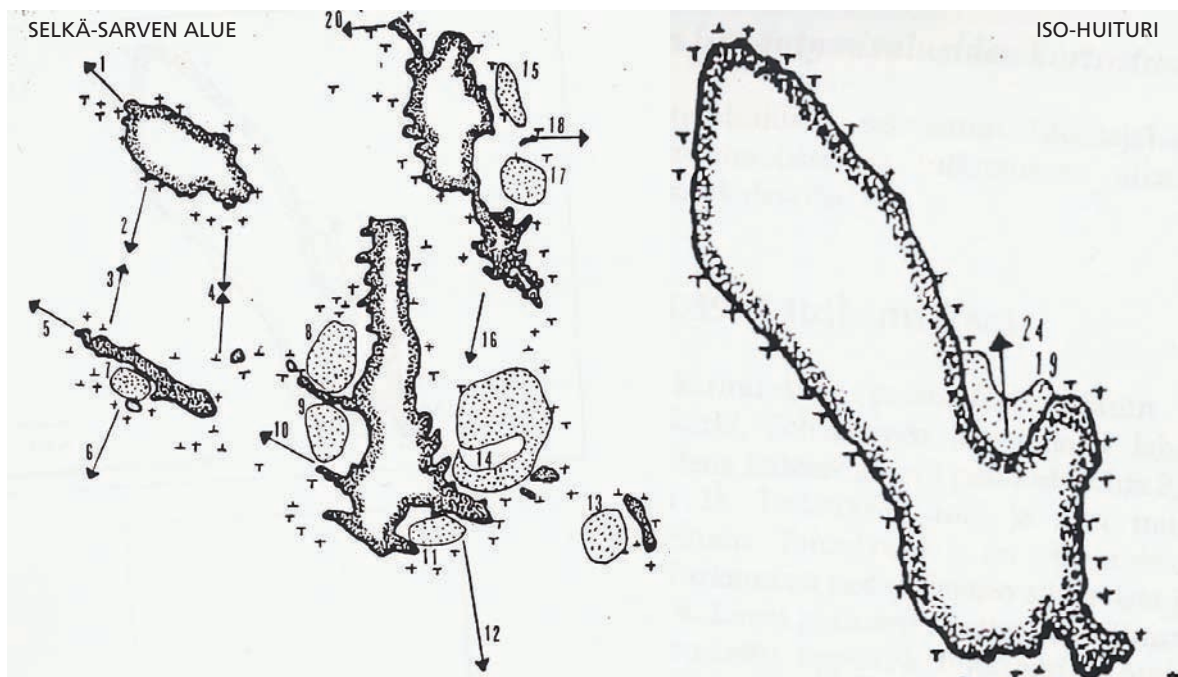
1990-luvun puolessa välissä tehty tutkimus keskittyi Sarvien alueelle sekä Iso-Huiturin lahteen (Leinikki & Oulasvirta 1995) (kuva 2). Tutkimukset suoritettiin kahden vuoden aikana (1993–1994) siten, että ensimmäisen vuoden linjakartoitusten perusteella valittiin kolme litoraalinen pysyvää seurantalinjaa sekä syvänpohjan piste, jotka kartoitettiin uudelleen vuonna 1994. Leinikin ja Oulasvirran (1995) tekemän suosituksen mukaan pysyvät vakionäytealat olisi tulut tutkia samoilla menetelmillä kolmen vuoden välein. Uusintatutkimuksia ei kuitenkaan reursien puutteen vuoksi ole suoritettu ennen tätä tutkimusta. Tilanteeseen näyttäisi jatkoa ajatellen tulevan muutos, sillä tällä hetkellä Perämeren alu-

eelta etsitään pysyviä makrofytytilinjoja Suomen ympäristökeskukselle kerättävää aineistoa varten (Essi Keskinen, Metsähallitus henk.koht. tiedonanto).

Maastotyöt suoritettiin kansallispuiston alueella kesällä 2007. Pääpaino kartoituksissa oli Sarvien saariryhmien läheisyydessä sekä Iso-Huiturissa (kuva 1). Päättökäyttöalue Sarvien saariryhmä sijaitsee kansallispuiston lounaislaidalla valtakunnan rajan tuntumassa. Suurimmat saaret Selkä-Sarvi, Maasarvi ja Linnaklupu ovat metsien peittämiä, kun taas Pitkäletto ja Savukrunni sekä muut pienimmät saaret ovat vain harvakseltaan kasvittuneita. Rannat Sarvien alueella ovat tyypillisesti loivia. Tutkimusalueiksi valittiin sekä suojaisia että täysin avoimia kivikkorantoja. Toinen tutkimusalue Iso-Huituri edustaa huomattavasti suojaisempaa lahdelmaa, joka syvenee loivasti pohjoiseen päin mentäessä.

2.2 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostuu 07.08.2007–11.09.2007 kansallispuiston alueelta kerätystä videomateriaalista ja sukeltajien tekemistä muistiinpanoista. Tutkimusalueelta otettiin myös näytteitä makrofytytisistä levistä ja uposversoisista vesikasveista. Kaikki näytteet kerättiin tutkimusalueelta (kuva 1).

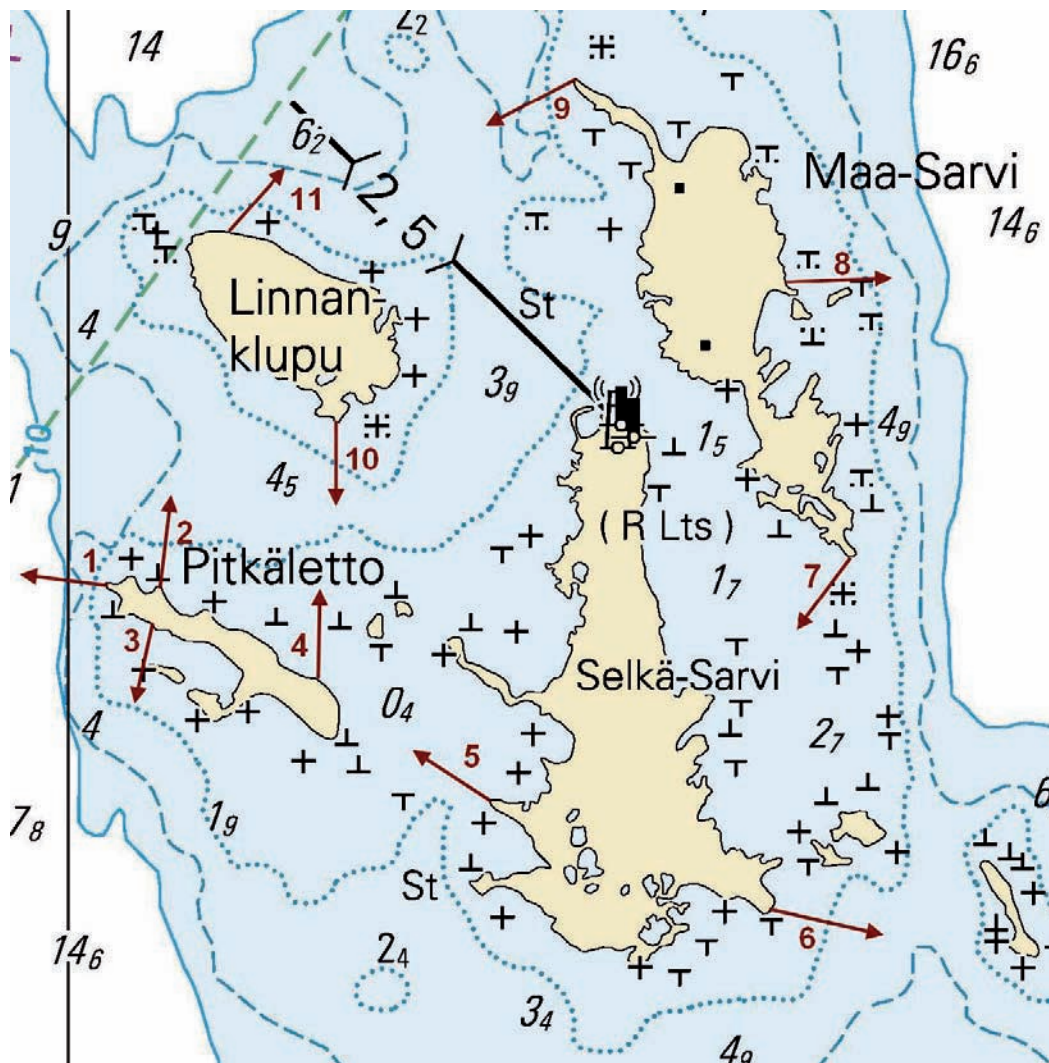


Kuva 2. Leinikin ja Oulasvirran (1994) vuonna 1993 tekemät linjakartoitukset (nuolet) Selkä-Sarven alueella ja Iso-Huiturin lahdessa.

2.3 Näytteenottoapaikat

Näytteenottoapaikkojen sijainnit valittiin pitkälti Leinikin ja Oulasvirran (1995) tekemän tutkimuksen mukaisesti (kuva 2). Linjat sijaitsivat toisiinsa nähden eri ilmansuuntiin (kuvat 3 ja 4). Ilmansuuntien lisäksi vaihtelevuutta löytyy myös suojaisuudessa, jolloin aallokon vaikutus

eri linjojen lajistoon on hyvin erilainen. Tämän lisäksi syvyydet ja pohjanlaadut vaihtelivat eri linjojen välillä. Turvallisuussyistä linjat sukkellettiin pääsääntöisesti syvästä päästä kohti rannaa, poikkeuksena linjat viisi ja seitsemän, jotka sukkellettiin rannasta kohti merta. Linjojen nimet ja sukelluspäivämäärät, ilmansuunnat ja suurimmat syvyydet löytyvät taulukoista 1 ja 2.



Kuva 3. Selkä-Sarven alueen tutkimuslinjat. Linjat on merkitty ja numeroitu kuvaan punaisilla nuolilla. © Metsähallitus 2010, © Merenkulkulaitos lupanumero 2145/721/2006.



Kuva 4. Iso-Huiturin tutkimuslinja. Linja on merkitty ja numeroitu punaisella nuolella. © Metsähallitus 2010, © Merenkululaitos lupanumero 2145/721/2006.

Taulukko 1. Näytteenottolinjojen nimet ja numerot sekä ilmansuunta, johon linjan merenpuoleinen kärki osoitti.

No	Näytepaikka	Ilmansuunta
1	Pitkäletto länsi	länsi
2	Pitkäletto pohjoinen/luode	pohjoinen
3	Pitkäletto etelä	etelä
4	Pitkäletto → Linnaklupu	pohjoinen
5	Selkäsarvi → Pitkäletto	luode
6	Selkäsarvi → Savukrunni	kaakko
7	Maasarvi → Selkäsarvi	lounas
8	Maasarvi itä	itä
9	Maasarvi pohjoinen	lounas
10	Linnaklupu → Pitkäletto	etelä
11	Linnaklupu koillinen	koillinen
15	Iso-Huiturin lahti	pohjoinen

Taulukko 2. Linjat, sukelluspäivämäärät, suurin syvyys sekä vaakanäkyvyys pohjalla.

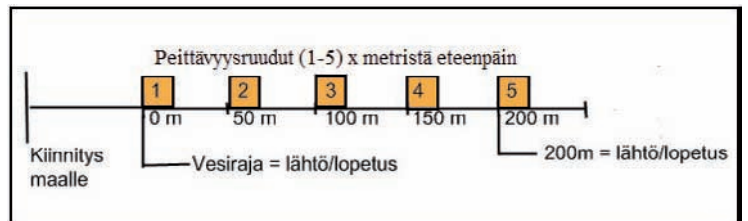
No	Päivämäärä	Suurin syvyys	Näkyvyys
1	11.9.2007	5,1 m	4 m
2	28.8.2007	10,7 m	4 m
3	21.8.2007	3,7 m	2 m
4	8.9.2007	2 m	4 m
5	28.8.2007	2,2 m	3 m
6	5.9.2007	3,3 m	3 m
7	10.8.2007	2,4 m	4 m
8	15.8.2007	2,4 m	4 m
9	27.8.2007	6,0 m	3 m
10	12.8.2007	4,0 m	2 m
11	22.8.2007	5,8 m	4–5 m
15	14.8.2007	3,0 m	3 m

2.4 Näytteenottomenetelmät

Aineistoa kerättiin neljällä eri menetelmällä, joista kaksi tehtiin sukeltamalla ja kaksi videokuvamalla. Toinen videointimenetelmistä suoritettiin poikkeuksellisesti sukeltamalla, koska matalassa rannassa on hankala operoida veneestä ja pysyä tarkasti määritellyllä linjalla.

Kolmen menetelmän tutkimukset suoritettiin 200 metrin linjoja hyväksikäyttäen. Linjatutkimuksissa linjaköytenä toimi 100 metrin mittainen köysi, jossa oli merkit kahden metrin välein sekä köyteen liitetty 100 metrin mittanauhakela (kuva 5). Linjaköysi kiinnitettiin rannalle ja vedettiin kumivenettä apuna käyttäen merelle siten, että linjan lähtömerkki tuli vesirajaan eli sen päivän vedenkorkeuden rajaan. Linjaköysi ja mittakela olivat uppoavaa materiaalia. Upoamisvauhtia pyrittiin nopeuttamaan köyteen kiinnitetyillä painoilla, jolloin linja asettui pohjalle mahdollisimman suoraan eikä mutkalle, minkä hidaskas laskutuminen olisi aiheuttanut. Painot myös pitivät linjan paikoillaan aika ajoin kovassa ranta-aallokossa.

Linjaköyden vetämisen jälkeen toinen sukeltajista kävi sukeltamassa linjan päästä päähän kuljettaen mukanaan vedenalaista videokameraa, joka kuvasi linjan. Kun kuvaus oli suoritettu, kaksi sukeltajaa lähti kartoittamaan linjan. Sukelluksen aikana tehtiin sekä linjasukellusmenetelmä että peittävyysruutumenetelmä. Sukelluksen aikana pinnassa oli tyypillisesti ainakin yksi pintahen-



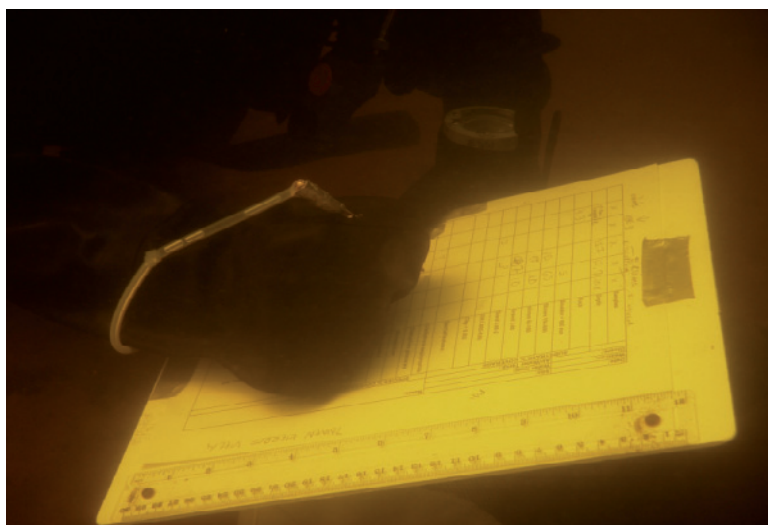
Kuva 5. Tutkimuslinjan rakenne, jossa oranssit ruudut kuvaavat peittävyysruutuja (1 x 1 m). Linja jatkuu yli 200 metrin, koska linjan päässä ovat painot.

kilö, jonka tehtävänä oli avustaa sukeltajia sukellukseen valmistautumisessa sekä sukellukselta palattaessa. Jos sukellukselle osallistui vain yksi sukeltaja, pintahenkilön tehtävänä oli toimia pintapelastajana ja henkilöinä pitäjänä.

2.4.1 Sukellusmenetelmät

1) Linjasukellus

Linjasukellukset suoritettiin pääsääntöisesti pareittain siten, että toinen parista sukelsi linjan toista laitaa noin kahden metrin sektorilla ja toinen toista laitaa. Sukelluksen aikana toinen parista toimi kirjurina ja toinen näytteiden kerääjänä. Kirjurin tehtävänä oli kirjata ylös kaikki mahdolliset havainnot kasvillisuudesta ja pohjanlaadusta. Kirjaukset tehtiin vedenpitävästä paperista tehdyille kentälomakkeelle, joka oli kiinnitetty uppoavaan alustaan (esim. muoviseen leikkuulautaan) (kuva 6), johon oli sidottu silikoniletkulla lyijykynä. Kentälomakkeeseen kirjattiin ylös

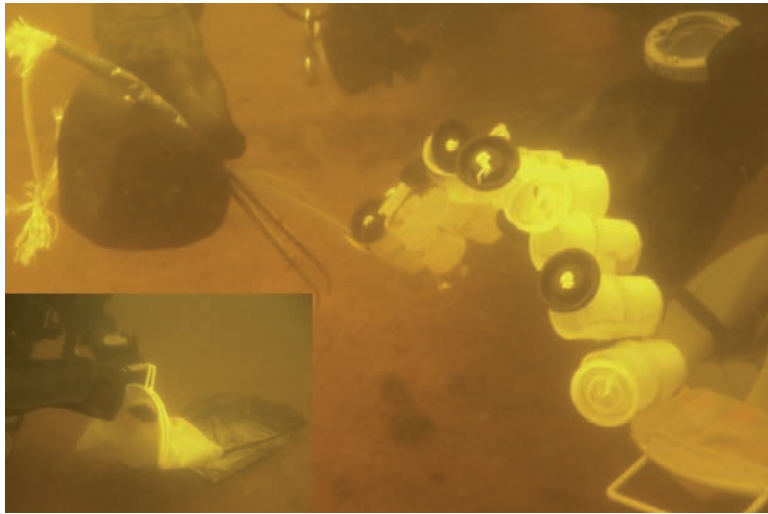


Kuva 6. Sukelluksen aikana tehdyt havainnot kirjoitettiin sukelluslomakkeelle, johon tuli ylös kaikki tarvittu tieto linjan ruuduista: matka linjalta (esim. 34 m rannasta), syvyys (esim. 1,6 m), havainnot (esim. *Potamogeton perfoliatus*, *Chara* sp., *Subularia aquatica*, *Nitella* sp.) sekä mahdolliset näytteet (esim. purkki 5). Kuva: Metsähallitus 2006.

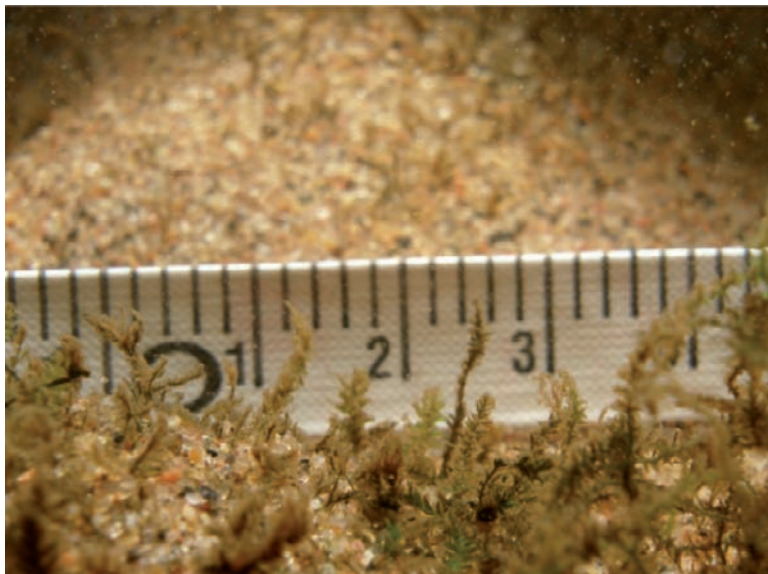
metrimäärä linjalla, syvyys ja havainto sekä mahdollisten pintaan tuotujen näytteiden numerot. Jos kasvia ei tunnistettu, kerättiin näytteet (koosta riippuen) joko numeroituihin verkkopusseihin tai filmipurkeista valmistettuihin numeroituihin keräjiin, joihin oli kiinnitetty myös pinsetit (kuva 7). Näytteiden keräyksestä huolehti toinen sukellusparista.

Linja sukellettiin hitaasti päästä päähän kartoittaen samalla linjan läheisyydessä esiintyvät vesimakrofytyt ja sessiili fauna (runkopolyypit

ja murtovesisieni) (kuva 8). Käytännössä kumpikin sukeltaja kartoitti noin kahden metrin kaistaletta linjan molemmin puolin, jolloin sukelluksella katettiin noin neljä metriä leveä kaistale merenpohjaa. Linja sukellettiin tyypillisesti mereltä rantaan päin. Kasvit, joita ei tunnistettu veden alla, tuotiin pinnalle tunnistamista varten. Linjasukellus kesti keksimäärin noin puolitoista tuntia, mukaan lukien sukelluksen ja linjaköyden laiton ja poiston.



Kuva 7. Kasvinäytteet kerättiin filmipurkeista ja silikoniletkusta valmistettuun ns. leväpatteriin ja tuotiin pintaan mikroskooppitunnistusta varten. Verkkokassissa säilytettiin ylimääräisiä tutkimusvälineitä ja pienempiä verkkopusseja, joihin suuremmat kasvinäytteet kerättiin. Kuva: Metsähallitus 2006.



Kuva 8. Linjaköyden metrimäärästä pystyttiin merkitsemään tietyn havainnon sijainti linjalta. Kuvassa näkyy muun muassa alueellisesti uhanalaista ahdinsamalta (*Platyhypnidium riparioides*) linjaköyden vierellä. Kuva: Metsähallitus 2007.

2) Peittävyysruudut

Peittävyden arvioinnissa käytetyt ruudut rakennettiin hiekalla täytetystä sähköputkesta siten, että ruudun kooksi tuli 1 m x 1 m. (kuva 9).

Peittävyysruutukartoitukset tehtiin siten, että sukeltaja kirjasi ylös kaikki mahdolliset tiedot peittävyysruudun sisälle jäävästä alueesta (kuva 10). Näitä tietoja olivat pohjanlaatu ja eri pohja-substraattien peittävyysprosentit (0–100 %), syvyys, etäisyys linjan alkupäästä, havaitut kasvilajit ja niiden prosentuaaliset peittävydet (0–100 %). Ruudut tehtiin linjalla 50 metrin välein siten, että ruutu asetettiin aina tutkittavasta mitasta eteenpäin, esim. linjan alkupäässä ruutu laitettiin alueelle 0–1 m ja 50 metrin kohdassa ruutu laitettiin alueelle 50–51 metriä linjalla (kuva 5). Ruutu asetettiin aina linjan vasemmalle puolelle rannasta katsottuna. Ruutuja tehtiin yleensä viisi kappaletta jokaiselta linjalta eli 60 kappaletta koko aineistosta.

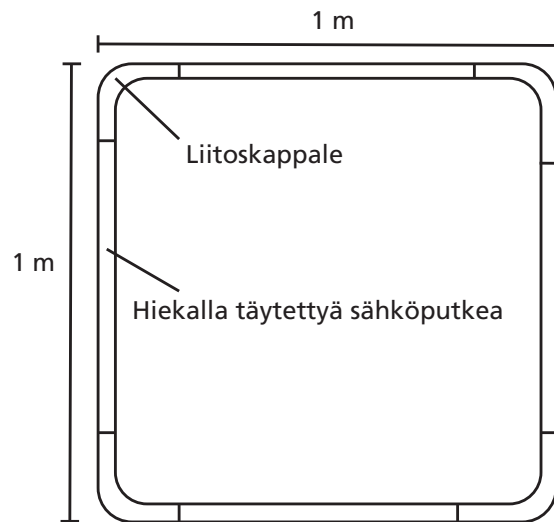
2.4.2 Videointimenetelmät

Vedenalaisella videokuvauksella voidaan dokumentoida linjapaikkaa ja havainnollistaa linjan kasvillisuutta, pohjanlaatua ja vaakanäkyvyyttä. Tässä kartoituksessa käytettiin kahta eri videointimenetelmää eli linjan videokuvausta sekä drop video -menetelmää.

a) Linjan videokuvaus

Vedenalaisen videokuvauksen teki pääsääntöisesti kolme henkilöä. Normaalityönteissa kartoituksen voi tehdä kaksi henkilöä ilman sukeltajaa, mutta tässä kartoituksessa haluttiin tiedot täsmälleen samalta sukelluslinjalta kuin muut kartoitukset ja siksi oli välttämätöntä, että sukeltaja piti kameraa paikallaan, jotta se ei aallokon ja tuulen vaikutuksesta siirtynyt pois linjalta. Tämä mahdollisti aineistojen vertailtavuuden.

Linjan videokuvaus tehtiin tässä tapauksessa siten, että sukeltaja sukelsi linjan päästä päähän pitäen kameraa noin 30 cm:n päässä pohjasta ja näytti kymmenen metrin välein linjaköydessä olutta matkamittaa, jolloin videota analysoitaessa tiedettiin, missä kohdassa linjaa oltiin menossa. Videoaineisto purettiin erilliselle konseptille, johon analysoitiin nähty kasvillisuus sekä pohjanlaatu tietyllä matkalla.



Kuva 9. 1 m²:n peittävyysruudun malli.



Kuva 10. Tutkimussukeltaja käyttää Saarijärven meri-riajokasniityllä (*Zostera marina*) metallista 0,25 m x 0,25 m kehikkoa peittävyden arviointiin. Kuva: Metsähallitus 2006.

Pääpiirteissään videokuvaus eteni siten, että yksi henkilöistä käsitteli tallentavaa videolaitetta (kuva 11), toinen sukelsi linjan ohjaten vedenalaista videokameraa (kuva 12) ja kolmas henkilö ohjasi venettä.

Kamerakokonaisuus muodostui vedenkestävästä kamerasta (kuva 12), josta lähti 30 metrin kaapeli, suojakotelosta (virvoitusjuomapullo) sekä painosta, joka nopeutti kameran uppoamista. Kameraan kiinnitettiin uppoava köysi, johon kaapeli kiinnitettiin löysästi lenkeillä/teipillä tietyn matkan välein siten, että kameraa vedettäessä veto kohdistui köyteen eikä kaapeliin, joka oli helposti rikkoutuva. Virvoitusjuomapulloon rakennettu kamera toimi hyvin, kun sukeltaja piti kamerasta kiinni. Kun kuvauksia tehdään veneestä, vaatii



Kuva 11. Veneen tallentava videolaite, joka koostuu iskunkestävästä salkusta, lisäakusta, videokamerasta sekä näytöstä, josta vedenalaisia tapahtumia voi seurata sukelluksen aikana. Kuva: Metsähallitus 2007.

tämä kamera pyrstön, joka estää kameras pyörimisen. Pyörivän kameras kuvaa on äärimmäisen hankala tulkita.

Tallentavana videolaitteena toimi videokamera (Sony TS-6021EHPSC, 2005), johon vedenalainen kuva lähetettiin kaapelia pitkin ja joka tallensi kuvan (meidän tapauksessamme miniDV-kasetille). Lisävarusteina meillä oli iskunkestävä suojasalkku (kuva 11), joka suojaasi kameraa myös vesiroiskeilta, sekä näyttö, josta pystyi seuraamaan vedenalaisia tapahtumia suuremmalta kuvaruudulta.

b) Veneestä tehty drop video -kuvaus

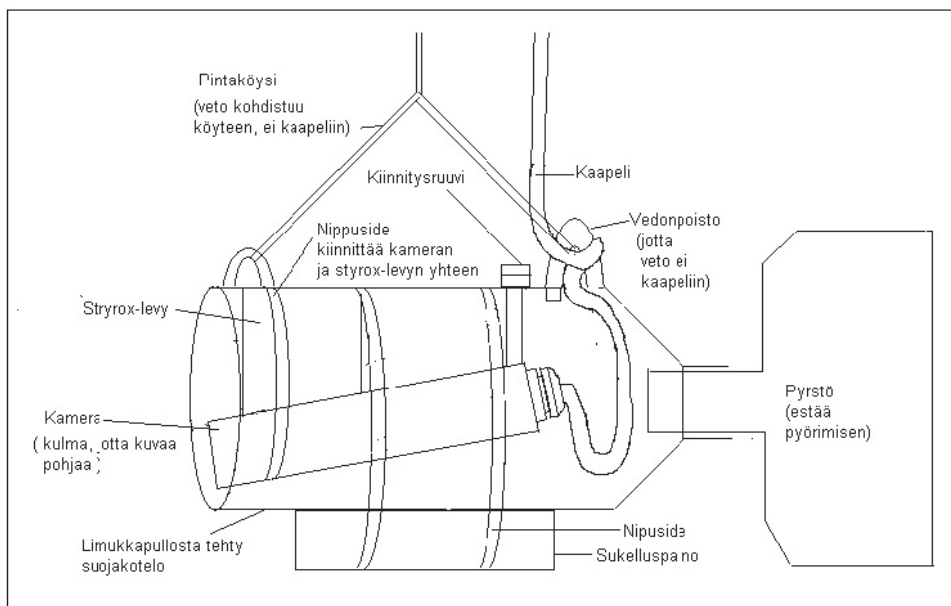
Linjan videokuvauksen lisäksi alueella suoritettiin samanaikaisesti Metsähallituksen toimesta drop video -kuvausta, jonka pistematriisin pohjana toimivat 100 x 100 m:n ruutujen keskipisteet. Kun kamera saavutti pohjan ruudun keskipisteessä, kuvattiin sitä 30 sekunnin ajan, jonka jälkeen kamera nostettiin ylös ja jatkettiin seuraavalle pisteelle. Videosta analysoitiin mm. pohjanlaatu, syvyys sekä kasvillisuus.

