



FENNOVOIMA OY

YDINVOIMALAITOSHANKE

Vedenalaisen luonnon nykytilan kuvaus

Laatineet:

Karoliina Ilmarinen
Jouni Leinikki
Panu Oulasvirta

Alleco Oy
Mekaanikonkatu 3
00810 Helsinki
www.alleco.fi

Sisältö

1	JOHDANTO	4
2	TAUSTA.....	4
3	TUTKIMUSALUEET JA MENETELMÄT	4
3.1	PYHÄJOKI	5
3.1.1	<i>Tutkimusalue</i>	5
3.1.2	<i>Menetelmät</i>	9
3.2	RUOTSINPYHTÄÄ	10
3.2.1	<i>Tutkimusalue</i>	10
3.2.2	<i>Menetelmät</i>	13
3.3	SIMO	14
3.3.1	<i>Tutkimusalue</i>	14
3.3.2	<i>Menetelmät</i>	17
4	TULOKSET	18
4.1	PYHÄJOKI	18
4.2	RUOTSINPYHTÄÄ	24
4.3	SIMO	27
5	TULOSTEN TARKASTELU	32
5.1	PYHÄJOKI	32
5.2	RUOTSINPYHTÄÄ	33
5.3	SIMO	34
6	VIITTEET.....	37
7	LIITE 1 VESIKASVILLISUUDEN LAJIKOHTAISET ENNUSTEKARTAT	40
7.1	PYHÄJOKI	40
7.2	RUOTSINPYHTÄÄ	43
7.3	SIMO	51
8	LIITE 2 SELITYKSET SUKELLUSAINEISTON TAULUKOIHIN	57
9	LIITE 3 PYHÄJOEN SUKELLUSAINEISTO	57
10	LIITE 4 PYHÄJOEN HANHIKIVEN JÄÄHDYTYSVEDEN PURKUPAIKAN SUKELLUSAINEISTO	58
11	LIITE 5 RUOTSINPYHTÄÄN SUKELLUSAINEISTO.....	60
12	LIITE 6 SIMON SUKELLUSAINEISTO.....	60
13	LIITE 7 SIMON KARSIKON JÄÄHDYTYSVEDEN PURKUPAIKKOJEN SUKELLUSAINEISTO	61

1 JOHDANTO

Fennovoima Oy käynnisti tammikuussa 2008 ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA) uuden ydinvoimalaitoksen rakentamiseksi Suomeen. Fennovoima selvittää sähköteholtaan noin 1500–2500 MW:n suuruisen, yksi tai kaksi reaktoria käsittävän laitoksen rakentamista seuraaville vaihtoehtoisille paikkakunnille: Pyhäjoki, Ruotsinpyhtää ja Simo.

2 TAUSTA

Seuraavassa esitetään tulokset kesän 2009 aikana laadituista vedenalaisen luonnon selvityksistä. Selvitykset on laadittu vastaamaan Työ- ja elinkeinoministeriön lausunnon kohdan 4.13.1 lisäselvitysvaatimuksessa 1 esitettyyn täsmennyspyyntöön ministeriölle 09.04.2009 toimitetun suunnitelman mukaisesti.

”Suunnitelma ja aikataulu veden laadun ja vesiluonnon nykytilan tietojen täsmentämisestä eri sijoituspaikoilla ja vaikutusalueilla siten, että sijoituspaikoista saadaan keskenään vertailukelpoiset ja riittävän yhteismitalliset tiedot hanketta koskevaa päätöksentekoa varten. Erityisesti tulee tämentää Pyhäjoen Hanhikiven niemen aluetta koskevat tiedot. Itse täsmennystyö tulee pääosin suorittaa ja raportoida ministeriölle 31.8.2009 mennessä. Mikäli kenttähavaintojen saanti luonnon kiertokulun liittyvistä syistä siirtyy em. aikataulun suhteen liian myöhäiseksi, tämä tulee selostaa raportissa samoin kuin aikataulu jonka kuluessa työ valmistuu.”

3 TUTKIMUSALUEET JA MENETELMÄT

Kaikilta kolmelta tutkimusalueelta kerättiin sukeltamalla ja videoimalla tietoa vesikasvillisuudesta ja pohjan laadusta. Kenttäaineiston perusteella vesikasvillisuuden esiintymistä mallinnettiin tutkimusalueiden muissa osissa. Lajien esiintymiskartat laadittiin vertaamalla sukeltamalla tehtyjä havaintoja tutkimusalueiden syvyys- ja avoimuuskarttoihin. Tätä mallinnusmenetelmää kutsutaan tapauskohtaiseksi päättelyksi (case based reasoning, CBR). Alueen syvyysmalli luotiin Merenkulkulaitoksen digitaalisen merikartta-aineiston syvyysmerkinnöistä, -käyristä sekä rantaviivasta. Merikartassa esiintyvien kivien kohdalla oletettiin syvyydeksi 0 metriä. Avoimuusmallina käytettiin Suomen ympäristöministeriön SWM-mallia (Isaeus & Rygg 2005). Syvyys jaettiin luokkiin yhden metrin välein 10 metriin asti, minkä jälkeen käytettiin luokkia 10–15, 15–20 ja 20–30 metriä. Koska maastossa havaitut syvyydet saattoivat poiketa mallinnetuista, kenttätöryhmä etsi tarvittaessa paremmin haluttua syvyysvyöhykettä vastaavan havaintopaikan. Avoimuuden luokituksessa käytettiin alustavaa EUNIS luontotyyppiluokitusta (Isaeus 2008) (taulukko 1).

Taulukko 1. Alustava EUNIS SWM avoimuusluokittelu

SWM-arvo	Avoimuusluokka
0–1 200	Ultrasuojainen (Ultra sheltered)
1 200–4 000	Äärimmäisen suojainen (Extremely sheltered)
4 000–10 000	Hyvin suojainen (Very sheltered)
10 000–100 000	Suojainen (Sheltered)
100 000–500 000	Kohtalaisen avoin (Moderately exposed)
500 000–1 000 000	Avoin (Exposed)

Sukeltajat havainnoivat lajien esiintymistä 4 m² aloilta, jotka oli sijoitettu antamaan riittävä otanta kullakin tutkimusalueella esiintyvistä syvyyden ja avoimuuden yhdistelmäluokista. Lisäksi kullakin tutkimusalueella arvioitiin lajisto erikseen kovilta ja pehmeiltä pohjanlaaduilla. Näin esiintymismalleja voidaan tarkentaa myöhemmin samalla aineistolla, mikäli alueiden pohjanlaatukartat ovat käytettävissä.

Lajien esiintymishavaintoihin liitettiin tieto syvyydestä sekä avoimuudesta, minkä jälkeen niiden esiintymistodennäköisyydet eri syvyyden ja avoimuuden yhdistelmissä voitiin laskea jakamalla esiintymisten määrät havaintojen määrällä. Kartat luotiin Manifold paikkatietojärjestelmässä (versio 7.x) SQL tietokantakyselyiden avulla. Aineiston edustavuuden arviointia varten tehtiin myös kartat näytemäärästä kutakin avoimuus/syvyysyhdistelmätyyppiä kohden.

Raportissa noudatetaan Leinikin ym. (2004) mukaista kasvien nimestöä. Tekstissä kasvillisuudesta käytetään suomenkielisiä lajinimiä, lajien esiintymiskartoissa (liite 1) tieteellisiä nimiä.

Selvitysten suunnittelusta ja raportoinnista vastasivat Alleco Oy:n MMM Karoliina Ilmarinen, FM Jouni Leinikki ja FM Panu Oulasvirta. Vedenalaisen luonnon inventointeihin liittyvät sukellustyöt toteuttivat Ilmarisen ja Oulasvirran lisäksi Alleco Oy:n sertifioidut tutkimussukeltajat (AESD, Advanced European Scientific Diver) hydrobiologit Rami Laaksonen, Niclas Perander, Anu Riihimäki sekä Markku ja Marika Yliniva. Tutkimuksiin liittyvistä mallinnoista vastasi Jouni Leinikin lisäksi Alleco Oy:n tutkija MSc Viktoras Didziulis.

3.1 Pyhäjoki

3.1.1 Tutkimusalue

Perämeri poikkeaa olosuhteiltaan muusta Itämerestä ja muistuttaakin monelta osin järveä. Se on niukkaravinteinen, eliöstöltään harvalukuinen ja herkkä ympäristön muutoksille. Jääpeite kestää alueella pitkään, joten kasvillisuus on sopeutunut lyhyeen kasvukauteen ja kylmään veteen. Kylmän ilmaston ja matalan suolapitoisuuden ansiosta Pe-

rämeri jäätyy yleensä kokonaan vuosittain. Jääpeitteen muodostuminen alkaa tyypillisesti marraskuun alkupuolella ja Perämeri vapautuu jäistä yleensä toukokuun loppupuolella. Perämeren alueelle on tyypillistä ahtojäiden muodostuminen. Ahtojäävallit voivat olla hyvinkin korkeita, jään on todettu raapineen merenpohjaa jopa 28 metrin syvyydessä. Yleensä niiden vaikutus ulottuu kuitenkin vain muutaman metrin syvyyteen. (Kronholm ym. 2005).

Perämeren valuma-alueella on runsaasti suuria jokia, minkä vuoksi veden suolapitoisuus on liian alhainen varsinaiselle merilajistolle. Perämeren suolapitoisuus on noin 3 promillea ja lähellä rannikkoa se laskee peräti yhteen promilleen (Kronholm ym. 2005, Takalo 2005). Hanhikiven kohdalla suolapitoisuus on keskimäärin kolmen promillen tuntumassa. Rannan läheisyydessä, erityisesti Pyhäjoen virtaamien ollessa korkeita, voi suolapitoisuus kuitenkin hetkittäin olla selvästi tätä matalampi (Pöyry 2008).

Nopea ja epäsäännöllinen vedenkorkeuden vaihtelu on Perämerellä tyypillistä. Vedenkorkeuden erot voivat olla jopa 3,5 metriä (Siira 1992). Pohjoistuulilla vesi on tavallisesti alhaalla ja etelätuulilla korkealla. Korkeimmillaan vesi on yleensä syksyllä ja talvella. Kesäaikana vedenkorkeuden vaihtelut ovat vähemmän rajuja (Pöyry 2008).

Maankohoaminen vaikuttaa suuresti Perämeren rantoihin, jotka ovat kauttaaltaan alavia ja matalia. Maa kohoaa Perämeren rannikolla 7,5–9 mm vuodessa, joten rantaviiva siirtyy nopeasti merelle päin. Jyrkillä rannoilla rantaviiva siirtyy hitaammin. Maankohoaamisen myötä vanha merenpohja on joutunut alttiiksi aaltojen ja virtausten aiheuttamalle kulutukselle. (Kronholm ym. 2005).

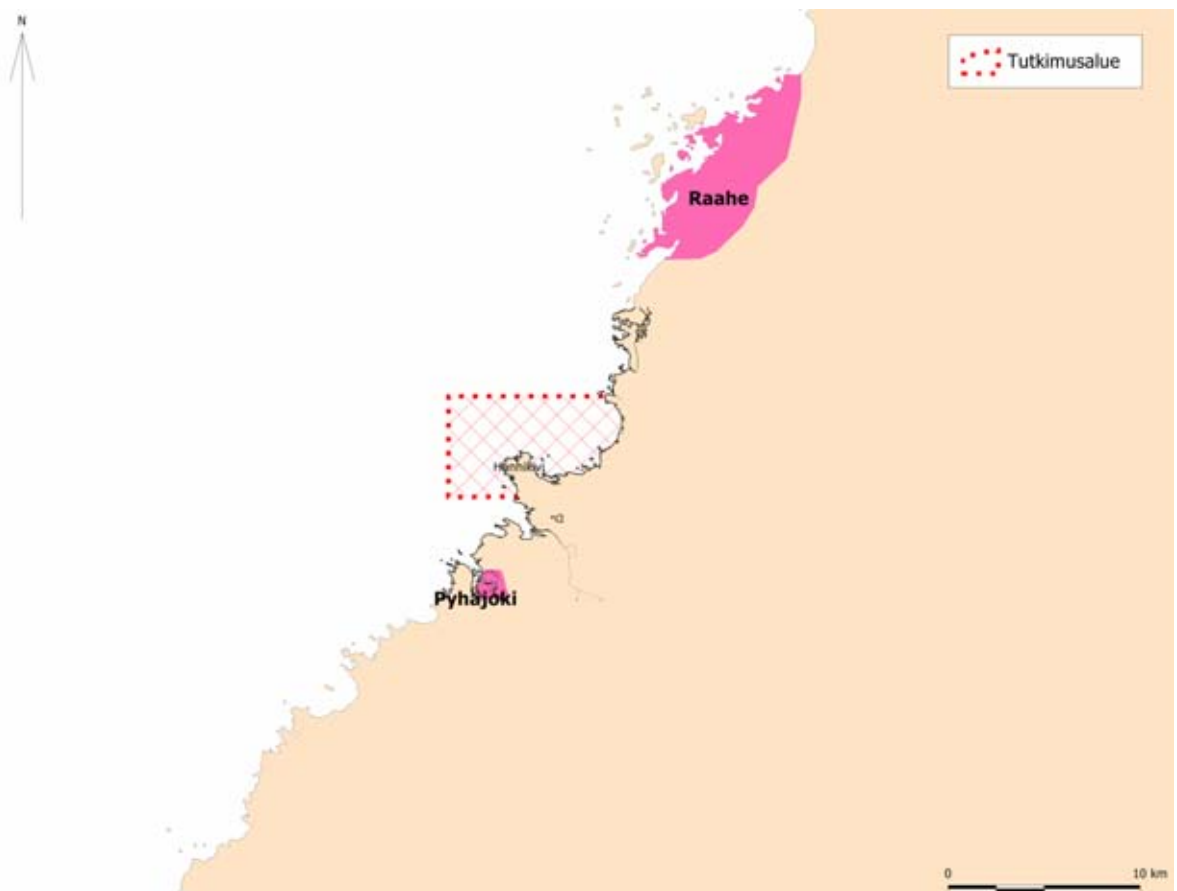
Selkämerestä poiketen Perämeren pintavesi sisältää vain vähän fosforia. Tästä johtuen perustuotanto on fosforirajoitteista (Takalo 2005). Rehevöitymistä Perämerellä esiintyy lähinnä matalilla ja suojaisilla rannikkoalueilla sekä asutuksen ja teollisuuslaitosten läheisyydessä, ulappa-alueiden ollessa karuja (Kronholm ym. 2005). Hanhikiven edustan veden laatuun vaikuttaa lähinnä Perämeren yleinen tila, sillä alueelle ei johdeta jätevesiä ja jokivesien vaikutus on yleensä vähäinen (Pöyry 2008). Jokivesien, erityisesti läheisen Pyhäjoen, vaikutus näkyy kuitenkin rannikkoalueen veden laadussa erityisesti keväisin valumien ollessa suuria. Hanhikiven edustan veden hyvän vaihtuvuuden ansiosta sen laatu pysyy lähellä ulomman merialueen veden laatua. Ravinnepitoisuudet ovat karuille vesille tyypillisiä. Hanhikiven edustan merialueen happitilanne pysyy hyvänä läpi vuoden, eikä happikatoja esiinny (Pöyry 2008).

Näkösyyvyys on rannikon läheisyydessä varsin alhainen vaihdellen yleensä puolestatoista kolmeen metriin muun muassa vuodenaikaan sidoksissa olevasta perustuotannosta ja jokivesien tuoman humuksen määrästä riippuen. Kauempana rannikosta sijaitsevilla alueilla näkösyyvyys voi kuitenkin olla huomattavasti tätä korkeampi, syksyisin jopa 7–8 metriä (Pöyry 2008). Pohjia muokkaa aallokko, joka voimakkaissa myrskyissä nostattaa pohjamateriaalia vesipatsaaseen. Laskennallinen vesipatsaan kiintoainepitoisuus voi myrskyn aikana Perämeren matalilla hiekkapohjilla nousta jopa yli 1000 mg litrassa (Eranti 2008).

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisesti alueelliset ympäristökeskukset ovat tehneet pintavesien ekologiseen ja kemialliseen tilaan perustuvan luokittelun. Perämeren

rannikkovedet ovat pääosin hyvässä ekologisessa tilassa. Ainoastaan rannikon läheisyydessä, myös Pyhäjoen Hanhikiven edustalla, on kapea vyöhyke tyydyttäväksi luokiteltua aluetta. (Pöyry 2008).

Perämeren rannikolla Pyhäjoen ja Raahen välissä (kuva 1) sijaitseva Hanhikivi on noin neljän kilometrin pituinen ja reilun kilometrin levyinen niemi. Rannikko on Hanhikiven kohdalla hyvin avoin; ulappa avautuu suoraan niemen edustalta, eikä sen lähialueilla ole kuin muutamia pieniä saaria ja luotoja. Niemen rantavyöhyke on hyvin matalaa ja kivikkoista. Erityisesti niemen itäpuolelle jäävä lahti on erittäin matala, syvyys on vielä kilometrin päässä rannasta vain metri ja alue on rannoiltaan vesijättömaata (kuva 2). Niemen luoteiskärjeltä avomeren suuntaan mentäessä ranta syvenee nopeammin, ja reilun kilometrin päässä rannasta vettä on jo yli 10 metriä. Merkittävin Hanhikiven lähialueelle laskevista joista on Pyhäjoki (keskivirtaama $29 \text{ m}^3/\text{s}$). Se laskee noin kuuden kilometrin päähän Hanhikiven niemen lounaispuolelle. Koillispuolelle ei laske merkittäviä jokivesistöjä, joten jokivesien vaikutus merialueella jää Hanhikiven niemellä vähäisemmäksi kuin suuressa osassa koillisen Perämeren rannikkoa. Rannikon avoimuuden takia veden vaihtuvuus alueella on tehokasta, vedenkorkeuden vaihtelut nopeita sekä hienojakoinen pohja-aines epästabiliia. (Pöyry 2008).

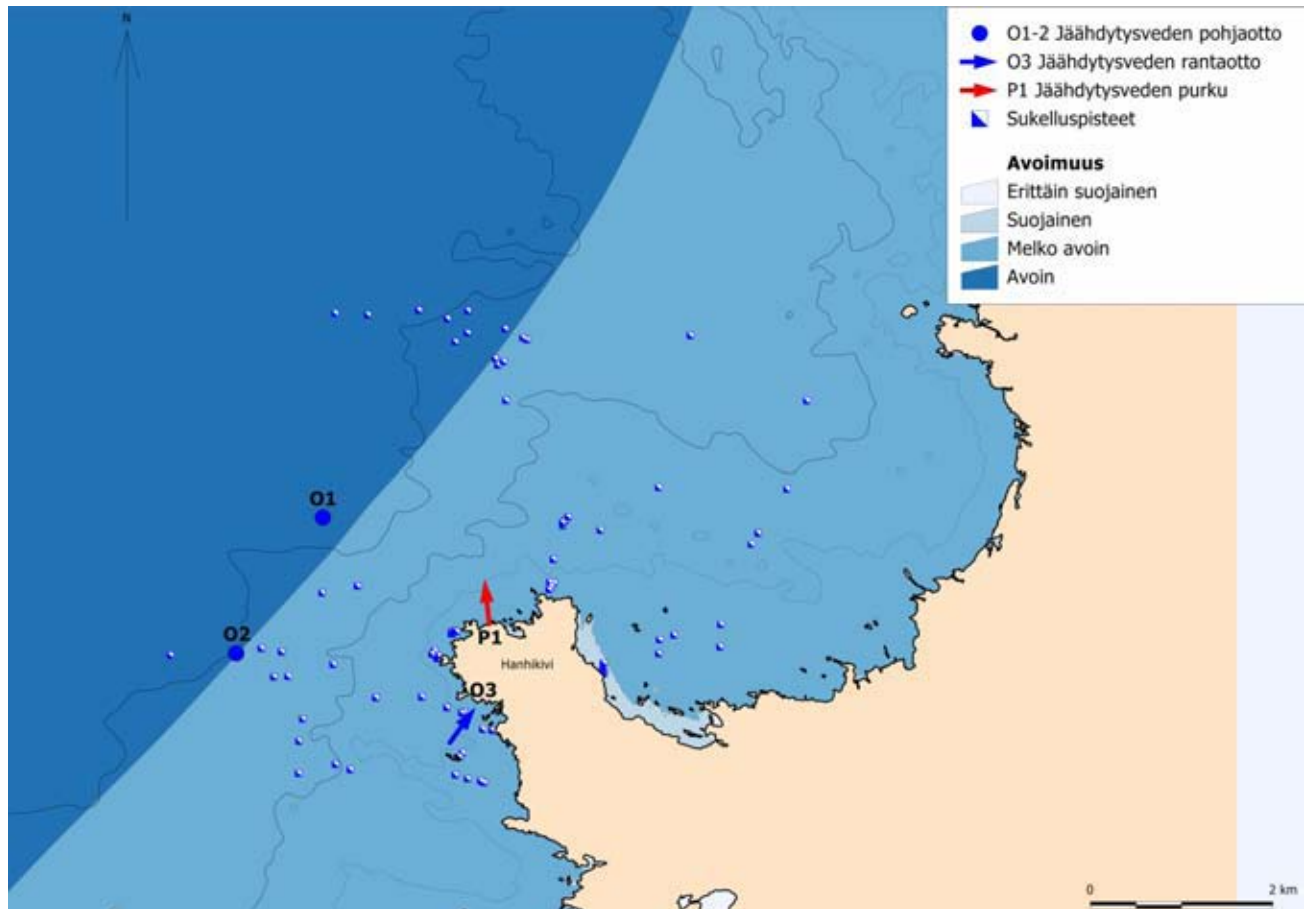


Kuva 1. Hanhikiven tutkimusalue sijaitsee Raahen ja Pyhäjoen välissä. Karttaan on merkitty tutkimusalueen raja.



Kuva 2. Hanhikiven itäpuolen matala lahti on rannoiltaan vesijättömaata.
Kuva: Karoliina Ilmarinen

Pyhäjoen Hanhikiven tutkimusalueen pinta-ala on noin 44 km², alueen keskisyvyys on 10 metriä ja maksimisyvyys 18 metriä. Tutkimuspisteiden keskimääräinen syvyys oli 5 metriä ja maksimisyvyys 14 metriä. Tutkimuspisteitä oli yhteensä 78 (kuva 3). Tutkimusalueen ekspositioltaan eli avoimuudeltaan suojaisiksi luokitellut osat sijaitsevat Hanhikiven niemen itäpuolisessa lahdessa, jonne sijoitettiin 9 näytepistettä. Suurin osa näytepisteistä sijaitsi ekspositioluokaltaan melko avoimeksi luokitellulla vyöhykkeellä ja pieni osa alueen uloimmilla reunoilla, jotka kuuluvat avoimeen vyöhykkeeseen.



Kuva 3. Sukelluspisteiden sijainti Pyhäjoen Hanhikivellä. Karttaan on merkitty myös jäähdytysveden otto- ja purkupisteet sekä alueen avoimuusvyöhykkeet. Sukelluspisteiden lisäksi jäähdytysveden purkupaikan kohdalle sukeltettiin rannasta ulospäin suuntautuva 100 metrin pituinen linja.

3.1.2 Menetelmät

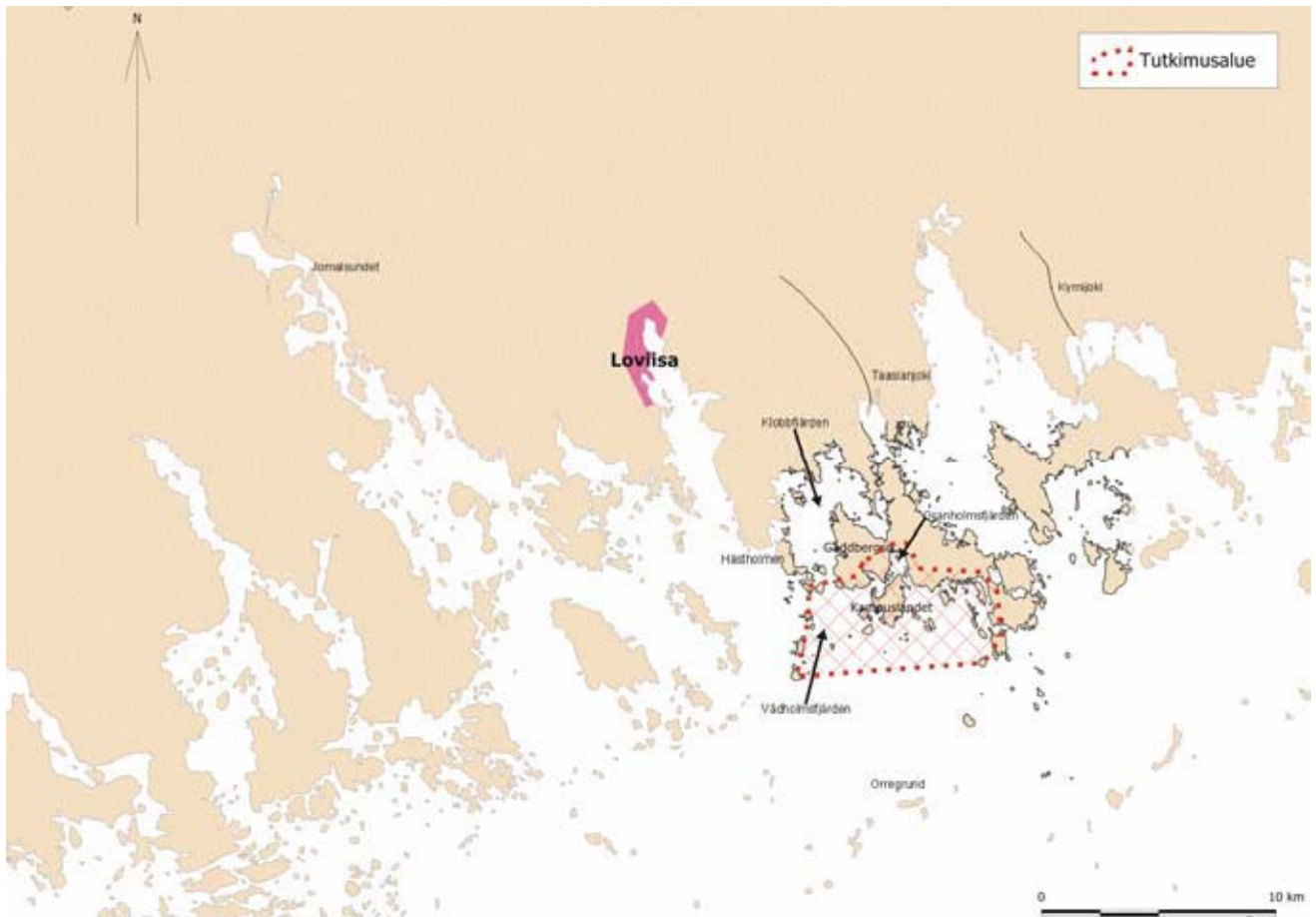
Pyhäjoen Hanhikivellä vedenalaisen luonnon kartoitukset tehtiin 16.–20.7.2009 sekä 12.9.2009. Pyhäjoella mallinnusta varten luokitellut syvyysalueet olivat 0-1, 1-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10 ja yli 10 metriä. Inventoinnissa käytettiin Alleco Oy:n loiville rannoille kehittämää sukellusmenetelmää (Kinnunen ym. 2004). Menetelmässä vedenalainen luonto kartoitetaan pistemäisesti keräten tietoa kultakin syvyys- ja avoimuusvyöhykkeeltä. Menetelmässä sukeltaja laskeutuu GPS:llä määritetyssä pisteessä pohjaan ja kirjaa muovilevyille muistiin syvyyden, pohjan laadun, sedimentin määrän sekä havaitsemansa kasvilajit ja pohjaan kiinnittyneet eli sessiilit selkärangattomat eläinlajit ja niiden prosentuaalisen peittävyuden eri pohjatyypeillä. Kerrallaan havainnointu pohja-ala on noin 4 m². Pistemäisen tiedon keräämisen lisäksi Pyhäjoen tutkimusalueella kartoitettiin jäähdytysveden purkukanavan suunnitellun sijaintikohdan lajisto 100 metrin matkalta sovelletulla linjamenetelmällä. Tässä linjamenetelmässä metrimerkein varustettu uppoava linjaköysi vedettiin rannasta ulos. Linjan alkupään koordinaatit sekä linjan suunta merkittiin muistiin. Sukeltaja sukelsi linjaköyttä pitkin kirjaten muovilevyille muistiin samat tiedot, kuin pistemäisen sukellusmenetelmän yhteydessä ja lisäksi etäisyyden linjan al-

kupästä. Nyt havainnot kuitenkin tehtiin linjaköydellä mitaten 10 metriä pitkillä ja 2 metriä leveillä kaistoilla. Näin ollen tällaisia havaintoaloja tuli 10 kpl linjaa kohti. Tarvittaessa sukeltaja otti näytteitä levistä ja kasveista myöhempää lajinmäärittystä varten. Vesikasveja ja pohjaa peittävän irtonaisen sedimentin runsaus arvioitiin suhteellisella asteikolla 0–5 (tarkemmat selitykset liitteessä 2). Syvillä pohjilla kartoituksessa käytettiin apuna vedenalaista videokameraa. Videomenetelmässä video lasketaan lähelle pohjaa ja kuvasta tulkitaan pohjan laatu, sedimentin määrä sekä kasvien ja sessiilien pohjaeläinten lajit ja peittävyudet. Menetelmä soveltuu Perämeren vähälajisten syvien pohjien kartoitukseen. Matalammilla pohjilla, tai jos tulkintaa ei pystytty videon avulla tekemään luotettavasti, käytettiin sukellusmenetelmää. Yksityiskohtaiset tulokset kasvillisuuskarttoitusten havainnoista ovat liitteessä 3 ja 4.

3.2 Ruotsinpyhtää

3.2.1 Tutkimusalue

Kampuslandetin saari ja Gäddbergsön niemi sijaitsevat Loviisan kaakkoispuolella Suomenlahden rannikon sisäsaaristovyöhykkeen reunalla (kuva 4). Alueen rannat ovat suurimmaksi osaksi kivikkoisia ja kallioisia, mutta siellä täällä on pieniä ruovikkolaikkuja. Hiekka- ja mutapohjaisia rantoja on hyvin vähän (Haikonen & Tolonen 2009, julkaisematon). Saariston ja kapeiden salmien vuoksi veden vaihtuvuus ulomman merialueen kanssa on alueella vähäistä. Gäddbergsön pohjois- ja itäpuolella sijaitsevat Klobbfjärdenin ja Hästholmsfjärdenin lahdet (kuva 4). Nämä mantereen ja saariston erottamat vesialtaat ovat varsin matalia, suurimmaksi osaksi alle kymmenen metrin syvyisiä. Klobbfjärden on koillisosan kapean Jomalsundetin salmen kautta yhteydessä Taasianjoen- ja Kymijoen länsihaaran suistoon ja Hästholmsfjärden puolestaan eteläosan salmien kautta ulompaan merialueeseen (Pöyry 2008) (kuva 4). Hästholmsfjärdenille johdetaan Loviisan voimalaitoksen jäähdytysvedet. Gäddbergsön erottaa Kampuslandetista matalahko, alle kilometrin levyinen salmi. Muutamien pienien saarien ja luotojen ympäröimä Vådholmsfjärden sijaitsee Gäddbergsön etelä- ja Kampuslandetin länsipuolella (kuva 4). Vådholmsfjärdenin vesialuetta rajaavat useat pienehköt saaret ja luodot. Vådholmsfjärdenin kynnysyvyys on noin 18 metriä ja sen veden vaihtuvuus on suljetumpaa Hästholmsfjärdenia parempi (Pöyry 2008).



Kuva 4. Ruotsinpyhtään tutkimusalue sijaitsee Loviisan kaakkoispuolella. Karttaan on merkitty tutkimusalueen raja.

Ruotsinpyhtään edustan merialueelle laskee Kymijoki, sekä sitä huomattavasti pienempi Taasianjoki. Kymijoen läntisen haaran keskivirtaama on noin $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ja Taasianjoen noin $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Kymijoen läntinen haara laskee Loviisan itäpuolella sijaitsevaan Ahvenkoskenlahteen. Taasianjoki laskee Kullanlahteen, josta vedet kulkevat edelleen Ahvenkoskenlahden kautta merialueelle (Pöyry 2008).

Kampuslandetin ja Gäddbergsön edustan vedenlaadussa näkyvät jokivesien mukana tulevien ravinteiden ja orgaanisen aineksen aiheuttama rehevöittävä vaikutus. Alueen rehevyyteen vaikuttaa myös pohjan syvänteiden huono veden vaihtuvuus, mikä osaltaan lisää sisäistä kuormitusta (ravinteiden vapautumista takaisin kiertoon happikadon seurauksena) ja alueen rehevöitymisherkkyttä (Henriksson & Myllyvirta 2006). Kauempana kuormitusta aiheutuu myös Loviisan voimalaitoksen jäteveden puhdistamon jätevesistä sekä Loviisan edustalle johdettavista Loviisan kaupungin jäteveden puhdistamon vesistä. Pintavedessä kokonaisfosforipitoisuudet olivat kasvukauden 2007 aikana hieman 1990-luvun keskimääräisiä pitoisuuksia alhaisempia (vaihteluväli $19\text{--}43 \mu\text{g/l}$) ja pohjan läheisyydessä 1990-luvun tasolla (vaihteluväli $24\text{--}638 \mu\text{g/l}$). Kokonaistyyppipitoisuudet puolestaan ovat laskeneet 1980–1990-lukujen tasosta. Vuonna 2007 pintaveden tyyppipitoisuudet vaihtelivat välillä $333\text{--}678 \mu\text{g/l}$ ja pohjanläheisen veden välillä $41\text{--}1918 \mu\text{g/l}$.

Korkeat pohjanläheiset ravinnepitoisuudet johtuvat ulkoisen ravinnekuormituksen lisäksi sisäisestä kuormituksesta. (Pöyry 2008).

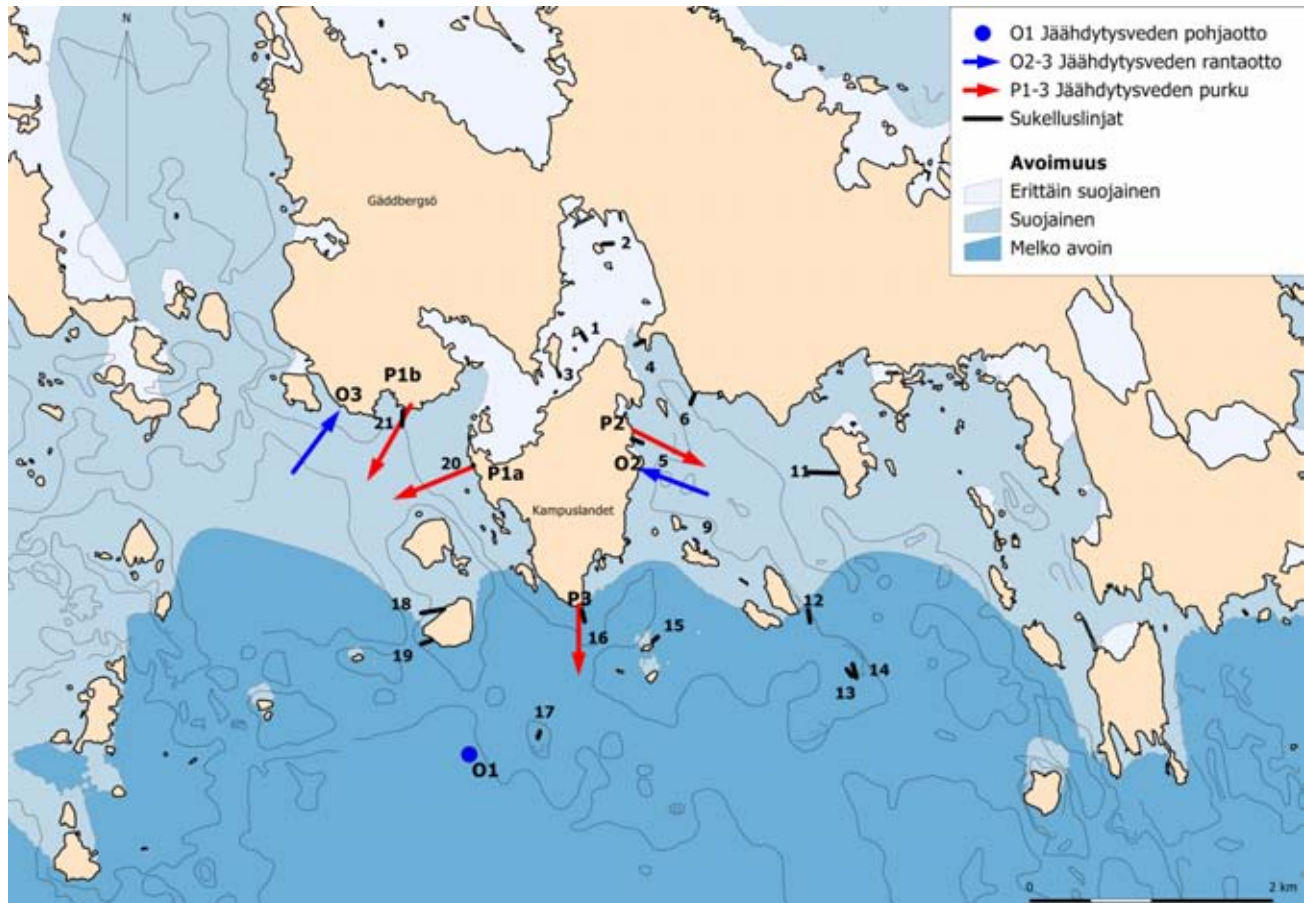
Pohjakynnysten aiheuttaman rajoittuneen veden vaihtuvuuden ja yleisen rehevyyden vuoksi alueen pohjanläheisen veden happitilanne on ollut erityisesti syvänpisteillä pitkään suhteellisen huono. Vuonna 2007 meriveden happipitoisuudet olivat viimeisten vuosikymmenten tasoa. Hästholmsfjärdenin ja Orregrundsfjärdenin syvänteet olivat elo-syyskuussa hapettomia tai vähähappisia. Viime vuosien tulosten perusteella voidaan todeta pohjan tilan edelleen heikentyneen Hästholmsfjärdenin alueella. Happikadon todennäköisyyttä kasvattaa voimakas kerrostuneisuus, jota voimistavat Hästholmsfjärdenillä alueelle johdettavat lämpimät jäähdytysvedet. Vuonna 2007 pintavesi oli yleisesti hapen suhteen ylikyllästynyttä, mikä kertoo alueen korkeasta perustuotannosta eli rehevyydestä. (Pöyry 2008).

Suomenlahden rannikolla maankohoaminen on Pohjanlahtea heikompaa, ollen noin 1–3 mm vuodessa. Tärkeimmät vedenkorkeuden lyhytaikaisiin vaihteluihin vaikuttavat tekijät Suomen rannikolla ovat tuuli, ilmanpainevaihtelut sekä Itämeren vedenpinnan edestakainen heilahtelu (seiche-ilmio). Lyhytaikaiset vedenkorkeusvaihtelut ovat suurimmillaan Pohjanlahden ja Suomenlahden perukoissa. Tutkimusalueen jääoloihin vaikuttavat Suomenlahden yleisen jäätilanteen lisäksi Loviisan voimalaitoksen jäähdytysvedet. Itäinen Suomenlahti jäätyy joka vuosi, mutta leutoina talvina koko Suomenlahti jäätyy vain osittain. Jäätyminen alkaa Suomenlahdella tyypillisesti loka-marraskuun aikana. Loviisan voimalaitoksen vaikutus jääoloihin voidaan havaita erityisesti Hästholmsfjärdenillä. Keskimääräisinä talvina alue on lyhyen aikaa suuremmaksi osaksi jääpeitteinen, mutta jääpeite jää heikoksi erityisesti voimalaitoksen edustalla ja kapeissa salmissa. (Pöyry 2008).

Pintaveden suolapitoisuudet vaihtelivat Ruotsinpyhtään edustan merialueella vuonna 2007 keskimäärin 4,11–4,33 promillen välillä, mikä on suunnilleen samaa tasoa kuin edeltävinä vuosina. Pohjanläheisen veden keskimääräiset suolapitoisuudet jäivät alhaisemmiksi kuin 1980–1990-luvuilla keskimäärin. Alueen suolapitoisuuksiin vaikuttavat alueelle tulevien makeiden jokivesien määrä sekä Suomenlahden ja yleisemmin Itämeren suolapitoisuuksien vaihtelut. Jokivesien vaikutuksesta alueen suolapitoisuuksissa on vuodenaikojen välillä suurta vaihtelua. Jokivesien vaikutus voidaan havaita erityisesti talvisin ja keväisin kun merivettä kevyemmät makeat jokivedet alentavat päällysveden suolaisuutta. Suolapitoisuutta puolestaan kohottaa pohjaveden kumpuaminen pintakerrokseen. Alueen näkösyvyydet ovat pysyneet samalla tasolla kuin 1980- ja 1990-luvuilla keskimäärin. Näkösyvyydet yleisesti ottaen paranevat siirryttäessä saariston suojista kohti ulompaa merialuetta. Näkösyvyys vaihteli vuonna 2007 Klobbfjärdenin 1,1 metristä Orregrundsfjärdenin 5,2 metriin. Näkösyvyyksiä huonontavat erityisesti keväisin alueelle kulkeutuvat jokivedet, joiden vaikutus on selkeimmin havaittavissa Klobbfjärdenillä ja Hästholmsfjärdenillä. Ympäristöviranomaisten vuonna 2008 laatiman vesien ekologisen tilan luokituksen mukaan Klobbfjärdenin ja Hästholmsfjärdenin ekologinen tila on huono. Muun ympäröivän merialueen tila on luokiteltu tyydyttäväksi. (Pöyry 2008)

Ruotsinpyhtään tutkimusalue on pinta-alaltaan noin 35 km², alueen keskisyvyys on 14 metriä ja maksimisyvyys 39 metriä. Sukelluslinjoja oli 21 ja niiden keskimääräinen sy-

vyys oli 4 ja maksimisyvyys 12 metriä (kuva 5). Tutkimusalueen eksoosioltaan erittäin suojaisiksi luokitellut osat sijaitsevat Klobbfjärdenin ja Hästholmsfjärdenin lahdissa, missä oli muutama tutkimuslinja. Suurin osa tutkimuslinjoista sijaitsi eksoosioluokaltaan suojaiseksi luokitellulla vyöhykkeellä ja pieni osa Kampuslandetin eteläpuolella, joka kuuluu melko avoimeen vyöhykkeeseen.

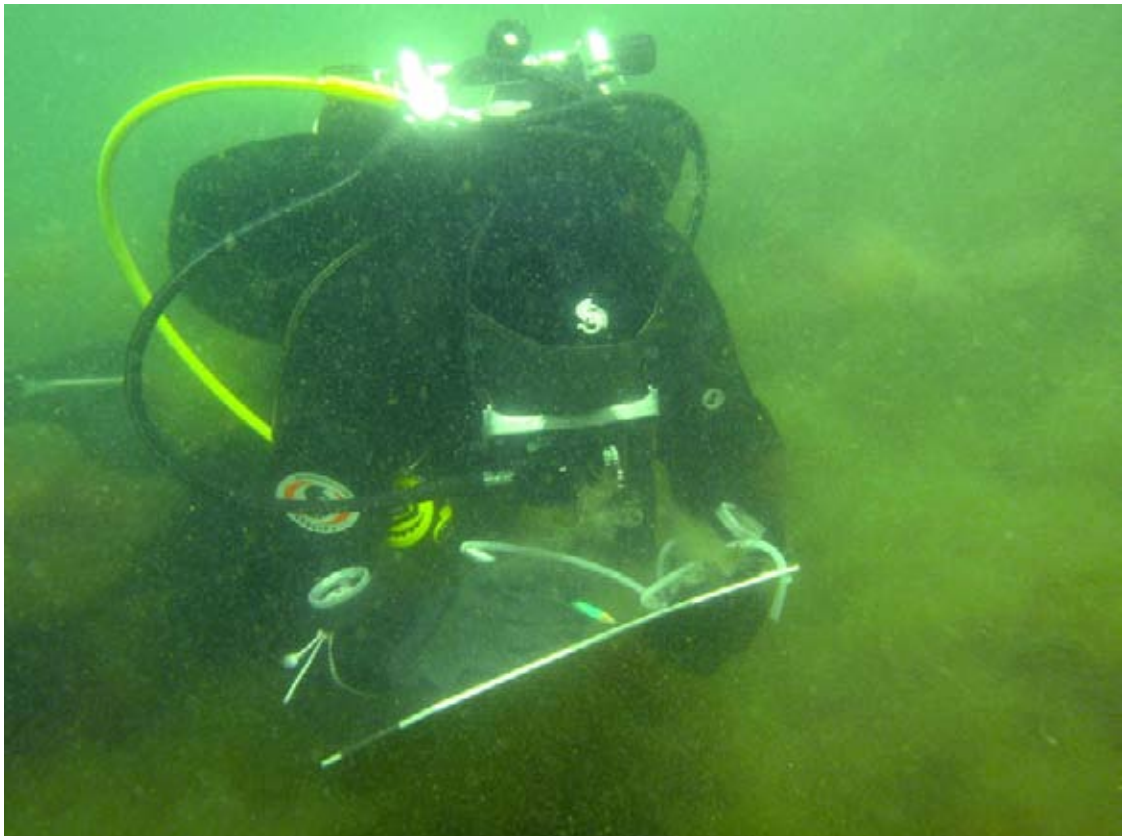


Kuva 5. Sukelluslinjojen sijainti Ruotsinpyhtään Gäddbergsön ja Kampuslandetin tutkimusalueella. Karttaan on merkitty myös jäähdytysveden otto- ja purkupisteet sekä alueen avoimuusvyöhykkeet.

3.2.2 Menetelmät

Ruotsinpyhtään Gäddbergsön ja Kampuslandetin vedenalaisen luonnon kartoitukset tehtiin 14.–21.7.2009. Ruotsinpyhtäällä mallinnusta varten luokitellut syvyysalueet olivat 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10 ja yli 10 metriä. Inventoinnissa käytettiin Alleco Oy:n kehittämää linjasukellusmenetelmää (Kinnunen ym. 2004), jossa havainnot tehdään jyrkillä rannoilla syvyysmetreittäin. Menetelmässä metrimerkein varustettu uppoava linjaköysi lasketaan veneestä käsin ja alkua- ja loppupäiden koordinaatit merkitään GPS-paikantimella. Tämän jälkeen sukeltaja sukeltaa linjaköyttä pitkin kirjaten muovi-levylle muistiin syvyyden, etäisyyden linjan alkupäästä, pohjan laadun, sedimentin määrän sekä havaitsemansa kasvilajit ja pohjaan kiinnittyneet selkärangattomat eläinlajit ja niiden prosentuaalisen peittävyys eri pohjatyypeillä (kuva 6). Havainnot tehdään joka

syvyysmetrin kohdalla ja kerrallaan havainnoidaan noin 4 m² alue. Tarvittaessa otetaan näytteitä levistä ja kasveista myöhempää lajinmäärittystä varten. Vesikasveja ja pohjaa peittävän irtonaisen sedimentin runsaus arvioidaan suhteellisella asteikolla 0–5 (tarkemmat selitykset liitteessä 2). Yksityiskohtaiset tulokset kasvillisuuskartoitusten havainnoista ovat liitteessä 5.