2.4.3 Menetelmien ajankäyttö

Taulukosta 3 käy ilmi eri tutkimusmenetelmien ajankäyttö. Tämän kartoituksen aikana linjasukellus kesti ajallisesti noin 1,5 h ja kasvillisuusruutujen teko suunnilleen puolet tästä ajasta. Linjan videointi kesti puolestaan noin 20 min ja saman verran (20 min) kului myös videon analysointiin. Drop video -menetelmä vei puolestaan aikaa noin 2 min/piste eli 2 min/hehtaari sekä videon analysointiin kuluvan ajan n. 1 min/piste.

Taulukko 3. Eri tutkimusmenetelmien ajankäyttö minuutina/linja tai piste. + -merkin jälkeen kirjattu aika merkitsee aineiston analysointiin kulunutta aikaa.

Menetelmä	Käytetty aika
Linjasukellus	90 min
Kasvillisuusruudut	45 min
Linjan videokuvaus	20+20 min
Drop video -menetelmä	2+1 min



Kuva 12. Kameras rakennuspiirustukset. Kuva: Marika Yliniva.

2.4.4 Itämeren vedenalaisten luontotyyppien luokittelujärjestelmä (BalMar)

BalMar on Itämeren vedenalaisten luontotyyppien luokittelujärjestelmä (Baltic Marine Biotope Classification System, BalMar), jonka avulla voidaan tuottaa EUNIS-järjestelmän (European Nature Information System) kanssa yhteensopivia biotooppiluokkia (Alleco 2005). Järjestelmä on hierarkkinen, jossa jokainen seuraava luokka on aina edellistä tarkempi ja pienipiirteisempi. EUNIS-luokitukseen on viimeisten parin vuoden aikana lisätty muutama myös Itämerelle soveltuva luokka, mutta ne ovat hyvin suurpiirteisiä eivätkä sovellu hienopiirteiseen työhön, kuten pienten tai matalien lahtien kartoittamiseen. Tästä syystä Itämerelle on kehitetty oma luokittelujärjestelmä, joka on yhteensopiva Eurooppalaisen EUNIS-luokittelusysteemin kanssa (FT Essi Keskinen, Metsähallitus henk.koht. tiedonanto). BalMar-luokituksen parhaita puolia on se, että luokitus tehdään vasta valmiiksi analysoitujen pohjanlaatu- ja kasvillisuustietojen pohjalta tietokoneella eikä paikan päällä maastossa. BalMar-luokitusjärjestelmä sopii erityisen hyvin mallinnustyökaluksi.

BalMar-järjestelmä koostuu eritasoisista luokittelukriteereistä, joiden avulla luonnosta kerätty biologinen ja fysikaalinen tieto luokitellaan. Luokittelukriteereiden ohessa on myös kehitetty ohje luontotiedon keräämiseksi. Näytteenotto- tai havainnointimenetelmillä ei ole merkitystä, kunhan niiden antama tieto on kriteereihin sopivaa (Alleco 2005).

Tutkimuksen yhteydessä käytettiin BalMar-järjestelmää mm. pohjanlaatuojen luokittelussa (taulukko 4) sekä Drop video -menetelmän tulosten tulkinnassa.

2.5 Aineiston käsittely

Pinnan alla tunnistamattomiksi jääneet lajit tuotiin pintaan mikroskopointia varten. Kaikki lajit kuivattiin myöhemmin suoritettavaan lajitunnistuksen varmentamiseen. Kaikista näkinpartaisnäytteistä lähetettiin näytteet Helsingin yliopiston luonnontieteellisen keskusmuseon kasvimuseoon, jossa FT Marja Koistinen tunnisti lajit. Muiden putkilokasvien ja sammalten lajitunnistus varmennettiin Oulun yliopiston kasvitieteellisellä puutarhalla, jossa tunnistuksen tekivät FT Tauno Ulvinen ja FT Risto Virtanen.

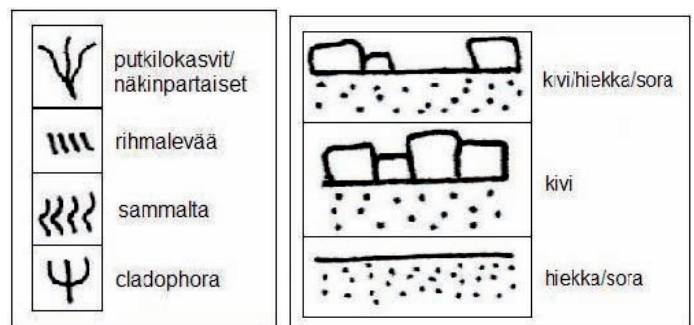
Taulukko 4. Pohjanlaatuokittelussa käytetyt luokat. Sukelluksissa ja videokartoituksissa käytettiin samaa luokittelua. Luokittelu on mukana BalMar-luokituksessa (Baltic marine biotopes classification) aina 11–60 cm:n kiviin asti, mutta Perämeren ja Merenkurkun tarpeisiin lohkaaret (>60 cm) jaettiin kolmeen eri luokkaan (61–120 cm, 121–300 cm ja >300 cm).

Pohjanlaatu	Koko
Orgaaninen pohja	
Siltti/Hiesu	0,002–0,06 cm
Sora	0,06–2 cm
Kivi	2–60 cm
Kivi	6–10 cm
Kivi	11–60 cm
Kivi	61–120 cm
Lohkare	121–300 cm
Lohkare	>301 cm

Linjan videointimenetelmän aineisto analysoitiin loka-marraskuun aikana 2007 Metsähallituksen videokameralla Oulun yliopistolla. Videoanalysoinnissa kirjattiin ylös linjalta havaittu kasvillisuus sekä pohjanlaatu (liite 1). Analysointi tehtiin pääsääntöisesti 10 metrin pätkissä. Jokaiselta linjalta saatiin siis noin 20 analysoitua videopätkää. Videon kesto oli tyyppillisesti 20 minuuttia. Pohjanlaatu arvioitiin taulukon 4 mukaisesti.

Drop video -menetelmän aineiston käsittely Metsähallituksessa meribiologi FT Essi Keskinen, minkä jälkeen aineistosta luotiin tuloksissa esitetyt teemakartat. Teemakartat luotiin BalMar-luokittelun pohjalta (Alleco 2005).

Kaikista tutkimuslinjoista piirrettiin kuvaaja pohjanlaadun ja kasvillisuuden suhteen. Kuvaajat on mahdollisimman yksityiskohtaisia tulevia seurantoja ajatellen. Kuvissa käytettävät merkit löytyvät kuvasta 13.



Kuva 13. Tutkimuslinjojen kuvaajissa käytetyt merkit.

3 Tulokset

3.1 Tutkimuslinjat

Suurin osa tutkimuslinjoista sukkellettiin syvästä päästä kohti rantaan turvallisuustekijöistä johtuen. Ainoastaan linjat 5 (Selkä-Sarvi → Pitkäletto) ja 7 (Maasarvi → Selkä-Sarvi) sukkellettiin rannasta merelle päin. Linjatutkimukset tehtiin 10.8.2007–11.9.2007.

Pitkäletto länsi (linja 1)

Linjan pohjanlaatu vaihteli kivikosta (11–60 cm) hiekaksi ja kivikkoon. Linjan lajistoa kuvastivat vesisammalet (*Fontinalis antipyretica* ja *Platyhypnidium riparioides*), siellä täällä kasvaneet näkinpartaiset (*Nitella flexilis* vel. *opaca*) ja ahdinparta (*Cladophora glomerata*) (kuva 14).

Pitkäletto pohjoinen/luode (linja 2)

Linjan pohjanlaatu oli pääsääntöisesti kivikkoa (11–60 cm, harvakseltaan 61–120 cm). Linja 2 oli syvin kaikista linjoista maksimisyvyyden ollessa 10,7 m. Lajistoa luonnehti 200 metristä 150 metriin *Cladophora aegogrophila* -vyöhyke,

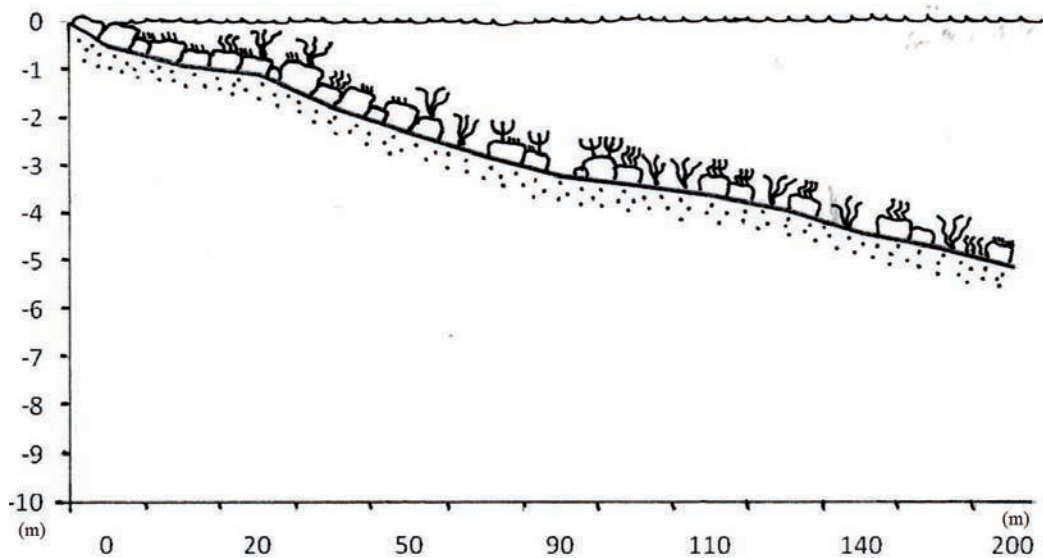
jonka jälkeen yleistyivät vesisammalet (*Fontinalis antipyretica*, *Octodicerias fontanum*). Vasta aivan rannan tuntumassa yleistyivät putkilokasvit (*Potamogeton perfoliatus*) sekä näkinpartaiset (*Chara aspera*) (kuva 15).

Pitkäletto etelä (linja 3)

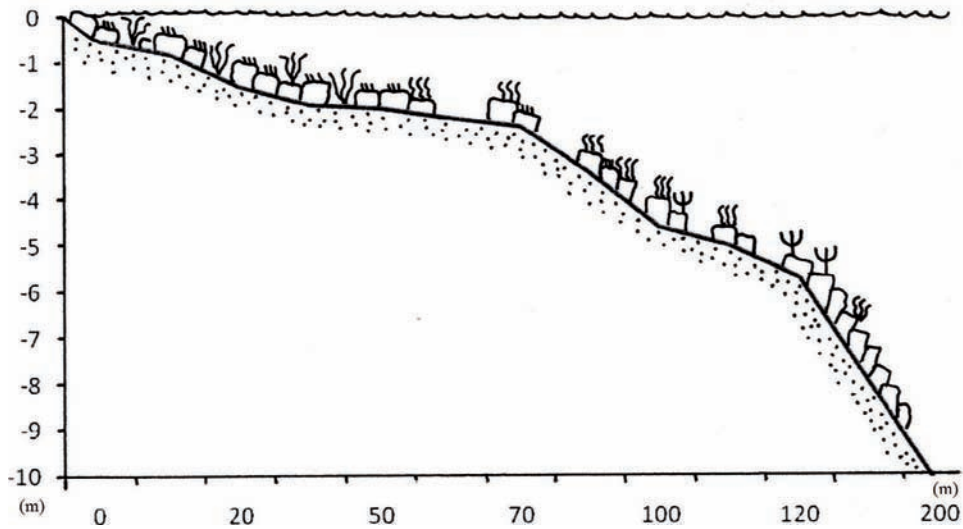
Pohjanlaatu vaihteli linjalla pääsääntöisesti kivikosta soraan. Linjalla esiintyi runsaasti vesisammalia (*Fontinalis antipyretica*, *Fissidens fontanus*, *Platyhypnidium riparioides*) aina 200 metristä 80 metriin. Rantaa kohti mentäessä yleistyivät näkinpartaiset (*Chara aspera*) (kuva 16).

Pitkäletto → Linnaklupu (linja 4)

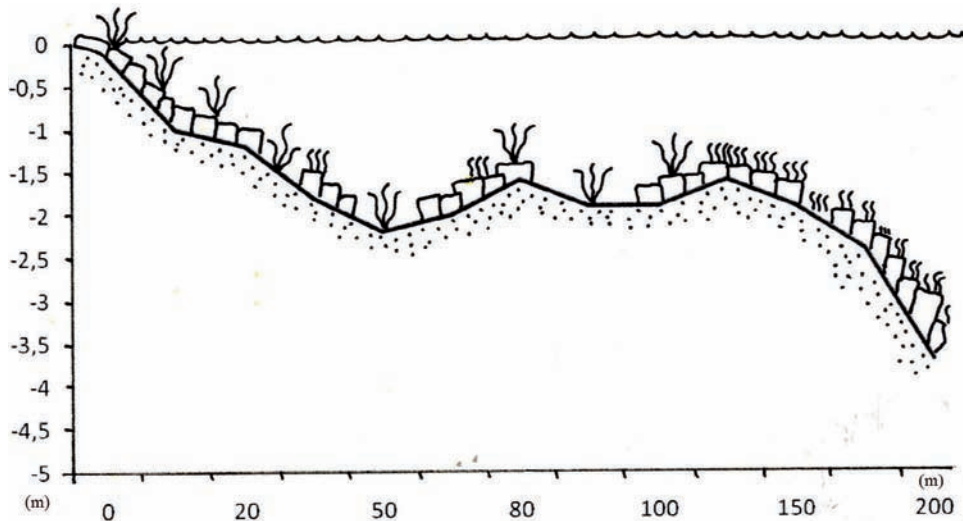
Pohjanlaatu 200 metristä aina 25 metriin oli lähes 100 %:sti hiekkaa, jossa esiintyi vain muutamia kiviä siellä täällä. Linjalla esiintyi harvakseltaan putkilokasveja (*Potamogeton filiformis*, *Potamogeton pusillus*) sekä 200 metristä 164 metriin vesisammalia *Fontinalis antipyretica* ja *Platyhypnidium riparioides* (kuva 17).



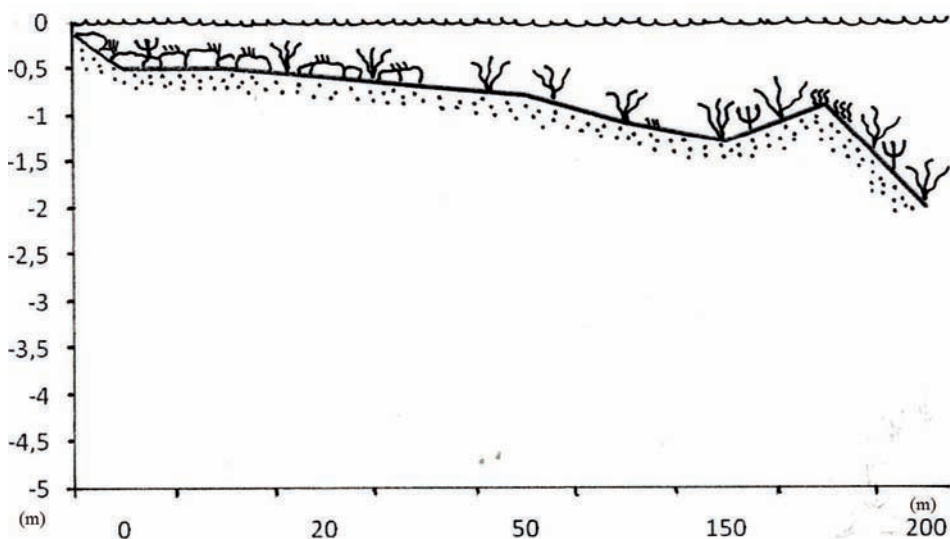
Kuva 14. Linjan 1 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettynä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



Kuva 15. Linjan 2 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettynä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



Kuva 16. Linjan 3 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettynä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



Kuva 17. Linjan 4 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettynä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.

Selkäsarvi → Pitkäletto (linja 5)

Linjan pohjanlaatu oli koko matkan kivikkoa (11–60 cm ja 6–10 cm), vain siellä täällä esiintyi pieniä laikkuja hietikkooa. Linjan lajistoa luonnehtivat vesisammalet (*Fontinalis antipyretica*, *Fissidens fontanus* ja *Platyhypnidium riparioides*), joita kasvoi runsaasti 180 metrissä 80 metriin (kuva 18).

Selkäsarvi → Savukrunni (linja 6)

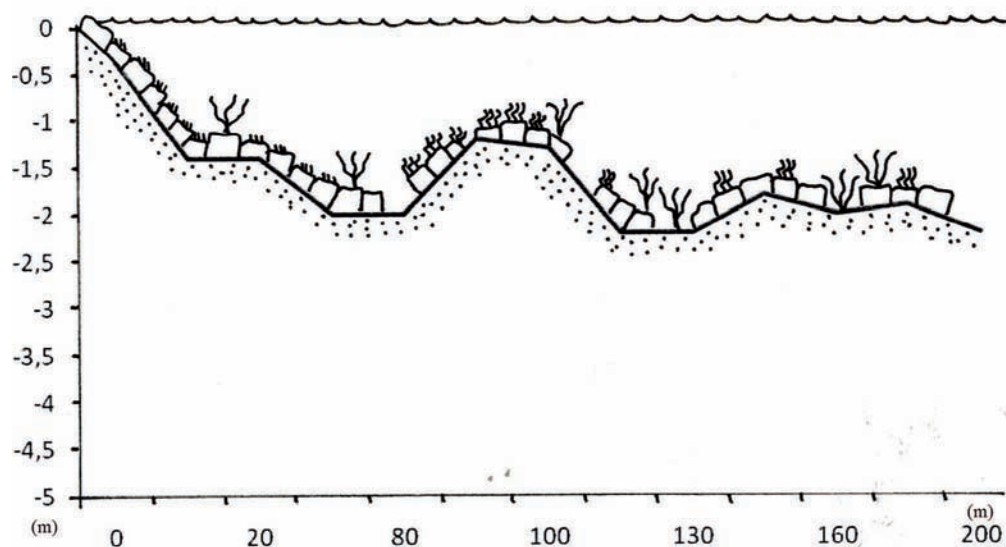
Pohjanlaatu oli pääsääntöisesti kivikkoa (11–60 cm ja 61–120 cm), mutta siellä täällä oli pieniä laikkuja hietikkooa. Linjan lajistoa kuvastivat linjalla 200 metrissä aina 50 metriin esiintyneet putkilokasvit (*Potamogeton perfoliatus*) ja vesisammaleet (*Fontinalis antipyretica*, *Fissidens fontanus* ja *Platyhypnidium riparioides*), joiden määrä hieman väheni rantaa kohti tullessa. 50 metrissä rantaan oli rihmalevävyöhykettä (*Batrachospermum* sp.) (kuva 19).

Maasarvi → Selkäsarvi (linja 7)

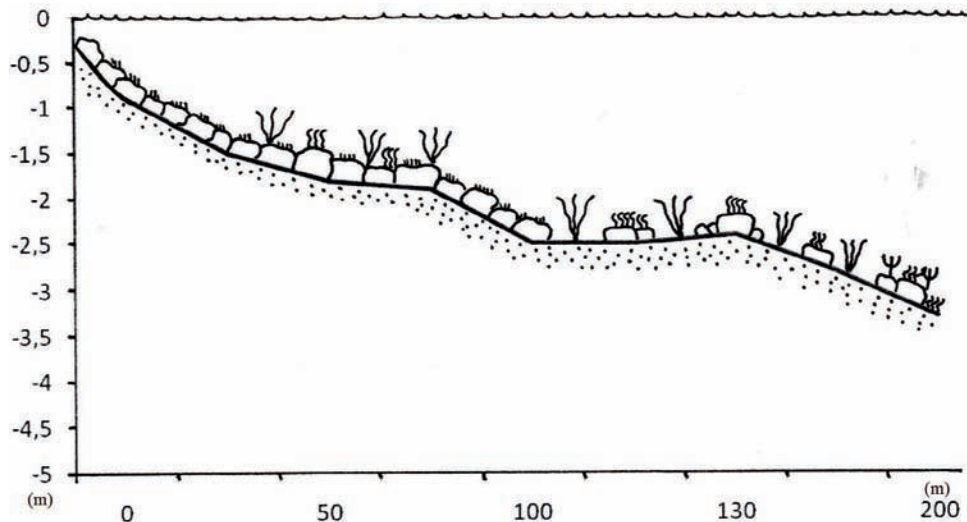
Pohjanlaatu oli pääsääntöisesti hiekkaa, mutta rannan tuntumassa kivien määrä kasvoi. Linjan lajistoa luonnehtivat putkilokasvit (*Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*) sekä näkinparitaiset (*Chara globularis*, *Nitella flexilis* vel. *opaca*) (kuva 20).

Maasarvi itä (linja 8)

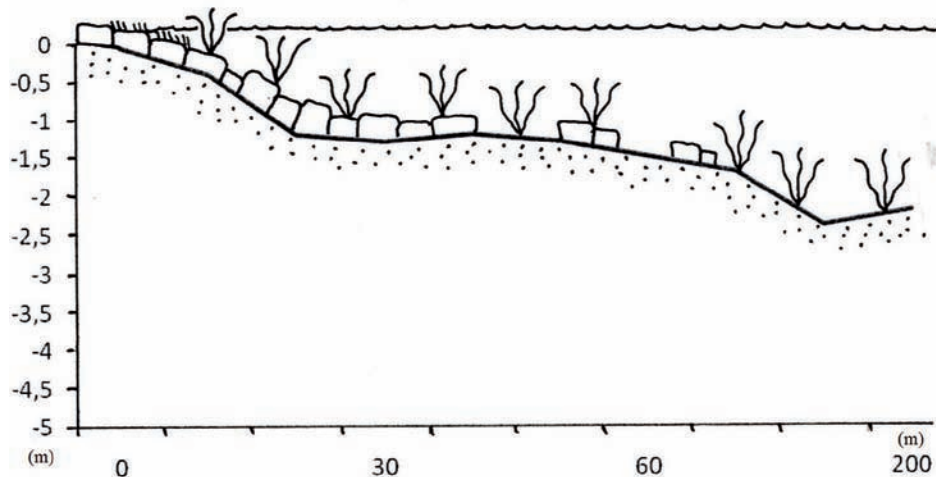
Pohjanlaatu oli kivikkoa (10–60 cm) 200 metrissä 100 metriin. 100 metrissä 80 metriin esiintyi paikka paikoin hietikkooa, jonka jälkeen loppu linjaa oli kivikkopohjaa aina rantaan asti. Linjan lajistoa luonnehtivat runsaat vitakasvustot (*Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton filiformis*) ja vesitähdet (*Callitriche hermaphroditica*), joita kasvoi runsaasti 200 metrissä aina 60 metriin (kuva 21).



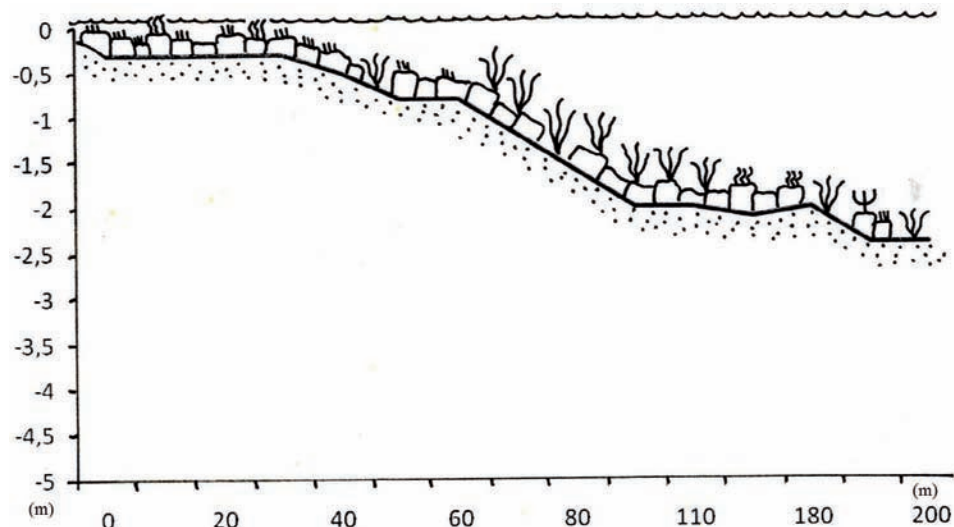
Kuva 18. Linjan 5 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettynä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



Kuva 19. Linjan 6 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettyinä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



Kuva 20. Linjan 7 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettyinä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



Kuva 21. Linjan 8 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettyinä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.

Maasarvi pohjoinen (linja 9)

200 metristä 50 metriin pohjanlaatu oli pehmeää, joskin siellä täällä oli muutamia kiviä. 50 metrin jälkeen kivien määrä lisääntyi. Linjan lajistoa luonnehtivat vesisammalet (*Octodicerias fontanum*, *Platyhypnidium riparioides* ja *Fontinalis antipyretica*), näkinpartaiset (*Nitella flexilis* vel. *opaca*) ja *Potamogeton perfoliatus* (kuva 22).

Linnaklupu → Pitkäletto (linja 10)

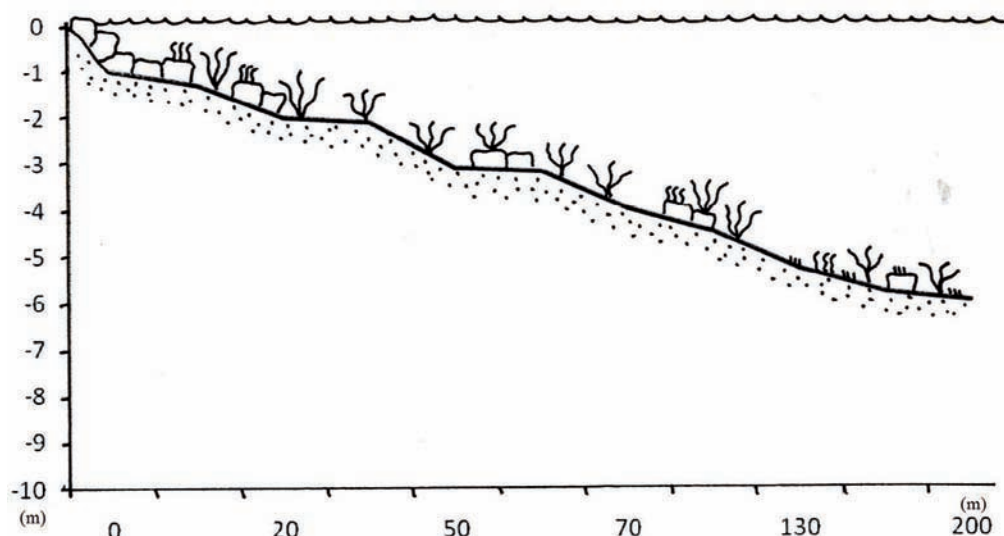
Linjan pohjanlaatu oli 200 metristä aina 100 metriin pelkkää hiekkapohjaa, jonka päällä oli muutama milli pehmeää ainesta. 62 metristä 10 metriin pohjanlaatu muuttui hiekasta kivikkoon (kivi 11–60 cm). 10 metristä eteenpäin linjalla oli hyvin matalaa ja kivikkoista. Linjan lajistoa luonnehtivat putkilokasvit (*Potamogeton perfoliatus*), näkinpartaiset (*Nitella flexilis* vel. *opaca*) ja sammalet (*Fontinalis antipyretica* ja *Platyhypnidium riparioides*) (kuva 23).

Linnaklupu pohjois-/koillinen (linja 11)

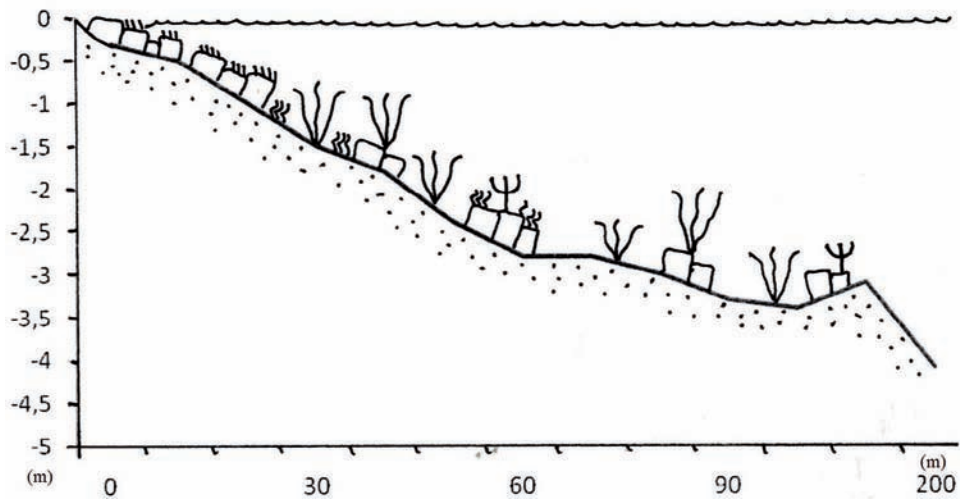
200 metristä 50 metriin linjan pohja oli puhdasta hiekkaa. 50 metrin jälkeen aina rantaan asti oli kivipohjaa (11–60 cm ja 61–120 cm). Linjan lajistoa kuvasti yleinen sammalkasvusto (*Octodicerias fontanum*) rannasta aina 120 metriin sekä putkilokasveista *Potamogeton perfoliatus* ja *Callitriche hermaphroditica* (kuva 24).

Iso-Huiturin lahti (linja 15)

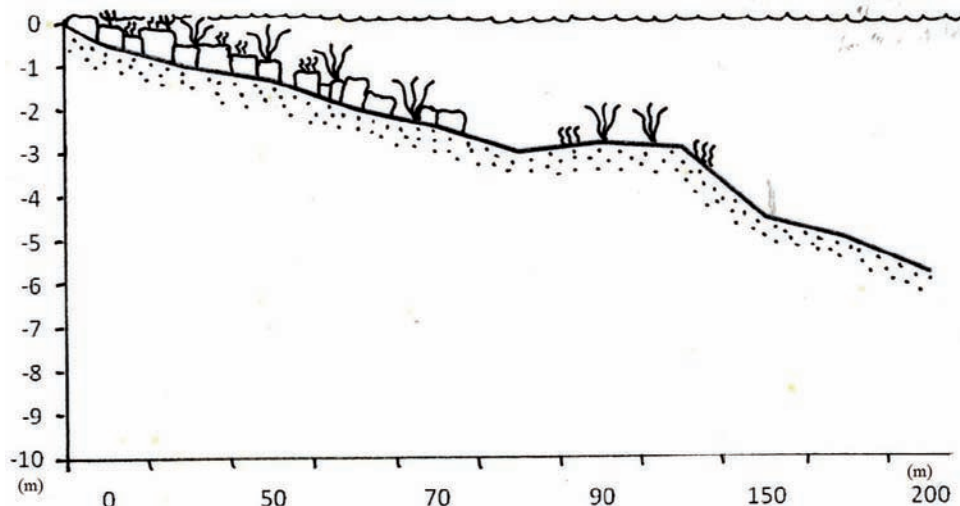
200 metristä 50 metriin linja oli puhdasta hiekkapohjaa. 50 metristä eteenpäin oli kivikkoa. Sukellusta luonnehtivat hyvin kauniit karut maisemat, uteliaat ahvenet ja isot simpukat (*Anodonta anatina* – pikkujärvisimpukka). Linjan lajistoa edustivat pääsääntöisesti putkilokasvit (*Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Callitriche hermaphroditica*) (kuva 25).



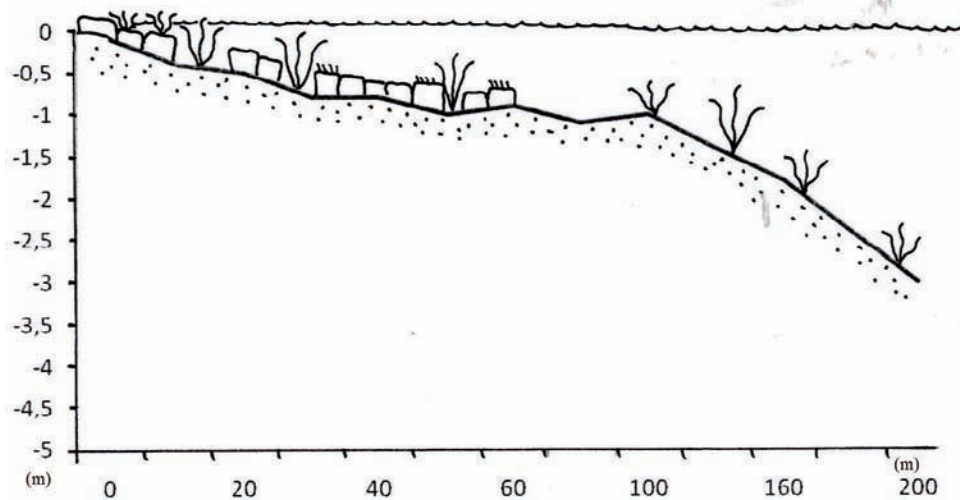
Kuva 22. Linjan 9 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettyinä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



Kuva 23. Linjan 10 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettynä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



Kuva 24. Linjan 11 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettynä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.



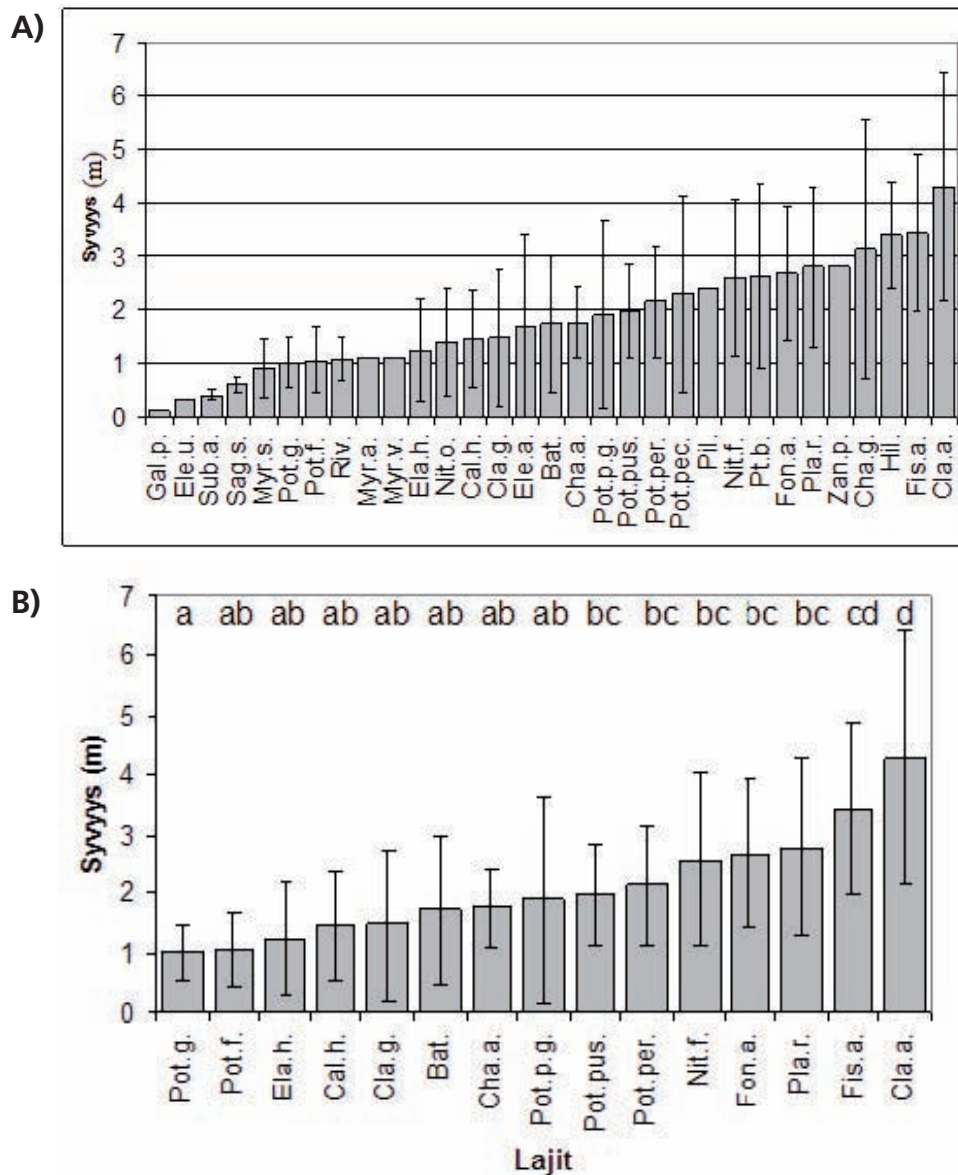
Kuva 25. Linjan 15 pohjanlaatu ja kasvillisuus esitettynä syvyyden ja linjan pituuden suhteen. Ranta on kuvan vasemmassa ylänurkassa, josta linja eteni länteen päin syvyyden kasvaessa kuvan alareunaa kohti. Symbolit ks. kuva 13 s. 21. Kuva: Marika Yliniva 2009.

3.2 Tutkimuksessa havaittu lajisto ja lajimäärä

Lähes kaikilla menetelmillä kasvillisuuden todettiin esiintyvän hyvin harvakseltaan pieninä laikkuina. Sukelluksen aikana osuttiin vain harvoin laajemman kasvillisuuden tai niityn alueelle, joita monimuotoisimmillaan esiintyi saarten matalissa ja suhteellisen suojaisissa paikoissa, kuten linjalla seitsemän (Maasarvi etelä). Oman leimansa sukelluksille antoi näkinpartaislevien ja sammalten runsaus. Alueella tavattiin suhteellisen yleisesti useamman linjan alueella kahta alueellisesti uhanalaista (RT) sammalta: vellamonsammal (*Octodiceras fontanum*, ent. *Fissidens fontanum*)

ja ahdinsammal (*Platyhypnidium riparioides* ent. *Rhynchostegium riparioides*). Videointimenetelmillä pienikokoisia ahdin- ja vellamonsammalia ei pysty tunnistamaan kuin epämääräisenä kiven pintaa peittävänä kerroksena, joka täytyy tarkistaa sukeltamalla.

Tutkimuksen aikana havaitut putkilokasvit, vesisammalet ja makrofytyttiset levät on esitetty taulukossa 5. Kuvassa 26 käy ilmi eri lajien esiintyminen eri syvyyksillä ja syvyyksyöhykkeillä, joita tilastollisen testauksen (Kruskal-Wallis testi, χ^2 (khii square)) mukaan tutkituilla linjoilla oli kaksi (ab ja bc). Yksityiskohtaiset tiedot linjojen lajistosta, syvyyksistä ja pohjanlaaduista ovat liitteessä 2.



Kuva 26. Lajien esiintyminen eri syvyyksillä ja syvyyksyöhykkeillä. A) Linja-aineiston lajien esiintyminen eri syvyyksillä (lajinimet taulukossa 5). B) Kasvillisuuden syvyyksyöhykkeet ab ja bc. Kuvassa ovat vain ne lajit, joita havaittiin vähintään 5 kertaa tai 5:llä eri linjalla. Keskiarvo ja keskihajonta. Ei-parametrinen Kruskal-Wallis testi, $\chi^2 = 63,122$, $df = 14$, $P < 0,001$.

Tutkimuksen aikana tunnistettiin yhteensä 31 makrofytytilajia, joista putkilokasveja oli 20, näkinpartaisia kolme ja vesisammalia sekä leviä molempia yhteensä neljä (taulukko 5). Suurin osa havaituista lajeista edusti makeanveden lajistoa. Murtoveden lajistoa edusti parhaiten pääasiassa murtovedessä esiintyvä mukulanäkinparta (*Chara aspera*).

Sukellusmenetelmillä sekä linjan videoinnilla löydettyistä putkilokasveista runsain ryhmä oli vi-

dat (*Potamogeton*), joista yleisimpiä olivat ahvenvita (*P. perfoliatus*) ja hentovita (*P. pusillus*). Monimuotoisinta lajisto oli linjoilla yksi (Pitkäletto länsi) ja yhdeksän (Maasarvi pohjoinen), sillä Pitkäletton linjalta löydettiin 14 lajia ja Maasarven linjalta 12 lajia. Vähiten lajeja löytyi linjalta kuusi (Selkäsarvi → Savukrunni), josta löydettiin vain seitsemän lajia. Suurimmalta osalta linjoista löytyi yli 10 lajia.

Taulukko 5. Linjan sukellusmenetelmän tulokset. Taulukosta löytyvät linjoittain kaikki linjasukellusmenetelmällä löydetty kasvillisuus.

Laji	Linja											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15
Tracheophyta – putkilokasvit												
<i>Callitriche hermaphroditica</i> – uposvesitähti	x						x	x	x		x	x
<i>Caltha palustris</i> – rentukka												x
<i>Elatina hydropiper</i> – katkeravesirikko							x	x		x		
<i>Eleocharis acicularis</i> – hapsiluikka											x	x
<i>Eleocharis uniglumis</i> – meriluikka								x				
<i>Galium palustre</i> – rantamatara												x
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> – ruskoärviä	x				x							
<i>Myriophyllum sibiricum</i> – kalvasärviä	x											
<i>Myriophyllum spicatum</i> – tähkä-ärviä								x				
<i>Myriophyllum verticillatum</i> – kiehkuraärviä					x							
<i>Potamogeton berchtoldii</i> – pikkuvita				x					x			
<i>Potamogeton filiformis</i> – merivita	x			x				x			x	x
<i>Potamogeton gramineus</i> – heinävita	x			x								x
<i>Potamogeton gramineus</i> x <i>perfoliatus</i>	x		x						x			
<i>Potamogeton pectinatus</i> – hapsivita							x			x		
<i>Potamogeton perfoliatus</i> – ahvenvita	x		x	x				x		x	x	x
<i>Potamogeton pusillus</i> – hentovita		x		x			x		x	x	x	x
<i>Sagittaria natans</i> x <i>sagittifolia</i>												x
<i>Subularia aquatica</i> – äimäruoho							x					
<i>Zannichelia palustris</i> var. <i>repens</i> – merihaura											x	
Characae – näkinpartaiset												
<i>Chara aspera</i> – mukulanäkinparta	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>Chara globularis</i> – hapranäkinparta							x		x	x		
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i> – silonäkinpartaiset	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Bryophyta – sammalet												
<i>Fontinalis antipyretica</i> – isonäkinsammal	x	x	x	x	x	x			x	x	x	
<i>Fissidens adianthoides</i> – lettosiipisammal					x							
<i>Octodicerus fontanum</i> – vellamonsammal	x	x	x		x	x			x		x	
<i>Platyhypnidium riparioides</i> – ahdinsammal	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
Chlorophyta – viherlevät												
<i>Cladophora glomerata</i> – viherahdinparta	x			x				x			x	x
<i>Cladophora aegagrophila</i> – palleroahdinparta		x	x			x			x	x	x	
Phaeophyta – ruskolevät												
<i>Pilayella littoralis</i>							x			x		
Rhodophyta – punalevät												
<i>Batrachospermum</i> sp.	x	x		x	x	x		x	x			

Linjojen yksi (Pitkäletto länsi) ja yhdeksän (Maasarvi pohjoinen) runsasta lajimäärää selittää syvyyden ja pohjanlaadun monipuolisuus (taulukko 5 sekä liite 2). Vastakohtana olivat pohjaltaan homogeeniset eli yksinomaan hiekkaa tai kivikkoa edustavat linjat, joiden kasvillisuus oli huomattavasti niukempaa. Esimerkkinä linja 15, Iso-Huituri, jossa lajimäärää nosti merkittävästi rannan kasvillisuus (0–2 metriä rannasta) ja korkea vedenpinta, jolloin mukaan tuli myös rantavyöhykkeen maakasveja, esim. rentukka (*Caltha palustris*). Muuten linjalla kasvoi lähes yksinomaan ahvenvitaa (*Potamogeton perfoliatus*).

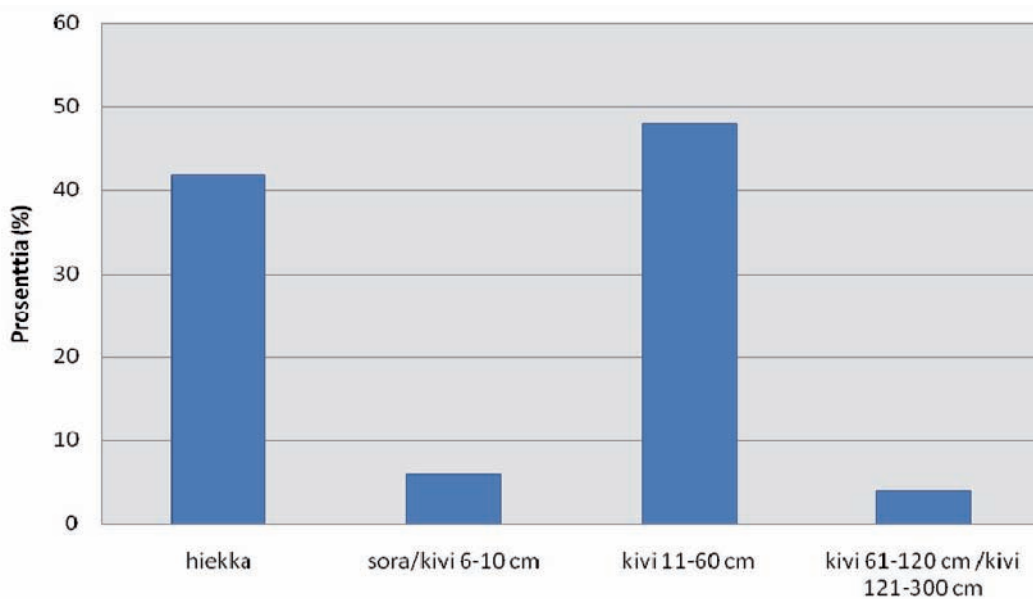
Pohjanlaaduista yleisin koko tutkimusaineiston alueella oli kivi 11–60 cm sekä hiekka. Harvinaisempia olivat suurista kivistä (>61 cm) muodostuneet pohjat tai soraikot sekä pikkukivet (kuva 27). Kuvassa 28 on esitetty yleisimpien lajien viihtyvyys eri pohjanlaaduilla. Vidat (*Potamogeton*) esiintyivät yleisemmin hietikolla. Näkinpartaiset ja sammalet suosivat tasaisesti hiekkaa ja kivikkoa, vaikkakin vesisammalten kasvualustana olivat yli 11 cm:n suuruiset kivet ja näkinpartaiset kasvoivat kivien välisessä hiekassa. Yleisimmin näkinpartaisia tavataan suojaisissa pehmeöpohjaisissa (orgaaninen materiaali) lahdelmissa (Schubert & Blindow 2003). Kasvillisuuden esiintyminen tietyssä syvyydessä käy ilmi kuvasta 26a, josta on

havaittavissa syvyydgradientti eri kasvilajien välillä. Tiedyt lajit esiintyvät ainoastaan hyvin matalassa vedessä (esim. *Galium palustre* tai *Subularia aquatica*), kun taaas osalla lajeista on hyvin laaja esiintyvyys syvyyden suhteen (esim. *Cladophora aegagrophila*).

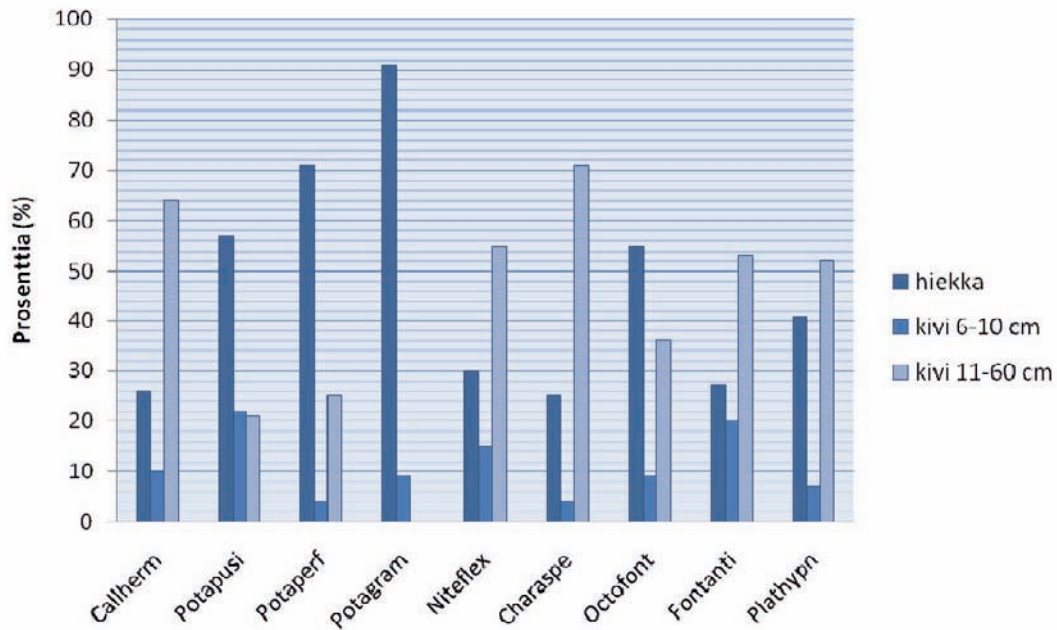
Peittävyysruutujen kokonaismäärä oli yhteensä 60 ruutua. Ruutututkimusmenetelmän yleisintä lajistoa edustivat punalevä *Batrachospermum* sp. (25 %), ahvenvita *Potamogeton perfoliatus* (12 %), isonäkinsammal *Fontinalis antipyretica* (10 %) sekä näkinpartaisista mukulanäkinparta *Chara aspera* (10 %) ja *Nitella flexilis* vel. *opaca* (10 %) (kuva 29, taulukko 6).

Taulukosta 6 voidaan nähdä myös videointilinjoilla havaitut lajit. Näistä yleisimmät lajilleen määritetyt olivat isonäkinsammal *Fontinalis antipyretica* (9 linjaa) ja ahvenvita *Potamogeton perfoliatus* (5 linjaa). Sukutasolle määritetyistä yleisin oli *Chara* sp., jota havaittiin yhdeksällä linjalla.

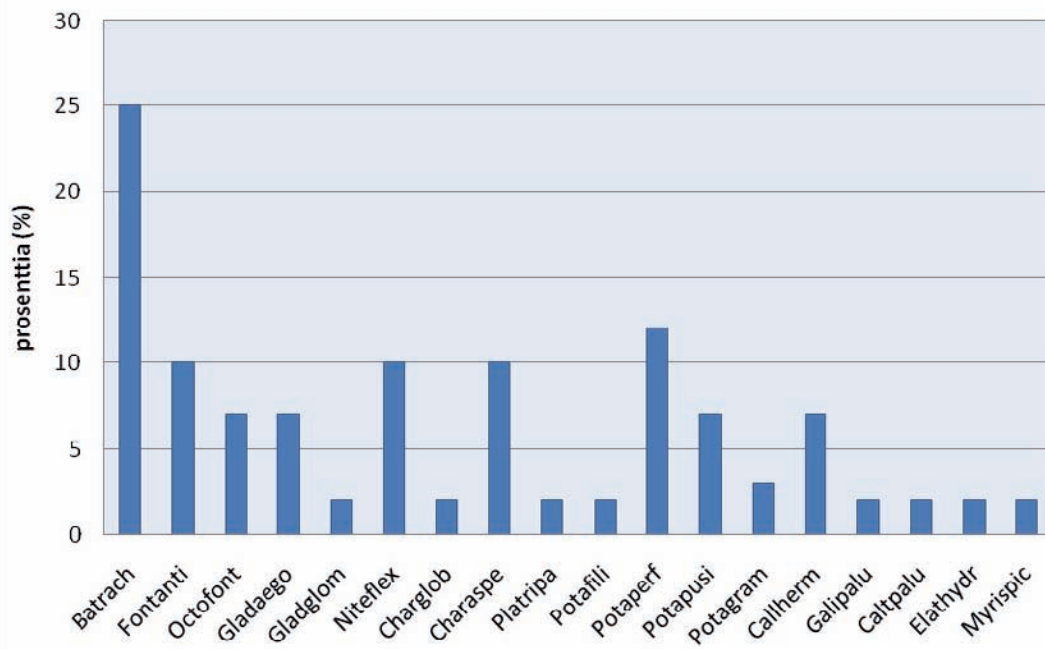
Drop video -menetelmällä havaittiin neljä lajilleen määritettyä lajia Selkä-Sarven ja Iso-Huiturin alueelta. Aineistossa on kuitenkin mukana kaikki drop video -menetelmällä kerätty aineisto eikä vain linjojen alle jääneiden ruutujen aineisto (taulukko 7). Drop video -menetelmän pohjalta luodut habitaattikartat ovat kuvina 30–35.



Kuva 27. Linjojen eri pohjanlaatuojen suhteellinen osuus koko aineistossa. Pohjanlaatuarviot tehtiin 20 metrin osissa linjan videokuvauksen perusteella (n = 2400/20=120).



Kuva 28. Linjasukelluksella, peittävyysruuduilla ja linjan videokuvauksella havaituista lajeista yleisimpien putki-
lokasvien, sammalten ja näkinpartaisten esiintyminen eri pohjanlaaduilla. Mukaan on otettu vain ne lajit, joista
oli yli kymmenen havaintoa. Nimien lyhenteissä on käytetty suku- ja lajinimestä neljä kirjainta kummastakin.



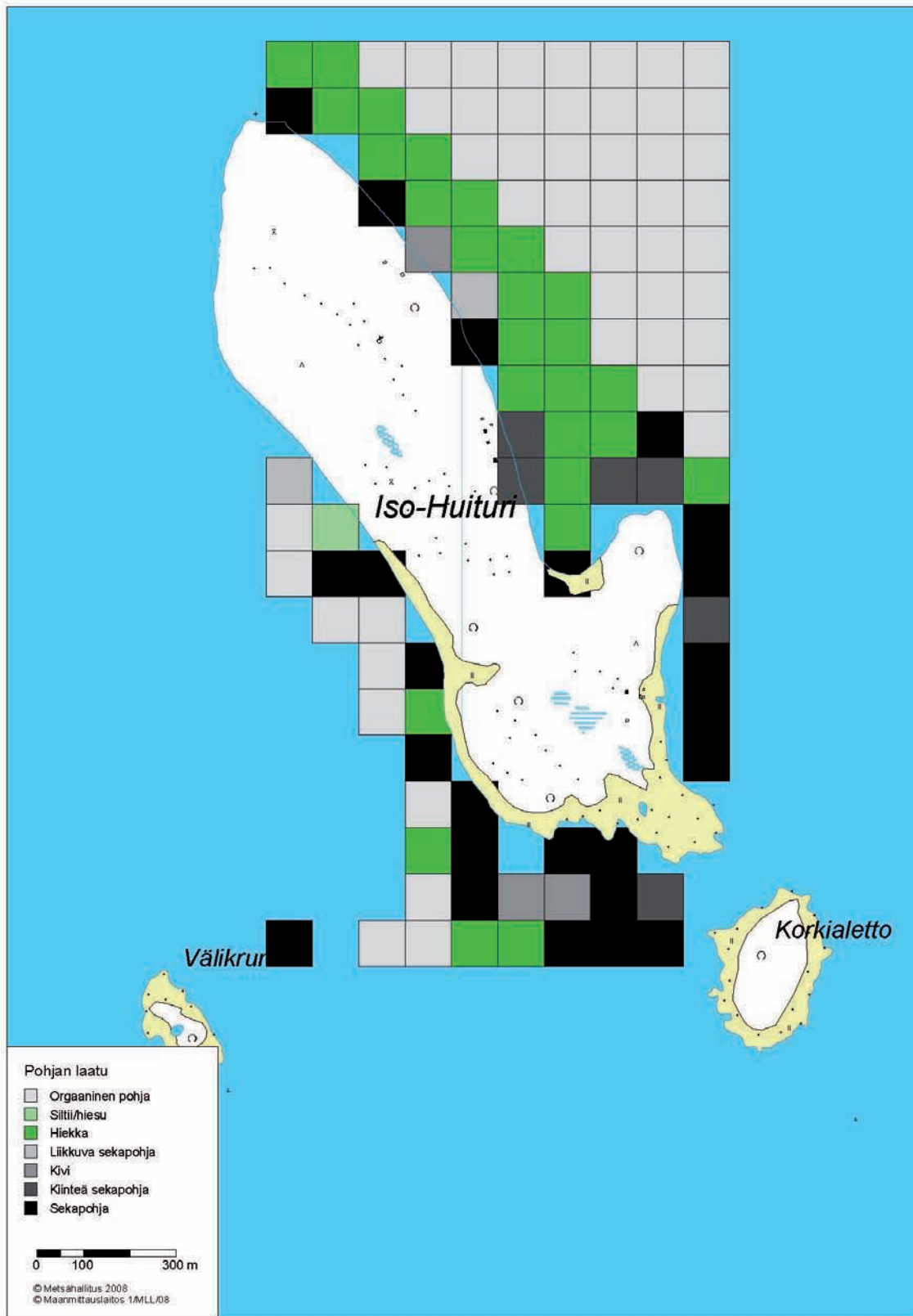
Kuva 29. Peittävyysruuduilla havaittujen lajien prosentuaaliset osuudet tutkituista ruuduista (yht. 60 ruutua).
Nimien lyhenteissä on käytetty suku- ja lajinimestä neljä kirjainta kummastakin.

Taulukko 6. Peittävyysruuduilla ja linjan videointi -menetelmällä havaittu lajisto/linja. Tarkempi aineisto on liitteenä 1 ja 3. Linjan videoinnissa havaittu "Rihmalevä" tarkoittaa tunnistamattomiksi jäänyttä yksi- tai monivuotista rihmalevää, kuten *Batrachospermum* sp., *Pilayella littoralis*, *Cladophora glomerata* ja *Cladophora aegagrophila*.