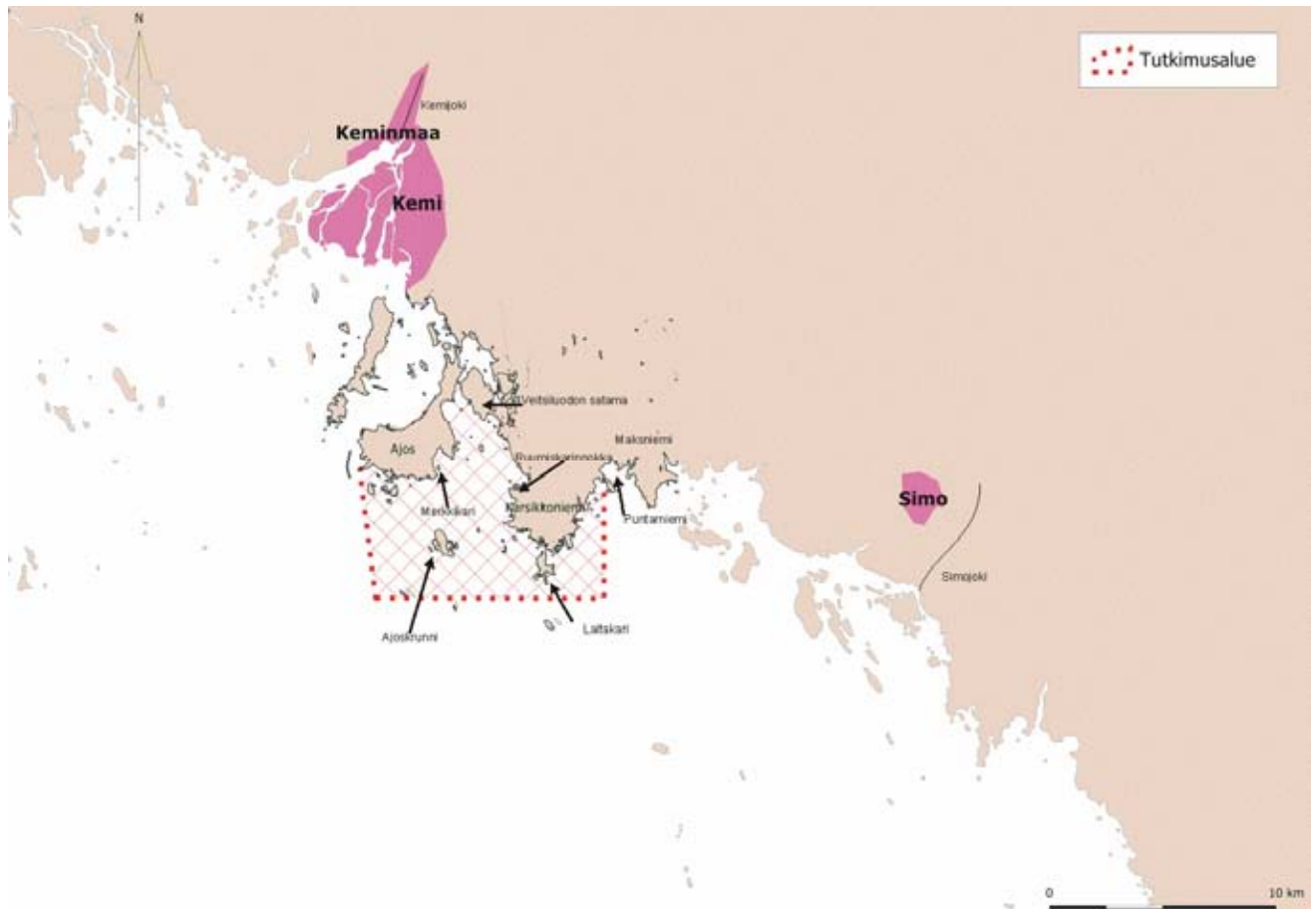
Kuva 6. Tutkimussukeltaja kirjaamassa levälinjan varrelta tekemiään havaintoja kirjoituslevylle. Kuva: Karoliina Ilmarinen

3.3 Simo

3.3.1 Tutkimusalue

Simon Karsikkoniemi sijaitsee Perämeren pohjukassa (kuva 7). Niemen kaakkoispuolella aukeaa Simojokisuun saaristo ja länsipuolelle jää Ajoksen saari. Karsikon edustalla sijaitse Laitakarin saari sekä pienempiä saaria ja luotoja (kuva 7). Rannikko on kuitenkin Perämerelle tyypilliseen tapaan pääpiirteissään avoin ja ulappa avautuu suoraan niemen eteläpuolelta. Karsikkoa ympäröivät karikkoiset matalikot, joiden syvyys jää suurimmaksi osaksi alle viiden metrin. Myös niemen itä- ja länsipuolelle jäävät lahdet ovat pääpiirteiltään varsin matalia (alle 10 metriä). Matalikon eteläpuolella, noin kahden kilometrin päässä rannikosta, päästään yli 10 metrin syvyyksiin sekä esteettömään yhteyteen Perämeren varsinaiseen vesipatsaaseen (Pöyry 2008). Karsikon kohdalla rannikon rehevöitymisriski on laakeiden pohjanmuotojen ja veden vaihtuvuuden ansiosta pienempi kuin esimerkiksi Suomenlahden saaristoisilla alueilla (Henriksson & Myllyvirta

2006). Karsikon länsipuolella kulkee Veitsiluodon satamaan johtava väylä (kuva 7). Karsikkoniemen lähelle laskee kaksi suurta jokea. Itäpuolelle noin 15 kilometrin päähän laskee Simojoki, jonka keskivirtaama on $45 \text{ m}^3/\text{s}$ ja länsipuolelle reilun 15 kilometrin etäisyydelle Kemijoki, jonka keskivirtaama on $581 \text{ m}^3/\text{s}$ (Korhonen 2007) (kuva 7). Joet tuovat alueelle makeaa, humus- ja ravinnepitoista vettä.



Kuva 7. Karsikon tutkimusalue sijaitsee Kemin ja Simon välissä. Karttaan on merkitty tutkimusalueen raja.

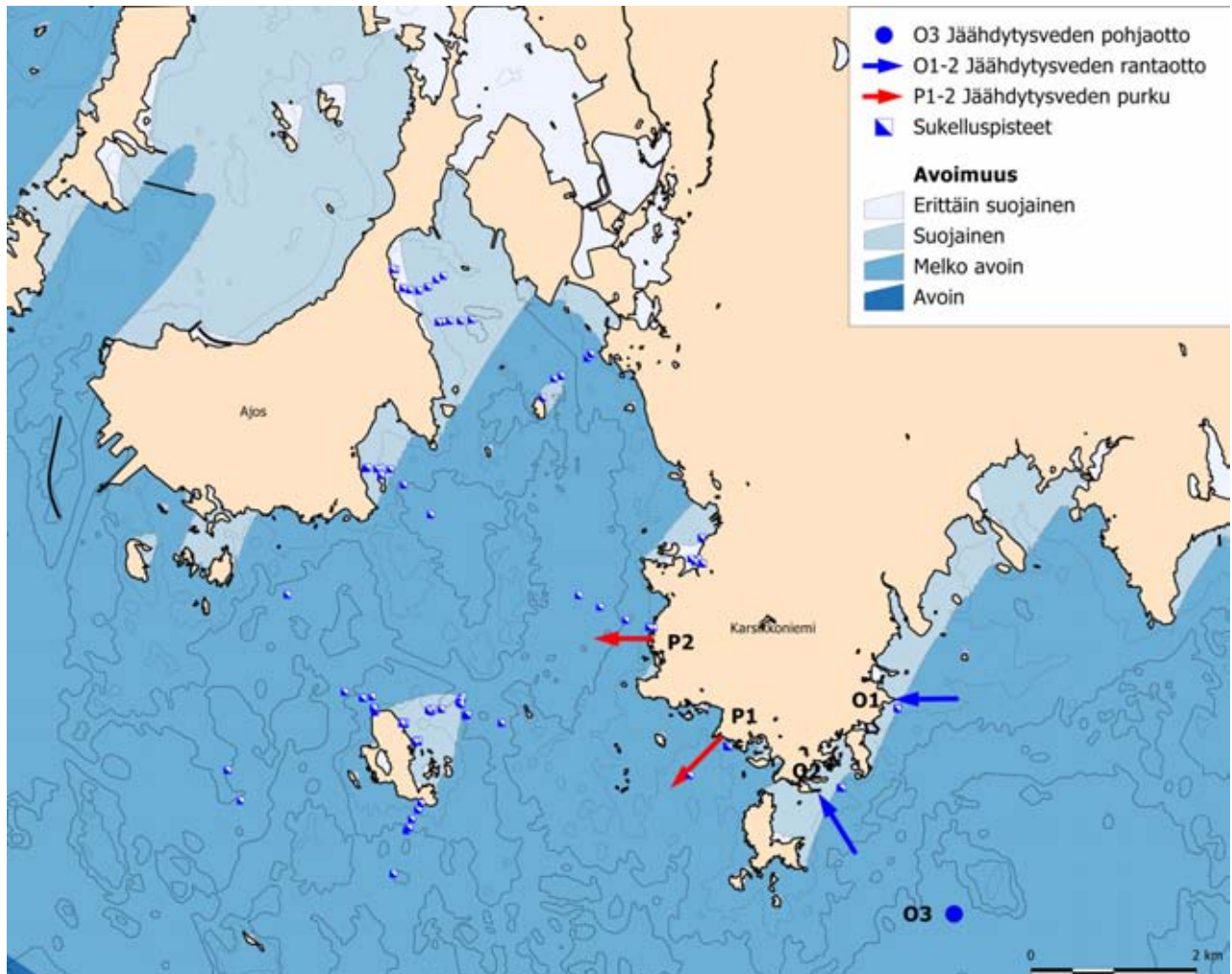
Perämeren yleispiirteet on kuvattu kappaleessa Pyhäjoki (luku 3.1.1.), joten tässä kuvataan vain Karsikkoniemen ominaispiirteet.

Päävirtaus kulkee Perämerellä Suomen rannikkoa pitkin pohjoiseen ja Ruotsin rannikkoa etelään. Karsikon edustalla päävirtaussuunta on kaakosta luoteeseen. Karsikkoniemen edustan ravinnepitoisuuksissa näkyvät jokivesien ja lähialueen jätevesien purkupaikkojen vaikutukset erityisesti Karsikon ja Ajoksen välisellä Veitsiluodon lahdella. Vuosina 1990–2007 keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet noin $15 \mu\text{g}/\text{l}$ ja niissä on havaittavissa lievää laskua. Tällä vuosikymmenellä pitoisuudet ovat olleet hieman pienemmät Karsikon itäpuolella kuin länsipuolella. Kokonaistyyppipitoisuudet ovat olleet keskimäärin noin $330 \mu\text{g}/\text{l}$ ja pysyneet vertailujakson aikana suurin piirtein samalla tasolla kaikilla paikoilla. Ravinnepitoisuudet ovat korkeimmillaan keväisin ja alkukesäisin jokivesien vaikutuksesta, ja voivat tällöin poiketa huomattavasti keskiar-

voista ylöspäin. Jokivesien vaikutus näkyy erityisesti keväisin pintaveden pohjanläheistä vettä korkeampina ravinnepitoisuuksina. Rajoittavana ravinteena on useimmiten ulommalla alueella ollut fosfori, rannikon läheisyydessä myös typpi. Pohjan läheisen veden happitilanne Karsikon edustan merialueella on Perämerelle tyypilliseen tapaan suurimmaksi osaksi hyvä tai tyydyttävä, eikä varsinaisia happikatoja esiinny. Tilanteessa ei myöskään ole tapahtunut selkeitä muutoksia vuosien 1990–2007 aikana. Veden suolapitoisuus on 2000-luvulla ulapan havaintopisteillä vaihdellut 0,2–3,2 promillen välillä. Suolapitoisuus on tyypillisesti jokivesien vaikutuksesta matalimmillaan pinnan läheisyydessä ja korkeimmillaan pohjan tuntumassa. Karsikon edustan merialueelle on tyypillistä korkea humuspitoisuus ja pieni näkösyvyys (yleensä noin 1–2 m), jotka vaihtelevat merkittävästi valumavesien määrästä riippuen. (Pöyry 2008).

Pintavesien ekologisen tilan mukaisessa tyypittelyssä Karsikon edustan merialue kuuluu Perämeren sisempiin rannikkovesiin. Simon edustan sisemmät rannikkovedet ovat hyvässä tilassa, mutta Maksniemen (kuva 7), Ajoksen ja Kemin edustan sisäosat ovat tyydyttävässä tilassa. Ulompi rannikkoalue on kokonaisuutena tarkastellen hyvässä tilassa. Tilaa huonontavat joki- ja jätevedet.

Simon tutkimusalue on pinta-alaltaan noin 77 km², alueen keskisyvyys on 8 metriä ja maksimisyvyys 19 metriä. Tutkimuspisteiden keskimääräinen syvyys oli 3 metriä ja maksimisyvyys 12 metriä. Tutkimuspisteitä oli yhteensä 85 (kuva 8). Tutkimusalueen ekspositioltaan erittäin suojaisiksi luokitellut osat sijaitsevat rannan tuntumassa Ruumiskarinnokan pohjoispuolella sekä Ajoksen länsipuolella Veitsiluodon edustalla, jossa oli muutama tutkimuspiste. Noin puolet tutkimuspisteistä sijaitsi ekspositioluokaltaan suojaiseksi luokitellulla vyöhykkeellä, jollaisia on Ajoksen länsi-, Ajoskrunnin koillis-, sekä Karsikkoniemen itä-, etelä- ja luoteispuolilla. Muu osa tutkimusalueesta, jolla loput pisteet sijaitsivat, luokitellaan melko avoimeksi vyöhykkeeksi.



Kuva 8. Sukelluspisteiden sijainti Simon Karsikkoniemellä. Karttaan on merkitty myös jäähdytysveden otto- ja purkupisteet sekä alueen avoimuusvyöhykkeet. Avoimuusluokista suurinta luokkaa ”avoin” ei esiinny lainkaan tutkimusalueella. Sukelluspisteiden lisäksi jäähdytysveden purkupaikkojen kohdalle sukellettiin rannasta ulospäin suuntautuva 100 metrin pituinen linja.

3.3.2 Menetelmät

Simon Karsikkoniemellä vedenalaisen luonnon kartoitukset tehtiin 21.–25.7.2009 sekä 13.9.2009. Simossa mallinnusta varten luokitellut syvyysalueet ja inventoinnissa käytetyt menetelmät olivat samat kuin Pyhäjoella. Simon tutkimusalueella jäähdytysveden purkukanavien sijainneille on kaksi vaihtoehtoista paikkaa (kuva 8), joiden molempien lajisto kartoitettiin 100 metrin matkalta. Yksityiskohtaiset tulokset kasvillisuuskartoitusten havainnoista ovat liitteessä 6 ja 7.

4 TULOKSET

4.1 Pyhäjoki

Kasvillisuuskartoituksissa havaittiin yhteensä 15 makroskooppista kasvilajia. Lajistoon kuului yhdeksän putkilokasvilajia, kolme näkinpartaislevää sekä kolme muuta levälajia (taulukko 2). Lisäksi varsinkin levien päällä tavattiin runsas päällyslievien muodostama kasvusto. Aikaisempien tutkimusten perusteella tämä kasvusto koostuu useista kymmeneistä mikroskooppisista pii- ja sinileivistä (Leinikki & Oulasvirta 1995).

Havaituista lajiryhmistä levät edustavat kovien pohjien lajistoa, kun taas näkinpartaiset ja putkilokasvit kasvavat pehmeillä pohjilla. Lajisto koostuu makean veden ja murtoveden lajeista. Sessiilejä eli alustaan kiinnittyneitä selkärangattomia sukelluslinjoilla edusti kaspianpolyyyppi. Pyhäjoen kartoituksissa ei havaittu uhanalaisia eliölajeja.

Taulukko 2. Pyhäjoella, Ruotsinpyhtäällä ja Simossa havaitut lajit. Paikannimen jälkeen sulussa on levien, näkinpartaisten, sammalien ja putkilokasvien yhteenlaskettu lajimäärä. Uhanalaisuutensa puolesta silmälläpidettäviksi luokitellut lajit on merkitty punaisella.

Laji		Pyhäjoki (15)	Ruotsinpyhtää (26)	Simo (26)
Levät				
<i>Batrachospermum</i> sp.	Punalevä	x		x
<i>Cladophora aegagropila</i>	Palleroahdinparta	x		x
<i>Ceramium tenuicorne</i>	Punahelmilevä		x	x
<i>Chorda filum</i>	Jouhilevä		x	
<i>Cladophora glomerata</i>	Viherahdinparta	x	x	x
<i>Cladophora rupestris</i>	Meriahdinparta		x	
<i>Coccotylus truncatus/Phyllophora pseudoceanoides</i>	Liuskapunalevä/röyhelöpunalevä*		x	
<i>Dictyosiphon chordarius</i>	Jouhiluppolevä		x	
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	Leveäpartalevä		x	
<i>Eudesme virescens</i>	Punoslevä		x	
<i>Fucus vesiculosus</i>	Rakkolevä		x	
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	Haarukkalevä		x	
<i>Hildenbrandia rubra</i>	Laikkupunalevä		x	
<i>Pilayella littoralis/Ectocarpus siliculosus</i>	Lettiruskolevä/pilviruskolevä**		x	
<i>Polysiphonia fucoides</i>	Mustaluulevä		x	
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	Purppuraluulevä		x	
<i>Rivularia</i> sp.	Sinilevä		x	
<i>Spachelaria arctica</i>	Ruskokivitupsu		x	
<i>Ulva</i> sp.	Suolilevä		x	x
Näkinpartaiset				
<i>Chara aspera</i>	Mukulanäkinparta	x		x
<i>Chara baltica</i>	Itämerenäkinparta	x	x	
<i>Chara canescens</i>	Karvanäkinparta			x
<i>Chara globularis</i>	Hapranäkinparta	x		
<i>Nitella</i> sp.	Siloparta			x
<i>Nitella flexilis</i>	Järvisiloparta			x

<i>Tolypella nidifica</i>	Merisykeröparta			x
Vesisammalet				
<i>Octodicerias fontanum</i>	Vellamonsammal ***			x
<i>Fontinalis antipyretica</i>	Isonäkingsammal			x
<i>Rhynchostegium riparioides</i>	Ahdinsammal ***			x
Putkilokasvit				
<i>Butomus umbellatus</i>	Sarjarimpi		x	
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	Uposvesitähti			x
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Karvalehti		x	
<i>Elatine hydropiper</i>	Katkeravesirikko			x
<i>Eleocharis acicularis</i>	Hapsiluikka	x		x
<i>Eleocharis uniglumis</i>	Meriluikka	x		
<i>Isoetes echinospora</i>	Vaalealahnaruoho			x
<i>Limosella aquatica</i>	Mutayrtti			x
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Ruskoärviä	x		
<i>Myriophyllum sibiricum</i>	Kalvasärviä			x
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Tähkä-ärviä	x	x	
<i>Potamogeton filiformis</i>	Merivita	x		
<i>Potamogeton gramineus</i>	Heinävita			x
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hapsivita		x	x
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Ahvenvita	x	x	x
<i>Potamogeton pusillus</i>	Hentovita	x		
<i>Ranunculus baudotii</i>	Merisätkin		x	
<i>Ranunculus circinatus</i>	Pyörösätkin		x	
<i>Ranunculus confervoides</i>	Hentosätkin***			x
<i>Sagittaria natans</i>	Kelluskeiholehti			x
<i>Subularia aquatica</i>	Äimäruoho			x
<i>Zannichellia palustris</i> var. <i>pedicellata</i>	Otahaura	x		x
<i>Zannichellia palustris</i> var. <i>repens</i>	Merihaura	x	x	
Sessiilit pohjaeläimet				
<i>Balanus improvisus</i>	Merirokko		x	
<i>Cerastoderma glaucum</i>	Idänsydänsimpukka		x	
<i>Cordylophora caspia</i>	Kaspianpolyyyppi	x	x	x
<i>Electra crustulenta</i>	Levärupi		x	
<i>Macoma baltica</i>	Liejusimpukka		x	

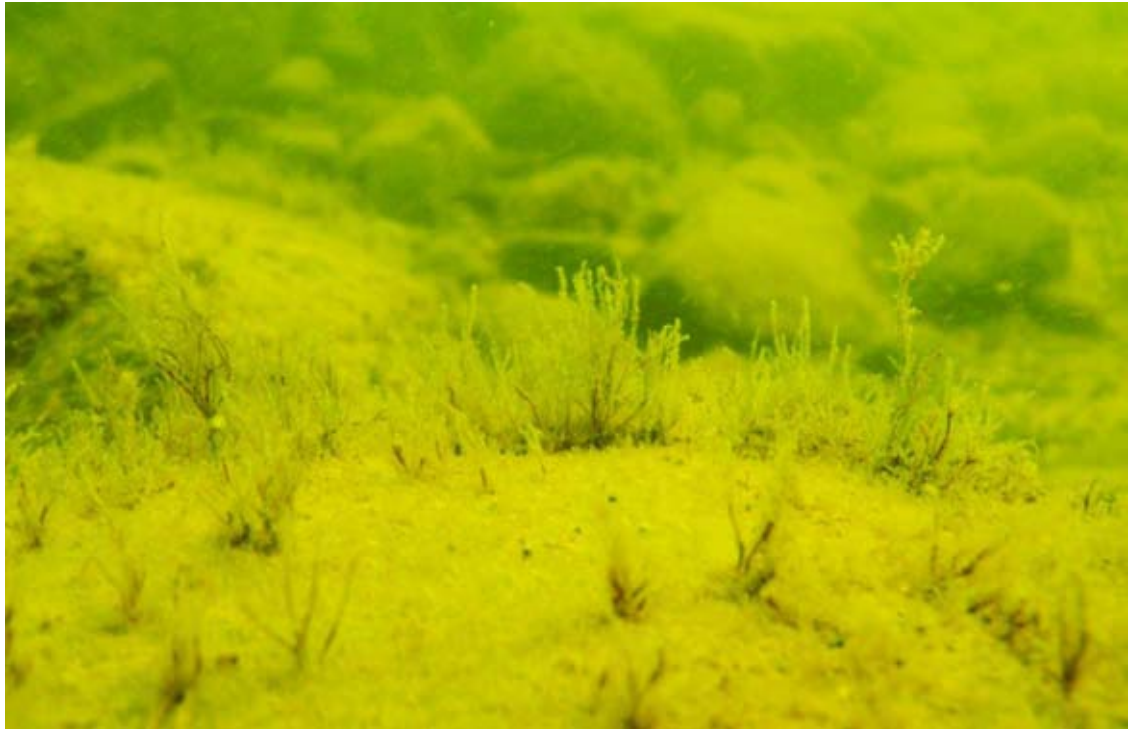
*) Lajien erottaminen pelkkien morfologisten tuntomerkkien perusteella on mahdotonta ja vaatisi tarkemmat geneettiset menetelmät, joten tässä tutkimuksessa niitä käsitellään lajiparina.

**) Lajeja käsitellään tässä tutkimuksessa lajiparina, johtuen niiden morfologisista ja ekologisista samankaltaisuuksista

***) Laji luokiteltu alueellisesti uhanalaiseksi

Leinikki & Oulasvirta (1995) jakoivat Hanhikiven niemeltä noin 150 km pohjoiseen sijaitsevassa Perämeren kansallispuistossa tekemiensä vedenalaisinventointien perusteella Perämeren vedenalaisen luonnon biotooppiluokkiin vallitsevan kasvillisuuden tai alustaan kiinnittyvien eläinten perusteella. Myöhemmin tätä luokittelua on kehitetty edelleen ja laajennettu koskemaan koko Itämeren (BalMar 2005). BalMar-luokittelun perusteella Hanhikiven alueella voidaan erottaa ylimpänä yksivuotisten koville pohjille kiinnittyvien levien muodostama rihmaleväbiotooppi, joka ulottuu vesirajasta 1,5–2 metrin syvyyteen asti. Hanhikivellä rihmaleväbiotooppi koostui viherahdinparrasta, joka oli runsaan piileväkasvuston peitossa. Selvitysten yhteydessä mallintamalla tehdyn kasvillisuuden esiintymisen ennustekartan perusteella viherahdinpartaa esiintyy Hanhikiven alueella todennäköisimmin pinnasta neljän metrin syvyyteen kautta tutkimusalueen (liite 1, kuva 1). Jäiden kulutuksen vuoksi rihmaleväbiotooppi pyyhkiytyy yleensä kokonaan pois talven aikana. Monivuotisen palleroahdinparran muodostama palleroahdinpartabiotooppi alkaa edellisen alapuolelta ja jatkuu kivikkorannoilla levärajaan asti, joka Hanhikivellä sijaitsi noin 10 metrin syvyydessä. Palleroahdinparran esiintymisen todennäköisyys kasvaa mallin mukaan syvyyden myötä, kuitenkin siten, että yli 12 metrin syvyydestä sitä ei tavattu enää lainkaan (liite 1, kuva 2).