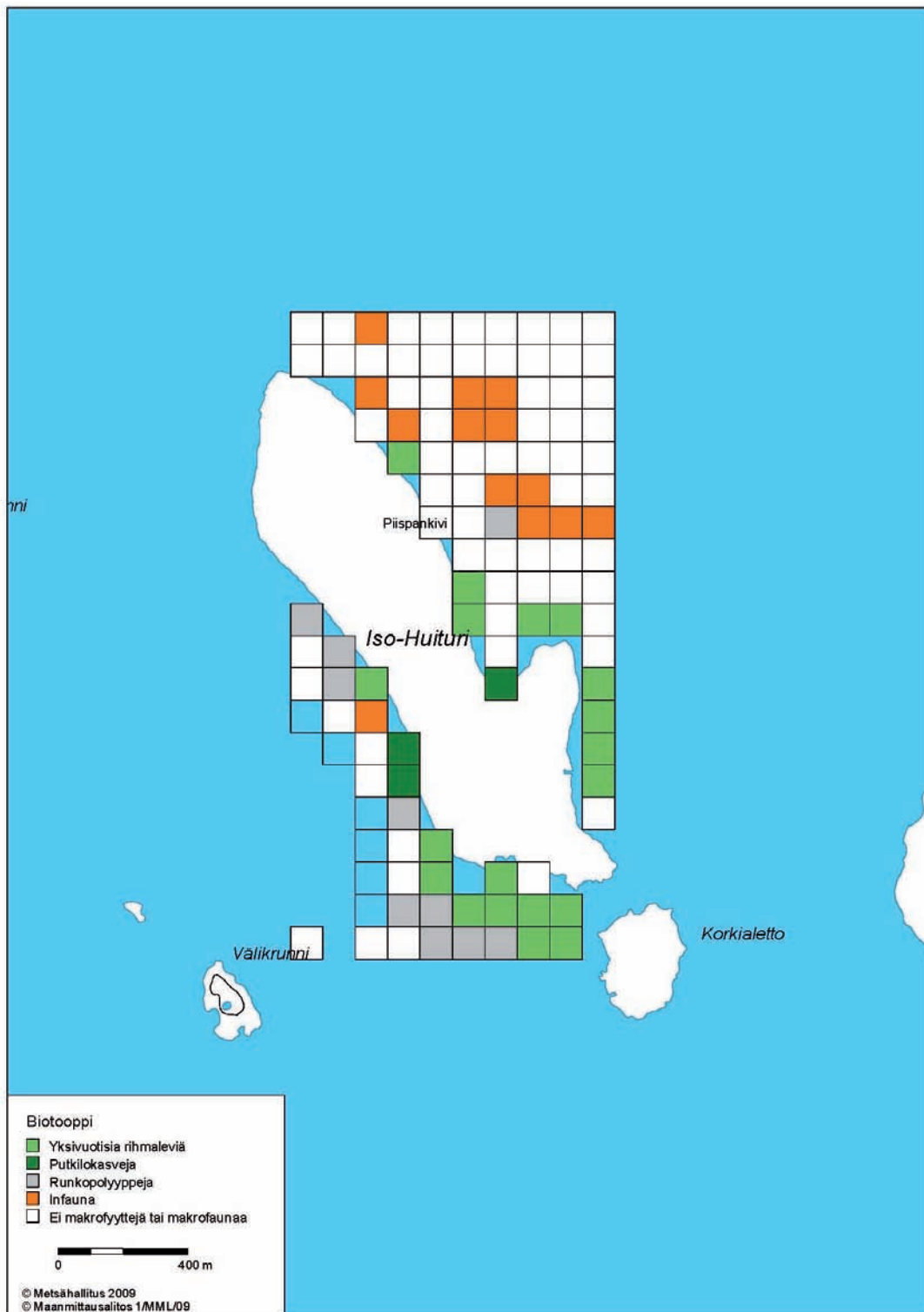
Linja	Peittävyysruudut	Linjan videointi
1	<i>Batrachospermum</i> sp. <i>Fontinalis antipyretica</i>	rihmalevä <i>Chara</i> sp. <i>Potamogeton</i> sp. <i>Fontinalis antipyretica</i>
2	<i>Batrachospermum</i> <i>Octodicerias fontanum</i> <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Gladophora aegagrophila</i>	rihmalevä <i>Fontinalis antipyretica</i>
3	<i>Batrachospermum</i> <i>Octodicerias fontanum</i> <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Platyhyphnidium riparioides</i> <i>Chara aspera</i>	rihmalevä <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Chara</i> sp.
4	<i>Gladophora aegagrophila</i> <i>Batrachospermum</i> <i>Chara aspera</i> <i>Potamogeton filiformis</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i>	rihmalevä <i>Chara</i> sp. <i>Potamogeton</i> sp. <i>Potamogeton perfoliatus</i>
5	<i>Batrachospermum</i> <i>Chara aspera</i> <i>Octodicerias fontanum</i>	rihmalevä <i>Chara</i> sp. <i>Fontinalis antipyretica</i>
6	<i>Batrachospermum</i> <i>Chara aspera</i> <i>Gladophora aegagrophila</i> <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Octodicerias fontanum</i>	rihmalevä <i>Chara</i> sp. <i>Fontinalis antipyretica</i>
7	<i>Nitella flexilis</i> <i>Potamogeton pusillus</i> <i>Callitriche hermaphroditica</i> <i>Elatine hydropiper</i>	rihmalevä <i>Chara</i> sp. <i>Potamogeton</i> sp. <i>Fontinalis antipyretica</i>
8	<i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Batrachospermum</i> <i>Nitella flexilis</i>	rihmalevä <i>Chara</i> sp. <i>Potamogeton</i> sp. <i>Potamogeton perfoliatus</i> <i>Fontinalis antipyretica</i>
9	<i>Potamogeton gramineus</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i> <i>Nitella flexilis</i> <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Gladophora aegagrophila</i>	rihmalevä <i>Fontinalis antipyretica</i>
10	<i>Chara globularis</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i>	rihmalevä <i>Chara</i> sp. <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i>
11	<i>Callitriche hermaphroditica</i> <i>Nitella flexilis</i> <i>Chara aspera</i> <i>Gladophora glomerata</i>	rihmalevä <i>Chara</i> sp. <i>Potamogeton perfoliatus</i>
15	<i>Potamogeton gramineus</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i> <i>Caltha palustris</i> <i>Galium palustre</i>	rihmalevä <i>Potamogeton</i> sp. <i>Potamogeton perfoliatus</i>

Taulukko 7. Drop video -menetelmällä havaittu lajisto Selkä-Sarven ja Iso-Huiturin alueelta. Mukana ovat kaikki alueilla havaitut lajit, eivät ainoastaan linjojen alueella havaitut. Rihmalevä ja vesisammal tarkoittavat havaittua mutta tunnistamatonta levä-/sammallajia.

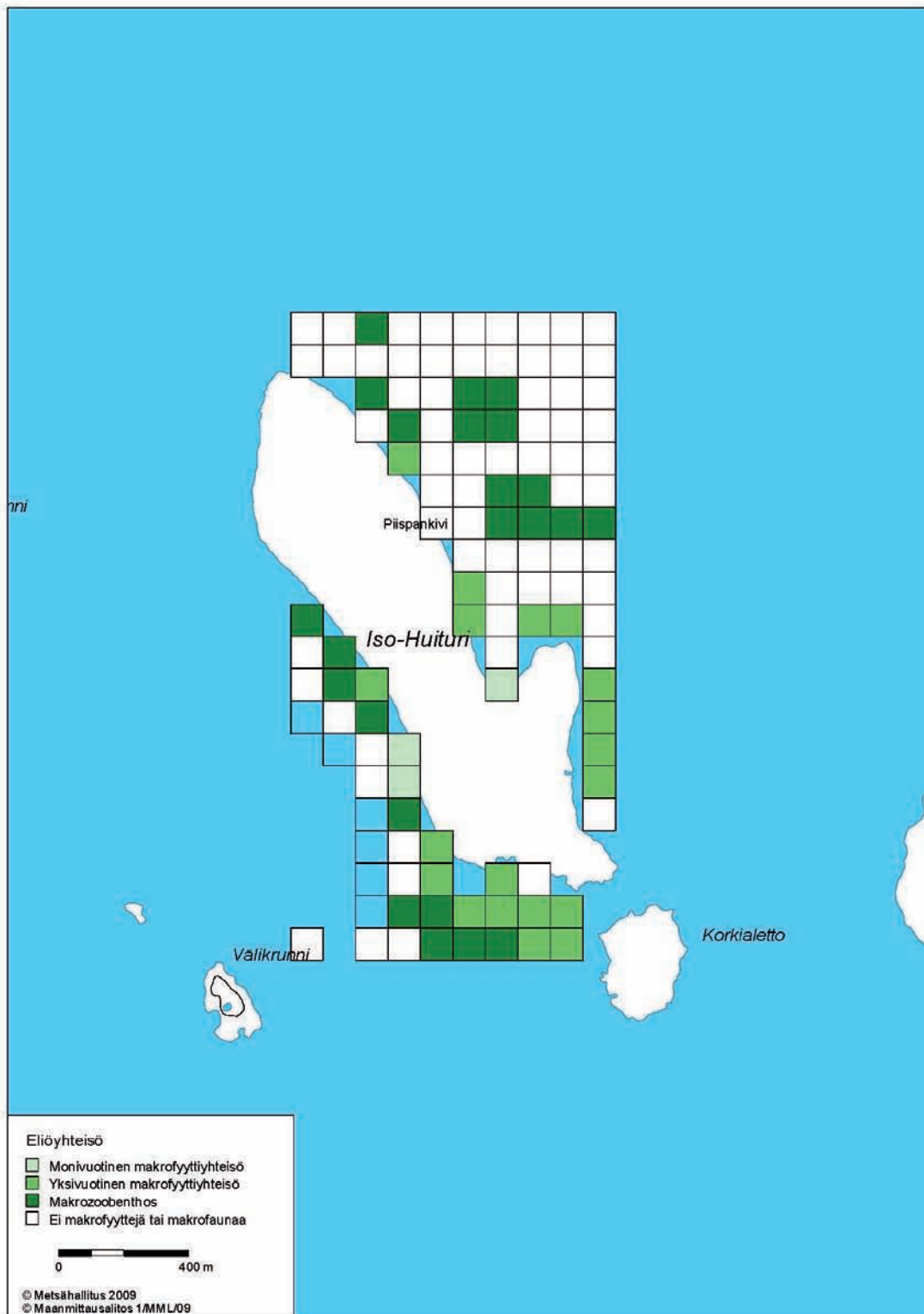
Laji	Iso-Huituri	Selkä-Sarvi
<i>Callitriche hermaphroditica</i> – uposvesitähti	x	x
<i>Chara</i> sp. / <i>Nitella</i> sp.		x
<i>Fontinalis antipyretica</i> – isonäkinsammal	x	x
<i>Potamogeton filiformis</i> – merivita	x	x
<i>Potamogeton perfoliatus</i> – ahvenvita	x	x
rihmalevä	x	
vesisammal		x



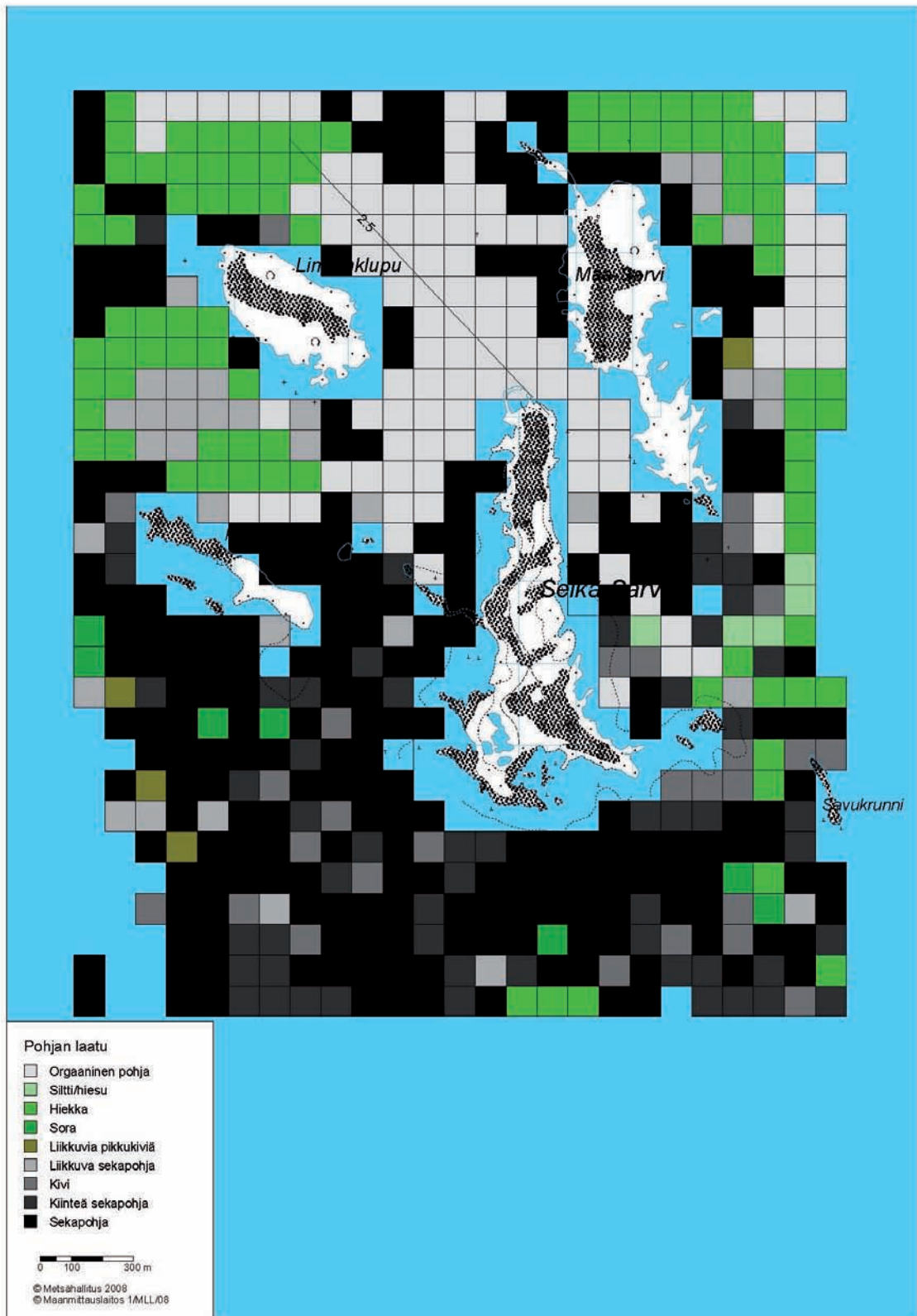
Kuva 30. Drop video -menetelmällä analysoitujen videopisteiden pohjalta luotu BalMar-luokiteltu pohjanlaatu-kartta Iso-Huiturin alueelta. © Metsähallitus 2010, © Maanmittauslaitos 1/MLL/10.



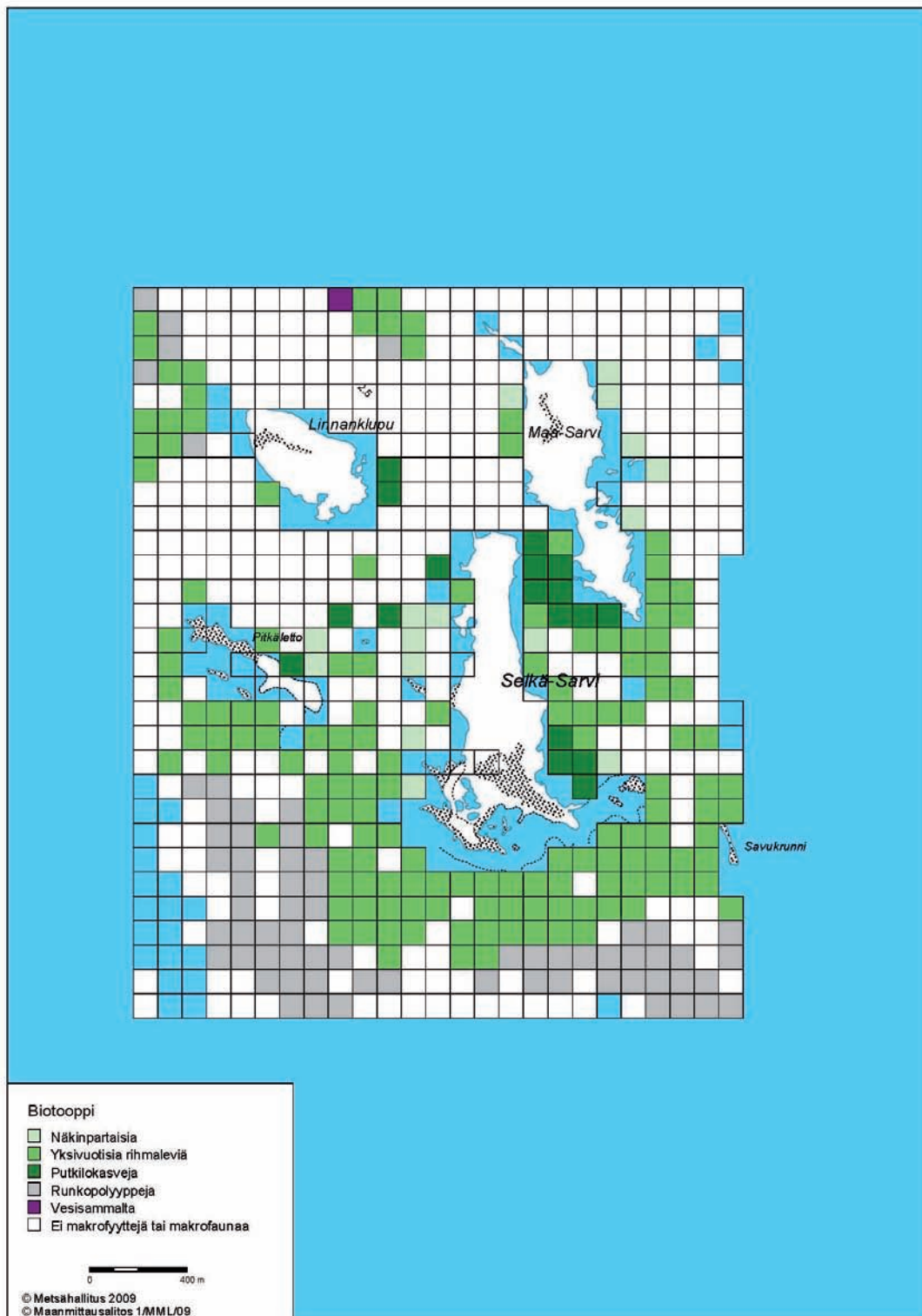
Kuva 31. Drop video -menetelmällä analysoitujen videopisteiden pohjalta luotu BalMar-luokiteltu biotooppikartta Iso-Huiturin alueelta. © Metsähallitus 2010, © Maanmittauslaitos 1/MML/10.



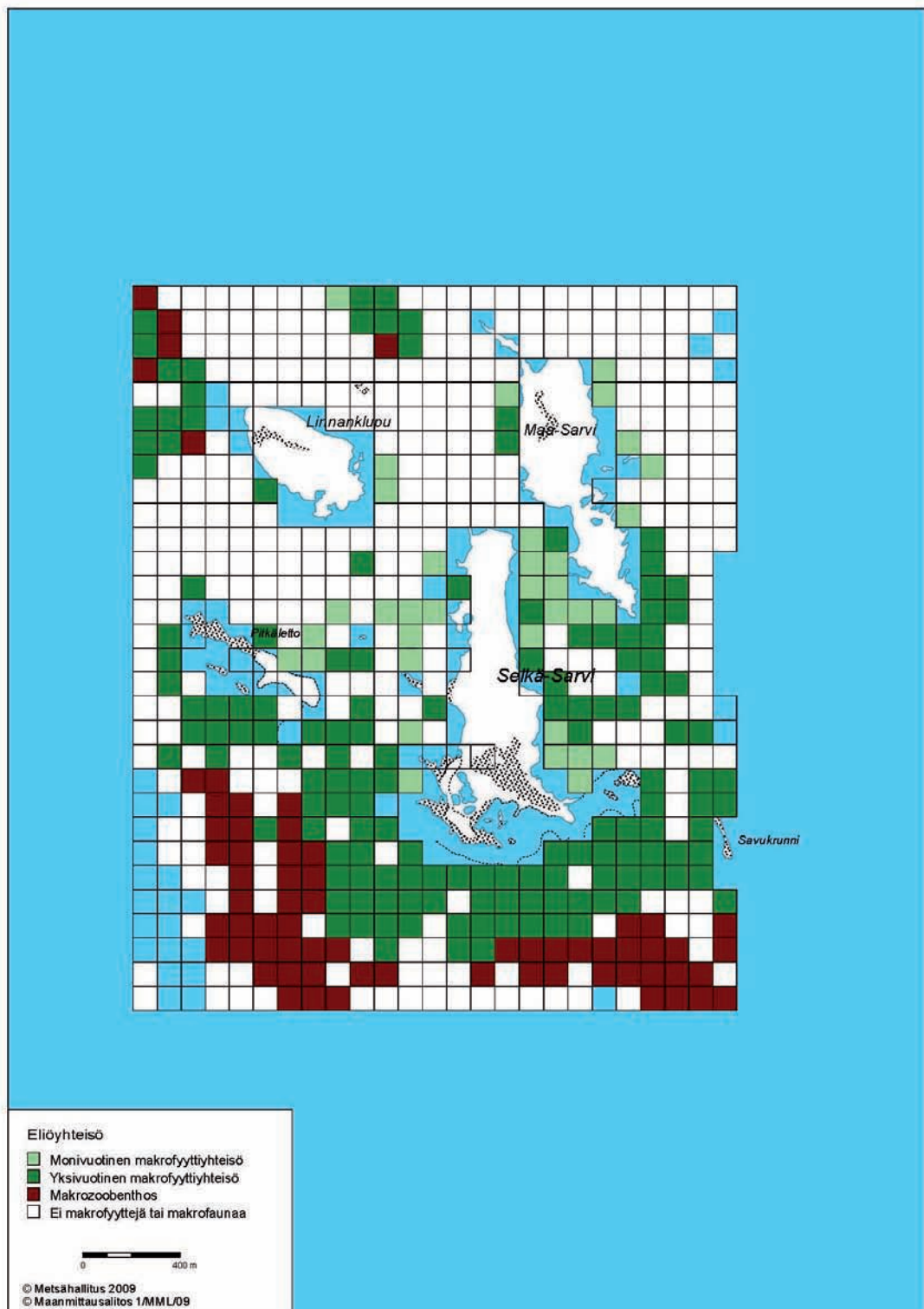
Kuva 32. Drop video -menetelmällä analysoidujen videopisteiden pohjalta luotu BalMar-luokiteltu eliöyhteisökartta Iso-Huiturin alueelta. © Metsähallitus 2010, © Maanmittauslaitos 1/MML/10.



Kuva 33. Drop video -menetelmällä analysoitujen videopisteiden pohjalta BalMar-luokiteltu pohjanlaatu-kartta Selkä-Sarven alueelta. © Metsähallitus 2010, © Maanmittauslaitos 1/MLL/10.



Kuva 34. Drop video -menetelmällä analysoidun videopisteiden pohjalta luotu BalMar-luokiteltu biotooppikartta Selkä-Sarven alueelta. © Metsähallitus 2010, © Maanmittauslaitos 1/MML/10.



Kuva 35. Drop video -menetelmällä analysoidun videopisteiden pohjalta BalMar-luokiteltu eliöyhteisökartta Selkä-Sarven alueelta. © Metsähallitus 2010, © Maanmittauslaitos 1/MML/10.

3.3 Perämeren kansallispuiston lajiston eroavaisuudet vuosina 1993–1994 tehtyyn tutkimukseen nähden

Leinikin ja Oulasvirran (1995) alueella tekemä tutkimus on tärkeä lajiston kehityksen vertailun kohde, sillä se on ainoa juuri kyseiseltä alueelta tehty tutkimus. Tämä kartoitus noudatti linjojen sijoitukselta pitkälti aikaisempaa tutkimusta, jolloin näytealat olivat lähellä toisiaan. Aikaisemmasta tutkimuksesta poiketen piileviä ei kartoitettu. Runsaan piileväpeitteen vuoksi levälajeista tunnistettiin vain neljä lajia (*Batrachospermum* sp., *Gladophora glomerata*, *Gladophora aegagrophila*, *Pilayella littoralis*) ja levien tunnistamiseen jäi jonkin verran epävarmuutta. Tämän vuoksi lajivertailussa keskitytään vain putkilokasvi-, näkinpartais- sekä vesisammallajistoon.

Leinikin ja Oulasvirran (1995) tutkimuksessa löydettiin 11 lajilleen määritettyä putkilokasvia, mikä on yhdeksän vähemmän kuin tässä kartoituksessa. Tämän lisäksi lajistossa oli eroavaisuuksia (taulukko 8). Vesisammallajisto erosi tietyiltä osin aikaisemmasta tutkimuksesta. Isonäkinsammal (*Fontinalis antipyretica*) esiintyi runsaana myös vuoden 1993–1994 tutkimuksessa, mutta alueelta löydettiin sen lisäksi virtanäkinsammal (*Fontinalis dalecarlica*), jota ei havaittu vuoden 2007 tutkimuksissa, mutta vuoden 2008 sukel-

luksilla laji havaittiin (FT Essi Keskinen henk. koht. tiedonanto). Tämän lisäksi alueelta oli havaittu rantasaukonsammalta (*Leptodictyum riparium*) ja sirppisammalta (*Drepanocladus* sp.), joita ei havaittu tämän tutkimuksen aikana. Vellamonsammal (*Octodicerias fontanum*) löytyi vuosina 1993–1994 ainoastaan Iso-Huiturin lahdesta eli linjan 15 alueelta, mutta nyt sitä ei sieltä tavattu runsaasta etsinnöistä huolimatta (vuonna 2009 laji taas löytyi Iso-Huiturin lahdesta, FT Essi Keskinen henk.koht. tiedonanto). Ahdinsammalta (*Platyhypnidium riparioides*), jota esiintyi runsaasti tutkituilla linjoilla 2007, ei puolestaan havaittu lainkaan aikaisemmassa tutkimuksessa. Vesisammallajisto on joko muuttunut voimakkaasti vajaan viidessätoista vuodessa tai jommankumman tutkimuksen rantasaukonsammalet tai ahdinsammaleet on tunnistettu väärin. Tämän tutkimuksen kaikki vesisammaltunnistukset varmistettiin Oulun yliopistolla (FT Risto Virtanen).

Näkinpartaisista yleisinä esiintyivät samat lajit (*Chara aspera*, *Nitella flexilis* vel. *opaca*) kuin vuoden 1993–1994 tutkimuksessa ja edellä mainittujen yleisten lajien lisäksi myös haparanäkinparta (*Chara globularis*) havaittiin kolmella tutkituista linjoista. Sama laji oli havaittu myös aikaisemmassa tutkimuksessa. Ainoa poikkeus näkinpartaisten osalta oli merisykeröparta (*Tolypella nidifica*), jota ei nyt havaittu tutkituilta linjoilta.

Taulukko 8. Aikaisemman Perämeren kansallispuiston alueella tehdyn tutkimuksen (Leinikki & Oulasvirta 1995) putkilokasvi-, näkinpartais-, ja vesisammallajiston eroavaisuudet vuoden 2007 tutkimukseen nähden. Mukana ovat ne lajit, jotka löytyivät vain toisen tutkimuksen aikana.

Laji	Löydetty 1993–1994	Löydetty 2007
<i>Caltha palustris</i> – rentukka		x
<i>Elatine hydropiper</i> – katkeravesirikko		x
<i>Galium palustre</i> – rantamatara		x
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> – ruskoärviä		x
<i>Myriophyllum spicatum</i> – tähkä-ärviä		x
<i>Myriophyllum verticillatum</i> – kiehkuraärviä		x
<i>Potamogeton berctoldii</i> – pikkuvita		x
<i>Potamogeton filiformis</i> – merivita		x
<i>Sagittaria natans</i> x <i>sagittifolia</i>		x
<i>Platyhypnidium riparioides</i> – ahdinsammal		x
<i>Butomus umbellatus</i> – sarjarimpi	x	
<i>Shoenoplectus</i> sp. – järvikaisla	x	
<i>Sparganium</i> sp. – palpakot	x	
<i>Tolypella nidifica</i> – merisykeröparta	x	
<i>Leptodictyum riparium</i> – rantasaukonsammal	x	
<i>Drepanocladus</i> sp. – sirppisammal	x	
<i>Fontinalis dalecarlica</i> – virtanäkinsammal	x	

3.4 Menetelmien vertailu

Kuvasta 36 nähdään eri tutkimusmenetelmillä havaitun lajiston osuus lajiston maksimimäärästä (linjasukellusmenetelmällä löydetty lajisto) linjaa kohti. Tutkimuksen aikana löydettiin yhteensä 31 lajia (taulukko 5), jotka kaikki löytyivät linjasukellusmenetelmällä (kuva 36). Linjasukelluksen antamaa kasvilajimäärää pidetään tässä tutkimuksessa ”todellisena” 100 %:n lajimääränä. Peittävyysruutumenetelmällä löytyi 16 lajia (taulukko 6) ja linjan videointi-menetelmällä kaksi lajilleen määritettyä lajia (*Fontinalis antipyretica* ja *Potamogeton perfoliatus*) sekä kaksi sukutasolle määritettyä lajia (*Chara* sp. ja *Potamogeton* sp.) (taulukko 6). Drop video -menetelmällä löytyi 4 lajilleen määritettyä lajia (taulukko 7).

Parhaimman tuloksen linjan lajistosta antoi linjan sukellus ja toiseksi parhaimman peittävyysruudut. Kuvasta 36 voidaan nähdä, että parhaimmillaan peittävyysruudut kykenivät antamaan noin 70 %:n tuloksen siitä mitä linjasukellus antoi (linja kuusi). 50 %:n tulokseen päästiin ainoastaan kolmella linjalla (linjat 3, 6 ja 7). Keskiarvallisesti peittävyysruutuja käyttämällä päästiin noin 35 prosentin tulokseen siitä mihin linjasukelluksella (kuva 37).

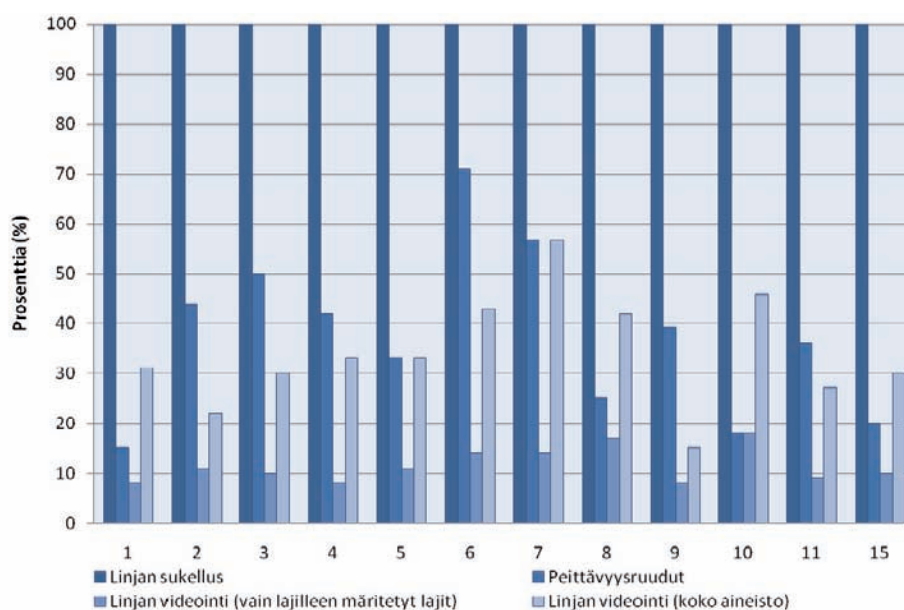
Linjan videointi -menetelmä antoi parhaimmillaan noin 20 %:n tuloksen (kuva 36), jos tulkitaan vain lajilleen määritettyjä lajeja. Keskiarvallisesti linjan videointi -menetelmän tark-

kuus oli noin 12 % (kuva 37) linjan sukellukseen verrattuna. Jos mukaan otetaan myös sukutasolle määritetyt lajit eli käytännössä tilanteet, joissa videolla huomataan olevan jotain elämää, päästään kasviruutujen antamaan tulokseen eli 34 prosenttiin linjan sukelluksen antamasta 100 %:sta (kuva 37).

Drop video -menetelmän tulokset näkyvät kuvissa 30–35. Kun katsotaan kuvia 31 ja 32 Iso-Huiturin lahdesta, nähdään, että linjan kohdalla vain ensimmäisen sadan metrin alueelta löydettiin kasvillisuutta (putkilokasveja eli monivuotinen makrofytyyhteisö). Todellisuudessa kasvillisuutta löytyi myös linjan jälkimmäisen sadan metrin alueelta, joskin vain harvakseltaan. Löydettyjä lajeja olivat mm. *Potamogeton perfoliatus* ja *Potamogeton pusillus*.

Selkä-Sarven alueella ei drop video -menetelmän mukaan esiinny makrofytytejä Pitkäleton (linjat 1 ja 2), Maasarven (linja 9) ja Linnaklupun (linjat 10-11) linjoilla (kuvat 34 ja 35). Kuitenkin linjoilta löydettiin linjasukelluksella kustakin 9–13 lajia (taulukko 5). Peittävyysruuduilla ja linjan videoinnilla linjoilta löydettiin 2–5 lajia.

Linjalta 4 drop-videoinnilla havaittiin näkinpartaisia (*Nitella flexilis* vel. *opaca* ja *Chara aspera*), joita löytyi linjalta myös linjasukelluksella. Myös linjan videoinnilla havaittiin näkinpartaisia, mutta peittävyysruuduille näkinpartaiset eivät ole osuneet.



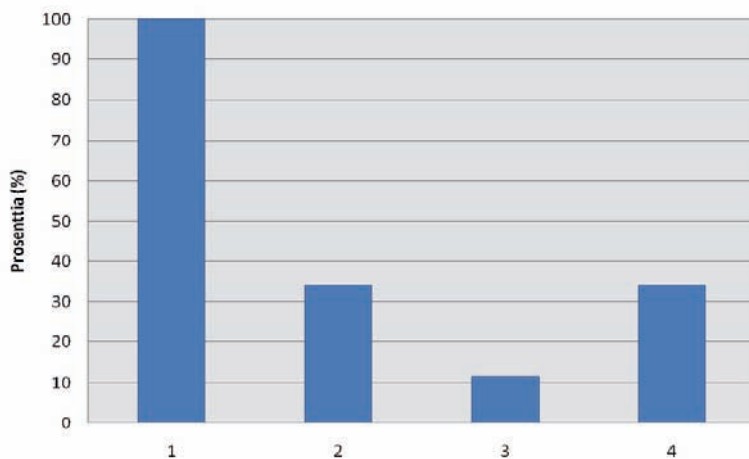
Kuva 36. Eri tutkimusmenetelmillä havaitun lajiston osuus koko aineistosta/linja. Mukana ei ole drop video -menetelmää, koska juuri linjojen kohdalta ei välttämättä ole pisteitä vaan ne ovat koko alueelta.

Rihmalevää havaittiin drop video -menetelmällä linjoilta kuusi, seitsemän, kahdeksan ja viisitoista. Rihmalevä havaittiin kyseisiltä linjoilta myös linjan videoinnilla ja linjan sukelluksella. Peittävyysruuduilla rihmalevää havaittiin vain linjoilla kuusi ja kahdeksan (taulukko 6).

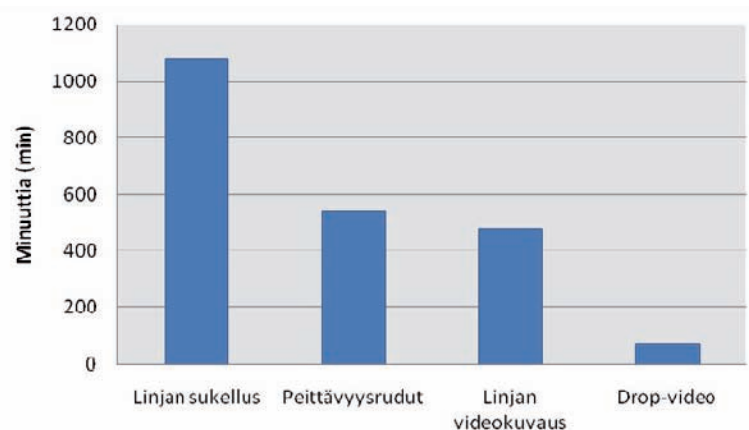
Pohjanlaatuluokituksessa drop -videointi antoi melko saman tuloksen kuin linjan videointi, joskin drop video -menetelmän tulokset ovat luokittelusta johtuen tarkemmat. BalMar-luokituksella pohjan tarkasta erottelusta voidaan luoda hierarkisesti korkeampia luokkia, joihin esimerkiksi hienojakoiset ainekset ja pikkukivet on yhdistetty liikkuvaksi pohjaksi (kuvat 30 ja 33). Tuloksia verratessa täytyy kuitenkin muistaa, että linjan videointi on tehty linjan alueelta ja on yleistettävissä noin pari metriä linjan molemmin puolin. Drop-video on puolestaan kuvattu yhdestä pisteestä hehtaarin alueelta, jolloin tulkinta

pohjan laadusta on tehty 30 sekunnin välimittaiselta videolta, jonka aikana vene on ajalehtinut tuulen ja aallokon vaikutuksesta pisteestä a pisteeseen b (yleensä muutamasta metrillä korkeintaan 30 metriin).

Kuvasta 38 käy ilmi eri tutkimusmenetelmiin kulutettu aika. Selvästi nopein tutkimusmenetelmä on drop-video, jossa tutkimuslinjojen alle jääneiden pisteiden kuvaamiseen kului arviolta yhteensä noin 72 minuuttia. Seuraavaksi nopein oli linjan videointi -menetelmä, jonka teko kesti yhteensä kahdeksatoista linjalta noin 480 minuuttia. Peittävyysruuduilla kartoitus kesti kokonaisuudessaan 540 minuuttia ja linjan sukelluksella yhteensä 1 080 minuuttia. Mukaan ei ole laskettu aikoja, jotka menevät siirtymisiin veneeseen sekä veneestä sukellukselle tai kuvaukseen. Mukana ei myöskään ole arvioita ajasta, joka kuluu tarvikkeiden valmisteluun ja huoltoon.



Kuva 37. Kuvaajasta nähdään eri menetelmien tarkkuus linjojen tuloksista laskettuina keskiarvoina. Numero 1 = linjan sukellus (100 %), numero 2 = peittävyysruudut (34 %), numero 3 = linjan videointi (11,5 %) (vain lajilleen määritetyt lajit) 4 = linjan videointi (34 %) (koko aineisto). Mukana ei ole Drop video-menetelmää, koska juuri linjojen kohdalta ei välttämättä ole pisteitä vaan ne ovat koko alueelta.



Kuva 38. Eri tutkimusmenetelmien ajankäyttö koko aineiston osalta. Arvio ajankäytöstä on laskettu taulukon 3 mukaan kahtatoista tutkimuslinjaa kohti. Drop video -menetelmässä aika on laskettu seuraavan kaavan mukaan $100\text{ m} = 3\text{ min}$, $200\text{ m} = 6\text{ min}$, $12\text{ linjaa} \times 6\text{ min} = 72\text{ minuuttia}$.

4 Tulosten arviointi

4.1 Merentutkimus Suomessa

Suurin osa Suomen meribiologisesta tutkimuksesta tehdään eteläisillä merialueilla. Sama koskee myös vesimakrofyttitutkimusta, joka keskittyy Pohjoisen Itämeren kalliorantojen litoraalivyöhykkeen tutkimukseen. Tutkimuksen yhtenä painopisteenä on levätutkimus, joka on keskitynyt paljolti rakkolevätutkimukseen. Suomen vesialueiden toista rakkolevälajia (*Fucus vesiculosus*) ja sen esiintymistä on seurattu jo useissa tutkimuksissa (ks. esim. Bäck ym. 1993). Toinen rakkolevälaji (*Fucus radicans*) erotettiin vasta joitain vuosia sitten geneettisesti *Fucus vesiculosuksesta* (Bergström ym. 2005).

Suuria makroleviä, joilla on suuri biomassa ja peittävyys, tavataan Suomessa noin 15 lajia (Leskinen ym. 1992). Levälajit esiintyvät litoraalivyöhykkellä tyypillisesti eri vyöhykkeissä. Tähän vyöhykkeisyyteen vaikuttavat merkittävästi kasvupaikan valaistusolot (Leskinen ym. 1992). Vesirajan alapuolelle mentäessä ylimmän levävyöhykkeen muodostavat yksivuotiset rihmalevät (Leinikki ym. 2004). Näiden alapuolella alkaa monivuotisten rakkolevien vyöhyke, ja syvyyden kasvaessa rakkolevävyöhyke vaihtuu punalevävyöhykkeeksi (Leinikki ym. 2004).

Rakkolevä on vesialueidemme kookkain levä. Rakkoleväyhteisöt ovat muodostaneet otollisen seurantakohteen Itämeren litoraalivyöhykkeessä. Rehevöitymisen myötä Itämeren rakkoleväkannat ovat vähentyneet näkösyvyyden huonontumisen ja rihmalevien lisääntymisen vuoksi (Leinikki ym. 2004). Rakkolevien esiintymiseen vaikuttaa myös suolapitoisuus. Suolapitoisuuden vähentyessä rakkolevien koko pienenee (Leinikki ym. 2004). Matalasta suolapitoisuudesta aiheutuu myös se, että rakkolevää ei esiinny Perämerellä (Furman ym. 1998), jolloin eteläisten merialueiden rakkolevätutkimukset eivät ole sellaisinaan hyödynnettävissä Perämerellä. Rakkolevän puuttuminen asettaa haasteen Perämeren makrofyttiseurannoille. Nyt jos koskaan tarvittaisiin myös Perämerelle enemmän makrofyttitutkimusta ja -seurantoja, koska merituulipuisto, merihiekkanosto ja mahdollisesti jopa ydinvoimalan rakentaminen ovat ajankohtaisia Raahan ja Tornion väliselle alueelle. Kaikki edellä mainittu teknologinen kehitys

Perämeren alueella ovat meriympäristön tilaan vaikuttavia tekijöitä, joiden vaikutukset voivat heijastua myös makrofyytteihin.

4.2 Vesimakrofyttien esiintyminen Perämeren alueella

Aikaisemmissa tutkimuksissa kansallispuiston vedenalaista luontoa on luonnehtinut runsas piilevien peittämä yksivuotisten levien vyöhyke ja tästä syvemmälle aina kahdeksaan metriin ulottuva *Cladophora aegogrophila*-vyöhyke (Leinikki & Oulasvirta 1995). Leinikin ja Oulasvirran tutkimuksissa (1995) todettiin piilevän olevan selvästi hallitseva ryhmä alueen kasvillisuudessa (yht. 57 lajia) ja niiden roolin ravinnekierrossa oletettiin olevan hyvin suuri.

Leinikin ja Oulasvirran alueella tekemissä tutkimuksissa (1995) todettiin myös, että vesikasvillisuus on alueella monimuotoisimmillaan saarten matalissa ja suhteellisen suojaisissa lahdelmissa. Putkilokasveja vuoden 1994 tutkimuksissa löytyi yhteensä 11 eri lajia. Korkeammista vesikasveista yleisimpiä olivat vitakasvit, kuten ahvenvita (*Potamogeton perfoliatus*) ja heinävita (*Potamogeton gramineus*). Rantavesiä luonnehtivat yleisesti niittyinä kasvavat näkinpartaiset, joista yleisimpiä olivat järvisiloparta (*Nitella flexilis*) ja mukulanäkinparta (*Chara aspera*). Harvinaisemmin esiintyviä näkinpartaisia olivat merisykeröparta (*Tolypella nidifica*) ja hapranäkinparta (*Chara globularis*).

Perämeren luonto, kuten myös muiden alueiden luonto, on abioottisten ja bioottisten tekijöiden aikaansaama. Abioottisista tekijöistä Perämeren luontoon ja sen ominaisuuksiin vaikuttavat maankohoamisen, suolapitoisuuden ja jääpeitteen lisäksi useat muut tekijät (Salo & Nummela-Salo 1994). Näiden abioottisten tekijöiden vaikutuksesta Perämeren luonto on hyvin karua ja kasvillisuutta esiintyi alueella hyvin niukasti ja laikuittain. Suurin osa tämän tutkimuksen linjoista edusti hyvin tyypillistä Perämeren maisemaa loivine kivikkopohjineen sekä pyöritystyneine kivineen. Pohjanlaaduissa vaihtelivat kaksi yleisintä eli kivikko- (raekoko 11–60 cm) ja hiekkapohja, jotka asettavat omat vaatimuksensa alueella esiintyville vesimakrofyteille.

Tämän tutkimuksen yhteydessä havaittiin 31 makrofytytilajia. Monimuotoisinta ryhmää havaituista lajeista edustivat putkilokasvit, joita havaittiin yhteensä 20 lajia. Jos mukaan otetaan myös Ruotsin puoleisella Perämerellä tehdyt tutkimukset, tämän kartoituksen lajisto edustaa tyypillistä Perämeren makrofytytilajistoa. Yleisimmät putkilokasvit (*Callitriche hermaphroditica*, *Potamogeton pusillus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton filiformis*) havaittiin myös useimmissa muissa Perämeren alueella tehdyissä tutkimuksissa. Ongelman lajimäärityksessä aiheuttavat risteymät, joita alueella esiintyy esimerkiksi vitakasveilla (*Potamogeton*).

Putkilokasvit, joita tutkimuksessa havaittiin yleisesti

***Callitriche hermaphroditica* – uposvesitähti**

Uposvesitähteä tavataan yleisesti murtovedessä savi- ja hiekkapohjilla (Hämet-Ahti ym. 1998). Tässä kartoituksessa lajia tavattiin eniten kivikkopohjilla (kivi 11–60 cm) hiekkaan kiinnittyneenä sekä puhtailla hiekkapohjilla alle kahden metrin syvyydessä ja tavattiin tutkituista linjoista viidellä. Aikaisemmissa Perämeren alueen tutkimuksissa uposvesitähteä ovat tavanneet Julin & Pekkari (1956), Risku (1986), Leinikki & Oulasvirta (1995), Kautsky & Foberg (1999) sekä Takalo (2005), mikä viittaa lajin yleiseen esiintymiseen Perämeren alueella.

***Potamogeton pusillus* – hentovita**

Hentovita esiintyy tyypillisesti matalassa vedessä (Hämet-Ahti ym. 1998). Tämän kartoituksen aikana havaitut lajit esiintyivät pääsääntöisesti hiekkapohjilla alle kahden metrin syvyydessä. Lajia tavattiin tutkimuksen aikana seitsemällä linjalla. Hentovita on havaittu myös useissa muissa Perämeren alueen kartoituksissa (esim. Julin & Pekkari 1956, Vartiainen 1963, Hällfors 1976, Risku 1986, Salo & Nummela-Salo 1994, Leinikki & Oulasvirta 1995 sekä Takalo 2005).

***Potamogeton perfoliatus* – ahvenvita**

Ahvenvita on yleinen kasvi lähes koko Suomen alueella (Mossberg & Stenberg 2005). Myös tässä kartoituksessa ahvenvita oli yleisin laji. Ahvenvita valitsee kasvupaikkansa syvyyden mukaan (Hämet-Ahti ym. 1998) kuivuuden ja kilpailun rajoittaessa sen esiintymistä matalassa vedessä (Ja-

las 1958). Kartoituksen aikana havaitut ahvenvidat esiintyivät tyypillisesti hiekkapohjalla alle kahden metrin syvyydessä. Ahvenvitoja havaittiin seitsemän linjan alueella. Laji on löydetty yleisesti myös muissa Perämeren alueen tutkimuksissa (esim. Julin & Pekkari 1956, Vartiainen 1963, Hällfors 1976, Salo & Nummela-Salo 1994, Leinikki & Oulasvirta 1995, Kautsky & Foberg 1999 sekä Takalo 2005).

***Potamogeton gramineus* – heinävita**

Heinävita on yleinen laji lähes koko Suomen alueella lukuun ottamatta Lounais-Suomea (Mossberg & Stenberg 2005). Heinävita esiintyy tyypillisesti matalahkossa vedessä kovalla mineraalimaapohjalla (Hämet-Ahti ym. 1998). Tässä kartoituksessa havaitut heinävidat esiintyivät pääsääntöisesti hiekkapohjalla (90 % havaituista esiintymisalueista) alle metrin syvyydessä. Heinävitaa esiintyi runsaasti kolmen linjan alueella. Heinävitaa on tavattu myös muissa tutkimuksissa Perämeren alueella esim. Julin & Pekkari (1956), Vartiainen (1963), Salo & Nummela-Salo (1994) sekä Leinikki ja Oulasvirta (1995).

***Potamogeton filiformis* – merivita**

Merivita on melko yleinen kasvi, jonka pääsääntöinen esiintymisalue on rannikolla (Mossberg & Stenberg 2005). Merivita kasvaa matalahkossa vedessä kovahkolla pohjalla (Hämet-Ahti ym. 1998). Tutkituista linjoista merivita esiintyi viidellä, tyypillisesti alle metrin syvyydessä, kivikkopohjalla. Merivita on tavattu yleisesti myös muissa alueen tutkimuksissa (esim. Vartiainen 1963, Risku 1986, Hällfors 1976, Salo & Nummela-Salo 1994, Leinikki & Oulasvirta 1995 sekä Takalo 2005).

Putkilokasvit, joita esiintyi vain muutamilla linjoilla

***Elatine hydropiper* – katkeravesirikko**

Katkeravesirikko esiintyy tyypillisesti matalassa vedessä (Hämet-Ahti ym. 1998). Tutkimuksessa lajia tavattiin kolmella linjalla (7, 8, 10) noin metrin syvyydessä hiekalla ja kivikkopohjalla. Lajia on tavattu aikaisemmin seuraavissa tutkimuksissa: Julin ja Pekkari (1956), Vartiainen (1963), Hällfors (1976), Risku (1986), Salo & Nummela-Salo (1994), Kautsky & Foberg (1999) sekä Takalo (2005).

***Eleocharis acicularis* – hapsiluikka**

Hapsiluikka esiintyy tyypillisesti vesirajasta aina kahden metrin syvyyteen, savi-, hieta- ja hiekkapohjilla (Hämet-Ahti ym. 1998). Kartoituksessa lajia esiintyi linjoilla 11 ja 15 alle kahden metrin syvyydessä kivi ja hiekkapohjalla. Lajin ovat havainneet myös Julin & Pekkari (1956), Hällfors (1976), Risku (1986) Salo & Nummela-Salo (1994) sekä Takalo (2005).

***Eleocharis uniglumis* – meriluikka**

Meriluikka on tyypillisesti vesirajakasvillisuuden edustaja. Meriluikkaa esiintyi tutkituista linjoista vain linjalla kahdeksan alle puolen metrin syvyydessä. Muissa tutkimuksissa meriluikkaa ovat tavanneet Julin & Pekkari (1956), Risku (1986) sekä Salo & Nummela-Salo (1994). Tässä kartoituksessa lajin harvinaisuus johtunee siitä, että laji kuuluu rantavyöhykkeen kasvillisuuteen, jolloin kartoitusajankohdan vedenkorkeus on voinut vaikuttaa lajin esiintymiseen linjojen alueella.

***Myriophyllum alterniflorum* – ruskoärviä**

Ruskoärviä esiintyy harvoin vähäsuolaisessa murtovedessä (Hämet-Ahti ym. 1998). Tutkituista linjoista laji esiintyi linjoilla yksi ja viisi. Aikaisemmissa tutkimuksissa ruskoärviää ovat havainneet Julin & Pekkari (1956), Risku (1986) ja Takalo (2005).

***Myriophyllum spicatum* – tähkä-ärviä**

Tähkä-ärviä esiintyy avointen rantojen mineraalipohjilla (Hämet-Ahti ym. 1998). Tähkä-ärviää havaittiin ainoastaan linjalla kahdeksan (Maasarvi itä), joka on avoin ranta. Tähkä-ärviää on tavattu myös seuraavissa tutkimuksissa: Vartiainen (1963), Risku (1986) ja Takalo (2005).

***Myriophyllum sibiricum* – kalvasärviä**

Kalvasärviää tavataan suojaisilla rannoilla matalassa vedessä (Hämet-Ahti ym. 1998). Tässä kartoituksessa laji havaittiin ainoastaan linjalla yksi alle metrin syvyydessä. Muissa tutkimuksissa lajin ovat löytäneet Risku (1986), Salo & Nummela-Salo (1994) ja Takalo (2005).

***Myriophyllum verticillatum* – kiehkuraärviä**

Kiehkuraärviä esiintyy 0–40 cm:n syvyydessä turpeella tai liejuvaltaisella pohjalla (Hämet-Ahti ym. 1998). Tutkimuksessa laji havaittiin vain yhdellä linjalla (linja 5) 1,1 metrin syvyydessä

kivikkopohjalla (10–60 cm). Laji on havaittu aiemmin ainoastaan yhdessä tutkimuksessa Perämeren alueella (Risku 1986).

***Potamogeton berchtoldii* – pikkuvita**

Pikkuvita esiintyy 0–80 cm:n syvyydessä tyypillisemmin lieju- tai savipohjalla (Hämet-Ahti ym. 1998). Tutkimuksessa lajia tavattiin kahdella linjalla. Myös Risku (1986) on havainnut lajin.

***Potamogeton pectinatus* – hapsivita**

Hapsivita esiintyy hiekk-, lieju- ja kivikkopohjilla matalahkossa tai syvässä vedessä (Hämet-Ahti ym. 1998). Tutkimuksessa laji esiintyi linjalla 10 3,6 metrin syvyydessä hiekkapohjalla. Lajia on tavattu useissa tutkimuksissa (Vartiainen 1963, Risku 1986, Kautsky & Foberg 1999 sekä Takalo 2005).

Sagittaria natans* x *sagittifolia

Laji esiintyy alueilla, joissa ei esiinny kumpakaan kantalajia (Hämet-Ahti ym. 1998). Tässä kartoituksessa laji esiintyi ainoastaan linjalla 15 rannan tuntumassa hyvin matalassa vedessä. Lajia on tavattu aikaisemmin yhdessä tutkimuksessa (Julin & Pekkari 1956).

***Subularia aquatica* – äimäruoho**

Äimäruoho esiintyy suojaisilla rannoilla, matalassa vedessä, savi-, hiesu- ja liejupohjilla (Hämet-Ahti ym. 1998). Laji tavattiin ainoastaan linjalla seitsemän kivi- (10–60) ja hiekkapohjalla, 0,4 m:n ja 1,4 m:n syvyydessä. Aikaisemmin laji on havaittu useissa tutkimuksissa (Julin & Pekkari 1956, Vartiainen 1963, Hällfors 1976, Risku 1986, Salo & Nummela-Salo 1994, Leinikki ja Oulasvirta (1995), Kautsky & Foberg 1999 sekä Takalo 2005).

***Zannichelia palustris* var. *repens* – haura**

Zannichelia palustris var. *repens* esiintyy matalahkossa tai syvässä vedessä (Hämet-Ahti ym. 1998). Tutkimuksessa laji esiintyi ainoastaan linjalla 11, hiekk- ja kivipohjalla (11–60 cm, 6–10 cm). Lajia on tavattu myös muissa tutkimuksissa (Vartiainen 1963, Hällfors 1976, Risku 1986, Salo & Nummela-Salo 1994, Leinikki & Oulasvirta 1995, Kautsky & Foberg 1999 sekä Takalo 2005).

Putkilokasvit, joita on esiintynyt muissa Perämeren tutkimuksissa, mutta joita ei linjatutkimuksissa havaittu

***Alisma plantago-aquatica* – ratamosarpio**

Ratamosarpio on matalassa vedessä murtovesilahtien rannikolla esiintyvä laji (Hämet-Ahti ym. 1998). Tutkimuslinjoista yksikään ei lähtenyt lahdelmasta, mikä voi olla syy siihen, että lajia ei löydetty. Laji on tavattu useissa Perämeren alueen tutkimuksissa (Julin & Pekkari 1956, Risku 1986, Salo & Nummela-Salo 1994, Kautsky & Foberg 1999 sekä Takalo 2005).

***Alisma wahlenbergii* – upossarpio**

Upossarpio esiintyy matalassa vedessä murtovesilahtien rannoilla (Hämet-Ahti ym. 1998). Ei esiintynyt tutkimuslinjoilla, mutta muissa alueella tehdyissä sukelluksissa lajin havaittiin esiintyvän juuri matalassa lahdelmassa Maasarsessa. Tutkimuslinjoista yksikään ei lähtenyt lahdelmasta, mikä voi olla syy siihen, että lajia ei tavattu. Laji on löydetty mm. seuraavissa tutkimuksissa Perämeren alueella: Vartiainen (1963), Risku (1986), Salo & Nummela-Salo (1994) sekä Takalo (2005).

***Butomus umbellatus* – sarjarimpi**

Sarjarimpi kasvaa tyypillisesti murtovesilahdissa, tavallisesti matalassa vedessä (Mossberg & Stenberg 2005). Syy siihen, että lajia ei löytynyt johtuu luultavammin siitä, että suurin osa tutkimuslinjoista ei lähtenyt suojaisasta lahdelmasta (Iso-Huiturin linjaa lukuun ottamatta). Laji löydettiin kansallispuiston alueelta aikaisemmassa tutkimuksessa (Leinikki & Oulasvirta 1995).

***Callitriche palustris* – pikkuvesitähti**

Pikkuvesitähti on murtovesilahtien rannoilla matalassa vedessä esiintyvä laji (Hämet-Ahti ym. 1998). Lajin ovat löytäneet Julin & Pekkari (1956), Vartiainen (1963), Risku (1986) sekä Salo & Nummela-Salo (1994). Tutkimuslinjoista yksikään ei lähtenyt lahdelmasta, mikä voi olla syy siihen, että lajia ei tavattu.