Polyypibiotooppi ulottuu Perämeren kivikkorannoilla yleensä biotoopeista syvimmälle. Hanhikiven alueella polyypibiotooppi sijaitsi suunnilleen samassa syvyydessä kuin palleroahdinpartabiotooppi ja koostui kaspianpolyypistä (kuva 9). Matalilla pehmeillä pohjilla kasvoi putkilokasveja ja näkinpartaisleviä noin kahden metrin syvyyteen asti. Laajimmat ja matalimmat pehmeäpohjaiset rannat sijaitsivat Hanhikiven niemen itäpuolisella lahdella, jolla kasvoi runsaasti putkilokasveja, kuten otahauraa ja ahvenvitaa sekä näkinpartaislevää, kuten mukulanäkinpartaa (kuva 10 sekä liite 1, kuvat 3–5). Muualla tutkimusalueella oli siellä täällä pehmeän ja kovan pohjan muodostamia sekapohjia, joilla putkilokasveja kasvoi harvakseltaan, mutta valtalajina oli viherahdinparta. Putkilokasveista merivita ja otahaura tavataan pääasiassa Perämeren eteläosissa ja ensin mainittu viihtyy kivikon ja hiekan muodostamilla mosaiikkipohjilla (Risku 1988), jollaiselta sitä myös Hanhikivellä tavattiin. Ahvenvita on yleinen kaikkialla Suomen rannikolla, mutta Perämerellä sen yleisyys kasvaa veden suolapitoisuuden alenemisen myötä pohjoiseen mentäessä (Risku 1988). Hentovita viihtyy Perämerellä yleisesti suojaisilla mutta-liejupohjilla (Risku 1988), mutta Hanhikiveltä sitä tavattiin vain yhdeltä paikalta avoimelta kivikko-hiekkapohjalta.



Kuva 9. Pallerohdinparran ja kaspianpolyyppien muodostamaa sekakasvustoa lohka-reen pinnalla Pyhäjoen Hanhikivellä. Kuva: Karoliina Ilmarinen.



Kuva 10. Otahauraa ja mukulanäkinpartaa Hanhikiven itäpuolisessa matalassa lahdessa. Kuva: Karoliina Ilmarinen

Suunnitellun jäähdytysvesien purkukanavan paikalla Hanhikiven niemen päässä oleval- la linjalla kasvoi merihauraa, ahvenvitaa, ruskoärviää, tähkä-ärviää, meriluikkaa, hapsi- luikkaa ja hapranäkinpartaa sekä viherahdinpartaa. Kaikki kovat pinnat ja levät olivat runsaan piileväkasvuston peitossa, jonka seassa kasvoi myös punaleviin kuuluvaa *Bat- rachospermum*-suvun levää. Linjan alussa peittävyydeltään runsain laji oli merihaura, mutta loppua kohti hiekkapohjan osuuden kasvaessa hapranäkinparran kasvustot runsas- tuivat. Ranta oli profiililtaan hyvin loiva, 100 metrin päässä rannasta oli vain 2 metriä syvää.

Pohjia peittävän irtonaisen sedimentin määrä tutkimuspisteillä vaihteli 0–3 välillä, eli sedimenttiä ei paikoin havaittu lainkaan ja paikoin sitä oli melko paljon, jolloin sedi- menttiä oli myös kasvien päällä. Keskimäärin sedimentin määrä oli 2,5. Tyypillisesti avoimilla rannoilla matalassa vedessä sedimenttiä ei ollut juuri lainkaan, kun taas suo- jaisissa pehmeäpohjaisissa lahdissa sitä oli paikoitellen melko paljon myös kasvien päällä.

Hanhikiven tutkimusalueen vesikasvillisuus osoittautui vähälajiseksi. Hanhikivellä ran- nikon läheisyydessä veden suuren humuspitoisuuden takia valo ei tunkeudu muutamaa metriä syvemmälle veden pinnasta, mikä rajoittaa kasvien kasvusyvyvyyttä. Pidemmälle rannikosta mentäessä veden humuspitoisuus vähenee ja valo ulottuu syvemmälle, joka oli huomattavissa pallerohdinparran verraten suuressa kasvusyvyvyydessä. Toinen syy varsinkin putkilokasvien vähäisyyteen alueella lienee rannan avoimuudesta johtuva epä- stabiili, aallokon muokkaama hiekkapohja (kuva 11), johon kasvien on vaikea juurtua (Kautsky ym. 1981). Hanhikivenniemen länteen avautuva rannikko jatkuu pääosin kivi- ja sorapohjaisena ainakin tutkimusalueen rajalle asti, joka sijaitsee noin 3 km:n päässä rannasta. Nämä avoimuudesta ja pohjan laadusta johtuvat tekijät selittävät osaltaan put- kilokasvien ja näkinpartaislevien runsaimpien esiintymien rajoittumisen Hanhikiven niemen itäpuolisille suojaisemmille matalikoille.



Kuva 11. Kasvillisuudesta paljasta aallokon muokkaamaa liikkuvaa hiekkapohjaa Pyhäjoen Hanhikivellä. Kuva: Karoliina Ilmarinen

Hanhikiven edustan vedenalaista kasvillisuutta ei ole aiemmin kartoitettu. Lähimmät kartoitukset on tehty Riskun (1988) toimesta Hanhikivestä noin 10 kilometriä etelään sekä kuusi kilometriä pohjoiseen sijaitsevilla tutkimuslinjoilla. Riskun tutkimuksen yhteydessä vesikasvillisuutta kartoitettiin koko Perämeren rannikolla Kokkolan ja Tornion välillä. Kartoitus tehtiin veneestä käsin sekä kahlaamalla, joten se käsitti ainoastaan matalan veden alueet (maksimissaan 1 metri) ja keskittyi putkilokasveihin, joten siihen ei sisällynyt levä- ja vesisammallajiston esiintymistietoja. Riskun tutkimuksissa löytyi 39 vesikasvilajia, jotka olivat pitkälti samoja kuin tämän kartoituksen yhteydessä löytyneet. Nyt tehdyn kartoituksen pienempi lajimäärä selittyy sillä, että Hanhikivellä kartoitetut alueet sijaitsivat pääasiassa yli metrin syvyydessä, ja matalien pehmeiden pohjien pisteitä oli lähinnä vain Hanhikivenniemen itäpuolella olevalla luonnonsuojelualueella. Perämerellä matalat suojaisat merenrannat ovat lajistoltaan monimuotoisia, kun taas syvemmät kivikkopohjat ovat karuja (Kronholm ym. 2005). Riskun kartoituksessa tavattiin rauhoitettu upossarpio (*Alisma wahlenbergii*), joka on valtakunnallisesti luokiteltu uhanalaiseksi lajiksi (VU, vaarantunut laji). Lisäksi löytyi silmälläpidettävistä (NT) vesikasvilajeista vesipaunikko (*Crassula aquatica*) sekä etelähaarapalpakko (*Sparganium erectum*) (Risku 1988, www.ymparisto.fi/alueellisesti_uhanalaiset_lajit).

Hanhikiveä lähimmät putkilokasvien lisäksi myös levät ja vesisammalet käsittäneet vesikasvillisuusinventoinnit on tehty Iin edustalla Ulko-Krunneilla (Hällfors 1976), Suurhiekalla (Haikonen ym. 2008) ja Räänänlahdella (Oulasvirta 2009), Simon Karsikko-

niemellä (Oulasvirta 2009) sekä 150 km pohjoiseen sijaitsevassa Perämeren kansallispuistossa (Leinikki & Oulasvirta 1995). Alueet sijaitsevat niin pohjoisessa, että tuloksia ei voida suoraan vertailla tässä esitettyihin. Yleisesti kaikissa kartoituksissa voidaan kuitenkin havaita samat syvyysuuntaiset biotoopit sekä Perämerelle ominaisten piirteiden, kuten vesisammalien ja leviä peittävän runsaan piileväkasvuston esiintyminen.

4.2 Ruotsinpyhtää

Kasvillisuuskartoituksissa havaittiin yhteensä 26 makroskooppista kasvilajia. Lajistoon kuului 8 putkilokasvilajia, yksi näkinpartaislevä sekä 17 muuta levälajia (taulukko 2). Havaituista lajiryhmistä levät edustavat kovien pohjien lajistoa, kun taas näkinpartaiset ja putkilokasvit kasvavat pehmeillä pohjilla. Sessiilejä eli alustaan kiinnittyneitä selkärangattomia sukelluslinjoilla edustivat kaspianpolyyyppi, levärupi, merirokko, idänsydänsimpukka ja liejusimpukka. Levistä kaikki muut, paitsi viherahdinparta, ovat mereistä alkuperää. Sen sijaan kaikki tutkimusalueella havaitut putkilokasvit ja näkinpartaislevät ovat makean veden lajeja. Ruotsinpyhtään kartoituksissa ei havaittu uhanalaisia lajeja.

Viherleviin kuuluvaa suolilevää löytyi runsaimmin linjalta 12 alle metrin syvyydestä vedestä. Muilta linjoilta (2–4, 5, 13, 17, 18, 20 ja 21) sitä löytyi hyvin vähäisiä määriä (kuva 5). Mallinnuksen perusteella suolilevää kasvaa melko pienellä todennäköisyydellä Kampuslandetin kaakkois-, länsi- ja pohjoispuolella alle kahden metrin syvyydessä (liite 1, kuva 8). Viherahdinpartaa kasvoi harvakseltaan usealla linjalla, mutta ainoastaan Kampuslandetin eteläpuolisilla linjoilla 15 ja 17 se kasvoi valtalajina alle metrin syvyydessä vedessä. Mallinnuksen perusteella viherahdinpartaa kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin kaakkois- ja länsipuolella alle kahden metrin syvyydessä (liite 1, kuva 6). Meriahdinpartaa kasvoi Kampuslandetin kaakkois- ja länsipuoleisilla linjoilla suojaisella ja melko avoimella vyöhykkeellä aina 7,5 metrin syvyyteen asti. Meriahdinpartaa kasvaa esiintymisen ennustekartan mukaan todennäköisimmin Kampuslandetin kaakkois- ja lounaispuolella noin 2–6 metrin syvyydessä (liite 1, kuva 7).

Ruskoleviin kuuluvaa rakkolevää löytyi kaikilta muilta linjoilta, paitsi linjalta 2 Kampuslandetin pohjoispuolen matalan lahden poukamasta sekä linjoilta 7, 8, 10 ja 14 Kampuslandetin itäpuolelta. Rakkolevän yhtenäisen vyöhykkeen kasvun alaraja oli erittäin suojaisella vyöhykkeellä noin 2,5 metrissä, suojaisella vyöhykkeellä noin 3,4–4,5 metrissä ja melko avoimella vyöhykkeellä noin 2,5 metrissä. Runsaimmin rakkolevää oli linjoilla 1, 6, 9, 11, 12, 15–20, joilla sitä kasvoi yli 80 %:n peittävyydellä. Rakkolevää kasvaa esiintymisen ennustekartan mukaan todennäköisimmin Kampuslandetin kaakkois- ja länsipuolella alle neljän metrin syvyydessä (liite 1, kuva 10). Ruskokivitupsu oli valtalajina syvemmillä pohjilla ja sitä tavattiin vielä levien kasvun syvärajalla 10,6 metrin syvyydessä. Mallinnuksen perusteella ruskokivitupsua kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin itä- ja länsipuolella 2–10 metrin syvyydessä (liite 1, kuva 11).

Punalevistä laikkupunalevää tavattiin kautta tutkimusalueen lähes kaikilta linjoilta. Muita punaleviä kasvoi lähinnä Kampuslandetin puolivälistä etelään päin suuntautuvalla vyöhykkeellä. Punahelmilevää ja mustaluulevää kasvoi matalassa vedessä, kun taas haarrukkalevä, purppuraluulevä ja liuskapunalevä/röyhelöpunalevä kasvoivat keskimäärin syvemmällä. Haarrukkalevää kasvoi syvimmillään 6,6 metrissä ja purppuraluulevää 8,3

metrissä. Punahelmilevää kasvaa esiintymisen ennustekartan mukaan todennäköisimmin Kampuslandetin eteläpuolella 1–6 metrin syvyydessä, musta- ja purppuraluulevää pienellä todennäköisyydellä Kampuslandetin kaakkoispuolella 3–6 metrin syvyydessä ja haarukkalevää niin ikään kohtalaisella todennäköisyydellä Kampuslandetin eteläpuolella 3–7 metrin syvyydessä (liite 1, kuvat 12–15).

Pehmeillä pohjilla kasvavia putkilokasveja oli Kampuslandetin pohjoispuolella erittäin suojaisassa Granholmsfjärdenin lahdessa (kuva 4) sekä itä- ja länsipuolella suojaisalla saaristovyöhykkeellä. Putkilokasvien kasvun alaraja oli 4,4 metrissä. Tutkimusalueen uloimmat linjat olivat pääasiassa kivikkopohjaisia, eikä niiltä tavattu putkilokasveja lainkaan, lukuun ottamatta Stora Vådholmenin luoteispuolen linjaa 18 (kuva 5). Putkilokasveista peittävyydeltään keskimäärin runsaimmat lajit olivat merihaura ja tähkä-ärviä, joita kasvoi useilla linjoilla kautta tutkimusalueen erittäin suojaisalla ja suojaisalla vyöhykkeellä. Mallinnuksen perusteella merihauraa kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin itä-, länsi- ja pohjoispuolella alle kolmen metrin syvyydessä ja tähkä-ärviää puolestaan todennäköisimmin Kampuslandetin luoteis- ja pohjoispuolella alle neljän metrin syvyydessä (liite 1, kuvat 22 ja 18). Karvalehteä löytyi kolmelta linjalta suojaisasta Granholmsfjärdenin lahdesta. Runsaimmillaan sitä oli 10 %:n peittävyydellä linjalla 2. Karvalehden todennäköisimmät esiintymispaikat ovat mallinnuksen perusteella Kampuslandetin luoteis- ja pohjoispuolella (liite 1, kuva 17). Laji kasvaa irtonaisena pohjalla. Näkinpartaisleviin kuuluvaa itämerennäkinpartaa kasvoi harvakseltaan linjoilla 3 ja 21 (kuva 5). Itämerennäkinpartaa kasvaa esiintymisen ennustekartan mukaan pienellä todennäköisyydellä Kampuslandetin luoteis- ja pohjoispuolella alle kahden metrin syvyydessä (liite 1, kuva 16). Muita alueella tavattuja putkilokasveja olivat muun muassa hapsivita ja ahvenvita, joiden esiintyminen on todennäköisintä Kampuslandetin pohjoispuolella sekä merisätkin, jonka esiintyminen on todennäköistä puolestaan monin paikoin Kampuslandetin rannoilla (liite 1, kuvat 19–21).

Pohjia peittävän irtonaisen sedimentin määrä tutkimuspisteillä vaihteli 0–5 välillä, eli sedimenttiä ei paikoin havaittu lainkaan ja paikoin sitä oli erittäin paljon, jolloin sedimenttiä oli vaakapinnoilla noin 1 cm kerros ja rihmalevät olivat kokonaan sedimentin peitossa. Keskimäärin sedimentin määrä oli 2. Tyypillisesti avoimilla rannoilla matalassa vedessä sedimenttiä ei ollut juuri lainkaan, kun taas suojaisissa pehmeäpohjaisissa lahdissa sitä oli paikoitellen erittäin paljon myös kasvien päällä.

Kampuslandetin länsipuolella jäähditysveden purkuvaihtoehdon P1a (kuva 5) läheisellä linjalla 20 kasvoi suojaiselle hiekkapohjalle tyypillisiä putkilokasveja, kuten hapsi- ja ahvenvita, tähkä-ärviä, merihaura sekä merisätkin. Siellä täällä olevilla kivikkolaikuilla kasvoi lisäksi runsaasti rakkolevää, mutta myös rihmamaisia ruskoleviä sekä suolilevää. Lajistosta päätellen alue on selvästi rehevämpi kuin purkukohtien P2 ja P3 alueet (kuva 5). Putkilokasveja ja rakkolevää kasvoi vielä linjan lopussa 3,4 metrin syvyydessä. Rannan loivuuden vuoksi rakkolevän ja putkilokasvien todellista kasvun alarajaa ei saatu selville. Gäddbergsön edustalla purkuvaihtoehdon P1b linjalla 21 (kuva 5) oli pitkälti samanlainen pohjan laatu, rannan profiili ja lajisto kuin linjalla 20, joskin rehevyyttä ilmentäviä lajeja oli runsaammin. Linjalla 21 kasvoi suojaiselle hiekkapohjalle tyypillisiä putkilokasveja, kuten hapsi- ja ahvenvita, tähkä-ärviä, merihaura ja merisätkin sekä näkinpartaisleviä, kuten itämerennäkinparta. Siellä täällä olevilla kivikkolaikuilla kasvoi lisäksi runsaasti rakkolevää, mutta myös rihmamaisia ruskoleviä sekä viherleviä, kuten

viherahdinpartaa ja suolilevää. Putkilokasveja ja rakkolevää kasvoi vielä linjan lopussa 2,5 metrin syvyydessä. Rannan loivuuden vuoksi rakkolevän ja putkilokasvien todellista kasvun alarajaa ei saatu selville. Kampuslandetin itäpuolella sijaitsevan purkuvaihtoehdon P2 läheisellä linjalla 5 kasvoi pääasiassa vähäravinteista vettä ilmentäviä lajeja kuten rakkolevää ja merisätkintä (Häyrén 1921). Ranta jyrkkeni kohtuullisen hitaasti, 100 metrin päässä rannasta oli 6,5 metriä syvää. Pohja koostui kautta linjan kivikosta, lohka-reikosta ja paikoitellen puhtaasta hiekkapohjasta. Putkilokasvien kasvun alaraja oli 2,6 metrissä, rakkolevän yhtenäisen vyöhykkeen alaraja 3,5 metrissä ja levien syväraja 6,5 metrissä. Purkuvaihtoehdon P3 läheisellä linjalla 16 Kampuslandetin eteläkärjessä kasvoi avoimelle kivikkorannalle tyypillisiä vähäravinteista vettä ilmentäviä levälajeja kuten, meriahdinpartaa, rakkolevää ja liuska-/röyhelöpunalevää (Häyrén 1921), putkilokasveja ei tavattu lainkaan. Ranta oli erittäin kivikkoinen ja loiva, 70 metrin päässä oli vasta 5,6 metriä syvää. Rakkolevän kasvun alaraja oli 4,5 metrissä. Levien syvärajaa ei saatu linjan mataluuden vuoksi selville.

Kampuslandetin ja Gäddbergsön tutkimusalueella kasvavista lajeista suolilevä ja karvalehti hyötyvät selvimmin veden rehevöitymisestä (Häyrén 1921). Myös tähkä-ärviän on havaittu runsastuvan rehevöitymisen myötä ja se viihtyy etenkin ydinvoimalan jäähdytysvesiputkien suuaukkojen lähellä virtaavassa vedessä (Mattila & Anttila-Huhtinen 2009). Meriahdinparta, rakkolevä, joughilevä, haarukkalevä, liuskapunalevä/röyhelöpunalevä, musta- ja purppuraluulevä ilmentävät luonnontilaista vettä ja kärsivät rehevöitymisestä (Häyrén 1921). Putkilokasveista merisätkin ja merihaura viihtyvät puhtaassa vedessä (Häyrén 1921).

Loviisan edustan vesikasvillisuutta on seurattu kasvillisuuslinjojen avulla 1970-luvulta asti (Mattila & Anttila-Huhtinen 2009). Viimeksi kasvillisuutta on kartoitettu Loviisan ydinvoimalan velvoitetarkkailuun liittyen kesällä 2008 Kampuslandetista luoteeseen noin 3 km sijaitsevan Hästholmenin (kuva 4) ympäristössä (Mattila & Anttila-Huhtinen 2009). Kampuslandetin tutkimusalueen lajisto oli Hästholmenin lajistoon verrattuna monipuolista ja rehevän veden ilmentäjälajeja tavattiin vain vähän. Hästholmenilla tavattiin 9 putkilokasvilajia ja 9 levälajia, joten alueiden väliset erot näkyvät selvimmin levien lajimäärissä. Kaikilla Hästholmenin tutkimuslinjoilla havaittiin irtonaisen rihmalevän peittävän pohjia, kun taas Kampuslandetilla pohjat olivat suurimmaksi osaksi irtolevästä puhtaita. Kampuslandetilla rakkolevän yhtenäisen vyöhykkeen alaraja oli rannan avoimuudesta riippuen 2,5–4,5 metrissä ja Hästholmenin ympäristössä lajin havaittiin kasvavan syvimmillään 4,2 metrissä, jossa vyöhyke koostui enää muutamasta heikkokasvuisesta yksilöstä. Putkilokasvien kasvun alaraja oli Kampuslandetin alueella 4,4 metriä kun taas Hästholmenin ympäristössä putkilokasveja löydettiin syvimmillään jopa 5,8 metristä.

Liejusimpukkaa löytyi Kampuslandetin tutkimuslinjoilta vähäisiä määriä kolmelta linjalta hiekkapohjalta, sen sijaan Hästholmenin linjoilta sitä ei löytynyt lainkaan. Laji kuuluu Itäisen Suomenlahden luonnontilaisten liejupohjien tyypilliseen lajistoon (Mattila & Anttila-Huhtinen 2009). Sessiileistä pohjaeläimistä Hästholmenin alueella tavattiin kaspianpolyyyppia ja merirokkoa, kuten Kampuslandetiltakin. Lisäksi tulokaslajin, valekirjosimpukan (*Mytilopsis leucophaeta*) havaittiin vallanneen Hästholmenin tutkimusalueen pohjia. Lajia tavattiin jäähdytysveden purkukohdan lähellä paikoitellen valtalajina, missä se muodosti yhtenäisiä mattomaisia yhdyskuntia, joita tietyt putkilokasvit, ku-

ten tähkä-ärviä käyttivät kasvualustoina (Mattila & Anttila-Huhtinen 2009). Lajin on havaittu hyötyvän ydinvoimaloiden jäähdytysveden lämpövaikutuksesta (Laine ym. 2006).

Hästholmenin alueen lajisto ilmentää selvästi Loviisan ydinvoimalan jäähdytysvesien rehevöittävää vaikutusta, joskin joitain positiivisia merkkejä, kuten rakkolevän lievä elpyminen, oli vuonna 2008 havaittavissa (Mattila & Anttila-Huhtinen 2009). Muun muassa karvalehti, tähkä-ärviä ja suolilevä ovat runsastuneet (Keskitalo 1988, Ilus 1993, Langford 1990, Mattila & Anttila-Huhtinen 2009), kun taas punalevät näyttävät kadonneen lähes kokonaan (Mattila & Anttila-Huhtinen 2009). Alueella olevilla suojaisilla, lämpimien jäähdytysvesien vaikutusalueilla ruovikkojen on havaittu lisääntyneen. Kasvillisuudessa havaitut muutokset ovat olleet merkittävimpiä täysin sulana pysyvällä alueella kasvukauden pidentymisen johdosta. Hästholmenin ympäristön rehevyyttä ilmentävän kasvilajiston määrän lisääntymiseen on vaikuttanut Loviisan voimalan jäähdytysvesien lisäksi myös Suomenlahden merialueen yleinen rehevöitymiskehitys (Mattila & Anttila-Huhtinen 2009). Tästä johtuen erot Kampuslandetin ja Hästholmenin tutkimusalueiden kasvillisuuden välillä, etenkin levien ja kasvien kasvun syvyysrajoissa, eivät ole niin yksiselitteisiä kuin voisi alueiden kuormitushistoriasta päätellä.

4.3 Simo

Kasvillisuuskartoituksissa havaittiin yhteensä 26 makroskooppista kasvilajia. Lajistoon kuului 13 putkilokasvilajia, viisi näkinpartaislevää, viisi muuta levälajia sekä kolme vesisammallajia (taulukko 2). Lisäksi varsinkin levien päällä tavattiin runsas päällysvärien muodostama kasvusto. Aikaisempien tutkimusten perusteella tämä kasvusto koostuu useista kymmenistä mikroskooppisista pii- ja sinileivistä (Leinikki & Oulasvirta 1995).

Havaituista lajiryhmistä levät ja sammalet edustavat kovien pohjien lajistoa, kun taas näkinpartaiset ja putkilokasvit kasvavat pehmeillä pohjilla. Lajisto koostuu pääasiassa makean veden ja murtoveden lajeista, lukuun ottamatta punahelmilevää, joka on mereistä alkuperää. Sessiilejä eli alustaan kiinnittyneitä selkärangattomia sukelluslinjoilla edusti kaspianpolyyyppi.