***Limosella aquatica* – mutayrtti**

Mutayrtti on suojaisilla rannoilla vesirajassa 0–40 cm:n syvyydessä esiintyvä laji, joka suosii savi-, hieta- tai hiekkapohjaa (Hämet-Ahti ym. 1998). Mutayrtti on löydetty seuraavissa Perämeren kasvillisuustutkimuksissa: Julin ja Pekkari (1956), Vartiainen (1963), Hällfors (1976), Salo & Nummela-Salo (1994) sekä Takalo (2005).

***Potamogeton friesii* – otalehtivita**

Otalehtivita esiintyy murtovesilahdissa matalassa vedessä. Tutkimuslinjoista yksikään ei lähtenyt lahdelmasta, mikä voi olla syy siihen, että lajia ei tavattu. Laji on havaittu seuraavissa tutkimuksissa: Julin & Pekkari (1956), Vartiainen (1963), Risku (1986) sekä Salo ja Nummela-Salo (1994).

***Shoenoplectus* sp. – järvikaisla**

Järvikaisla on luultavammin ollut sinikaisla (*Shoenoplectus tabernaemontani*), joka on yleisempi murtovedessä kuin järvikaisla (Mossberg & Stenberg 2005), mutta matalasta suolapitoisuudesta johtuen molemmat lajit ovat mahdollisia. Laji esiintyy kiinteällä (järvikaisla) tai savipohjalla (sinikaisla) (Mossberg & Stenberg 2005) aina kahden metrin syvyyteen. Laji löydettiin kansallispuiston alueelta aikaisemmassa tutkimuksessa (Leinikki & Oulasvirta 1995).

***Sparganium* sp. – palpakot**

Palpakot ovat monivuotisia vesi- tai suokasveja (Mossberg & Stenberg 2005). Ryhmän lajien tunnistamisen tekevät hankalaksi yleisesti esiintyvät risteymät. Palpakoita on löytynyt useissa eri tutkimuksissa (esim. Julin & Pekkari 1956, Risku 1986 sekä kansallispuiston alueelta Leinikki & Oulasvirta 1995).

***Utricularia vulgaris* – isovesiherne**

Isovesiherne on matalissa ja suojaisissa rantalampareissa esiintyvä laji, jota ei luultavasti linjojen sijainnista johtuen esiintynyt tutkittavilla linjoilla. Lajia on tavattu useasti Perämeren alueella (Vartiainen 1963, Risku 1986, Salo & Nummela-Salo 1994 ja Takalo 2005).

Alueella esiintyvät näkinpartaislevät ja sammalet

Näkinpartaislevät

Perämeren kansallispuiston alueella esiintyy runsaasti näkinpartaisleviä (Characeae). Tavatuista lajeista yleisimpiä ovat mukulanäkinparta (*Chara aspera*) ja silopartoihin kuuluva *Nitella flexilis* vel. *opaca*. Tässä kartoituksessa näkinpartaisia esiintyi hyvin yleisesti lähes kaikilla linjoilla (poikkeus linja 15, jossa ei esiintynyt lainkaan näkinpartaisia ja linjat 10 ja 11, joissa ei esiintynyt mukulanäkinpartaa). Koska yhdessäkään FT Marja Koistiselle lähetetyssä *Nitella*-näytteessä ei ollut lisääntymiselimiä, ei *Nitella flexilistä* ja *Nitella opacaa* voinut erottaa toisistaan. Siitä syystä kaikki havaitut lajit ovat *Nitella flexilis* vel. *opaca*.

Näkinpartaisista *Chara asperaa* on tavattu useissa Perämeren tutkimuksissa (esim. Julin & Pekkari 1956, Hällfors 1976 ja Takalo (2005). *Nitella flexilis* on myös usein tavattu näkinpartainen (esim. Julin ja Pekkari 1956, Hällfors 1976, Kautsky & Foberg 1999 sekä Forsberg & Pekkari 2000).

Tutkimuksessa tavattiin myös hapranäkinparta (*Chara globularis*), joka on löytynyt Leinikin ja Oulasvirran (1995) sekä Forsbergin ja Pekkari (2000) tutkimuksissa. Harvoin löydetyistä näkinpartaisista tässä tutkimuksessa jäivät löytämättä merisykeröparta *Tolypella nidifica* (havainneet esim. Leinikki & Oulasvirta 1995 ja Takalo 2005), tupsusiloparta *Nitella mucronata* (esim. Julin & Pekkari 1956) sekä silonäkinparta *Chara braunii* (esim. Julin & Pekkari 1956).

Yleisenä esiintyneet näkinpartaiset (*Chara aspera* ja *Nitella flexilis*) olivat yleisiä kansallispuiston alueella myös aikaisemmassa tutkimuksessa (Leinikki & Oulasvirta 1995). Alueelta havaittiin myös hapranäkinpartaa (*Chara globularis*) mutta ei merisykeröpartaa (*Tolypella nidifica*) kuten aikaisemmassa tutkimuksessa.

Sammalet

Oman leimansa tutkimukselle antoi vesisammalien yleinen esiintyminen linjojen alueella. Odotettua oli, että isonäkinsammalta (*Fontinalis antipyretica*) esiintyi yleisesti tutkituilla linjoilla, sillä tästä antoivat viitteitä myös aikaisemmat tutkimukset (esim. Julin & Pekkari 1956, Hällfors

1976, Leinikki & Oulasvirta 1995 sekä Forsberg & Pekkari 2000). Lajia esiintyi vaihtelevilla pohjanlaaduilla vaihtelevassa syvyydessä. Kiinnitysmisalustakseen isonäkinsammal vaatii kuitenkin melko suuria (yleensä yli 20 cm) kiviä tai kalliopohjan.

Yllätyksenä tutkimuksessa saatiin todeta, että alueellisesti uhanalaisiksi (RT) luokiteltuja sammalia (vellamonsammal *Octodicerus fontanum* ja ahdinsammal *Platyhypnidium riparioides*) esiintyi suurimmalla osalla linjoista. Aikaisemmin kansallispuiston alueelta oli löydetty ainoastaan vellamonsammalta (Leinikki & Oulasvirta 1995). Sitä on löydetty myös lähempää rannikkoa Ruotsin puolelta Pitkäkarin, Seittenkaaren, Launinkarin sekä Hanhinkarin alueelta (Forsberg & Pekkari 2000). Leinikki ja Oulasvirta (1995) havaitsivat kansallispuiston alueella myös rantasaukonsammalen (*Leptodictyum riparium*), sirppisammalen (*Drepanocladus* sp.) ja virtanäkinsammalen (*Fontinalis dalecarlica*), mutta niitä ei havaittu tässä tutkimuksessa. Vuoden 2008 tutkimuksessa virtanäkinsammalta löytyi joiltakin Perämeren kansallispuiston alueilta (FT Essi Keskinen henk. koht. tiedonanto 2009). Leinikin ja Oulasvirran (1995) havaitsemat runsaat rantasaukonsammalkasvustot jäivät täysin huomaamatta vuonna 2007, mikä antaa aiheen epäillä, onko jommankumman tutkimuksen vesisammalia tunnistettu väärin. Jos lajitunnistus on ollut oikea, alueen vesisammallajisto on muuttunut viidentoista vuoden kuluessa merkittävästi.

On mahdollista, että edellä mainitut uhanalaiset sammallajit on luokiteltu alueellisesti uhanalaisiksi juuri siksi, että niistä ei ole ollut riittävästi tietoa. Perämeren kasvillisuustutkimusta ei ole tehty paljoa ja erityisesti pienet vesisammalet jäävät monilla menetelmillä havaitsematta. Tämän lisäksi vesisammalia ei kasva vesirajassa, jolloin niiden löytyminen rannalta käytettävillä menetelmillä on hankalaa (kahluusaappaat, hara, vesikiikari). Veneestä käytettävillä menetelmillä niitä ei joko saada ylös (kivikko, pienet kivet) tai niitä ei voida tunnistaa/havaita (video). Tästä johtuen sukellus on ainoa mahdollinen menetelmä. Tiedon määrän lisääntymisen myötä alueellisesti uhanalaiset sammalet voidaan mahdollisesti poistaa uhanalaisten lajien listalta. Lisätutkimusten avulla voidaan myös löytää Perämerelle uusia lajeja, joita alueella ei aikaisemmissa tutkimuksissa ole havaittu. Esimerkiksi syksyllä 2009 löytyi Pe-

rämerelle ilmeisesti uusi laji, etelänpurosammal (*Hygrohypnum luridum*). Lisäksi tällä hetkellä ollaan harkitsemassa ahdinsammalen (*Platyhypnidium riparioides*) Perämeren tyyppin (*Oxyrrhynchium riparioides*) erottamista omaksi lajiksi makeanveden ahdinsammalesta (FT Sanna Huttunen, FL Risto Virtanen, henk.koht. tiedonannot 2010). Nämä ovat vain muutamia tekijöitä, joiden vuoksi tutkimusta alueelta tarvitaan lisää.

4.3 Vesimakrofyyttien näytteenotto-menetykset Perämerellä

Näytteenottimilla kerättyjen näytteiden tulee edustaa mahdollisimman hyvin sitä aluetta, jolla tutkimusta halutaan tehdä (Mäkelä ym. 1992). Eri menetelmien ongelma on niiden soveltuvuus eri alueilla käytettäväksi. Perämeri on Itämeren vesialueista ongelmallisimpia, sillä vähäinen ja poikkeava lajisto asettaa rajoja tutkimusmenetelmien käytettävyydelle. Tutkimuksessa verrattavista menetelmistä linjasukellus, peittävyysruudut ja drop-video ovat yleisesti käytettyjä menetelmiä vesimakrofyyttien kartoittamisessa Itämeren alueella.

Linjasukellus

Suuri osa Suomen rannikolla tehdyistä makrofyyttitutkimuksista on tehty ilman varsinaisia näytealoja (esim. peittävyysruutuja), jolloin alueellista kasvillisuutta on tarkasteltu linjan varrelta (esim. Ilus & Keskitalo 1986, Koistinen 1989) esimerkiksi sukeltaen. Tutkimuksessa linjasukellus toteutettiin pääsääntöisesti kahden sukeltajan voimin, jolloin toinen sukeltajista toimi kirjurina ja toinen näytteiden kerääjänä. Linja sukellettiin päästä päähän havainnoimalla linjan lajistoa ja sen runsaussuhteita.

Linjan sukellus antoi tutkimuksen tarkimmat tulokset lajiston suhteen, sillä kaikki tutkimuksen aikana havaitut lajit löytyivät linjasukellusten aikana. Toisaalta linjasukellus oli myös menetelmistä ajankäytöllisesti hitain (90 min/linja). Linjan videointi ja peittävyysruutujen sukellus kesti vain noin puolet linjasukellusmenetelmällä suoritettua tutkimuksesta ja drop video -menetelmä vain vajaan kymmenesosan.

Menetelmän tarkkuus ja toisaalta sen hitaus antavat viitteitä menetelmän hyödyntämisen mahdollisuuksista. Hitaudesta johtuen menetelmä ei sovellu laajojen alueiden kartoitukseen, sillä hitaus olisi kustannusten suhteen kallista saatuihin tuloksiin verrattuna. Vastaavasti tarkkuus oli mitä parhainta, joten harvinaisten ja uhanalaisten lajien etsintään ja kartoitukseen menetelmä olisi mitä soveltuvuin. Menetelmän hitaudesta täytyy huomata myös se, että linjasukellukseen valmistautuminen on hidasta. Välineiden huoltoon, pukeutumiseen, linjan vetämiseen ja näytteiden keräämiseen kuluu paljon aikaa.

Linjasukelluksen ongelmana hitauden lisäksi on sen subjektiivisuus. Sukelluksen aikana kirjattu aineisto perustuu tutkijan henkilökohtaiseen näkemykseen tutkittavasta alueesta ja siitä mitä hän kokee tärkeäksi kirjata ylös. Subjektiivisuus tulee esiin myös tutkijoiden kokemuksessa, joka näkyy sekä taidoissa tunnistaa sukelluksen aikana vastaan tuleva kasvillisuus että taidoissa huomioida linjan oleellisin tieto. Luultavasti subjektiivisuuden merkitys ei ole niin suuri, että sillä olisi tulosten kannalta suurta merkitystä, mutta voihan toki olla, että tutkija, joka ei tiedosta jotain tärkeää huomiota, jättää sen huomiotta toistuvasti, jolloin virhe toistuu. Vastaavasti tutkija, joka tiedostaa asian, huomioi sen toistuvasti (tällainen voi esimerkiksi olla jokin sammallaji, jonka toinen tutkijoista tunnistaa ja toinen ei), ja tällöin tulos alueesta voi olla ratkaisevasti erilainen. Toisaalta lähes kaikki tutkimusmenetykset ovat jollakin tavalla subjektiivisia, koska ihmisen lajintunnistuskäkyä tai peittävyysarviota tarvitaan vielä lähes kaikissa menetelmissä.

Perämeren kartoitusta ja sen vedenalaista luontoa ajatellen linjan sukellusmenetelmä soveltuu käytettäväksi esimerkiksi tarkistussukellusten muodossa. Tällöin laajempi kuva alueesta muodostetaan jollain nopeammalla menetelmällä, esim. ruuduilla tai videokuvaamalla, ja näiden menetelmien tuloksia täydennetään aineistolla, joka saadaan linjan sukellukselta. Yksinään menetelmä ei liene kannattava, jollei tutkittava alue ole pinta-alallisesti hyvin pieni. Muussa tapauksessa menetelmällä ei ole mahdollisuutta saada kustannustehokkaasti laajaa aineistoa jostain alueesta.

Peittävyysruudut

Peittävyysruutujen käyttö vesimakrofyytitutkimuksessa on yleinen ja suhteellisen nopea tapa selvittää kasvien runsautta ja lajistoa (Leinikki & Oulasvirta 1995). Peittävyysruudut ovat myös luontoystävällinen tapa kartoittaa kasvillisuutta, sillä näytteenotto esimerkiksi haramenetelmällä jättää jälkensä luontoon. Itämeressä tehdyissä tutkimuksissa peittävyysruutujen koko on yleensä ollut 1 m² (Ravanko 1972, Lindgren 1975, Kangas ym. 1982). Menetelmän etuihin kuuluu lajistokartoituksen luotettavuus – ruudun sisälle jäävät lajit ovat yleensä tunnistettavissa. Menetelmällä on myös huonoja puolia ja yksi niistä on ruudun mukana kuljettaminen sukelluksen aikana. Toinen peittävyysruutujen käyttöön liittyvä ongelma on subjektiivisuus, joka on yleinen ja liittyy kaikkiin arviointimenetelmiin (Leinikki & Oulasvirta 1995, Aaltonen 2008).

Peittävyysruudulta tehty arvio on tutkijan henkilökohtainen näkemys alueesta, ja se voi poiketa eri tutkijoiden välillä. Aaltosen (2008) mukaan subjektiivisesta arvionnista johtuen erojen suuruus ei luultavasti ole niin suuri, että se vaikuttaisi tulosten luotettavuuteen. Samaan tulokseen päädyttiin sisävesipuolella, Vuoksi-Life-projektissa (Leka ym. 2003). Tutkimuksessa verrattiin mm. kahden eri tutkijan tekemiä peittävyysarviointeja ja havaittiin, että kahden eri tutkijan tekemässä peittävyysarvioinnissa oli keskimäärin 7 %:n ero, keskihajonnan ollessa 11 % (näytealoja yhteensä 375 kpl) (Leka ym. 2003). 37 %:ssa tapauksista kaksi henkilöä päätyi samaan tulokseen ja yli 20 %:n erot olivat tutkimuksessa harvinaisia (vain 6,7 % kaikista tapauksista) (Leka ym. 2003). Tulokseen ja sen eroihin vaikuttaa myös arvioijan kokemus peittävyysruutujen käytöstä.

Toinen menetelmän ongelma on peittävyysruutujen soveltuvuus eri alueille. Yksittäinen ruutu edustaa hyvin pientä otosta tutkimuslinjan alueesta (Leinikki & Oulasvirta 1995). Jos alueella esiintyy vesimakrofyyttejä runsaasti, peittävyysruutuun osuvien lajien määrä kasvaa, jolloin ruutujen määrän ei tarvitse olla kovin suuri luotettavan kasvillisuusaineiston saamiseksi. Perämerellä, jossa lajistoa on vähän, myös ruutuihin sattuvien lajien määrä on alhaisempi. Tässä

tutkimuksessa ruutujen määrä oli 60 kpl, ja niillä päästiin keskiarvolla vain 34 %:n tulokseen siitä, mitä linjan sukelluksella. Parhaimmillaan tulos oli noin 70 % linjan sukelluksesta linjalla 6 (Selkä-Sarvi → Savukrunni), minkä selittänevät linjan vähäinen, mutta tasaisesti jakaantunut lajisto sekä sattuma. Ajankäytön suhteen peittävyysruuduilla päästiin puoleen linjan sukelluksen ajasta, mikä on merkittävä määrä puhuttaessa 10 tunnista 20 tunnin sijaan. Jotta peittävyysruutuaineistosta saataisiin luotettava, tulisi ruutujen määrää kasvattaa merkittävästi. Tämä puolestaan tekisi tutkimuksen työlääksi ja aikaa vieväksi ja sitä kautta kustannusten suhteen tehottomaksi. Peittävyysruutujen erot suhteessa linjan sukellukseen ovat todenneet myös muut tutkijat (esimerkiksi Leka ym. 2003).

Perämerellä puhtaasti peittävyysruuduilla tehty tutkimusta tai seuranta ei liene suotavaa, jos ruutujen määrä suhteessa linjan pituuteen on sama kuin tässä kartoituksessa. Jos tutkimus tehdään puolestaan linjoilla, joissa ruutujen määrä on suhteellisesti suurempi, päästään tarkempiin tuloksiin ja ruutututkimuksen luotettavuus kasvaa. Näissä tilanteissa peittävyysruutuja voitaisiin käyttää esimerkiksi linjan videokuvausta tukevana menetelmänä, jolloin kustannustehokkuus suhteessa linjan sukellukseen kasvaisi. Toki ruutujen lisääminen suhteessa linjan pituuteen kasvattaa myös peittävyysruutu-menetelmän ajankäyttöä ja täten heikentää kannattavuutta.

Tilanteessa, jossa peittävyysruudut toimivat esimerkiksi videokuvausta tukevana, voitaisiin menetelmää käyttää esimerkiksi vesimakrofyytien vuosittaiseen seurantaan. Saman tapaisiin tuloksiin Perämeren osalta päätyivät myös Leinikki ja Oulasvirta (1995), jotka suosittelivat peittävyysruutujen sijaan rutiinimaisissa kasvillisuuden seurannoissa käytettäväksi kasvillisuusvyöhykkeiden syvyysrajojen tutkimista ja vain valtalajien runsauden arvioimista ilman mukana kuljetettavaa ruutua. Ongelmaksi syvyysrajojen tutkimuksessa tulevat Perämeren matalat ja loivat rannat, jolloin syvyysrajojen rajat ovat häilyviä ja hyvin vaikeasti huomattavia (tutkituilla linjoilla havaittiin kaksi syvyysvyöhykettä ab ja bc, jotka esitettiin kuvassa 26 b). Loivilla rannoilla esiintyvät lajit (esim. *Potamogeton perfoliatus*) voivat esiintyä tasaisesti useiden satojen metrien matkalla, mikä vaikeuttaa syvyysrajojen huomioimista.

Linjan videointi

Videointi on varteenotettava menetelmä, jos eliöyhteisön taso riittää tutkimuksen tarkkuudeksi. Videokuvauksen etuna on myös videon säilyminen, jolloin sitä voidaan tarvittaessa katsoa uudelleen ja esimerkiksi verrata useamman vuoden aineistoa keskenään (VELMU-tietopalvelu 2009).

Linjan videointi otettiin menetelmänä mukaan ”linjariippuvaisena”, jotta vertailtavissa oleva aineisto saatiin tehtyä saman linjan alueelta kuin sukellus. Menetelmä on tässä mittakaavassa työläs suhteessa saatuun aineistoon. Tarkkuus oli samaa luokkaa kuin peittävyysruuduilla, jos mukaan otettiin kaikki lajit huomioimatta määrityksen tarkkuutta (lajitaso vai sukutaso). Jos tarkkuudeksi asetetaan lajitaso, menetelmällä päästiin vain 11,5 %:n tarkkuuteen. Hyvänä puolena ”linjariippuvaisessa” linjan videokuvauksessa oli tarkka paikkatieto, joka saatiin mittanauhaa kuvaamalla.

Tilanteessa, jossa ei olla näin riippuvaisia linjasta, mukana ei tarvitse olla sukeltajaa. Näissä tilanteissa linjan kuvauksen voisi suorittaa kaksi henkilöä, parhaassa tilanteessa jopa yksi, jos kuvaustekniikkaa hieman kehitetään. Tämä parantaisi menetelmän kustannustehokkuutta, sillä tutkimukseen tarvittavien henkilöiden määrä vähenisi ja kuvaus nopeutuisi. Tutkimuksessa ajankäyttö oli samaa luokkaa peittävyysruutujen kanssa, mutta ilman sukeltajaa oltaisiin päästy luultavasti puoleen tästä ajasta.

Linjan videokuvausta yhdessä ”tarkistussukellusten” kanssa voitaisiin hyödyntää esimerkiksi lahtien habitaattikartoituksiin ja seurantoihin.

Drop video -menetelmä

Metsähallituksen käyttämä Drop video -menetelmä on verrattavista menetelmistä ehdottomasti ajankäytöllisesti tehokkain, koska aika hehtaaria kohti on vain noin 3 minuuttia. Lajikohtainen aineiston taso menetelmässä on suhteessa sama (4 lajilleen määritettyä lajia koko Selkä-Sarven ja Iso-Huiturin alueelta) kuin linjan videokuvauksessa (2 lajilleen määritettyä lajia), mikä on menetelmien samankaltaisuudesta johtuen aivan luonnollista.

Drop video -menetelmä suoritettiin pääsääntöisesti kahden henkilön toimesta siten, että toinen ohjasi venettä GPS-paikanninta hyödyntäen

ja toinen käytti kameraa. Menetelmän kehittämisen myötä voidaan päästä tilanteeseen, jossa tarvitaan vain yksi henkilö, mutta tällä hetkellä se ei olisi mahdollista, sillä kuvaus hidastuisi merkittävästi, jos henkilöitä olisi vain yksi.

Drop-videon hyötynä on videokuvan uudelleen tulkinnan mahdollisuus, joka on merkittävä etu peittävyysruutuihin ja linjasukellukseen verrattuna. Tästä huolimatta lajistokohtainen tieto on hyvin suppeaa ja ei sinällään anna todellista kuvaa alueen lajistosta. Tarkkoihin lajistoinventointeihin menetelmä ei sovellu Perämerellä, mutta eteläisillä vesialueilla tilanne voi olla toisin, sillä siellä kasvillisuutta on enemmän ja se on lämpimämmistä olosuhteista sekä pidemmästä kasvukaudesta johtuen korkeampaa, jolloin se on paremmin huomattavissa videolta.

Mikäli eliöyhteisötason tieto riittää, voi drop video -menetelmän antama tieto mahdollisesti riittää myös Perämerellä, mutta yksin sen antamaan informaation kannattaa suhtautua hieman varauksella menetelmän suuren virhemahdollisuuden vuoksi. Tämä nähtiin kohdissa, joissa menetelmä antoi tiedon lajiston puuttumisesta, mutta linjan sukelluksella lajistoa havaittiin. Tästä johtuen menetelmä vaatii Perämerellä tuekseen sukelluksia, joilla saadaan laajennettua kuvaa todellisuudesta.

Drop video -menetelmän suurin hyöty on sen nopeus (linjan sukellus noin 1 100 min koko aineisto, drop-video noin 72 min koko aineisto), joka tekee menetelmästä laajoissa habitaattikartoituksissa kustannustehokkaan. Laajoja habitaattikartoituksia, joita ei ole mahdollisuus tehdä pelkästään sukeltamalla, tarvitaan esimerkiksi ympäristövaikutusten arvioinnin selvityksissä. Tarkkoihin kartoituksiin (esimerkiksi uhanalaisten lajien etsintään) menetelmä ei sovellu.

Menetelmän rajoitteet täytyy jokaisen menetelmää käyttävän huomioida. Ennen tutkimuksen aloitusta täytyy tarkoin tiedostaa, mikä on tutkimuksen tarkoitus, eli mitä tutkimuksella lähdetään hakemaan ja onko menetelmän antama kuva ympäristöstä riittävän tarkka. Perämerellä jäi paljon näkemättä, mikä asettaa pohtimaan menetelmän käytön kannattavuutta pohjoisilla vesialueilla. Kaikkea ei voi kompensoida nopeudella, vaan täytyy huomioida myös tutkimustulosten luotettavuus ja se, että havainnot eivät ole sattumanvaraisia.

Yksi menetelmän pääkäyttäjistä on Metsähallitus, joka kartoittaa muun muassa Perämeren kansallispuiston aluetta menetelmää hyödyntäen. Metsähallituksessa menetelmän käyttöä perustellaan sillä, että se on tämän hetkisin resursseilla ainoa järkevä mahdollinen menetelmä, mutta menetelmän aukot tiedostetaan ja niitä pyritään paikkaamaan. Menetelmää käytetään kansallispuiston alueella habitaattikartoitukseen, ei diversiteetti- tai lajistokartoitukseen ja menetelmällä saatu tieto on presence-tietoa, ei absence-tietoa (FT Essi Keskinen, Metsähallitus henk.koht. tiedonanto). Drop video -aineiston lisäksi tietoa kerätään myös sukelluksilla. Lisäksi tulevaisuudessa on tarkoitus ryhtyä mallintamaan habitaatteja, ja tähän tarkoitukseen drop video -menetelmällä kerätty aineisto on erinomaista.

4.4 Johtopäätökset

Perämeren luonto oli kaikessa karuudessaan juuri sitä, mitä odottaa saattoi. Lajistoa oli vähän ja harvakseltaan, mutta luonto omassa erikoisuudessaan oli vertaansa vailla. Edellisestä Perämeren kansallispuiston kattavasta vedenalaisesta kartoituksesta on kulunut jo reilusti yli 10 vuotta (Leinikki & Oulasvirta 1995), mutta se oli kuitenkin ainoa tutkimus, johon tässä tutkielmassa voitiin nojata.

Tässä kartoituksessa havaittu lajisto edusti pitkälti sitä, mistä aikaisemmat tutkimukset olivat antaneet viitteitä. Kaikki havaitut lajit oli havaittu myös jossain muussa Perämeren koskevassa tutkimuksessa. Merkittävin havinto oli alueellisesti uhanalaisten sammalten (vellamonsammal *Octodiceria fontanum* ja ahdinsammal *Platyhypnidium riparioides*) yleisyys, joka kertoo alueen vähäisestä tutkimuksesta ja sen tarpeesta.

Vuosien 1993–1994 tutkimukseen (Leinikki & Oulasvirta 1995) verrattaessa lajisto koostui runsaussuhteiltaan samoista lajeista (*Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton gramineus*, *Chara aspera*, *Nitella flexilis* vel. *opaca* jne.), mutta harvinaisempien lajien osalta poikkeuksiakin mahtui joukkoon. Ahdinsammalta (*Platyhypnidium riparioides*), joka esiintyi laajasti tässä tutkimuksessa, ei havaittu vuonna 1994. Samoin useat harvinaisemmin esiintyneet putkilokasvit (esim. *Myriophyllum*-suvun kasvit) jäivät huomaamatta puolin ja toisin. Erot voivat olla selitettävissä lajintuntemuksen ja havaitsemisen kautta.

Kuten Leinikki ja Oulasvirta (1995) totesivat, Perämeren huomattavasti laajin eliöryhmä ovat piilevät. Nämä laajat piileväkasvustot peittivät alleen muuta kasvillisuutta, jolloin esimerkiksi pienet sammalet ja leväkasvustot jäävät helposti havaitsematta. Leinikki (henk.koht. tiedonanto 2009) ehdottaakin, että Perämeren alueella vesipuitedirektiivin vaatimuksia voitaisiin harkita seurattavaksi piilevien kautta. Erot tutkimustuloksissa voivat johtua myös kokemuseroista eri tutkijoiden välillä, mikä voi näkyä esimerkiksi vedenalaisen työskentelyn tuloksissa, sillä sukellus menetelmänä on hyvin vaativaa. Kokenut sukeltaja kykenee monipuolisempaan työskentelyyn, kun aloittelijalta jo yksinkertaiset asiat vaativat aikaa ja asiat ja tavarat unohtuvat helposti.

Tämän tutkimuksen toinen päämäärä oli vertailla menetelmiä, joista jokainen antoi omanlaisensa tuloksen. Perämerellä käytetyissä menetelmissä on vielä hiomisen varaa, sillä tässä muodossa mikään menetelmä ei noussut ylitse muiden. Mallintaminen, eli todellisuuden osan esittäminen esimerkiksi kartoilla, on tällä hetkellä hyvin suosittua tutkimuksen parissa. Mallintamisen kannalta sopivaa pohjadataa saadaan kaikilla tutkimuksissa käytetyillä menetelmillä – riippuen tietysti tutkimuksen tavoitteista. Laajojen alueiden habitaattimallinnukseen drop-video on ehkä tällä hetkellä käytetyin. Näitä laajoja habitaattikarttoja tarvitaan lähivuosina mm. meristrategia-direktiivin vaatimusten täyttämiseen. Perämerellä olisi hyvä, että jatkossa Drop-videon antamat tulokset tarkistettaisiin sukeltamalla (esim. linjan sukellus -menetelmällä), ja tämän jälkeen sukelluksen antamat tulokset liitettäisiin tavalla tai toisella osaksi drop video -karttoja. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi niin, että drop video -karttoihin liitetään tarkistuslinjojen tiedot siten, että ne näkyvät kuvassa, jolloin karttojen tai mallien tulkitsija voi tehdä oletuksia linjaa ympäröivästä alueesta, vaikka drop video -data antaisi hieman muuta tietoa.

Uhanalaisten lajien kartoittamiseen soveltuvin menetelmä oli linjasukellus, sillä harvakseltaan esiintyneet lajit eivät mahdollistaneet kannattavaa peittävyysruuduilla tapahtuvaa kartoitusta saati sitten videomenetelmien käyttöä. Syvyysvyöhykkeittäin tapahtuvaa kartoitusta ei suositella, sillä Perämeren rannat syvenevät loivasti, jolloin selkeä kasvillisuuden vaihtumisvyöhyke on vaikeasti havaittavissa.

Kiitokset

Suuren kiitoksen on ansainnut työn ohjaaja FT Essi Keskinen: hän on jaksanut kannustaa ja neuvoa minua työssäni eteenpäin. Kiitoksen ovat ansainneet myös professorit Satu Huttunen ja Jari Oksanen, jotka ovat kommentoineet työni sisältöä ja kirjoitusasua.

Kiitoksen ovat myös ansainneet useat eri henkilöt, jotka ovat auttaneet minua työni eri vaiheissa. Lajimääritysten tarkastamisessa auttoivat Tauno Ulvinen (putkilokasvit), Risto Virtanen (vesisammalet) ja Marja Koistinen (näkinpartaiset). Näytteiden keräämisessä ja määrittämisessä minua auttoivat Essin lisäksi: Markku Yliniva, Pekka Lehtonen, Jan Ekeboom ja Mari Pihlaja-Kuhna. Aineistoa käyttöön on toimittanut Karoliina Ilmarinen ja aineiston käsittelyssä minua on auttanut Niina Lappalainen. Työ on toteutettu Metsähallituksen rahoituksella, mutta apurahaa työn toteuttamista varten antoivat myös Societas pro Fauna et Flora Fennica sekä Oulun luonnonystävään yhdistys ry, joten erityinen kiitos myös rahoittajille.

Marika Yliniva

Lähteet

- Aaltonen, T. 2008: Rakkolevävyöhykkeen alapuolella kasvavat makrofyytit ja niiden esiintymiseen vaikuttavat abioottiset tekijät Tvärminnen saaristossa. – Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Helsinki. 53 s.
- Alleco 2005: Baltic Marine Biotope Classification Tool (BalMar), definitions and EUNIS compatibility. Version May 25, 2005. – <http://www.alleco.fi/index.php?lang=fin&main_id=38>.
- Bergström, L., Tatarenkov, A., Johannesson, K., Jönsson, R.B. & Kautsky, L. 2005: Genetic and morphological identification of *Fucus radicans* sp. nov. (Fucales, Phaeophyceae) in the brackish Baltic Sea. – *Journal of Phycology* 04192B.
- Blomster, J. 1996: Ravinnekuormituksen vaikutus rantavyöhykkeen leväyhteisöihin ja vaikutusten arvioinnissa käytetyt menetelmät. – Suomen ympäristö 5. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 43 s.
- Bäck, S., Mäkinen, A., Rissanen, J. & Rönnberg, O. 1993: Phytobenthos monitoring. Two case studies from the Finnish Baltic Coast in summer 1993. – Ministry of the Environment. Memorandum 1: 24, 13–27.
- Bäck, S., Ekeboom, J., Kangas, P., Kautsky, H., Mäkinen, A. & Rönnberg, O. 1996: Mapping and monitoring phytobenthic biodiversity in the Northern Baltic Sea – Background, methods and recommendations. – *TemaNord* 1996:559. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. 92 s.
- Bäck, S. 2008: Meristrategiadirektiivi ja HELCOM Itämeren toimintaohjelmassa (BSAP). – Ympäristöministeriön www-sivut <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=91148&lan=fi>>, 14.9.2008.
- Eriksson, B. K., Johansson, G. & Snoeijs, P. 2002: Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar fjord, Swedish Skagerrak coast. – *Journal of Phycology* 38(2): 248–296.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, 23.10.2000, Yhteisön vesipolitiikan puitteista. – Ympäristöministeriön www-sivut <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=8845>>.
- FINLEX – valtiosopimukset 78:1994. Asetus biologista monimuotoisuutta koskevan yleis-sopimuksen voimaansaattamisesta. Helsinki 21.10.1994. – FINLEX – valtion säädöspankki, <http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1994/19940078/19940078_1>.
- Fonselius, S. 1971: Om Östersjöns och speciellt Bottniska vikens hydrografi. – *Vatten* 27(3): 309–324.
- Forsberg, Å. & Pekkari, S. 2000: Undersökningar av undervattensvegetation och vattenkemi i nordligaste Bottenviken. – Länsstyrelsen i Norrbottens län, Luleå. 74 s.
- Furman, E., Salemaa, H. & Välipakka, P. 1998: Itämeri, ympäristö ja ekologia. – <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=11090>>, 12.2.2004.
- Gestrin, C. 1993: Makrofytter som bioindikatorer på miljöeffekter av fiskodlingen i Pernå skärgård. – Vesi- ja ympäristöhallinnon monistesarja 474. 95 s.
- Haahtela, I. & Lehto, J. 1982: Rakkolevän (*Fucus vesiculosus*) esiintyminen vuosina 1975–1980 Seilin alueella Saaristomerellä. – *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 58(1): 1–7.

- Hällfors, G. 1976: The plant cover of some littoral biotopes at Krunnit. – Acta Universitatis Ouluensis A 42. Biol. 3. Bothnian Bay Symposium. S. 87–95.
- Hällfors, G., Viitasalo, I. & Niemi, Å. 1987: Macrophyte vegetation and trophic status of the Gulf of Finland – a review of Finnish investigations. – Meri 1987(13): 111–145.
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J. & Ulvinen, T. 1998: Retkeilykasvio. 4. uud. p. – Luonnontieteellinen keskusmuseo, kasvimuseo, Helsinki. 656 s.
- Ilmarinen, K. 2007: Makrofyyttien käyttö veden laadun indikoinnissa EU:n vesipuitedi-
rektiivin toteutuksessa : eri tutkimusmenetelmien soveltuvuus. – Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, biotieteellinen tiedekunta, bio- ja ympäristötieteen laitos, akvaattiset tieteet, limnologia, Helsinki. 95 s.
- Ilus, E. & Keskitalo, J. 1986: Aquatic macrophytes in the sea area around the Loviisa nuclear power station, south coast of Finland. – Aqua Fennica 16 (2): 111–123.
- Jalas, J. 1958: Potamogeton perfoliatus L. – Ahvenvita. – Teoksessa: Jalas, J. (toim.), Suuri kasvikirja I. Otava, Helsinki. S. 228–229.
- Johansson, G., Eriksson, B. K., Pedersén, M. & Snoeijs, P. 1998: Long-term changes of macroalgal vegetation in the Skagerrak area. – Hydrobiologia 1998(385): 121–138.
- Julin, E. & Pekkari, S. 1956: Coastal waters in the region of Haparanda. – Svensk Botanisk Tidskrift 50: 348–360.
- Kangas, P., Autio, H., Hällfors, G., Luther, H., Niemi, Å. & Salemaa, H. 1982: A general model of the decline of focus vesiculosus at Tvärminne, south coast of Finland in 1977–1981. – Acta Botanica Fennica 118: 1–27.
- Kangas, P., Bäck, S. & Kauppila, P. (toim.) 2003: Ehdotuksia Euroopan yhteisön vesipolitiikan puitedirektiivin (2000/60/EY) mukaiseksi rannikkovesien tyypittelyksi Suomessa. – Suomen ympäristökeskuksen moniste 284. 51 s.
- Kautsky, H. & Foberg, M. 1999: Strandnära växt- och djursamhällen i grunda vicar i Råneå skärgård 1999. – Institutionen för systemekologi Stocholms universitet, 10691 Stockholm. 38 s.
- Keskitalo, J. & Ilus, E. 1987: Aquatic macrophytes outside the Olkiluoto nuclear power station, west coast of Finland. – Annales Botanici Fennici 24 (1): 1–22.
- Kiirikki, M., Pitkänen, H. & Bäck, S. 2004: Itämeren ja sen rannikkovesien erityispiirteet. – Teoksessa: Pitkänen, H. (toim.), Rannikko- ja avomerialueiden tila vuosituhannen vaihteessa. Suomen Itämeren suojeluohjelman taustaselvitykset. Suomen ympäristö 669: 7–10.
- Koistinen, M. 1989: Vesikasvillisuus Hankonien pohjoispuolen merialueella, teollisuuden ammoniumsulfaattipäästöjen vaikutuspiirissä v. 1987. – Vesi- ja ympäristöhallinnon monistesarja 186. 149 s.
- Kronholm, M., Albertsson, J. & Laine, A. (toim.) 2005: Perämeri Life – Perämeren toimintasuunnitelma. – Länstyrelsen i Norrbottens län rapportserie 1: 1–240.
- Kullenberg, G. 1981: Physical oceanography. – Teoksessa: Voipio, A. (toim.), The Baltic Sea. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. S. 135–181.
- Laki Perämeren kansallispuistosta 15.3.1991/537. – <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1991/19910538>>.
- Leinikki, J. & Oulasvirta, P. 1995: Perämeren kansallispuiston vedenalainen luonto. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 49. 86 s.

- Leinikki, J., Backer, H., Oulasvirta, P., Leinikki, S. & Ruuskanen, A. 2004: Aaltojen alla, Itämeren vedenalaisen luonnon opas. – Gummerus, Jyväskylä. 144 s.
- Leka, J., Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Partanen, S., Hellsten, S., Ustinov, A., Ilvonen, R. & Airaksinen, O. 2003: Vesimakrofytyt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Maastomenetelmien ja ilmakuvatulkinnan käyttökelpoisuuden arviointi Life Vuoksi-projektissa. – Alueelliset ympäristöjulkaisut 312, Etelä-Savon ympäristökeskus & Pohjois-Savon ympäristökeskus. 68 s.
- Leppäkoski, E., Gollasch, S., Gruszka, P., Ojaveer, H., Olenin, S. & Panov, V. 2002: The Baltic – a sea of invaders. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1175–1188.
- Leskinen, E., Mäkinen, A., Fortelius, W., Lindström, M. & Salemaa, H. 1992: Primary production of macroalgae in relation to the spectral range and sublittoral light conditions in the Tvärminne archipelago, northern Baltic Sea. – *Acta Phytogeography Suecia* 78: 85–93.
- Lindgren, L. 1975: Algal zonation on rocky shores outside Helsinki as a basis for pollution monitoring. – *Merentutkimuslaitoksen julkaisu* 239: 344–347.
- Luttinen, R. 1989: Makrofytyttikasvillisuus Pikkalanlahden tilan indikaattorina. – *Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja* 198. 125 s.
- MAREANO 2009. Mareano, collecting marine knowledge. Norjan kansallinen merenpohjan luontotyyppien kartoitusohjelma. – <http://www.mareano.no/english/about_mareano/methods>, 11.5.2009.
- Mosberg, B. & Stenberg, L. 2005: Suuri pohjolan kasvio. – Tammi, Helsinki. 928 s.
- Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, J. & Leppänen, T. 1992: Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. – *Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja – Sarja B* 10: 11–52.
- Niemi, R. 1990: Makrofytyt vesien tilan seurannassa. – *Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja – Sarja A* 53. 98 s.
- Nordström, M. 2004: Perämeri. – Ympäristöministeriön www-sivut <<http://www.ymparisto.fi/perameri/html/fin/pmfakta.htm>>, 22.01.2004.
- Nöjd, A., Kauppila, P. & Bäck, S. 2005: Rannikkovesien ekologisen luokittelun perusteita – yhteenveto eurooppalaisista tyypittelyn, luokittelun ja seurannan ohjeistuksista. – *Suomen ympäristökeskuksen moniste* 319. 40 s.
- Oulasvirta, P. & Leinikki, J. 1993: Tammisaaren kansallispuiston vedenalaisen luonnon kartointu, Osa 1. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A* 10. 92 s.
- Oulasvirta, P. & Leinikki, J. 1995: Tammisaaren kansallispuiston vedenalaisen luonnon kartointu, Osa 2. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A* 41. 84 s.
- Palosuo, E. 1964: A description of the seasonal variations of water exchange between the Baltic Proper and the Gulf of Bothnia. – *Merentutkimuslaitoksen julkaisu* 215. 31 s.
- Ravanko, O. 1972: The physiognomy and structure of the benthic macrophyte communities on rocky shores in the southwestern archipelago of Finland (Seili Islands). – *Nova Hedwigia* 1972(23): 363–403.
- Risku, M. 1986: Vesikasvien levinneisyydestä Suomen puoleisella Perämerellä. – *Pro gradu -tutkielma*, Oulun yliopisto, Kasvitieteen laitos, Oulu. 84 s.
- Rönberg, O., Lehto, J. & Haahtela, I. 1985: Recent changes in the occurrence of *Fucus vesiculosus* in the Archipelago Sea, SW Finland. – *Annales Botanici Fennici*. 22(3): 231–244.
- Salemaa, H. & Kangas, P. 1984: Itämeren litoraalilyhteisö meriympäristön tilan ilmentäjänä. – *Luonnon Tutkija* 1984(88): 96–99.

- Salo, P. & Nummela-Salo, U. 1994: Perämeren kansallispuiston kasvillisuus ja kasvisto. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 32. 98 s.
- Schubert, H. & Blindow, I. 2003: Charophytes of the Baltic Sea. – The Baltic Marine biologists publications 19. 332 s.
- Suomen Itämeren suojeluohjelma 2002: Valtioneuvoston periaatepäätös. – Suomen ympäristö 569. Ympäristöministeriö, Helsinki. 97 s.
- Takalo, M. 2005: Vesimakrofytyt koillisen Perämeren rannikkovesien tilan arvioinnissa ja seurannassa. – Pro gradu-tutkielma, Oulun yliopisto, biologian laitos, Oulu. 55 s.
- Tirri, R., Lehtonen, J., Lemmetyinen, R., Pihakaski, S. & Portin, P. 2001: Biologian sanakirja. – Otava, Helsinki. 888 s.
- Toivonen, H. 1984: Makrofytytien käyttökelpoisuus vesientilan seurannassa. – Luonnon Tutkija 1984(8): 92–95.
- Tolstoy, A. & Österlund, K. 2003: Alger vid Sveriges östersjökusten – en fotoflora. – ArtDatabanken, SLU, Uppsala. 282 s.
- Vartiainen, T. 1963: Kasvillisuudesta ja kasvistosta maankohoamisrannikolla, Kruunien saaristossa Perämerellä suoritettu tutkimus. – Licensiaattitutkielma, Helsingin yliopisto, kasvitieteen laitos, Helsinki. 244 s.
- VELMU-tietopalvelu 2008. Vedenalaistutkimuksen monet menetelmät. Tietoa inventoinneista, inventoinnit kartalla. – VITKA-hanke, Åbo akademi & Suomen ympäristökeskus. <<http://web.abo.fi/fak/mnf/biol/huso/vitka/lahteet.htm>>, 4.6.2008.
- VELMUN:n toimintaohjelma 24.5.2006. – Ympäristöministeriön www-sivut <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=55989&lan=fi>>.
- Vuori, K.-M., Bäck, S., Hellsten, S., Karjalainen, S.-M., Kauppila, P., Lax, H.-G., Lepistö, L., Londesborough, S., Mitikka, S., Niemelä, P., Niemi, J., Perus, J., Pietiläinen, O.-P., Pilke, A., Riihimäki, J., Rissanen, J., Tammi, J., Tolonen, K., Vehanen, T., Vuoristo, H. & Westberg, V. 2006: Suomen pintavesien tyyppittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet. – Suomen ympäristö 807. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 151 s.
- Väliranta, M. & Partanen, S. 2006: Vesikasvien makrojäänteet järvien vesi- ja rantakasvillisuuden kehityksen selvittämisessä. – Luonnon Tutkija 2006(2): 44–47.
- Winterhalter, B., Floden, T., Ignatius, H., Axberg, S. & Niemistö, L. 1981: Geology of the Baltic Sea. – Elsevier Oceanography Series 1981(30): 1–121.

Videointiaineiston primaaritaulukko

Linja	Matka linjalla (m)	Kasvillisuus	Pohjanlaatu
1	200–190	–	hiekkä 99 %, kivi 10–60 1 %
1	190–180	–	hiekkä 99 %, kivi 10–60 1 %
1	180–170	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (1 %)	hiekkä 99 %, kivi 10–60 1 %
1	170–160	rihmalevä	hiekkä 99 %, kivi 10–60 1 %
1	160–150	rihmalevä	hiekkä 99 %, kivi 10–60 1 %
1	150–140	rihmalevä	hiekkä 10 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 80 %
1	140–130	rihmalevä	hiekkä 80 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 10 %
1	130–120	rihmalevä	hiekkä 80 %, kivi 10–60 20 %
1	120–110	rihmalevä	hiekkä 50 %, kivi 10–60 40 %, kivi 6–10 10 %
1	110–100	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (2 %)	hiekkä 10 %, kivi 10–60 80 %, kivi 6–10 10 %
1	100–90	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %)	sora 20 %, kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 50 % hiekkä 10 %
1	90–80	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %)	kivi 10–60 100%
1	80–70	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %)	sora 70 % kivi 60–120 1 %, kivi 10–60 29 %
1	70–60	rihmalevä	sora 40 %, hiekkä 30 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 20 %
1	60–50	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (2 %)	sora 50 %, hiekkä 10 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 30 %
1	50–40	rihmalevä, <i>Potamogeton</i> sp. (2 %)	sora 5 %, kivi 6–10 5 %, kivi 10–60 90 %
1	40–30	rihmalevä, <i>Chara</i> sp.(1 %)	kivi 6–10 8 %, kivi 10–60 90 %, kivi 60–120 1%, kivi 120–300 1 %
1	30–20	rihmalevä	kivi 10–60 95 %, kivi 60–120 5 %
1	20–10	rihmalevä, <i>Potamogeton</i> sp. (3 %)	kivi 6–10 5 %, kivi 10–60 85 %, kivi 60–120 10 %
1	10–0	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (2 %)	kivi 10–60 100 %
2	200–180	–	hiekkä 70 %, sora 10 %, kivi 6–10 5 %, kivi 10–60 15 %
2	180–160	(polyyppejä)	hiekkä 45 %, sora 5 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 35 %, kivi 60–120 5 %
2	160–150	(polyyppejä)	hiekkä 45 %, sora 5 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 35 %, kivi 60–120 5 %
2	150–140	–	hiekkä 50 %, sora 10 %, kivi 6–10 15 %, kivi 10–60 55 %
2	140–130	rihmalevä, (polyyppejä)	hiekkä 20 %, sora 5 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 65 %
2	130–120	rihmalevä, (polyyppejä)	hiekkä 45 %, sora 5 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 40 %
2	120–110	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (2 %), (polyyppejä)	hiekkä 35 %, sora 5 %, kivi 6–10 12 %, kivi 10–60 45 %, kivi 60–120 3 %
2	110–100	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (2 %), (polyyppejä)	hiekkä 45 %, sora 2 %, kivi 6–10 3 %, kivi 10–60 50 %
2	100–90	rihmalevä	hiekkä 19 %, kivi 6–10 1 %, kivi 10–60 80 %
2	90–80	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (2 %)	hiekkä 10 %, kivi 10–60 90 %
2	80–70	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (3 %)	hiekkä 10 %, kivi 10–60 90 %
2	70–60	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (5 %)	hiekkä 14 %, kivi 6–10 1 %, kivi 10–60 85 %,
2	60–50	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (2 %)	hiekkä 15 %, kivi 6–10 80 %, kivi 60–120 5 %
2	50–40	rihmalevä	hiekkä 10 %, sora 5 %, kivi 6–10 5 %, kivi 10–60 80 %
2	40–30	rihmalevä	hiekkä 20 %, sora 2 %, kivi 6–10 3 %, kivi 10–60 70 %, kivi 60–120 5 %
2	30–20	rihmalevä	hiekkä 10 %, sora 2 %, kivi 6–10 3 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 5 %
2	20–10	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (5 %)	hiekkä 8 %, sora 2 %, kivi 6–10 3 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 7 %
2	10–0	–	hiekkä 3 %, kivi 10–60 90 %, kivi 60–120 2 %
3	200–190	rihmalevä	hiekkä 10 %, kivi 6–10 15 %, kivi 10–60 70 %, kivi 60–120 5 %
3	190–180	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (3 %)	hiekkä 20 %, kivi 6–10 9 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 1 %
3	180–170	rihmalevä	sora 10 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 5 %, kivi 120–300 5 %
3	170–160	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %)	sora 3 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 85 %, kivi 60–120 2 %
3	160–150	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %)	sora 10 %, kivi 10–60 50 %, kivi 60–120 25 %, kivi 120–300 15 %
3	150–140	rihmalevä, (murtovesisieni)	sora 15 %, kivi 6–10 1 %, kivi 10–60 75 %, kivi 60–120 9 %
3	140–130	levä, (murtovesisieni)	sora 5 %, kivi 6–10 4 %, kivi 10–60 90 %, kivi 60–120 1 %
3	130–120	rihmalevä, (murtovesisieni)	kivi 10–60 99 %, kivi 60–120 1 %

LIITE 1. 2(5)

Linja	Matka linjalla (m)	Kasvillisuus	Pohjanlaatu
3	120–110	rihmalevä, (murtovesisieni)	kivi 10–60 93 %, kivi 60–120 7 %
3	100–90	rihmalevä, (murtovesisieni)	sora 2 %, kivi 6–10 8 %, kivi 10–60 90 %
3	90–80	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (2 %)	sora 20 %, kivi 6–10 30 %, kivi 10–60 50 %
3	80–70	rihmalevä	kivi 10–60 100 %
3	70–60	rihmalevä	sora 40 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 50 %
3	60–50	rihmalevä	sora 45 %, kivi 6–10 25 %, kivi 10–60 30 %
3	50–40	rihmalevä	sora 4 %, kivi 6–10 16 %, kivi 10–60 80 %
3	40–30	rihmalevä	sora 15 %, kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 65 %
3	30–20	rihmalevä	sora 10 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 80 %
3	20–10	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (1 %)	sora 5 %, kivi 10–60 95 %
3	10–0	rihmalevä	sora 10 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 70 %, kivi 60–120 10 %
4	200–190	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (90 %)	hiekkä 100 %
4	190–170	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (70 %)	hiekkä 100 %
4	170–160	–	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
4	160–150	rihmalevä	hiekkä 10 %, kivi 10–60 88 %, kivi 60–120 2 %
4	150–140	<i>Chara</i> sp. (1 %)	hiekkä 90 %, sora 9 %, kivi 10–60 1 %
4	140–130	rihmalevä	hiekkä 90 %, kivi 10–60 5 %, kivi 60–120 5 %
4	130–120	rihmalevä	hiekkä 90 %, kivi 10–60 5 %, kivi 60–120 5 %
4	120–110	rihmalevä	hiekkä 90 %, kivi 10–60 5 %, kivi 60–120 5 %
4	110–100	rihmalevä	hiekkä 95 %, kivi 10–60 5 %
4	100–90	–	hiekkä 99 %, kivi 10–60 1 %
4	90–80	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
4	80–70	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
4	70–60	–	hiekkä 100 %
4	60–50	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 1 %, kivi 60–120 1 %
4	50–40	–	hiekkä 100 %
4	40–30	<i>Chara</i> sp. (30 %) <i>Potamogeton</i> sp. (10 %), rihmalevä	hiekkä 15 %, kivi 6–10 40 %, kivi 10–60 44 %, kivi 60–120 1 %
4	30–20	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (50 %), rihmalevä	hiekkä 40 %, kivi 10–60 50 %, kivi 60–120 10 %
4	20–10	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (5 %), rihmalevä	hiekkä 10 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 10 %
4	10–0	rihmalevä	hiekkä 20 %, kivi 6–10 30 %, kivi 10–60 49 %, kivi 60–120 1 %
5	200–190	rihmalevä	kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 90 %
5	190–180	rihmalevä	kivi 6–10 29 %, kivi 10–60 70 %, kivi 60–120 1 %
5	180–170	rihmalevä	sora 5 %, kivi 6–10 25 %, kivi 10–60 70 %
5	170–160	rihmalevä	sora 15 %, kivi 6–10 30 %, kivi 10–60 55 %
5	160–150	rihmalevä	sora 9 %, kivi 6–10 30 %, kivi 10–60 60 %, kivi 60–120 1 %
5	150–140	rihmalevä	sora 1 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 89 %
5	140–130	rihmalevä	kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 89 %, kivi 60–120 1 %
5	130–120	rihmalevä	hiekkä 80 %, sora 1 %, kivi 6–10 1 %, kivi 10–60 8 %, kivi 60–120 9 %, kivi 120–300 1 %
5	120–110	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (5 %)	hiekkä 35 %, sora 4 %, kivi 6–10 40 %, kivi 10–60 20 %, kivi 120–300 1 %
5	110–100	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (5 %)	hiekkä 1 %, sora 1 %, kivi 6–10 16 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 2 %
5	100–90	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %)	kivi 6–10 4 %, kivi 10–60 95 %, kivi 60–120 1 %
5	90–80	rihmalevä	sora 1 %, kivi 6–10 3 %, kivi 10–60 95 %, kivi 60–120 1 %
5	80–70	rihmalevä	hiekkä 2 %, sora 2 %, kivi 6–10 15 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 1 %
5	70–60	rihmalevä, <i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %)	sora 5 %, kivi 6–10 45 %, kivi 10–60 50 %
5	60–50	rihmalevä	hiekkä 5 %, sora 5 %, kivi 6–10 59 %, kivi 10–60 30 %, kivi 60–120 1 %
5	50–40	rihmalevä	hiekkä 2 %, sora 2 %, kivi 6–10 46 %, kivi 10–60 50 %
5	40–30	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (2 %)	sora 3 %, kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 75 %, kivi 60–120 2 %
5	30–20	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (20 %)	sora 5 %, kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 75 %
5	20–10	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (5 %)	hiekkä 5 %, sora 4 %, kivi 6–10 25 %, kivi 10–60 65 %, kivi 60–120 1 %