BalMar-luokittelun mukaisesti (BalMar 2005) Karsikonniemen alueella voidaan erottaa ylimpänä yksivuotisten koville pohjille kiinnittyvien levien muodostama rihmaleväbiotooppi, joka ulottuu vesirajasta noin 2 metrin syvyyteen asti. Karsikossa rihmaleväbiotooppi koostui viherahdinparrasta, joka oli runsaan piileväkasvuston peitossa. Viherahdinpartaa kasvaa esiintymisen ennustekartan mukaan todennäköisimmin 1–3 metrin syvyydessä kautta tutkimusalueen (liite 1, kuva 23). Lisäksi tavattiin harvakseltaan suolileviä. Mallin perusteella suolilevää kasvaa pienellä todennäköisyydellä Karsikon itä- ja länsipuolella, sekä Ajoskrunnin luoteispuolella alle metrin syvyydessä (liite 1, kuva 25). Jäiden kulutuksen vuoksi rihmaleväbiotooppi pyyhkiytyy yleensä kokonaan pois talven aikana. Monivuotisen palleroahdinparran muodostama palleroahdinparta-biotooppi alkaa edellisen alapuolelta ja jatkuu kivikkorannoilla levärajaan asti, joka Karsikossa sijaitsi noin kahdeksan metrin syvyydessä. Palleroahdinparran esiintymistodennäköisyys on suurimmillaan 3–8 metrin syvyydessä kautta tutkimusalueen (liite 1, kuva 24).

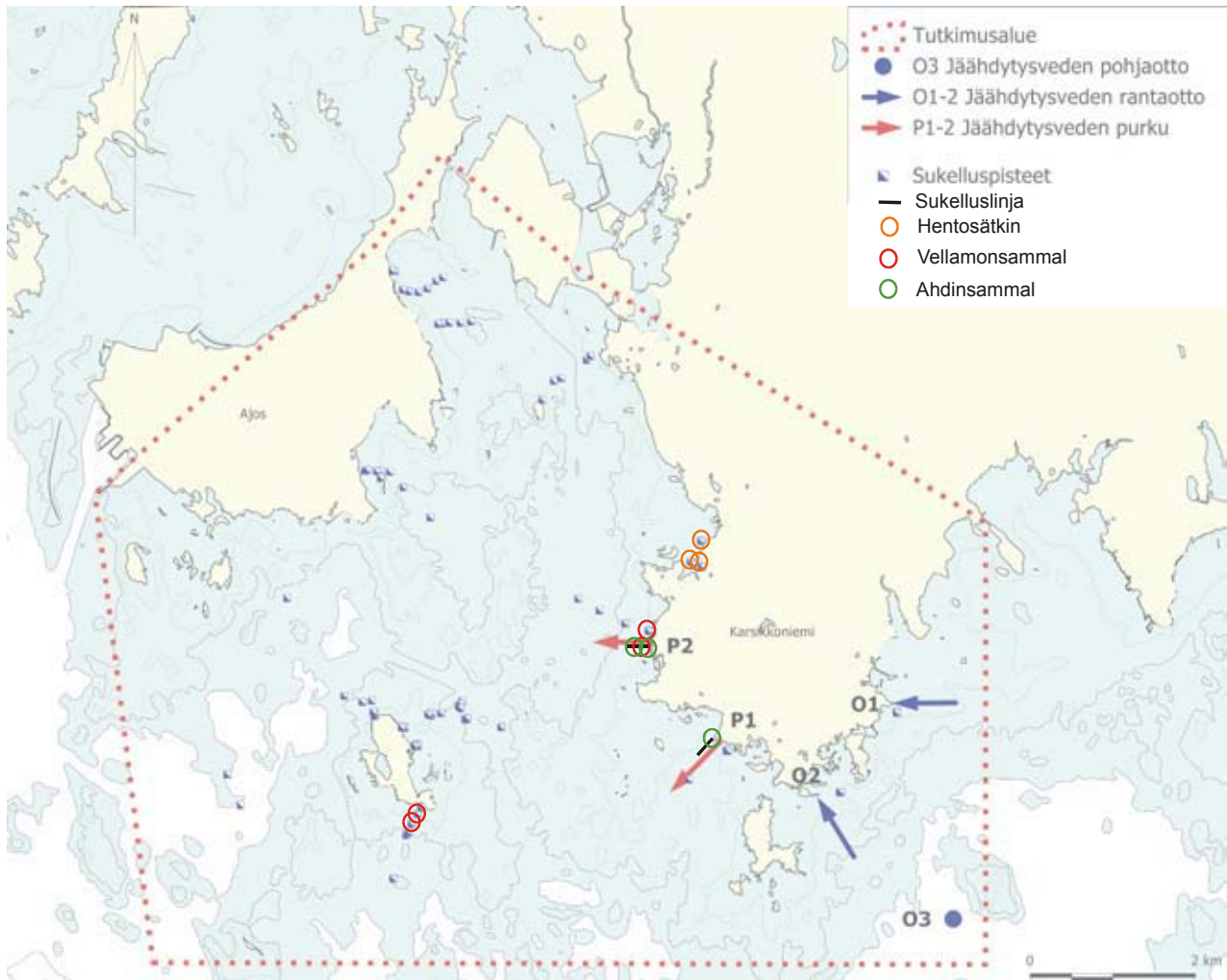
Polyypibiotooppi ulottuu Perämeren kivikkorannoilla yleensä biotoopeista syvimmälle. Karsikon alueella polyypibiotooppi sijaitsi suunnilleen samassa syvyydessä kuin palleroahdinparta-biotooppi ja koostui kaspianpolyypistä. Matalilla pehmeillä pohjilla kasvoi putkilokasveja ja näkinpartaisleviä noin kahden metrin syvyyteen asti. Kartoituksen suojaisimmat pehmeäpohjaiset alueet sijaitsivat Ruumiskarinnokan (kuva 7) pohjoispuolella sekä Ajoksen länsipuolella Veitsiluodon edustalla. Merisykeröparan, hapsividan, ahvenvidan ja otahauran todennäköisimmät esiintymispaikat ovat mallinnuksen mukaan Ruumiskarinnokan pohjoispuolisessa lahdessa (liite 1, kuvat 27 ja 30–32). Muualla tutkimusalueella oli siellä täällä pehmeän ja kovan pohjan muodostamia sekapohjia, joilla putkilokasveja kasvoi harvakseltaan, mutta valtalajina oli viherahdinparta. Näkinpartaislevistä mukulanäkinparta oli yleinen myös avoimilla sekapohjilla, muiden näkinpartaislevien kasvupaikkojen keskittyessä suojaisempiin lahdelmiin. Mukulanäkinpartaa kasvaa esiintymisen ennustekartan mukaan todennäköisimmin Ajoksen länsipuolella sekä Ajoskrunnin (kuva 7) luoteispuolella alle kahden metrin syvyydessä (liite 1, kuva 26). Putkilokasveista katkeravesirikon, vaalealahnaruohon, heinävidan, ahvenvidan (kuva 12), kelluskeiholehden sekä äimäruohon esiintymisen yleisyys Perämerellä kasvaa veden makeutumisen myötä Pohjoiseen mentäessä (Risku 1988). Katkeravesirikon on havaittu kärsivän rehevöitymisestä (Kurimo 1975), joskin sitä on havaittu myös rehevistä vesistä (Risku 1988). Mutayrtti, hapsivita ja otahaura ovat puolestaan yleisempiä Perämeren eteläosissa (Risku 1988). Mutayrtti sekä otahaura viihtyvät erityisesti suojaisilla savi-, muta-, ja liejupitoisilla pohjilla (Risku 1988), jollaisilta lajeja Karsikon alueella pääasiassa tavattiin. Veitsiluodon tehtaiden rehevöittävä vaikutus näkyi lähialueen pohjan materiaalissa, joka oli kasvillisuudesta paljasta upottavaa mutaa. Veitsiluodon vastaisella Ajoksen koillisrannalla pohja muuttui kasveille otollisemmaksi muta-hiekkapohjaksi ja siellä kasvoi tällaisilla pohjatyypeillä viihtyviä putkilokasveja, otahauraa ja ahvenvitaa sekä näkinpartaisleviä, merisykeröpartaa ja silopartaa.



Kuva 12. Ahvenvitaa Simon Ajoskrunnin pohjoisrannalla. Kuva: Karoliina Ilmarinen

Karsikkoniemellä havaituista lajeista vellamonsammal ja ahdinsammal ovat määritelty valtakunnallisesti silmälläpidettäviksi (NT, nearly threatened) ja alueellisesti uhanalaiseksi (RT, regionally threatened). Kartoituksen yhteydessä tavattiin myös toinen alueellisesti uhanalaiseksi määritelty laji, hentosätkin. Vellamonsammalta löydettiin kolmelta alueelta Simon Karsikkoniemeltä. Ulompana rannikosta sijaitsevan Laitakarin edustalla vellamonsammalta esiintyi 3 ja 5,8 metrin, Karsikkoniemen länsirannalla 1,7 ja 2 metrin syvyyksissä (kuva 13). Karsikkoniemen länsipuolen vellamonsammal-esiintymä on jäähdytysveden purkukohdan (P2) välittömässä läheisyydessä. Vellamonsammalta kasvaa esiintymisen ennustekartan mukaan todennäköisimmin 1–6 metrin syvyydessä kautta tutkimusalueen (liite 1, kuva 29). Ennustekarttaa tulkittaessa on otettava huomioon, että Veitsiluodon lahdella tuskin esiintyy laajoilla alueilla sammalen kiinnittymiseen soveltuvaa kovaa pohjaa johtuen tehdasalueen rehevöittävästä vaikutuksesta. Tehtaan lähialueella lahti on rehevöitymisvaikutuksen myötä muuttunut upottavaksi lietepohjaksi. Ilmeisesti vellamonsammal ei kuitenkaan ole Perämerellä kovin harvinainen, sillä laji on tavattu yleisenä myös Perämeren kansallispuistossa ja Kalixin saaristossa Ruotsissa, missä se niin ikään on paikoitellen jopa vallitseva laji (Leinikki & Oulasvirta 1995, Foberg & Kautsky 1992). Vellamonsammalta on tavattu myös Iin edustalla Räinälahdessa ja siitä ulospäin paikoitellen noin 2 km:n matkalta sekä lahden pohjoispuolisilla alueilla Praavan kalasataman edustalla ja Laitakarissa (Vatanen & Oulasvirta 2008, Oulasvirta 2009). Ahdinsammalta löytyi Karsikon kartoituksissa Karsikkoniemen länsirannalta, molempien purkukanavavaihtoehtojen välittömästä läheisyydestä (kuva

13). Purkukohdan P1 alueella laji kasvoi 1,5 metrin ja putken P2 alueella 1–2,5 metrin syvyydessä. Hentosätkintä löydettiin Ruumiskarinnokan pohjoispuolelta suojaisasta lahdesta 0,4–1,5 metrin syvyydestä mutapohjalta (kuva 13). Kesällä 2009 tehtiin toinenkin havainto lajista samassa lahdessa (Oulasvirta 2009).



Kuva 13. Hentosätkimen, vellamonsammalten ja ahdinsammalten esiintymisalueet Karsikkoniemen alueella. Kaikki lajit ovat luokiteltu alueellisesti uhanalaisiksi (RT) sekä vellamonsammal ja ahdinsammal myös valtakunnallisesti silmälläpidettäviksi lajeiksi (NT). Karttaan on merkitty myös sukelluspisteet, sukelluslinjat (2 kpl) jäähdytysveden otto- ja purkupisteet sekä tutkimusalueen raja.

Purkukanavan P1 (kuva 13) lähellä sukeltetulla linjalla kasvoi ahdinsammalten lisäksi vähäisiä määriä alueelle tyypillisiä lajeja ahvenvitaa, isonäkinsammalta (*Fontinalis antipyretica*), järvisilopartaa (*Nitella flexilis*), pallerohadinpartaa sekä punahelmilevää. Lähellä rantaa pohja koostui kivikosta ja kalliosta, mutta muuttui 70 metrin päässä rannasta 3,5 metrin syvyydessä kasvillisuudesta paljaaksi hiekkapohjaksi. Purkukanavan P2 (kuva 13) linjalla kasvoi ahdinsammalten ja vellamonsammalten lisäksi alueelle niin ikään tyypillisiä lajeja isonäkinsammalta, uposvesitähteä (*Callitriche hermaphroditica*), ahvenvitaa, mukulanäkinpartaa ja järvisilopartaa. Linjan alussa pohja koostui kivikosta

ja kalliosta, mutta muuttui kolmen metrin syvyydessä 60 metrin päässä rannasta kasvillisuudesta paljaaksi muta-savi -pohjaksi. Kaikki kovat pinnat ja levät olivat molempien putkivaihtoehtojen alueella runsaan piileväkasvuston peitossa, jonka seassa kasvoi myös punaleviin kuuluvaa *Batrachospermum*-suvun levää.

Pohjia peittävän irtonaisen sedimentin määrä tutkimuspisteillä vaihteli 0–4 välillä, eli sedimenttiä ei paikoin havaittu lainkaan ja paikoin sitä oli paljon, jolloin sedimenttiä oli havaittavissa myös levien päällä. Keskimäärin sedimentin määrä oli 3. Tyypillisesti avoimilla rannoilla matalassa vedessä sedimenttiä ei ollut juuri lainkaan, kun taas suojaisissa pehmeäpohjaisissa lahdissa sitä oli paikoitellen paljon myös kasvien päällä.

Simon Karsikon tutkimusalueen vesikasvillisuus osoittautui verraten monipuoliseksi. Matalat suojaisat pehmeäpohjaiset rannat edustivat lajistoltaan tutkimusalueen monimuotoisinta osaa, kun taas syvemmät pohjat olivat vähälajisia. Karsikonniemellä rannikon läheisyydessä veden suuren humuspitoisuuden takia valo ei tunkeudu muutamaa metriä syvemmälle veden pinnasta, mikä rajoittaa kasvien kasvusyvyvyyttä. Pidemmälle rannikosta mentäessä veden humuspitoisuus vähenee ja valo ulottuu syvemmälle, joka näkyi vesisammalien kasvun alarajan syventymisenä ulospäin rannikosta mentäessä. Karsikonniemen etelä-lounaaseen avautuva rannikko on avoin ja aallot pääsevät sekoittamaan hiekkapohjaa. Nämä avoimuudesta ja pohjan laadusta johtuvat tekijät selittävät osaltaan putkilokasvien ja näkinpartaislevien runsaimpien esiintymien rajoittumisen Karsikonniemen luoteis- ja Ajoksen länsipuolisille suojaisemmille matalikoille.

Vesikasvien esiintyminen Karsikon tutkimusalueella vastaa melko hyvin muissa Perämeren pohjoisosien tutkimuksissa saatuja tuloksia (Hällfors 1976, Risku 1988, Haikonen ym. 2008, Vatanen & Oulasvirta 2008, Oulasvirta 2009, Keskinen 2009, suullinen tiedonanto). Iin edustalla Ulko-Krunneilla tehdyissä kartoituksissa yleisin näkinpartaislaji oli tämän tutkimuksen tapaan mukulanäkinparta (Hällfors 1976). Iin edustalla Suurhiekkan matalikon kartoituksissa löydettiin vain 11 kasvilajia, joka kertoo Perämeren lajiston muuttuva erittäin vähälajiseksi ja karuksi ulkomerelle päin mentäessä (Haikonen ym. 2008). Karsikon Ruumiskarinnokan pohjoispuolella tehdyissä kartoituksissa havaittiin 26 kasvilajia ja lajisto oli pitkälti samanlaista kuin tässä tutkimuksessa, joskin hieman monipuolisempaa (Oulasvirta 2009). Lajiston monimuotoisuudessa huomattiin myös vähenevä suuntaus ulospäin rannikosta mentäessä.

Karsikonniemen ja Ajoksen vedenalaista putkilokasvillisuutta on aiemmin kartoitettu kahdeksalla tutkimuslinjalla 1980-luvulla Riskun (1988) toimesta, jolloin kartoitettiin koko Perämeren rannikon putkilokasvillisuus Kokkolan ja Tornion välillä. Riskun (1988) kartoituksessa löytyi yhteensä 37 vesikasvilajia, jotka olivat pitkälti samoja kuin tämän kartoituksen yhteydessä löytyneet. Riskun kartoituksessa havaittiin enemmän lajeja, koska se keskittyi mataliin, alle metrin syvyisiin rantavesiin, kun taas tässä kartoituksessa näytepisteiden syvyys oli suurimmaksi osaksi yli metrin. Perämerellä matalat suojaisat merenrannat ovat lajistoltaan monimuotoisia, kun taas syvemmät kivikkopohjat ovat karuja (Kronholm ym. 2005). Risku (1988) löysi Karsikon koilliskulman Puntarniemen (kuva 7) rantavesistä rauhoitettua upossarpiota (*Alisma wahlenbergii*), joka on valtakunnallisesti luokiteltu uhanalaiseksi lajiksi (VU, vaarantunut laji). Karsikonniemen länsi- ja etelärannalta Risku löysi uhanalaisuutensa puolesta silmälläpidettäväksi luokiteltua (NT) vesipaunikkaa (*Crassula aquatica*). Karsikon sekä Ajoksen eteläkärjen

tuntumassa kasvoi myös otalehtivitaa (*Potamogeton friesii*), joka niin ikään on luokiteltu silmälläpidettäväksi (NT) lajiksi). (Risku 1988, www.ymparisto.fi/alueellisesti_uhanalaiset_lajit).

5 TULOSTEN TARKASTELU

Seuraavassa on vertailtu eri paikkakuntien ja niille suunniteltujen vaihtoehtoisten jäähdytysveden purkukohtien vesikasvillisuutta sekä kuvattu alueilla esiintyvät mereiset Natura 2000 -luontotyypit ja uhanalaiset luontotyypit niiltä osin, kun luontotyypeistä Allecon kesällä 2009 tekemien selvitysten osalta saatiin lisätietoa.

Kartoitetuista alueista Pyhäjoen Hanhikivi ja Simon Karsikko sijaitsevat Perämerellä, jossa vesi on humuspitoista ja vähäsuolaista sekä lajeja on vähän. Ruotsinpyhtään Kampuslandet ja Gäddbergsö sijaitsevat Itäisellä Suomenlahdella, jossa vesi on jonkin verran suolaisempaa ja lajisto monimuotoisempaa kuin Perämerellä. Ympäristökijöistä johtuen Perämerellä sijaitsevia selvitysalueita ja Ruotsinpyhtään aluetta ei voi esimerkiksi lajimääriltään verrata toisiinsa, vaan tarkastelussa on keskityttävä kunkin alueen lajistoon ja ominaisuuksiin suhteessa lähialueisiinsa.

5.1 Pyhäjoki

Pyhäjoen Hanhikivi osoittautui Perämeren selvitysalueista vähälajisemmaksi ja ympäristöolosuhteiltaan karummaksi. Sen rannat ovat aallokolla avoimia ja loivia, suojausimpien ja monimuotoisimpien alueiden sijaitessa Hanhikiven niemen itäpuolen matalissa lahdissa. Lajisto koostui Perämerelle tyypillisistä pääasiassa makean veden kasveista ja levistä. Levien kasvun alaraja oli noin 10 metrin sekä putkilokasvien ja näkinpartaislevien noin kahden metrin syvyydessä. Uhanalaisia lajeja ei tämän kartoituksen yhteydessä löytynyt. Muiden tutkimusten yhteydessä Hanhikivestä 10 km etelään ja 6 km pohjoiseen on löytynyt rauhoitettu upossarpio, joka on luokiteltu uhanalaiseksi lajiksi (VU), sekä silmälläpidettävät (NT) lajit vesipaunikko ja etelänhaarapalpakko (Risku 1988).

Hanhikiven hankealueella purkukanavan suunniteltu kohta on Hanhikivenniemen pohjoispäässä, josta on noin kilometrin matka Hanhikiven itäpuolisille Takarannan ja Juholanrannan lahdille, jotka edustavat alueen lajistollisesti monimuotoisinta osaa.

Taulukossa 3 on esitetty Hanhikiven alueelta havaitut luontotyypit, jotka sisältyvät Suomen luontotyyppien uhanalaisuustyöryhmän listaamiin Itämeren vedenalaisiin luontotyypeihin (Raunio ym. 2008). Näillä luontotyypeillä ei ole lainsäädäntöön perustuvaa asemaa tai suojeluvuorotetta. Näistä sublitoraalin rihmaleväyhteisöt on luokiteltu uhanalaisuutensa puolesta valtakunnallisesti sekä alueellisesti Perämerellä silmälläpidettäväksi (NT). Näkinpartaisniityt on luokiteltu valtakunnallisesti erittäin uhanalaiseksi (EN) ja uposkasvivaltaiset pohjat vaarantuneeksi (VU) luontotyyppiksi. Alueellista luokitusta Perämeren alueelle ei näille luontotyypeille tutkimustiedon puutteen vuoksi ole.

Taulukko 3. Hanhikiven alueelta havaitut Itämeren vedenalaiset luontotyypit ja niiden uhanalaisuusluokitus. DD=Puutteellisesti tunnettu, LC=Säilyvä, NT=Silmälläpidettävä, VU=Vaarantunut, EN=Erittäin uhanalainen. (Raunio ym. 2008).

Luontotyyppi	Uhanalaisuus Koko Suomi	Uhanalaisuusluokka Perämeri
2.1.1.Hydrolitoraalin rihmaleväyhteisöt	LC	LC
2.1.2. Sublitoraalin rihmaleväyhteisöt	NT	NT
2.1.4. Palleroahdinpartayhteisöt	DD	DD
2.1.7. Uposkasvivaltaiset pohjat	VU	DD
2.1.8. Näkinpartaisniityt	EN	DD
2.1.11. Valoisan kerroksen pohjaeläinyhteisöt	NT	NT
2.1.12. Valoisan alapuoliset pohjaeläinyhteisöt	NT	NT

Hanhikiven alueella näkinpartaisniittyjä oli muun muassa suunnitellun jäädytysveden purkupaikan kohdalla sekä siitä muutaman kilometrin päässä sijaitsevalla Hanhikiven itäpuolisella lahdella. Uposkasvivaltaisia pohjia oli niin ikään myös Hanhikiven itäpuolisella Takarannan lahdella.

5.2 Ruotsinpyhtää

Ruotsinpyhtään Kampuslandetin ja Gäddbergsön tutkimusalue oli lajistoltaan monimuotoinen ja suurimmaksi osaksi luonnontilaista ilmentävää. Selvityksissä ei havaittu uhanalaisia lajeja. Rakkolevää kasvoi lähes joka linjalla ja yhtenäisen vyöhykkeen kasvun alaraja oli jopa 4,5 metrissä sekä levien syväraja 10,6 metrissä, mikä kertoo alueella olevan levien kannalta kohtuullisen hyvät elinolosuhteet. Putkilokasvilajistossa oli sekä luonnontilaa ilmentäviä lajeja että suojaisemmillä sisälähdillä myös rehevyyttä ilmentäviä lajeja, kuten tähkä-ärviää ja karvalehteä.

Suunnitelluista purkukanavavaihtoehdoista P1a ja P1b tulisivat todennäköisesti rehevöittämään eniten Kampuslandetin länsipuolista ja Gäddbergsön eteläpuolista vesialuetta. Purkukanavavaihtoehto P2 vaikuttaisi rehevöittävästi Kampuslandetin itäpuolella, sillä alue on suojaisa johtuen edessä olevasta saaristovyöhykkeestä. Purkukanavavaihtoehto P3 sijaitsee uloimpana ja sen lämpövaikutus olisi todennäköisesti pienempi, sillä vesi pääsee sekoittumaan paremmin kuin muissa purkukohdissa.