Linja	Matka linjalla (m)	Kasvillisuus	Pohjanlaatu
5	10-0	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (2 %)	hiekkä 30 %, kivi 6-10 10 %, kivi 10-60 55 %, kivi 60-120 5 %
6	200-180	<i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %), levä	sora 10 %, kivi 6-10 30 %, kivi 10-60 60 %
6	180-150	rihmalevä	hiekkä 2 %, sora 8 %, kivi 6-10 30 %, kivi 10-60 60 %
6	150-120	rihmalevä	hiekkä 10 %, sora 5 %, kivi 6-10 45 %, kivi 10-60 40 %
6	120-100	rihmalevä	hiekkä 40 %, sora 5 %, kivi 6-10 15 %, kivi 10-60 40 %
6	100-90	<i>Chara</i> sp. (1 %), rihmalevä	kivi 6-10 2 %, kivi 10-60 98 %
6	90-80	rihmalevä	hiekkä 20 %, kivi 6-10 20 %, kivi 10-60 60 %
6	80-70	<i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %), rihmalevä	hiekkä 20 %, sora 5 %, kivi 6-10 25 %, kivi 10-60 50 %
6	70-60	<i>Fontinalis antipyretica</i> (5 %), rihmalevä	hiekkä 5 %, sora 5 %, kivi 6-10 10 %, kivi 10-60 80 %
6	60-50	rihmalevä	hiekkä 5 %, sora 1 %, kivi 6-10 14 %, kivi 10-60 80 %
6	50-20	<i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %), <i>Chara</i> sp. (30 %) rihmalevä	hiekkä 5 %, kivi 6-10 30 %, kivi 10-60 65 %
6	20-10	rihmalevä	kivi 6-10 5 %, kivi 10-60 95 %
6	10-0	rihmalevä	sora 5 %, kivi 6-10 10 %, kivi 10-60 85 %
7	200-190	rihmalevä	kivi 6-10 80 %, kivi 10-60 20 %
7	190-180	rihmalevä	hiekkä 60 %, sora 20 %, kivi 6-10 20 %
7	180-170	rihmalevä	hiekkä 60 %, sora 20 %, kivi 6-10 20 %
7	170-160	rihmalevä	hiekkä 80 %, sora 10 %, kivi 6-10 10 %
7	160-150	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), rihmalevä	hiekkä 80 %, kivi 6-10 18 %, kivi 10-60 2 %
7	150-140	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), rihmalevä	hiekkä 99 %, sora 1 %
7	140-130	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), rihmalevä	hiekkä 80 %, sora 18 %, kivi 6-10 1 %, kivi 10-60 1 %
7	130-120	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), rihmalevä	hiekkä 80 %, sora 19 %, kivi 6-10 1 %
7	120-110	levä	hiekkä 80 %, sora 19 %, kivi 6-10 1 %
7	110-100	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), rihmalevä	hiekkä 60 %, sora 15 %, kivi 6-10 10 %, kivi 10-60 10 %, kivi 60-120 5 %
7	100-90	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), rihmalevä	hiekkä 60 %, sora 20 %, kivi 6-10 5 %, kivi 10-60 5 %
7	90-80	<i>Chara</i> sp. (1 %), <i>Potamogeton</i> sp. (1 %), rihmalevä	hiekkä 50 %, sora 10 %, kivi 6-10 5 %, kivi 10-60 35 %
7	80-70	rihmalevä	hiekkä 20 %, kivi 6-10 20 %, kivi 10-60 60 %
7	70-60	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), <i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %), rihmalevä	hiekkä 60 %, kivi 6-10 10 %, kivi 10-60 30 %
7	60-50	<i>Chara</i> sp. (5 %), <i>Potamogeton</i> sp. (5 %), levä	hiekkä 80 %, kivi 10-60 20 %
7	50-40	<i>Chara</i> sp. (10 %), <i>Potamogeton</i> sp. (30 %), rihmalevä	hiekkä 95 %, kivi 10-60 5 %
7	40-30	rihmalevä	hiekkä 90 %, kivi 10-60 10 %
7	30-20	<i>Chara</i> sp. (20 %), levä	hiekkä 90 %, kivi 10-60 10 %
7	20-10	<i>Chara</i> sp. (5 %), <i>Potamogeton</i> sp. (10 %), rihmalevä	hiekkä 40 %, kivi 6-10 10 %, kivi 10-60 50 %
7	10-0	rihmalevä	kivi 10-60 100 %
8	200-190	<i>Fontinalis antipyretica</i> (5 %), rihmalevä	kivi 6-10 20 %, kivi 10-60 80 %
8	190-180	<i>Fontinalis antipyretica</i> (5 %), rihmalevä	kivi 6-10 20 %, kivi 10-60 80 %
8	180-170	rihmalevä	kivi 6-10 60 %, kivi 10-60 40 %
8	170-160	<i>Potamogeton</i> sp. (1 %), rihmalevä	sora 30 %, kivi 6-10 40 %, kivi 10-60 30 %
8	160-150	rihmalevä	kivi 10-60 100 %
8	150-140	<i>Chara</i> sp. (2 %), rihmalevä	kivi 10-60 98 %, kivi 60-120 2 %
8	140-100	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (2 %), <i>Chara</i> sp. (2 %), rihmalevä	hiekkä 8 %, kivi 10-60 90 %, kivi 60-120 2 %
8	100-90	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (1 %), rihmalevä	hiekkä 60 %, kivi 6-10 10 %, kivi 10-60 30 %
8	90-80	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (5 %), rihmalevä	hiekkä 60 %, kivi 6-10 30 %, kivi 10-60 10 %
8	80-70	<i>Potamogeton</i> sp. (3 %), rihmalevä	hiekkä 60 %, kivi 10-60 38 %, kivi 60-120 2 %
8	70-60	<i>Potamogeton</i> sp. (2 %), <i>Chara</i> sp. (3 %), rihmalevä	kivi 6-10 40 %, kivi 10-60 58 %, kivi 60-120 2 %
8	60-50	<i>Potamogeton</i> sp. (6 %), rihmalevä	kivi 6-10 40 %, kivi 10-60 58 %, kivi 60-120 2 %
8	50-40	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), rihmalevä	kivi 6-10 40 %, kivi 10-60 58 %, kivi 60-120 2 %
8	40-30	<i>Potamogeton</i> sp. (5 %), rihmalevä	kivi 6-10 5 %, kivi 10-60 95 %
8	30-0	<i>Potamogeton</i> sp. (1 %), rihmalevä	kivi 6-10 5 %, kivi 10-60 95 %

LIITE 1. 4(5)

Linja	Matka linjalla (m)	Kasvillisuus	Pohjanlaatu
9	200–190	–	hiekkä 100 %
9	190–180	rihmalevä	hiekkä 99 %, kivi 60–120 1 %
9	180–170	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
9	170–160	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
9	160–150	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 1 %, kivi 60–120 1 %
9	150–140	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
9	140–100	rihmalevä	hiekkä 90 %, kivi 10–60 8 %, kivi 60–120 2 %
9	100–90	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
9	90–80	rihmalevä	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
9	80–70	<i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %), rihmalevä	hiekkä 20 %, kivi 10–60 30 %, kivi 60–120 50 %
9	70–60	<i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %), rihmalevä	hiekkä 20 %, kivi 10–60 30 %, kivi 60–120 50 %
9	60–50	<i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %), rihmalevä	hiekkä 20 %, kivi 10–60 30 %, kivi 60–120 50 %
9	50–40	rihmalevä	hiekkä 20 %, kivi 10–60 30 %, kivi 60–120 50 %
9	40–0	<i>Fontinalis antipyretica</i> (1 %), rihmalevä	hiekkä 20 %, kivi 10–60 30 %, kivi 60–120 50 %
10	200–190	–	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
10	190–180	–	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
10	180–170	–	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
10	170–160	–	hiekkä 100 %
10	160–150	–	hiekkä 100 %
10	150–140	–	hiekkä 100 %
10	140–130	–	hiekkä 100 %
10	130–120	–	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
10	120–110	–	hiekkä 99 %, kivi 10–60 1 %
10	110–100	–	hiekkä 100 %
10	100–90	–	hiekkä 100 %
10	90–80	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (50 %)	hiekkä 90 %, sora 10 %
10	80–70	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (50 %)	hiekkä 90 %, sora 10 %
10	70–60	<i>Subularia</i> sp. (1 %), <i>Potamogeton perfoliatus</i> (5 %), rihmalevä	hiekkä 80 %, sora 10 %, kivi 6–10 10 %
10	60–50	rihmalevä	kivi 6–10 60 %, kivi 10–60 40 %
10	50–40	<i>Chara</i> sp. (1 %), <i>Fontinalis antipyretica</i> (3 %), rihmalevä	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 80 %
10	40–30	<i>Chara</i> sp. (5 %), rihmalevä	kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 90 %
10	30–20	<i>Chara</i> sp. (5 %), rihmalevä	hiekkä 5 %, kivi 6–10 90 %, kivi 10–60 5 %
10	20–10	<i>Chara</i> sp. (20 %), rihmalevä	kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 20 %
10	10–0	<i>Chara</i> sp. (5 %), rihmalevä	kivi 6–10 5 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 5 %
11	200–190	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	190–180	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	180–170	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	170–160	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	160–150	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	150–140	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	140–130	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	130–120	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	120–100	–	hiekkä 95 %, kivi 6–10 5 %
11	100–90	rihmalevä	hiekkä 50 %, kivi 6–10 10 %, kivi 10–60 20 %, kivi 60–120 20 %
11	90–80	rihmalevä	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 80 %
11	80–70	rihmalevä	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 80 %
11	70–60	rihmalevä, <i>Potamogeton perfoliatus</i> (1 %)	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 80 %
11	60–50	rihmalevä	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 80 %
11	50–40	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (1 %)	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 80 %
11	40–30	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (1 %)	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 80 %
11	30–20	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (1 %)	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 79 %, kivi 60–120 1 %
11	20–0	rihmalevä, <i>Chara</i> sp. (1 %)	kivi 6–10 20 %, kivi 10–60 80 %, kivi 60–120 1 %
15	200–190	–	hiekkä 100 %

Linja	Matka linjalla (m)	Kasvillisuus	Pohjanlaatu
15	190–180	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (3 %)	hiekkä 100 %
15	180–160	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (3 %)	hiekkä 100 %
15	160–150	–	hiekkä 100 %
15	150–140	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (7 %)	hiekkä 100 %
15	140–130	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (7 %)	hiekkä 100 %
15	130–120	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (7 %)	hiekkä 100 %
15	120–110	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (5 %)	hiekkä 100 %
15	110–100	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (5 %)	hiekkä 100 %
15	100–90	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (5 %)	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
15	90–80	–	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
15	80–70	–	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
15	70–60	–	hiekkä 98 %, kivi 10–60 2 %
15	60–40	rihmalevä	hiekkä 80 %, kivi 10–60 20 %
15	40–20	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (15 %), rihmalevä	hiekkä 2 %, kivi 6–10 80 %, kivi 10–60 18 %
15	20–10	<i>Sagittaria</i> sp. (1 %), <i>Potamogeton</i> sp. (30 %), rihmalevä	hiekkä 83 % kivi 6–10 15 %, kivi 10–60 2 %
15	10–0	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (5 %), rihmalevä	hiekkä 83 % kivi 6–10 15 %, kivi 10–60 2 %

Sukellusmenetelmillä ja linjavideoinnilla havaitut lajit, esiintymissyvyydet sekä esiintymisalueiden pohjanlaadut

Havaitut lajit	Esiintymissyvyydet (m)	Esiintymisalueen pohjanlaatu
Linja 1		
<i>Batrachospermum</i> sp.	5.1, 3.4, 2.3, 0.5	hiekkä, kivi 10–60
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	5.1, 4.4, 3.5, 2.8, 2.4, 1.8, 1.1, 1.0, 0,9, 1.0	hiekkä, kivi 10–60, sora
<i>Octodicerias fontanum</i>	5.1	hiekkä
<i>Potamogeton perfoliatus x gramineus</i>	5.0	hiekkä
<i>Fontinalis antipyretica</i>	5.0, 4.1, 3.9, 3.6, 3.4, 3.4	hiekkä, kivi 10–60
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	5.0, 4.4, 3.2, 3.1	hiekkä, kivi 10–60
<i>Chara aspera</i>	3.4, 2.8, 1.8, 1.8, 1.4, 0.9, 1.0	kivi 10–60, sora, hiekkä
<i>Cladophora glomerata</i>	3.2, 2.9	kivi 10–60, 6–10, sora
<i>Potamogeton gramineus</i>	1.8, 0.9	sora, hiekkä, kivi 10–60
<i>Myriophyllum sibiricum</i>	1.4, 1.0	sora, hiekkä, kivi 10–60
<i>Potamogeton pectinatus</i>	1.0	kivi 10–60
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	1.0	kivi 10–60
<i>Potamogeton filiformis</i>	1.0	kivi 10–60
Linja 2		
<i>Gladophora aegagrophila</i>	8.1, 6.4, 4.6	hiekkä, kivi 10–60
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	6.0, 5.7, 5.0, 3.4, 2.4, 2.3, 0.8, 0.6	hiekkä, kivi 10–60,
<i>Fontinalis antipyretica</i>	5.2, 4.6	kivi 10–60, hiekkä
<i>Octodicerias fontanum</i>	5.0, 4.6, 2.4	kivi 10–60, hiekkä
<i>Hildenbranchia</i>	4.4, 3.4, 2.4	kivi 10–60, hiekkä
<i>Batrachospermum</i> sp.	2.0, 0.5	kivi 10–60, hiekkä
<i>Chara aspera</i>	1.7, 1.9	kivi 10–60, hiekkä
<i>Potamogeton pusillus</i>	1.9	kivi 10–60
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	1.5	kivi 10–60
Linja 3		
<i>Fontinalis antipyretica</i>	3.7, 3.4, 2.4, 1.9	kivi 10–60,
<i>Fissidens adianthoides</i>	3.7	kivi 10–60,
<i>Octodicerias fontanum</i>	3.4, 3,7	kivi 10–60
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	3.4, 2.4, 2.0	kivi 10–60,
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	1.6	kivi 10–60,
<i>Chara aspera</i>	2.0, 1.9, 1.8	kivi 10–60,
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	1.9	kivi 10–60,
<i>Potamogeton pusillus</i>	1.6	kivi 10–60,
<i>Cladophora aegagrophila</i>	1.6	kivi 10–60,
<i>Potamogeton perfoliatus x gramineus</i>	1.5, 1.2, 0.8	kivi 10–60,
Linja 4		
<i>Batrachospermum</i> sp.	1.8, 0.4	hiekkä, kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Chara aspera</i>	1.7, 0.5	hiekkä
<i>Potamogeton gramineus</i>	1.7, 1.5, 1.0, 0.9, 0.7, 0.6, 0.5, 0.5	hiekkä, kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	1.7, 1.8, 2.0, 0.7, 0,5	hiekkä, kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	1.5	hiekkä
<i>Fontinalis antipyretica</i>	1.0, 0.9	hiekkä
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	1.0	hiekkä
<i>Potamogeton pusillus</i>	1.0, 0.6	hiekkä, kivi 10–60
<i>Cladophora aegagrophila</i>	1.0	hiekkä
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	0.7	hiekkä, kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Potamogeton filiformis</i>	0.5, 0.5	kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Cladophora glomerata</i>	0.5, 0.4	kivi 10–60, kivi 6–10

Havaitut lajit	Esiintymissyvytydet (m)	Esiintymisalueen pohjanlaatu
Linja 5		
<i>Batrachospermum</i> sp.	0.36, 1.1	kivi 10–60, hiekka,
<i>Rivularia</i> sp.	1.3, 1.4, 1.1	kivi 10–60, kivi 6–10, hiekka
<i>Chara aspera</i>	1.4, 1.3	kivi 10–60, hiekka
<i>Fontinalis antipyretica</i>	2.0, 1.4, 1.2, 1.1, 1.4, 2.2, 1.8	kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Fissidens adianthoides</i>	1,7	
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	1.1	kivi 10–60
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	1.1	kivi 10–60
<i>Octodicerias fontanum</i>	1.1, 1.8	kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	1.1, 2.0, 1.9	kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	2.0	kivi 6–10
Linja 6		
<i>Octodicerias fontanum</i>	3.3, 2.6	kivi 10–60, kivi 6–10, hiekka
<i>Fontinalis antipyretica</i>	3.3, 3.0, 2.4, 2.4, 1.5	kivi 10–60, kivi 6–10,
<i>Cladophora aegagrophila</i>	3.3	kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	3.0, 2.8, 2.2, 2.5, 2.4, 2.1	kivi 10–60, kivi 6–10, hiekka
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	2.8, 2.8, 2.4, 2.5, 2.1	kivi 10–60, kivi 6–10, hiekka
<i>Batrachospermum</i> sp.	2.4, 1.8, 0.9	kivi 10–60, kivi 6–10, hiekka
<i>Chara aspera</i>	1.8	kivi 10–60, kivi 6–10
Linja 7		
<i>Subularia aquatica</i>	0.4, 1.4	kivi 10–60, hiekka,
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	0.4, 1.3, 2.4	kivi 10–60, hiekka, sora
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	0.4, 1.4, 2.2	kivi 10–60, kivi 6–10, hiekka
<i>Chara globularis</i>	1.4	hiekka
<i>Elatine hydropiper</i>	1.4, 1.3	hiekka
<i>Potamogeton pusillus</i>	1.3, 1.7, 2.4, 2.2	hiekka, sora, kivi 6–10
Linja 8		
<i>Cladophora glomerata</i>	2.4	kivi 10–60,
<i>Batrachospermum</i> sp.	2.4, 2.0, 0.8	kivi 10–60,
<i>Chara aspera</i>	2.4, 2.2, 1.2	kivi 10–60, hiekka
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	2.0, 0.5	kivi 6–10, hiekka
<i>Potamogeton filiformis</i>	2.0, 1.6	kivi 6–10, hiekka
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	2.2	kivi 10–60
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2.1	kivi 10–60
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	0.5, 0.4	kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Subularia aquatica</i>	0.3	kivi 10–60
<i>Elatine hydropiper</i>	0.3	kivi 10–60
<i>Eleocharis uniglumis</i>	0.3	kivi 10–60
<i>Myriophyllum spicatum</i>	0.3	kivi 10–60
Linja 9		
<i>Chara globularis</i>	5.9	hiekka
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	5.9, 5.8, 5.6, 4.5, 1.3, 1.0	hiekka, kivi 60–120, kivi 10–60
<i>Cladophora aegagrophila</i>	5.9, 5.8	hiekka
<i>Octodicerias fontanum</i>	5.5	hiekka
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	5.3	hiekka
<i>Fontinalis antipyretica</i>	4.0, 1.0	kivi 60–120, kivi 10–60
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	4.0	kivi 60–120, kivi 10–60
<i>Potamogeton perchtoldii</i>	3.2, 4.0	kivi 60–120, kivi 10–60
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	2.1, 2.0	kivi 60–120, kivi 10–60
<i>Potamogeton pusillus</i>	2.0, 1.5	kivi 60–120, kivi 10–60
<i>Chara aspera</i>	1.5, 1.3	kivi 60–120, kivi 10–60
<i>Potamogeton gramineus</i> x <i>perfoliatus</i>	1.0	kivi 60–120, kivi 10–60

Havaitut lajit	Esiintymissyvydet (m)	Esiintymisalueen pohjanlaatu
Linja 10		
<i>Cladophora aegagrophila</i>	3.9, 2.8	hiekkä, kivi 10–60
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3.8, 3.6, 3.4, 3.3, 3.0, 1.8	kivi 60–120, kivi 6–10, kivi 10–60, hiekkä
<i>Potamogeton pectinatus</i>	3.6	hiekkä
<i>Potamogeton pusillus</i>	3.6, 3.3, 3.0, 2.7	hiekkä, kivi 6–10, kivi 10–60
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	2.8, 2.7	hiekkä
<i>Elatine hydropiper</i>	2.7	hiekkä
<i>Fontinalis antipyretica</i>	2.4	kivi 6–10
<i>Pilauella littoralis</i>	2.4	kivi 6–10
<i>Chara globularis</i>	2.1	kivi 10–60
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	1.5	kivi 10–60
<i>Rivularia</i> sp.	0.5	kivi 10–60
Linja 11		
<i>Eleocharis acicularis</i>	2.9	hiekkä, kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Fontinalis antipyretica</i>	2.8	hiekkä, kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Zannichelia palustris</i> var. <i>repens</i>	2.8	hiekkä, kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Cladophora aegagrophila</i>	2.8	hiekkä, kivi 10–60, kivi 6–10
<i>Octodicerias fontanum</i>	2.7	kivi 10–60
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3.0, 2.0	kivi 10–60
<i>Chara aspera</i>	3.0, 2.0	kivi 10–60
<i>Nitella flexilis</i> vel. <i>opaca</i>	3.0, 2.0	kivi 10–60
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	3.0	kivi 10–60
<i>Callitriche hermaphrodita</i>	2.4, 2.0	kivi 10–60
<i>Cladophora glomerata</i>	0.5	kivi 10–60
Linja 15		
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2.8, 2.6, 2.5, 2.2, 1.4, 1.1, 0.9, 1.0, 0.8	hiekkä, kivi 6–10
<i>Potamogeton pusillus</i>	2.7, 2.4, 2.2, 0.8, 0.7	hiekkä, kivi 6–10
<i>Callitriche hermaphrodita</i>	2.6, 2.5, 0.8, 0.1	hiekkä
<i>Potamogeton gramineus</i>	1.0	hiekkä
<i>Potamogeton filiformis</i>	0.7	kivi 6–10
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0.7, 0.5	kivi 6–10, kivi 10–60
<i>Elatine hydropiper</i>	0.5	kivi 10–60
<i>Eleocharis acicularis</i>	0.5	kivi 10–60
<i>Cladophora glomerata</i>	0.5	kivi 10–60
<i>Galium palustre</i>	0.1	kivi 10–60
<i>Caltha palustris</i>	0.1	kivi 10–60

Ruutuaineiston primaaritaulukko

Ilmansuunta tarkoittaa suuntaa, johon linja rannasta merellepäin osoittaa. Suojaisuus tarkoittaa linjan suojaisuutta suhteessa merenkäyntiin (linja on suojaista, jos sitä ympäröi tai suojaa toinen saari tai saaret).

Linja	Ruutu	Laji/lajit	Syvyys (m)	Pohjanlaatu	Ilmansuunta	Suojaisuus
1	0 m	<i>Batrachospermum</i>	0,5	kivi 60–120	koillinen	suojaaton
1	50 m	<i>Batrachospermum</i>	2,3	kivi 10–60	koillinen	suojaaton
1	100 m	<i>Batrachospermum</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i>	3,4	kivi 10–60	koillinen	suojaaton
1	150 m	–	4,7	hiekkä	koillinen	suojaaton
1	200 m	<i>Batrachospermum</i>	5,1	kivi 10–60	koillinen	suojaaton
2	0 m	<i>Batrachospermum</i>	0,5	kivi 10–60	koillinen	suojaaton
2	50 m	<i>Batrachospermum</i>	2,0	kivi 10–60	koillinen	suojaaton
2	100 m	<i>Fissidens adianthoides</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Gladophora aegogrophila</i>	4,6	kivi 10–60/hiekkä	koillinen	suojaaton
2	150 m	<i>Gladophora aegogrophila</i>	8,1	kivi 10–60/60–120	koillinen	suojaaton
2	200 m	–	10,7	sora/kivi 10–60	koillinen	suojaaton
3	0 m	–	0,1	kivi 10–60	etelä	suojaaton
3	50 m	<i>Chara aspera</i>	2,2	kivi 6–10/10–60	etelä	suojaaton
3	100 m	<i>Chara aspera</i>	1,9	kivi 10–60	etelä	suojaaton
3	150 m	<i>Fontinalis antipyretica</i>	1,9	kivi 10–60	etelä	suojaaton
3	200 m	<i>Platyhypnidium riparioides</i> , <i>Fissidens adianthoides</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i>	3,7	sora/kivi 10–60	etelä	suojaaton
4	0 m	<i>Gladophora aegogrophila</i> , <i>Batrachospermum</i> , <i>Chara aspera</i> , <i>Potamogeton filiformis</i> , <i>Potamogeton perfoliatus</i>	0,5	kivi 6–10/10–60	koillinen	suojaista
4	50 m	–	0,8	hiekkä	koillinen	suojaista
4	100 m	–	1,1	hiekkä	koillinen	suojaista
4	150 m	–	1,3	hiekkä	koillinen	suojaista
4	200 m	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2,0	hiekkä	koillinen	suojaista
5	0 m	<i>Batrachospermum</i>	0,4	kivi 10–60	lounas	suojaaton
5	50 m	–	2,0	kivi 6–10/10–60	lounas	suojaaton
5	100 m	<i>Chara aspera</i>	1,3	kivi 10–60	lounas	suojaaton
5	150 m	<i>Fissidens adianthoides</i>	1,8	kivi 10–60	lounas	suojaaton
5	200 m	–	2,2	kivi 10–60	lounas	suojaaton
6	0 m	<i>Batrachospermum</i>	0,9	kivi 60–120	kaakko	suojaaton
6	50 m	<i>Chara aspera</i> , <i>Batrachospermum</i>	1,8	kivi 6–10/10–60	kaakko	suojaaton
6	100 m	<i>Batrachospermum</i>	2,5	kivi 10–60	kaakko	suojaaton
6	150 m	–	2,8	kivi 10–60	kaakko	suojaaton
6	200 m	<i>Gladophora aegogrophila</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Fissidens adianthoides</i>	3,3	kivi 10–60	kaakko	suojaaton
7	0 m	–	0,5	kivi 10–60	lounas	suojaista
7	50 m	<i>Nitella flexilis</i> , <i>Potamogeton pusillus</i> , <i>Callitriche hermaphroditica</i> , <i>Elatine hydropiper</i>	1,3	kivi 10–60/hiekkä	lounas	suojaista
7	100 m	<i>Potamogeton pusillus</i> , <i>Nitella flexilis</i>	1,7	kivi 10–60/hiekkä	lounas	suojaista
7	150 m	<i>Potamogeton pusillus</i> <i>Callitriche hermaphroditica</i>	2,4	hiekkä	lounas	suojaista
7	200 m	<i>Nitella flexilis</i> , <i>Potamogeton pusillus</i>	2,2	hiekkä	lounas	suojaista

Linja	Ruutu	Laji/lajit	Syvyys (m)	Pohjanlaatu	Ilmansuunta	Suojaisuus
8	0 m	<i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Batrachospermum</i>	0,3	kivi 60–120	itä	suojaton
8	50 m	<i>Batrachospermum</i>	0,8	kivi 10–60	itä	suojaton
8	100 m	<i>Batrachospermum</i> , <i>Nitella flexilis</i>	2,0	kivi 60–120	itä	suojaton
8	150 m	<i>Batrachospermum</i>	2,1	kivi 60–120	itä	suojaton
8	200 m		2,4	hiekkä	itä	suojaton
9	0 m	<i>Potamogeton gramineus</i> , <i>Potamogeton perfoliatus</i> , <i>Nitella flexilis</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i>	1,0	kivi 10–60/60–120	länsi	suojaton
9	50 m	–	3,1	hiekkä	länsi	suojaton
9	100 m	–	4,5	hiekkä	länsi	suojaton
9	150 m	<i>Gladophora aegogrophila</i>	5,8	hiekkä	länsi	suojaton
9	200 m	–	6,0	hiekkä	länsi	suojaton
10	0 m	–	0,3	kivi 10–60	lounas	suojaisa
10	50 m	<i>Chara globularis</i>	2,4	hiekkä	lounas	suojaisa
10	100 m	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3,4	hiekkä	lounas	suojaisa
10	150 m	–	3,1	hiekkä	lounas	suojaisa
10	200 m	–	4,1	hiekkä	lounas	suojaisa
11	0 m	<i>Gladophora glomerata</i>	0,5	kivi 10–60	koillinen	suojaton
11	50 m	<i>Callitriche hermaphroditica</i> , <i>Nitella flexilis</i> , <i>Chara aspera</i>	1,5	kivi 10–60/60–120	koillinen	suojaton
11	100 m	–	2,9	hiekkä	koillinen	suojaton
11	150 m	–	4,5	hiekkä	koillinen	suojaton
11	200 m	–	5,8	hiekkä	koillinen	suojaton
15	0 m	<i>Galium palustre</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Callitriche hermaphroditica</i>	0,1	kivi 10–60	pohjoinen	suojaisa
15	50 m	<i>Potamogeton gramineus</i> <i>Potamogeton perfoliatus</i>	1,0	hiekkä	pohjoinen	suojaisa
15	100 m	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	1,0	hiekkä	pohjoinen	suojaisa
15	150 m	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	1,4	hiekkä	pohjoinen	suojaisa
15	200 m	–	3,0	hiekkä	pohjoinen	suojaisa

Uusimmat Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut

Sarja A

- No 186 Mattus, I. 2010: Itä-Inarin paikannimistö. 278 s.
- No 187 Rantala, O. & Haanpää, M. (toim.) 2010: Luontolomia kaupunkikohteessa – luontomatkailun kehittäminen Rovaniemellä. 69 s.
- No 188 Haanpää, M. & Rantala, O. (toim.) 2010: Vieraskirjat palvelujen kehittämisen välineenä – ulkomaiset matkailijat Urho Kekkosen kansallispuistossa. 66 s.

Sarja B

- No 139 Ohenoja, A. 2010: Käsivarren erämaan ja Kilpisjärven alueen yritystutkimus 2009. 68 s.
- No 140 Ohenoja, A. & Leppänen, T. 2010: Käsivarren erämaan ja Kilpisjärven alueen kävijätutkimus 2009–2010. 106 s.
- No 141 Laakso, J. 2010: Kilpisjärven luontotalon asiakastutkimus 2009. 44 s.
- No 142 Sarlin, A., Nygrund, S. & Meriruoho, A. 2010: Företagsundersökning i världsarvet Kvarkens skärgård 2009. 46 s.
- No 143 Sarlin, A., Nygrund, S. & Meriruoho, A. 2010: Merenkurkun saariston maailmanperintöalueen yritystutkimus 2009. 48 s.
- No 144 Hyttinen, R. & Kortelainen, T. 2010: Pyhätunturin luontokeskuksen asiakastutkimus 2008. 48 s.
- No 145 Airaksinen, S. & Kuusiniva, M. 2010: Syötteen luontokeskuksen asiakastutkimus 2008–2009. 39 s.

Sarja C

- No 74 Metsähallitus 2010: Saarijärven aarni-alueen hoito- ja käyttösuunnitelma. 45 s.
- No 75 Metsähallitus 2010: Vorlokin Natura 2000 -alueen hoito- ja käyttösuunnitelma. 48 s.
- No 79 Metsähallitus 2010: Aatsinki-Onkamon, Peuratunturin ja Suksenpaistama-Miehkävaaran Natura 2000 -alueiden hoito- ja käyttösuunnitelma. 61 s.
- No 80 Metsähallitus 2010: Kolvananuuro ja lähialueet Natura 2000 -alueen hoito- ja käyttösuunnitelma. 77 s.
- No 82 Metsähallitus 2010: Metsäkylän Natura 2000 -alueen hoito- ja käyttösuunnitelma 2009–2018. 41 s.
- No 85 Kyöstilä, M., Erkkonen, J., Sulkava, P. & Lohiniva, S. 2010: Pallas–Yllästunturin kansallispuiston luontomatkailusuunnitelma. 82 s.
- No 86 Pulkkinen, P., Partanen, T., Kiiskinen, A. & Laakkonen, M. 2010: Pallas–Yllästunturin kansallispuiston kalavesien hoito- ja käyttösuunnitelma. 40 s.

ISSN 1235-6549
ISBN 978-952-446-830-5 (pdf)

www.metsa.fi/julkaisut