Taulukossa 4 on esitetty Ruotsinpyhtään selvitysalueelta havaitut luontotyypit, jotka sisältyvät Suomen luontotyyppien uhanalaisuustyöryhmän listaamiin Itämeren vedenalaisiin luontotyyppihin. Näillä luontotyypeillä ei ole lainsäädäntöön perustuvaa asemaa tai suojeluelvoitetta. Näistä kallio- ja kivikkopohjien rakkoleväyhteisöt sekä molemmat pohjaeläinyhteisöt on luokiteltu uhanalaisuutensa puolesta Suomenlahdella vaaran-

tuneiksi (VU). Itämeren kalliopohjat on kansainvälisesti luokiteltu Suomen vastuuluontotyyppiksi (luokka ”erityisen suuri vastuu”). Uposkasvivaltaiset pohjat on luokiteltu vaarantuneeksi valtakunnallisesti, mutta Suomenlahdella luokitus puuttuu puutteellisen tietämyksen vuoksi. (Raunio ym. 2008).

Taulukko 4. Ruotsinpyhtään alueelta havaitut Itämeren vedenalaiset luontotyypit ja niiden uhanalaisuusluokitus. DD =Puutteellisesti tunnettu, LC=Säilyvä, NT=Silmälläpidettävä, VU=Vaarantunut, EN=Erittäin uhanalainen. (Raunio ym. 2008).

Luontotyyppi	Uhanalaisuus Koko Suomi	Uhanalaisuusluokka Suomenlahti
2.1.1.Hydrolitoraalin rihmaleväyhteisöt	LC	LC
2.1.2. Sublitoraalin rihmaleväyhteisöt	NT	DD
2.1.3. Kallio- ja kivikkopohjien rakkoleväyhteisöt	VU	VU
2.1.7. Uposkasvivaltaiset pohjat	VU	DD
2.1.11. Valoisan kerroksen pohjaeläinyhteisöt	NT	VU
2.1.12. Valoisan alapuoliset pohjaeläinyhteisöt	NT	VU

Ruotsinpyhtään alueella rakkoleväyhteisöjä esiintyy tämän selvityksen mukaan kaikkien jäähdytysveden vaihtoehtoisten purkukohtien välittömässä läheisyydessä.

Ruotsinpyhtäällä maastotöitä ei kesällä 2009 tehty Natura-alueilla. Natura-arvio tehdään hankkeessa erikseen.

5.3 Simo

Simon Karsikon tutkimusalueen vesikasvillisuus osoittautui verraten monipuoliseksi ottaen huomioon alueen pohjoisen sijainnin. Monimuotoisimmillaan lajisto oli yleisesti matalassa vedessä, ja erityisesti Karsikkoniemen luoteis- ja Ajoksen länsipuolen suojaisilla matalikoilla. Lajisto oli Perämerelle tyypillistä ja levien kasvun alaraja sijaitsi noin kahdeksan metrin sekä putkilokasvien ja näkinpartaislevien noin kahden metrin syvyydessä. Karsikkoniemellä havaituista lajeista vellamonsammal ja ahdinsammal ovat luokiteltu valtakunnallisesti silmälläpidettäväksi (NT) ja alueellisesti uhanalaisiksi (RT). Alueella tavattiin myös hentosätkintä, joka on niin ikään luokiteltu alueellisesti uhanalaiseksi. Lisäksi muiden kartoitusten yhteydessä on Karsikon koillispuoliselta Puntarniemen alueelta tavattu rauhoitettua uossarpiota, joka on luokiteltu valtakunnallisesti uhanalaiseksi, sekä Karsikon länsi- ja etelärannoilta silmälläpidettäväksi luokiteltuja ota-lehtivitaa ja vesipaunikkoa (Risku 1988).

Purkukanavan P1 alueella kasvoi ahdinsammalta ja kanavan P2 alueella sekä ahdinsammalta että vellamonsammalta. Molemmat lajit on luokiteltu valtakunnallisesti silmälläpidettäväksi (NT) ja alueellisesti uhanalaisiksi (RT). Ilmeisesti ainakaan vellamon-

sammal ei kuitenkaan ole Perämerellä kovin harvinainen, sillä lajia näyttäisi kasvavan melko yleisenä pitkin pohjoisen Perämeren rannikkoa. Jäähdytysveden purkukohtien alueet olivat jokseenkin samankaltaisia ympäristöolosuhteiltaan ja lajistoltaan.

Taulukossa 5 on esitetty Simon selvitysalueelta havaitut luontotyypit, jotka sisältyvät Suomen luontotyyppien uhanalaisuustyöryhmän listaamiin Itämeren vedenalaisiin luontotyyppihin. Näillä luontotyypeillä ei ole lainsäädäntöön perustuvaa asemaa tai suoje-luvelvoitetta. Luontotyypeistä pohjaeläinyhteisöt sekä sublitoraalin rihmaleväyhteisöt on luokiteltu uhanalaisuutensa puolesta valtakunnallisesti sekä alueellisesti Perämerellä silmälläpidettäviksi (NT). Näkinpartaisniityt on luokiteltu valtakunnallisesti erittäin uhanalaiseksi (EN) ja uposkasvivaltaiset pohjat vaarantuneeksi (VU) luontotyypiksi. Alueellista luokitusta Perämeren alueelle ei näille luontotyypeille tutkimustiedon puutteen vuoksi ole. Myöskään vesisammalyhteisöille ei ole uhanalaisluokitusta puutteellisten tietojen johdosta. (Raunio ym. 2008).

Taulukko 5. Simon alueelta havaitut Itämeren vedenalaiset luontotyypit ja niiden uhanalaisuusluokitus. DD=Puutteellisesti tunnettu, LC=Säilyvä, NT=Silmälläpidettävä, VU=Vaarantunut, EN=Erittäin uhanalainen. (Raunio ym. 2008).

Luontotyyppi	Uhanalaisuus Koko Suomi	Uhanalaisuusluokka Perämeri
2.1.1. Hydrolitoraalin rihmaleväyhteisöt	LC	LC
2.1.2. Sublitoraalin rihmaleväyhteisöt	NT	NT
2.1.4. Palleroahdinpartayhteisöt	DD	DD
2.1.7. Uposkasvivaltaiset pohjat	VU	DD
2.1.8. Näkinpartaisniityt	EN	DD
2.1.9. Vesisammalyhteisöt	DD	DD
2.1.11. Valoisan kerroksen pohjaeläinyhteisöt	NT	NT
2.1.12. Valoisan alapuoliset pohjaeläinyhteisöt	NT	NT

Karsikon alueella näkinpartaisniittyjä oli muun muassa suunnitellun jäähdytysveden purkupaikan P1 kohdalla Karsikon lounaispuolella sekä lisäksi Karsikon kaakkoispuolella ja Ajoksen itäpuolella olevan Merkkikarin ympäristössä. Uposkasvivaltaisia pohjia oli Merkkikarin ympäristössä sekä Ruumiskarinnokan pohjoispuolisessa lahdessa sekä sublitoraalin rihmaleväyhteisöjä ja palleroahdinparran muodostamia yhteisöjä kutakuinkin kaikilla kivikkopohjilla aina 8 metrin syvyyteen asti. Vesisammalyhteisöjä oli niin ikään kivikkopohjilla, mm. suunniteltujen jäähdytysveden purkupaikkojen alueilla Karsikon lounais- ja länsipuolella.

Naturaverkoston kuuluvista alueista lähin Karsikkoa oleva alue on Perämeren saaret -niminen Natura-alue (FI 130 0302), joka lähimmillään rajautuu noin 3,5 kilometrin pää-

hän Karsikosta sen länsipuolella Ajoksessa. Perämeren saarten Natura-alue (yhteensä 7 136 hehtaaria) muodostuu useista erillisistä Kemin, Tornion, Simon, Kuivaniemen, Iin, Haukiputaan, Oulun, Oulunsalon ja Hailuodon edustalla olevista saarista, luodoista ja matalikoista.

Kesällä 2009 sukellustutkimuksia tehtiin em. Natura-alueen sisään jäävän Ajoksen itäpuolisen Merkkikarin ympäristössä. Havaintojen mukaan Merkkikarin ja sitä ympäröivien pohjien voidaan katsoa edustavan ”Itämeren boreaaliset luodot ja saaret” -luontotyyppiä (Naturakoodi: 1620). Merkkikarin vedenalaisissa osissa kasvoi kovilla pohjilla viihtyvää viherahdinpartaa sekä pehmeiden pohjien lajeja merihauraa, ahvenviitaa, kelluskeiholehteä, katkeravesirikkoa, hapsiluikkaa, uposvesitähteä, merisykeröpartaa, silopartaa ja mukulanäkinpartaa.

6 VIITTEET

- BalMar 2005. Baltic Marine Biotope Classification Tool (BalMar), definitions and EUNIS compatibility. Version May 25th, 2005. [www.alleco.fi] (03.09.2009)
- Eranti, E. 2008. Suurhiekan YVA – vesirakentamisen ympäristövaikutuksia. Eranti Engineering Oy. Raporttiluonnos. 25 s.
- Foberg, M. & Kautsky, H. 1992. Marin inventering av de vegetationsklädda bottarna i Råneå och Kalix skärgård, Norrbottens län. En jämförelse. Augusti 1991. Länsstyrelsen i Norrbottens Län Rapportserie 8, 27 s. + 4 liitettä.
- Haikonen, A. & Tolonen, S. 2009. Kalojen lisääntymisalue selvitys vaihtoehtoisilla ydinvoimalaitoksen sijoituspaikoilla. Kala- ja vesitutkimus Oy raportti. Julkaisematon.
- Haikonen, A., Ilmarinen, K., Joensuu, L., Leinikki, J., Oulasvirta, P & Vatanen, S. 2008. Suurhiekan vesiluonto ja kalasto. Erillisraportti Suurhiekan merituulipuiston YVA-selostuksen tausta-aineistoksi. Alleco Oy ja Kala- ja vesitutkimus Oy raportti. 35 s. + liitteet.
- Henriksson, M. & Myllyvirta, T. 2006. Suomen rannikkoalueen luokittelu rehevöitymisriskin perusteella. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. raportti. 83 s.
- Hällfors, G. 1976. The plant cover of some littoral biotopes at Krunnit (NE Bothnian Bay). Acta Universitatis Ouluensis A 42. Biologia 3. Bothnian Bay Symposium 1974 Proceedings: 87–95.
- Häyrén, E. 1921: Studier över föroreningens inflytande på strändernas vegetation och flora i Helsingfors hamnområde. Bidrag till Kännedom av Finlands Natur och Folk 80(3): 1–128.
- Ilus E., 1993. Kuvaus jäähdytysveden ottovesistä, jäähdytys- ja jätevesien purkuvesistä sekä jäähdytys- ja jätevesien vaikutuksista purkuvesistöön. Imatran Voima Oy. Liite Loviisan voimalaitoksen vesilupahakemukseen. 93 s.
- Isæus, M. & B. Rygg, 2005: Wave exposure calculation for the Finnish coast. Oslo, Norwegian institute for water research, NIVA: 24.
- Isæus, Martin 2008: Henkilökohtainen tiedonanto, Tukholman yliopisto.
- Kautsky, H., Widbom, B.L., & Wulff, F. 1981. Vegetation macrofauna and benthic meiofauna in the phytal zone of the archipelago of Lulea-Bothnian Bay. *Ophelia* 20: 53-77.
- Keskitalo J., 1988. Lämminvesipäästöjen vaikutukset pohjakasvillisuuteen ja kasviplanktoniin Olkiluodon ydinvoimalaitoksen meriympäristössä. STUK-A71. Säteilyturvakeskus. Helsinki.

Kinnunen, V., Leinikki, J. & Oulasvirta P. 2004. Vuosaaren satamahankkeeseen ja Mustakuvun läjitysalueeseen liittyvät kutualue- ja vesikasvillisuus selvitykset 2003. – Alleco Oy raportti. 34 s. Julkaisussa: Niinimäki, J., Paasivirta, L., Heitto, A. Oulasvirta, P. & Vatanen, S. 2004: Vuosaaren satamahankkeen vesistö- ja kalatalousseuranta 2003. Vuosaaren satamahankkeen julkaisuja 1/2004.

Korhonen, J. (toim.) 2007. ”Hydrologinen vuosikirja 2000–2005”. Suomen ympäristö. Luonnonvarat 44. 216 s.

Kronholm, M., Albertsson, J. & Laine, A. (toim.) 2005. Perämeri Life - Perämeren toimintasuunnitelma. Länstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 1: 1–240.

Kurimo, U. 1975: Vesikasvit kertovat vesien tilasta. Suomen Luonto 34: 268–273.

Laine A. O., Mattila J. ja Lehikoinen A., 2006. First record of the brackish water dreissenid bivalve *Mytilopsis leucophaeata* in the northern Baltic Sea. Aquatic Invasions 2006; 1: 38-41.

Langford T. E. L., 1990. Ecological effects of thermal discharges. Pollution monitoring series. Elsevier Applied Science. ISBN 1-85166-451-3. 468 s.

Leinikki, J. & Oulasvirta, P. 1995. Perämeren kansallispuiston vedenalainen luonto. Metsähallituksen luonnonuojelujulkaisuja. Sarja A:49. 86 s.

Leinikki, J., Backer, H., Oulasvirta, P. & Ruuskanen, A. 2004. Aaltojen alla – Itämeren vedenalaisen luonnon opas. - Likekustannus, Helsinki 144 s.

Mattila, J. & Anttila-Huhtinen, M. 2009. Loviisan voimalaitoksen ja Loviisan Smoltin vesistö tarkkailu vuonna 2008: meriveden laatu ja biologinen tila laaja yhteenvetoraportti. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 179/2009. 20 s. + liitteet.

Oulasvirta, P. 2009. Vesikasvillisuus suunnitellun Suurhiekan merituulipuiston kaapeli-reittien varrella. Alleco Oy raportti. 22 s. + liitteet.

Pöyry 2008. Ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Fennovoima Oy raportti. 388 s. + liitteet.

Raunio A., Schulman A. & Kontula T. (toim.) 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet ja Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 8/2008, Luonto. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Osa 1: 264 s., Osa 2: 572 s.

Risku, M. 1988. Vesikasvien levinneisyys Suomen puoleisella Perämerellä. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja. Nro 107.

Siira, J. 1992. Perämeren hydrografiaa. Kurssimoniste. Oulun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Perämeren luonnon nykytila ja sen häiriöt. Koulutuspäivät 3.–4.9.1992.

Takalo, M. 2005. Vesimakrofyytit koillisen Perämeren rannikkovesien tilan arvioinnissa ja seurannassa. Pro gradu -tutkielma, Oulun yliopisto, Biologian laitos. 55 s. + liitteet.

Vatanen, S. & Oulasvirta, P. 2008. Suurhiekkan merituulipuiston sähkönsiirron kaapeli-reittien ympäristövaikutusten arviointi – Nykytilakuvaus sekä hankkeen vaikutukset vesistöön, kaloihin ja kalatalouteen. Alleco Oy ja Kala- ja vesitutkimus Oy raportti. 32 s. + liitteet.

7 LIITE 1

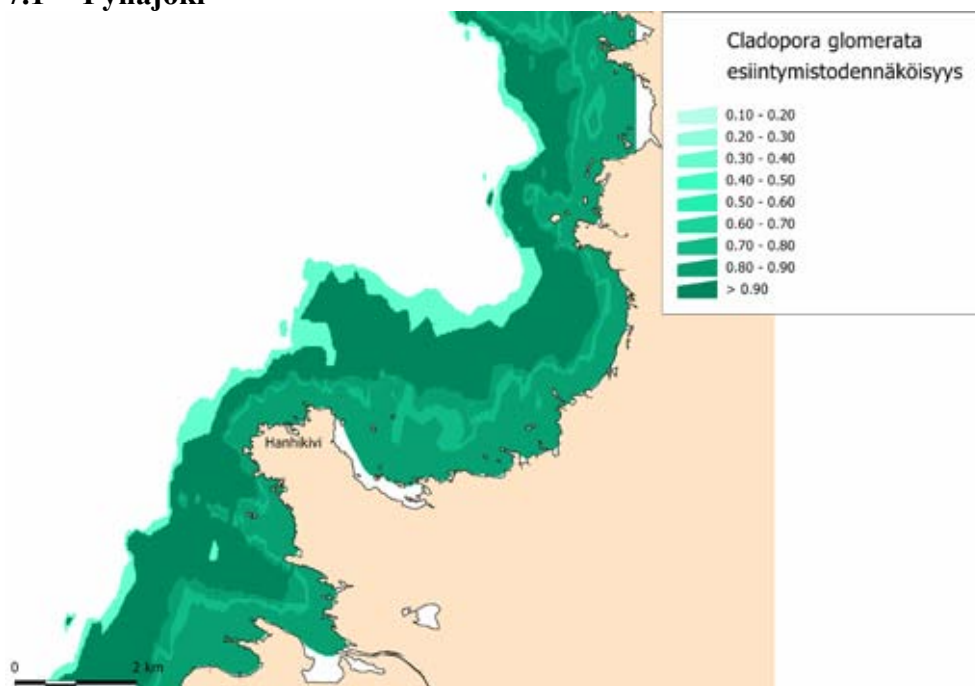
VESIKASVILLISUUDEN LAJIKOHTAISET ENNUSTEKARTAT

Mallinnuksesta vastasi MSc Viktoras Didziulis Klaipedan yliopistosta. Lajien esiintymiskartat laadittiin vertaamalla sukeltamalla tehtyjä havaintoja tutkimusalueiden syvyys- ja avoimuuskarttoihin. Pohjanlaadusta ei ollut käytettävissä karttoja. Alueen syvyysmalli luotiin Merenkulkulaitoksen digitaalisen merikartta-aineiston syvyysmerkinnöistä, -käyristä sekä rantaviivasta. Merikartassa esiintyvien kivien kohdalla oletettiin syvyydeksi 0 metriä. Avoimuusmallina käytettiin Suomen ympäristöministeriön SWM-mallia (Isaeus & Rygg 2005). Syvyys jaettiin luokkiin yhden metrin välein 10 metriin asti, minkä jälkeen käytettiin luokkia 10–15, 15–20 ja 20–30 metriä. Esiintymistodennäköisyydet (0–1) laskettiin runsaimmille avainlajeille, jotka vaihtelivat tutkimusalueesta riippuen.

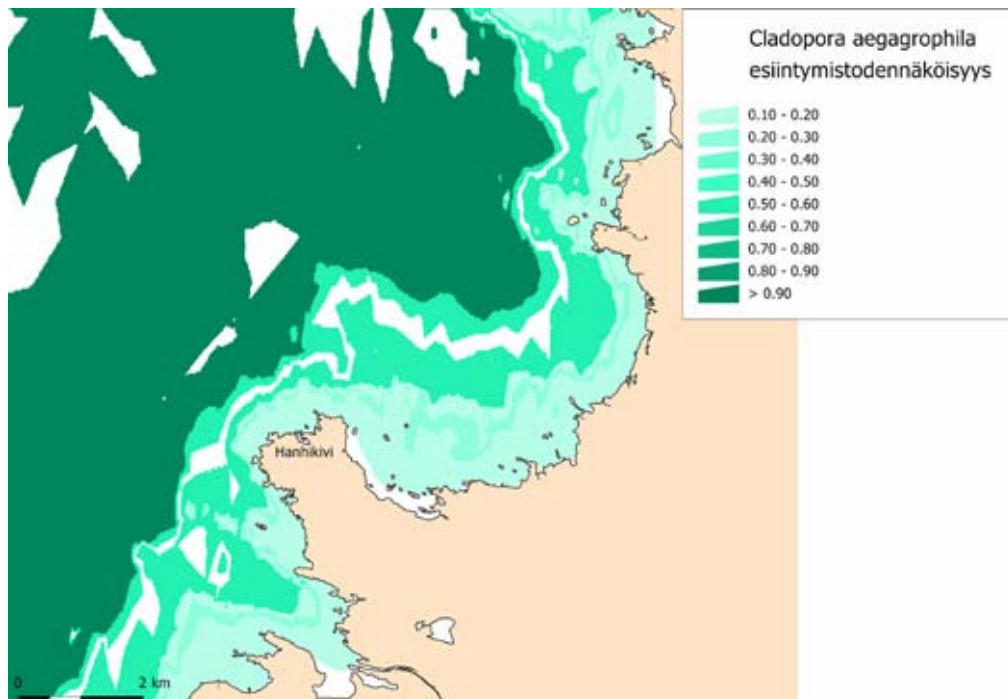
Karttoja tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että tutkimusalueilla ei tehty pohjan laadun kartoitusta. Tämän seurauksena, vaikka malli ennustaisi tietyn lajin esiintymistä jollain alueella, ei sitä siellä välttämättä kasva, jollei alueella ole sille sopivaa pohjamateriaalia. Esimerkiksi rihmaleviä, rakkolevää ja vesisammalia esiintyy yleensä vain kivillä ja lohkareilla ja putkilokasveja ja näkinpartaisleviä vastaavasti vain pehmeillä pohjilla. Kartassa olevat valkoiset alueet edustavat sellaisia syvyys-avoimuus -yhdistelmätyyppejä, jollaisilla ko. lajia ei havaittu lainkaan tutkimusalueella.

Ennustekartat perustuvat tutkimushetkellä kerättyyn havaintoaineistoon. Varsinkin yksivuotisten levien kohdalla lajin esiintyminen on vuodenajasta ja kasvukauden ajankohdasta riippuvaista ja voi vaihdella jopa muutamien päivien ajanjaksoissa.

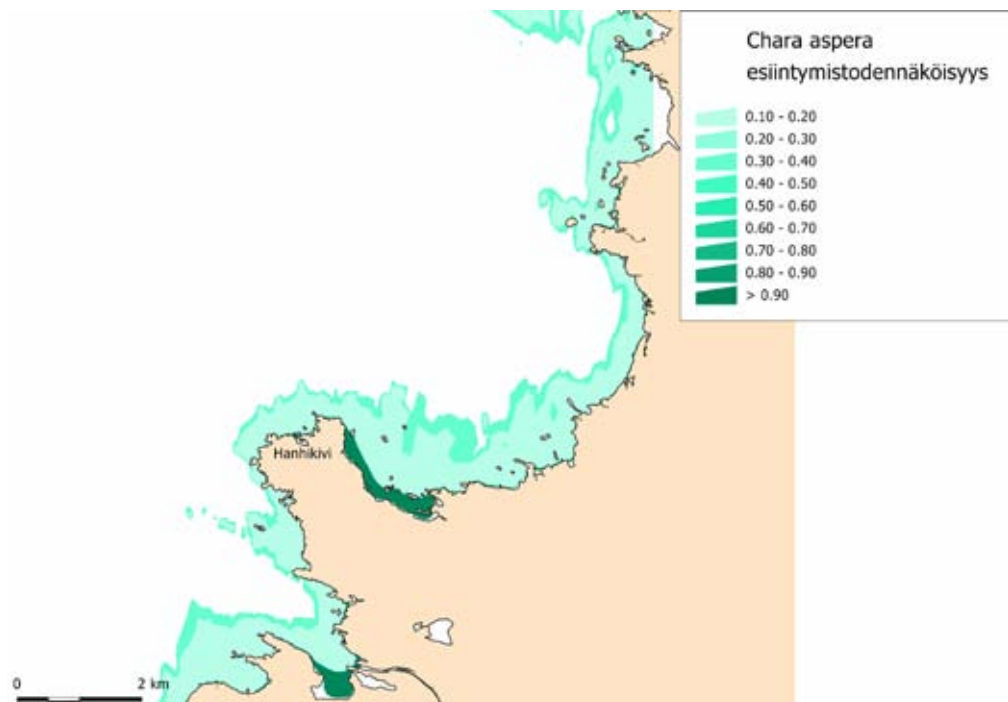
7.1 Pyhäjoki



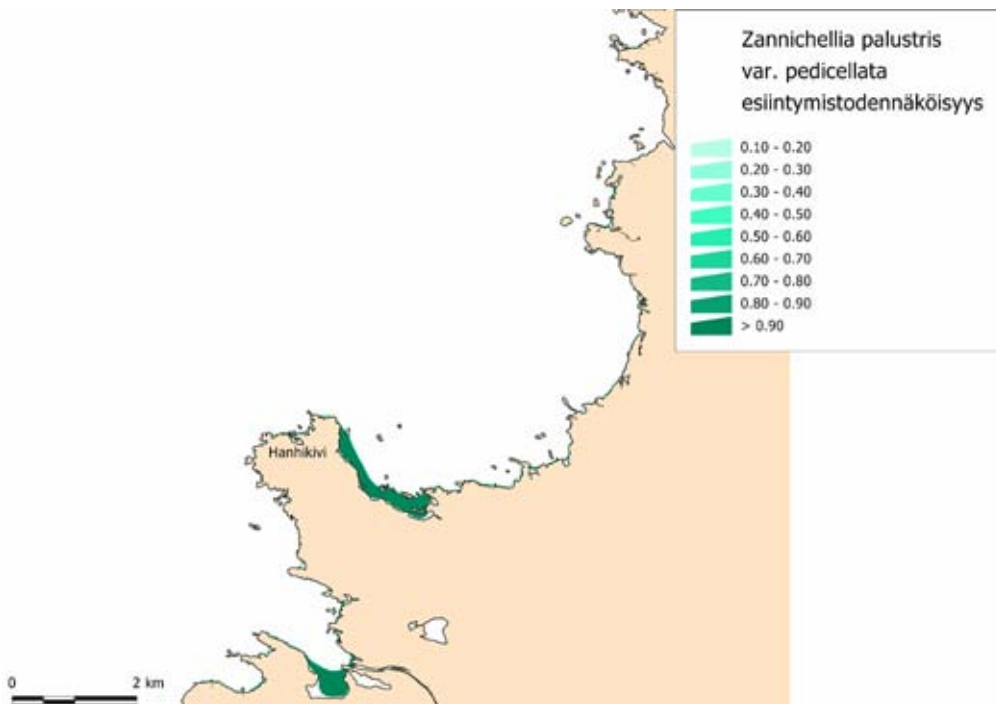
Kuva 1. Viherahdinparran (*Cladophora glomerata*) esiintymistodennäköisyys Hanhikiven alueella. Viherahdinpartaa kasvaa todennäköisemmin pinnasta 4 metrin syvyyteen kautta tutkimusalueen.



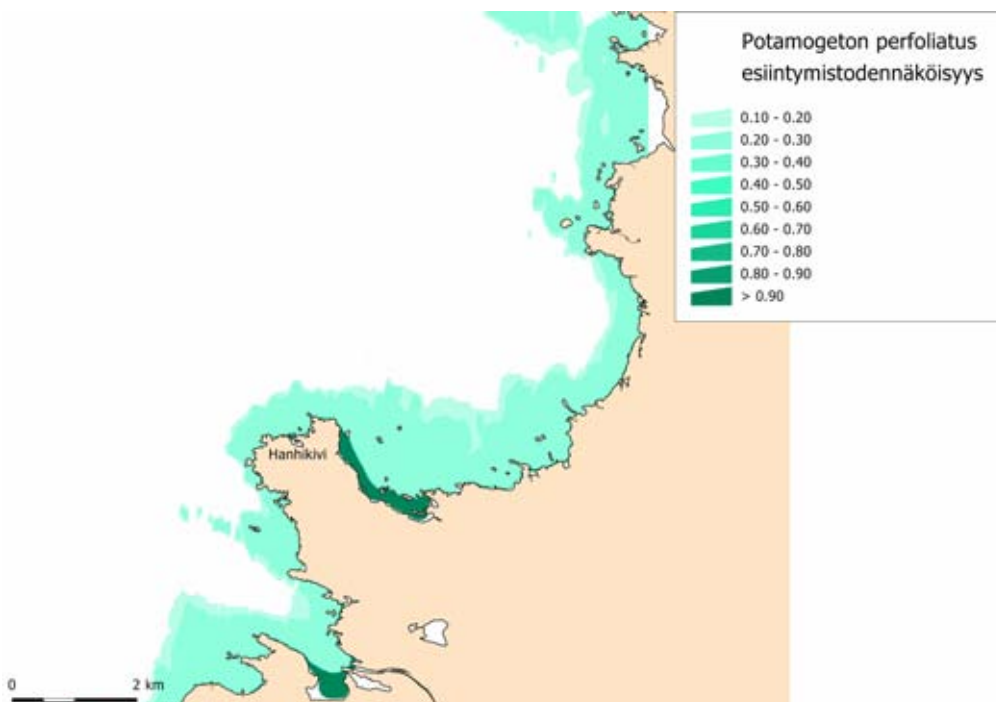
Kuva 2. Palleroahdinparran (*Cladophora aegagropila*) esiintymistodennäköisyys Hanhikiven alueella. Palleroahdinparran esiintymisen todennäköisyys tutkimusalueella kasvaa syvyyden myötä, kuitenkin siten, että yli 12 metrin syvyydestä sitä ei tavattu enää lainkaan. Kartassa tummin vihreä edustaa 10–15 metrin syvyysvyöhykettä.



Kuva 3. Mukulanäkinparran (*Chara aspera*) esiintymistodennäköisyys Hanhikiven alueella. Tutkimusalueella mukulanäkinpartaa kasvaa todennäköisimmin Hanhikiven itäpuolisessa matalassa suojaisassa lahdessa.

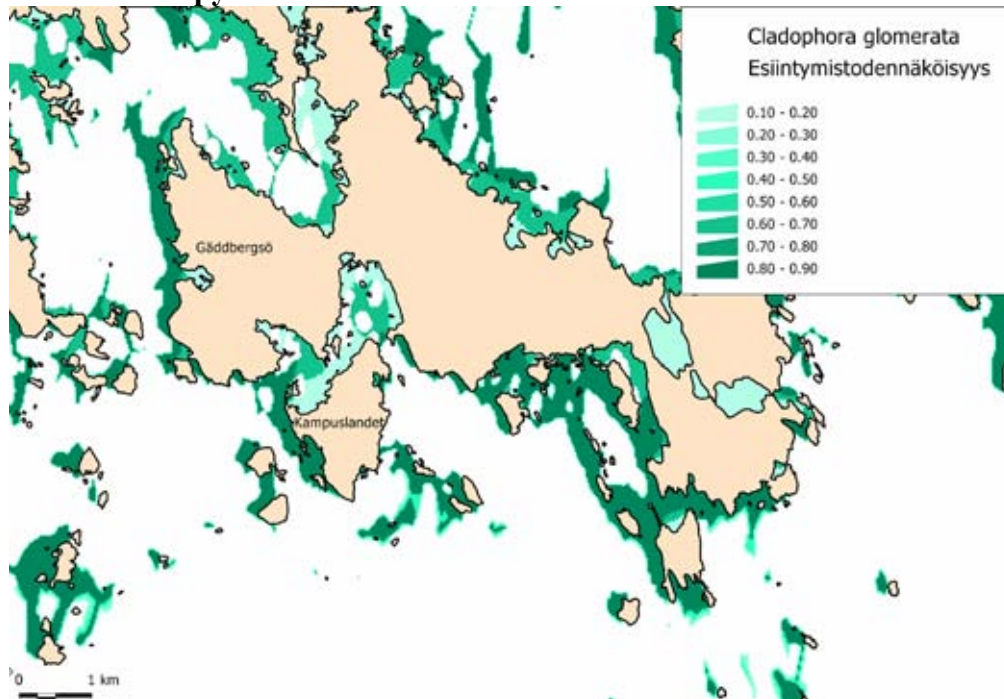


Kuva 4. Otahauran (*Zannichellia palustris* var. *pedicellata*) esiintymistodennäköisyys Hanhikiven alueella. Tutkimusalueella otahauraa kasvaa todennäköisimmin Hanhikiven itäpuolisessa matalassa suojaisassa lahdes-
sa.

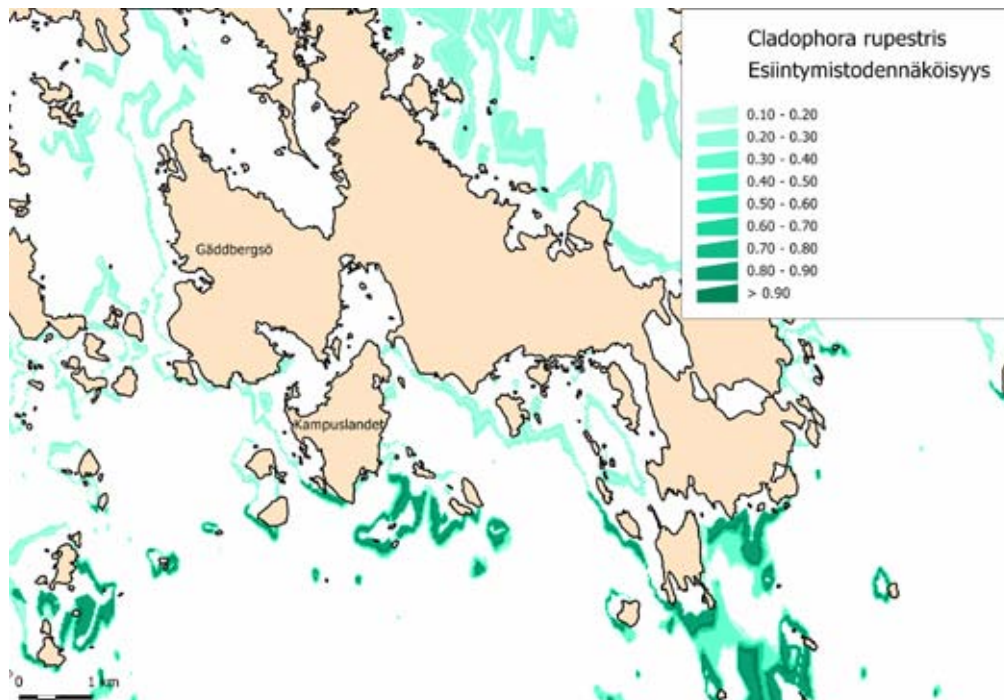


Kuva 5. Ahvenvidan (*Potamogeton perfoliatus*) esiintymistodennäköisyys Hanhikiven alueella. Tutkimusalueella ahvenvitaa kasvaa todennäköisimmin Hanhikiven itäpuolisessa matalassa suojaisassa lahdes-
sa.

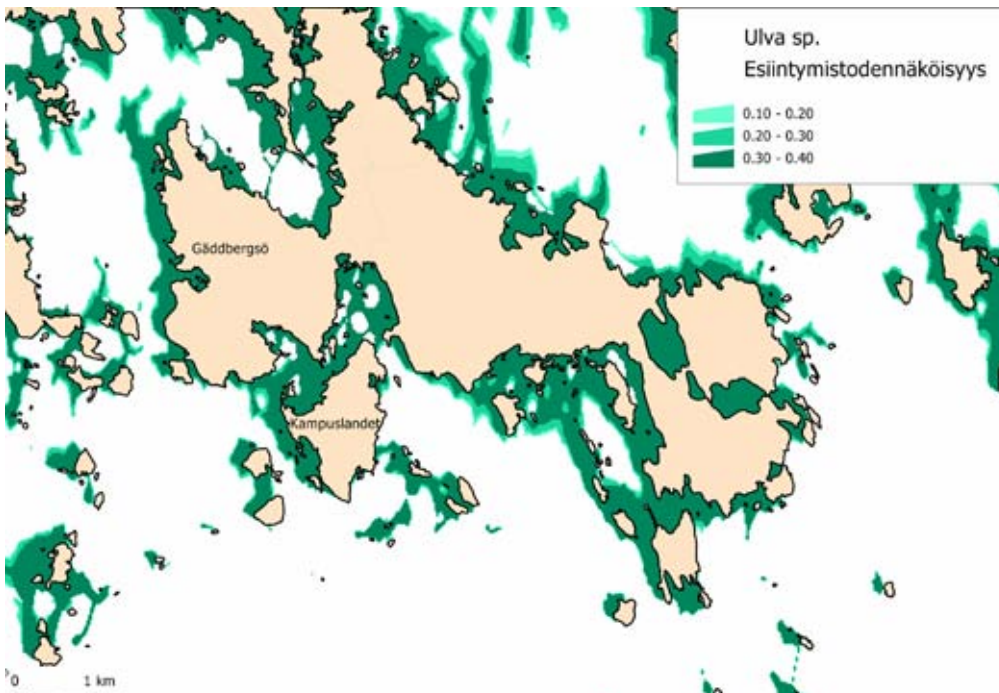
7.2 Ruotsinpyhtää



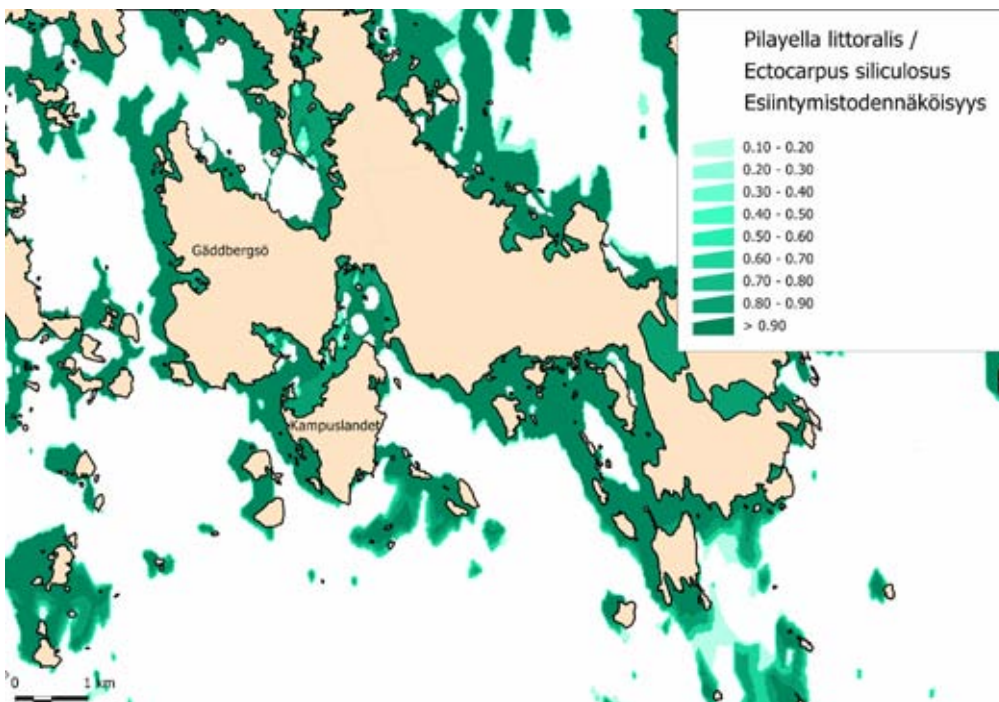
Kuva 6. Viherahdinparran (*Cladophora glomerata*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella viherahdinpartaa kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin kaakkois- ja länsipuolella alle kahden metrin syvyydessä vedessä.



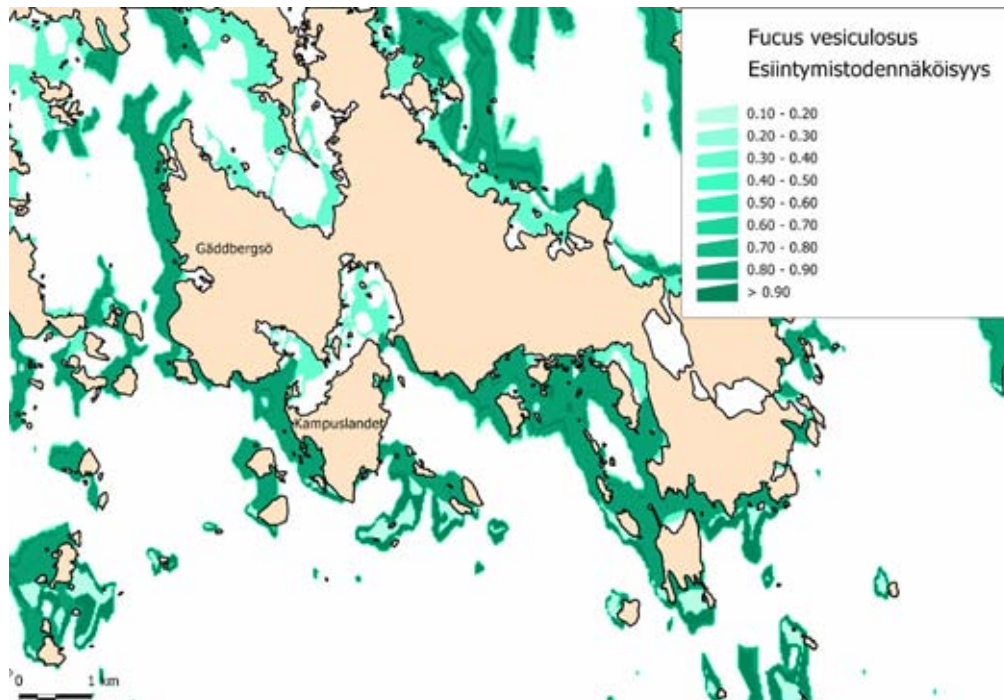
Kuva 7. Meriahdinparran (*Cladophora rupestris*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella meriahdinpartaa kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin kaakkois- ja lounaispuolella noin 2–6 metrin syvyydessä vedessä.



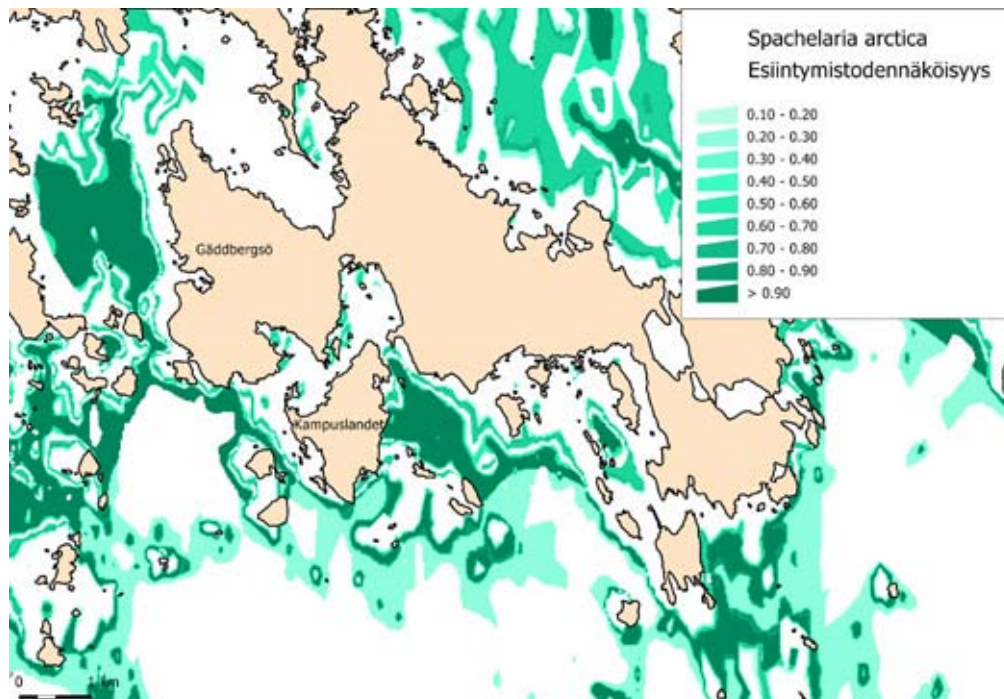
Kuva 8. Suolilevän (*Ulva* sp.) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella suolilevää kasvaa pienellä tai melko pienellä todennäköisyydellä Kampuslandetin kaakkois-, länsi- ja pohjoispuolella alle kahden metrin syvyydessä.



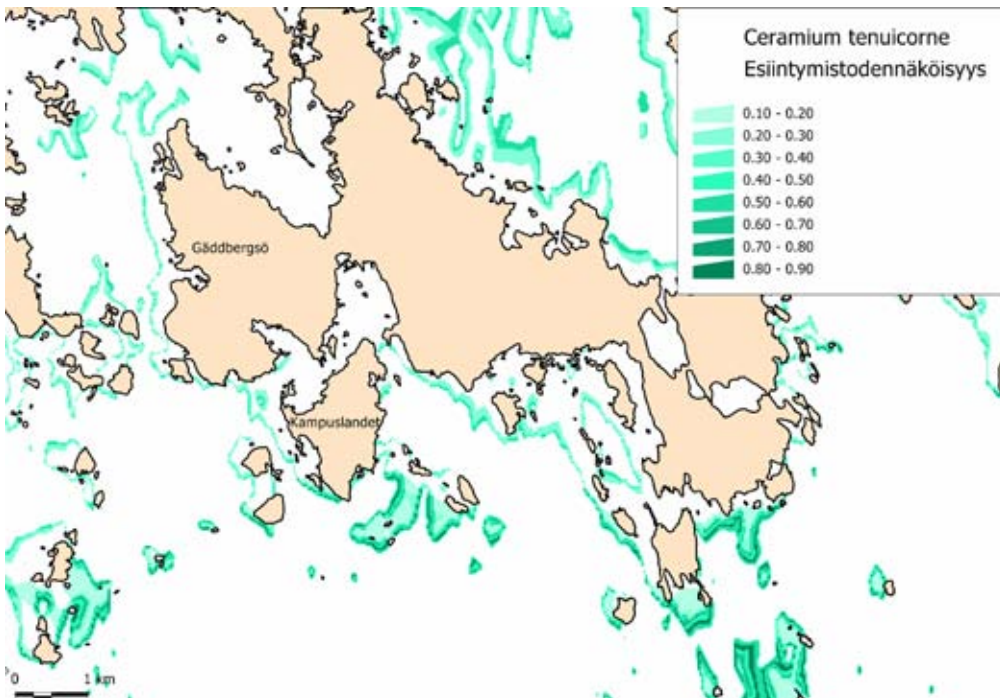
Kuva 9. Letti-/pilviruskolevän (*Pilayella littoralis/Ectocarpus siliculosus*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella lajit kasvavat todennäköisimmin Kampuslandetin kaakkois-, länsi- ja pohjoispuolella alle neljän metrin syvyydessä. Kartassa olevat valkoiset alueet edustavat sellaisia syvyys-avoimuus -yhdistelmätyyppejä, jollaisilla ko. lajia ei havaittu lainkaan tutkimusalueella.



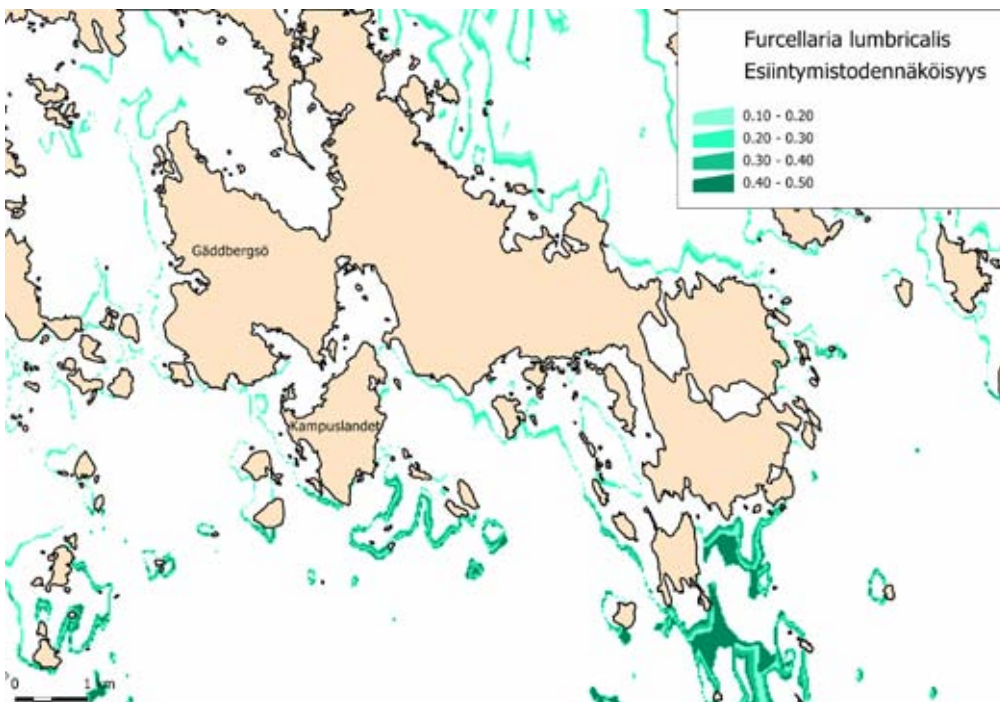
Kuva 10. Rakkolevän (*Fucus vesiculosus*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella rakkolevää kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin kaakkois- ja länsipuolella alle neljän metrin syvyisessä vedessä.



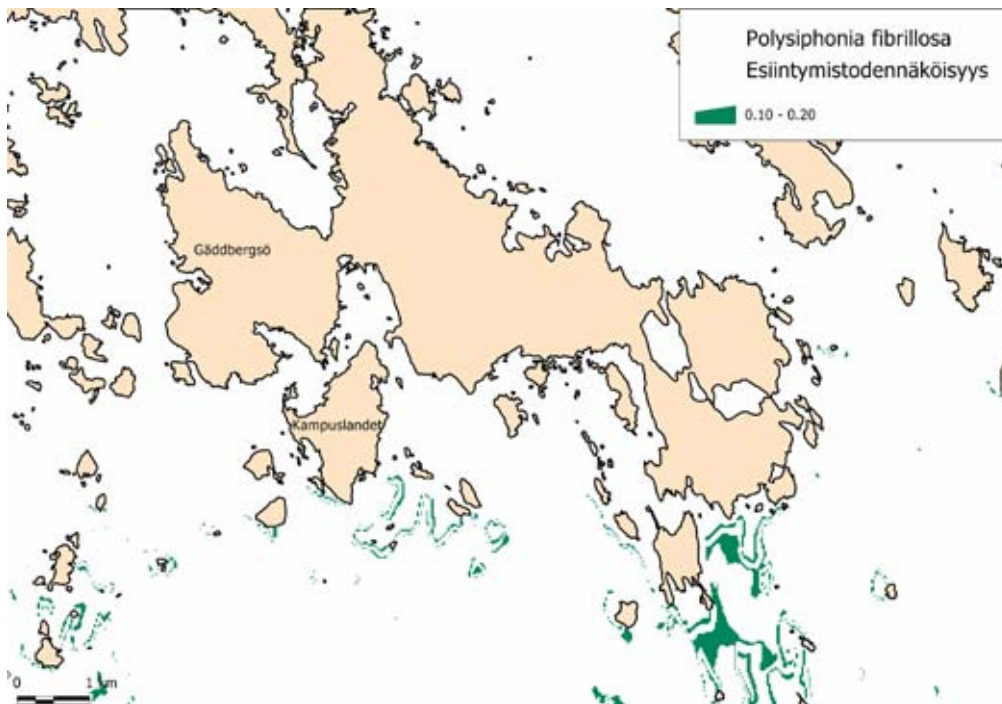
Kuva 11. Ruskokivitupsun (*Spachelaria arctica*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella ruskokivitupsua kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin itä- ja länsipuolella 2–10 metrin syvyisessä vedessä.



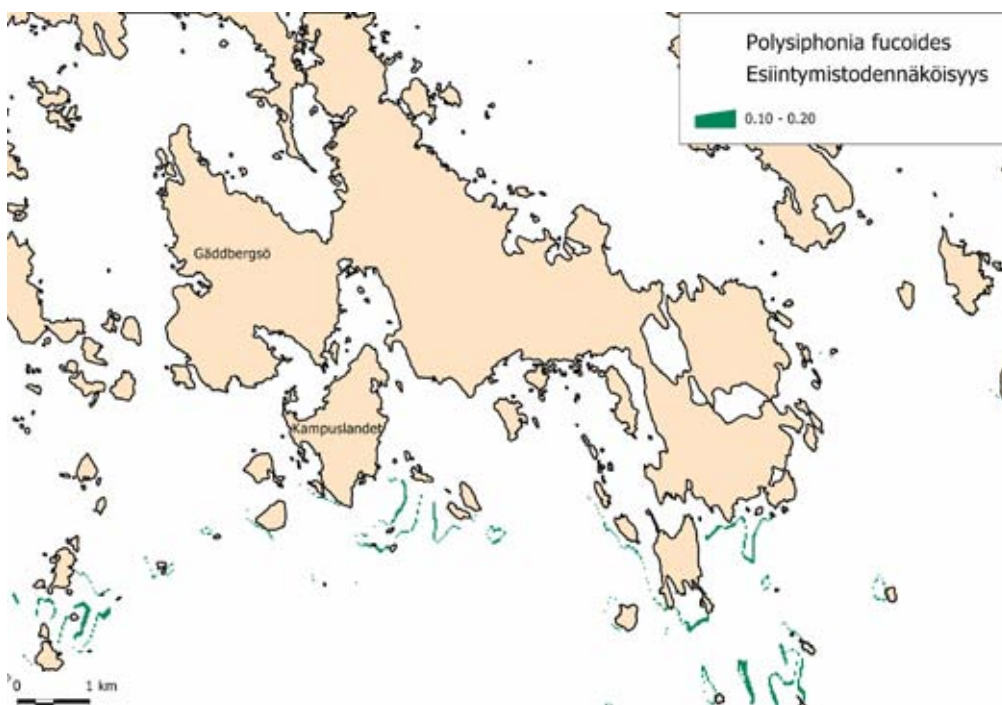
Kuva 12. Punahelmilevän (*Ceramium tenuicorne*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella punahelmilevää kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin eteläpuolella 1–6 metrin syvyydessä vedessä.



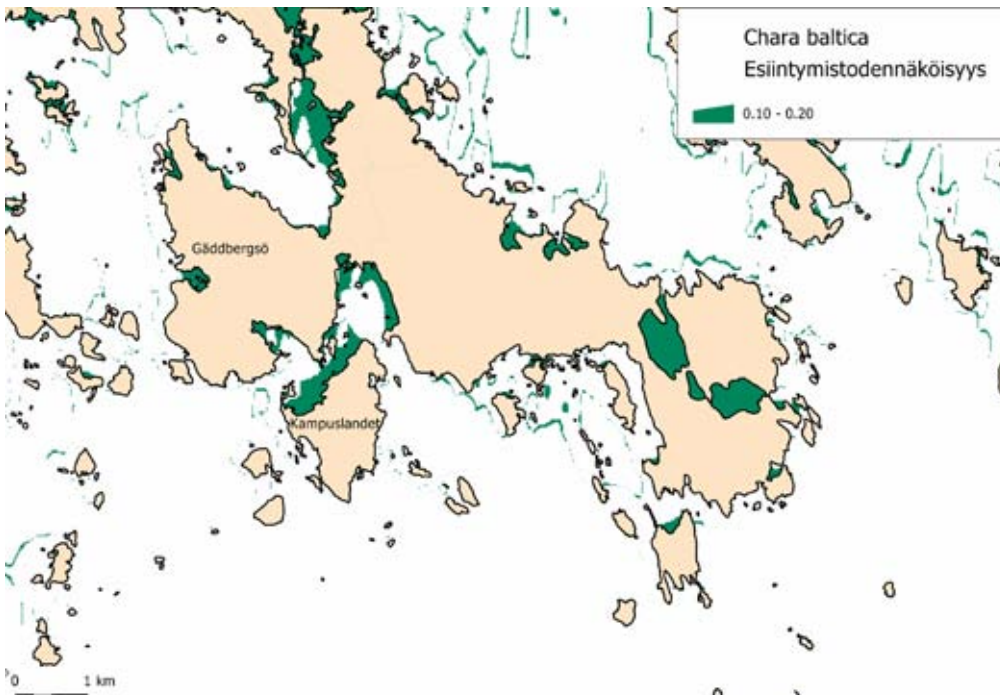
Kuva 13. Haarukkalevän (*Furcellaria lumbricalis*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella haarukkalevää kasvaa kohtalaisella todennäköisyydellä Kampuslandetin eteläpuolella 3–7 metrin syvyydessä vedessä.



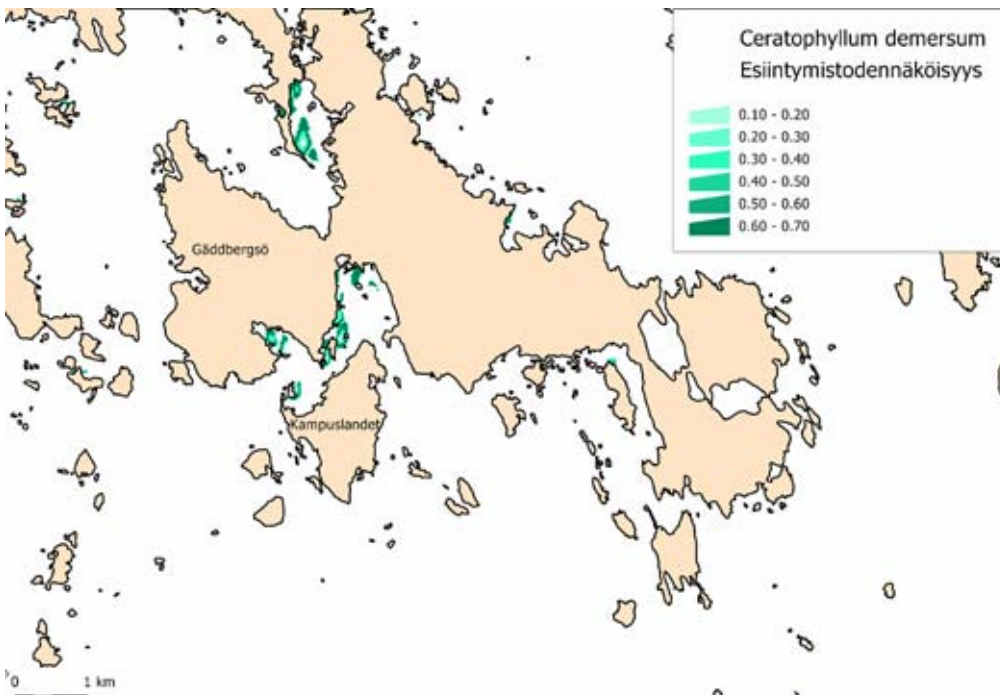
Kuva 14. Purppuraluulevän (*Polysiphonia fibrillosa*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella purppuraluulevää kasvaa pienellä todennäköisyydellä Kampuslandetin kaakkoispuolella 3–6 metrin syvyisessä vedessä.



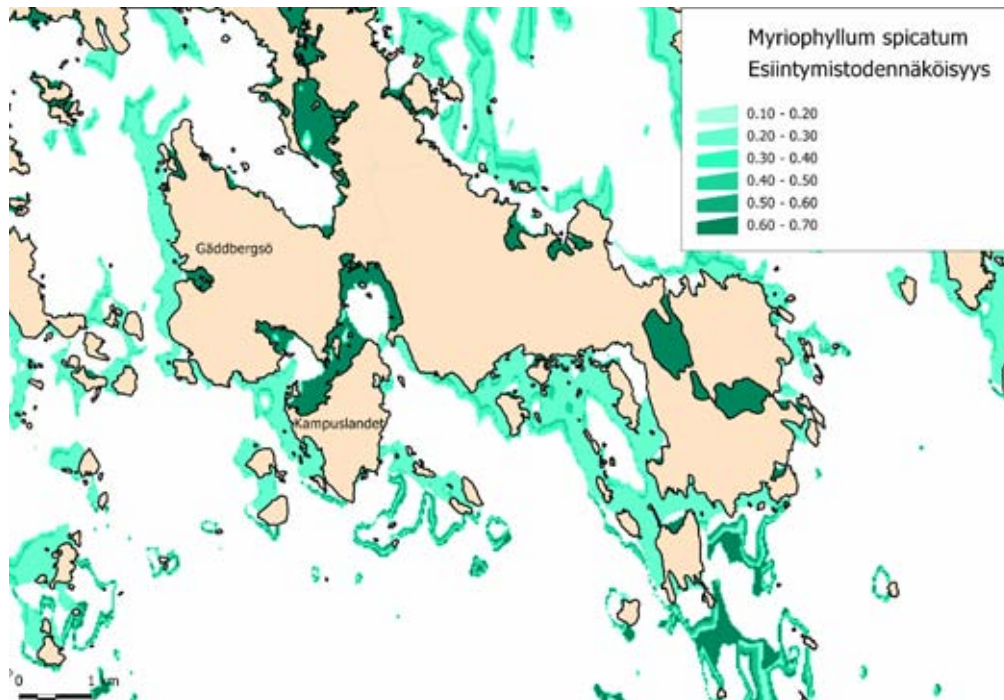
Kuva 15. Mustaluulevän (*Polysiphonia fucoides*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella mustaluulevää kasvaa pienellä todennäköisyydellä Kampuslandetin kaakkoispuolella 3–6 metrin syvyisessä vedessä.



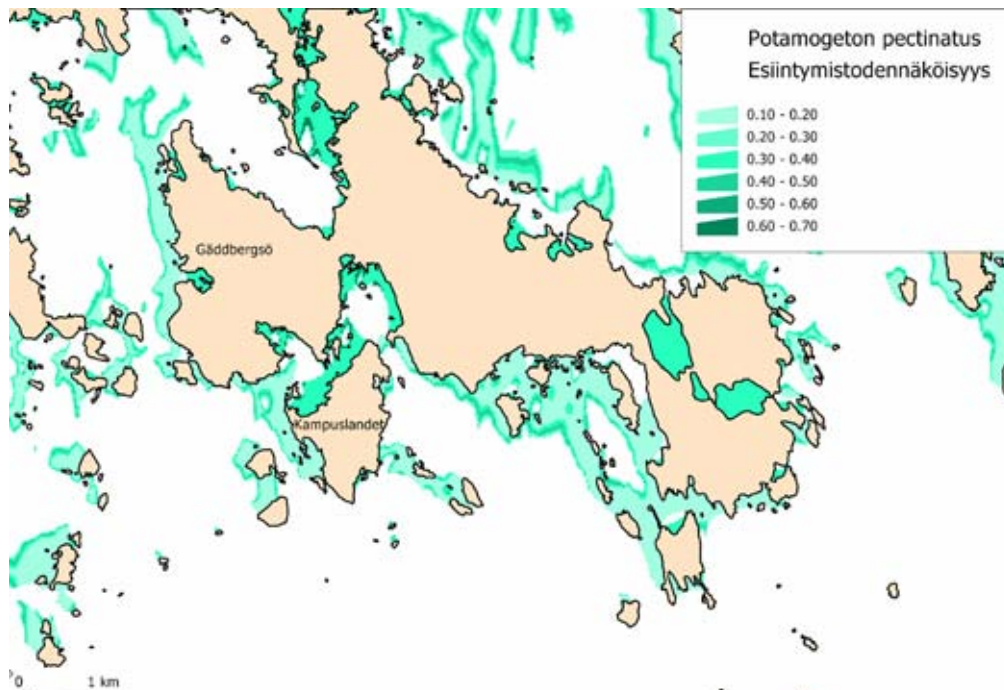
Kuva 16. Itämerennäkinparran (*Chara baltica*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella itämerennäkinpartaa kasvaa pienellä todennäköisyydellä Kampuslandetin luoteis- ja pohjoispuolella alle kahden metrin syvyisessä vedessä.



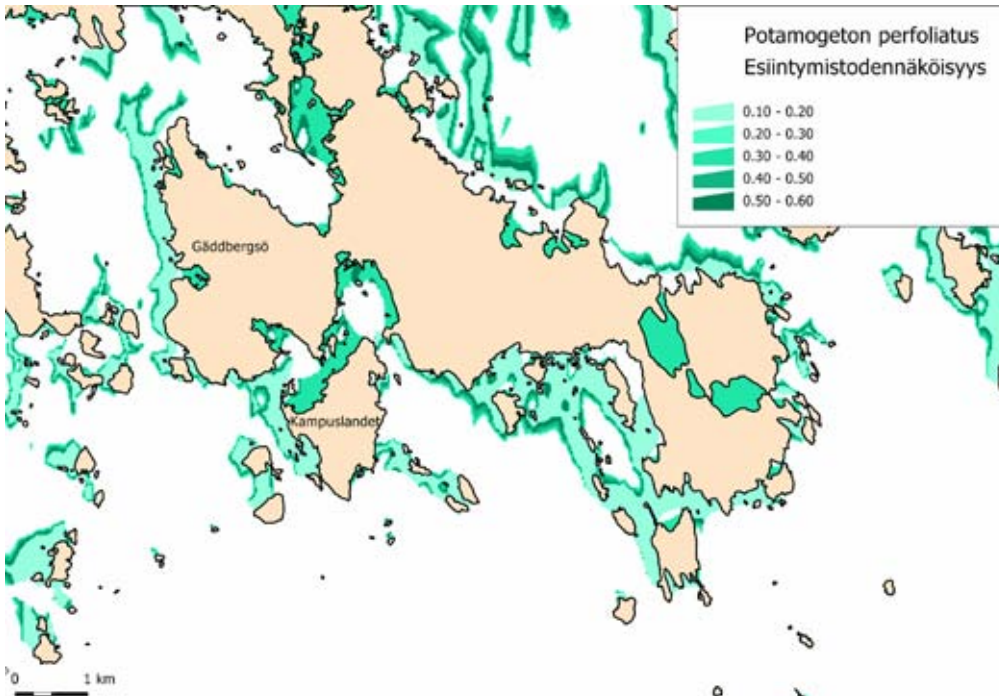
Kuva 17. Karvalehden (*Ceratophyllum demersum*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella karvalehteä kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin luoteis- ja pohjoispuolella. Laji kasvaa irtonaisena pohjalla.



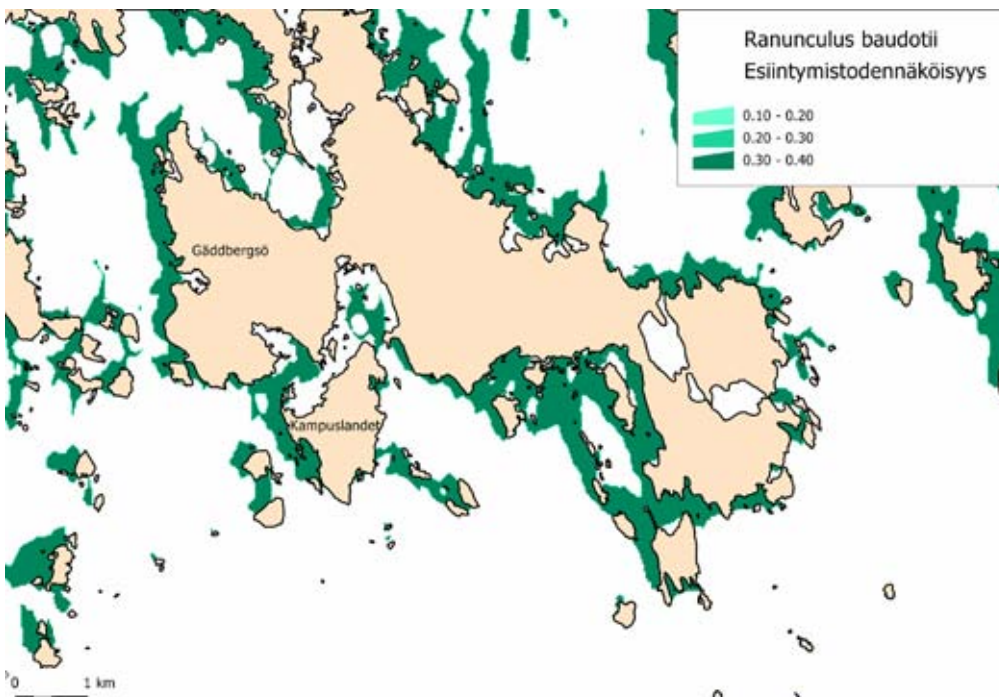
Kuva 18. Tähkä-ärviän (*Myriophyllum spicatum*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella tähkä-ärviää kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin luoteis- ja pohjoispuolella alle neljän metrin syvyydessä vedessä.



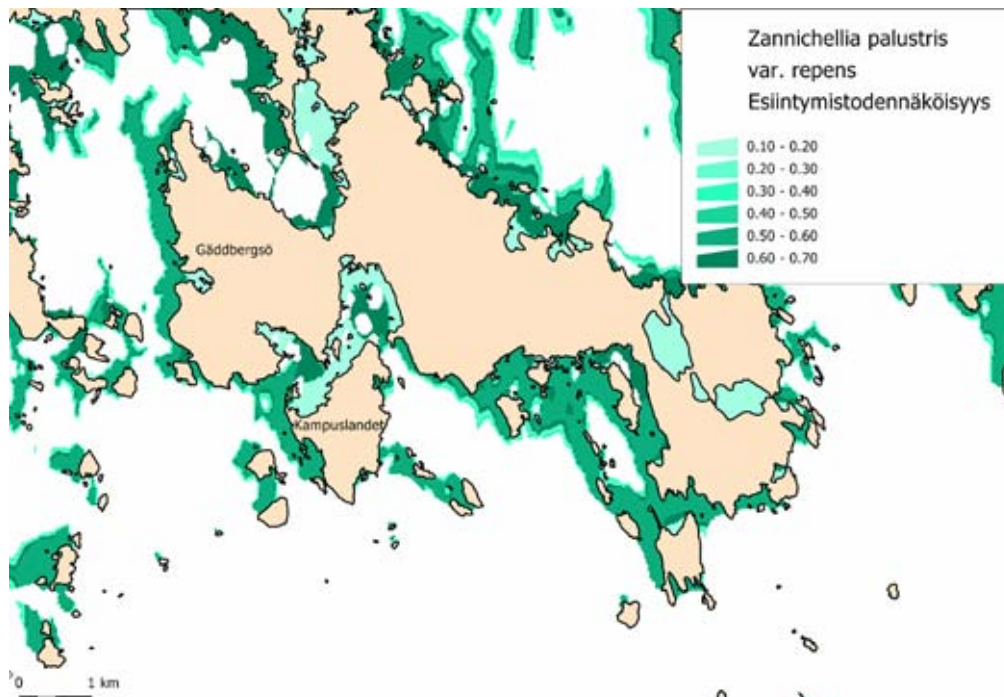
Kuva 19. Hapsividan (*Potamogeton pectinatus*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella hapsivitaa kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin pohjoispuolella alle kolmen metrin syvyydessä vedessä.



Kuva 20. Ahvenvidan (*Potamogeton perfoliatus*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella ahvenvita kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin pohjoispuolella alle neljän metrin syvyydessä vedessä.

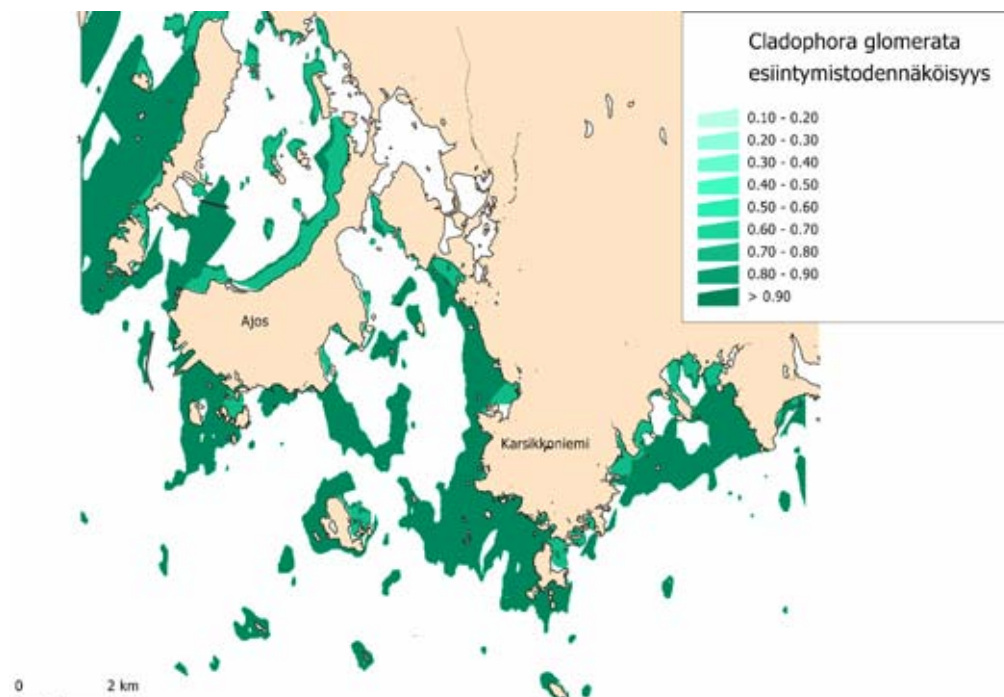


Kuva 21. Merisätkimen (*Ranunculus baudotii*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella merisätkinta kasvaa pienellä todennäköisyydellä Kampuslandetin itä-, länsi- ja pohjoispuolella alle kahden metrin syvyydessä vedessä.

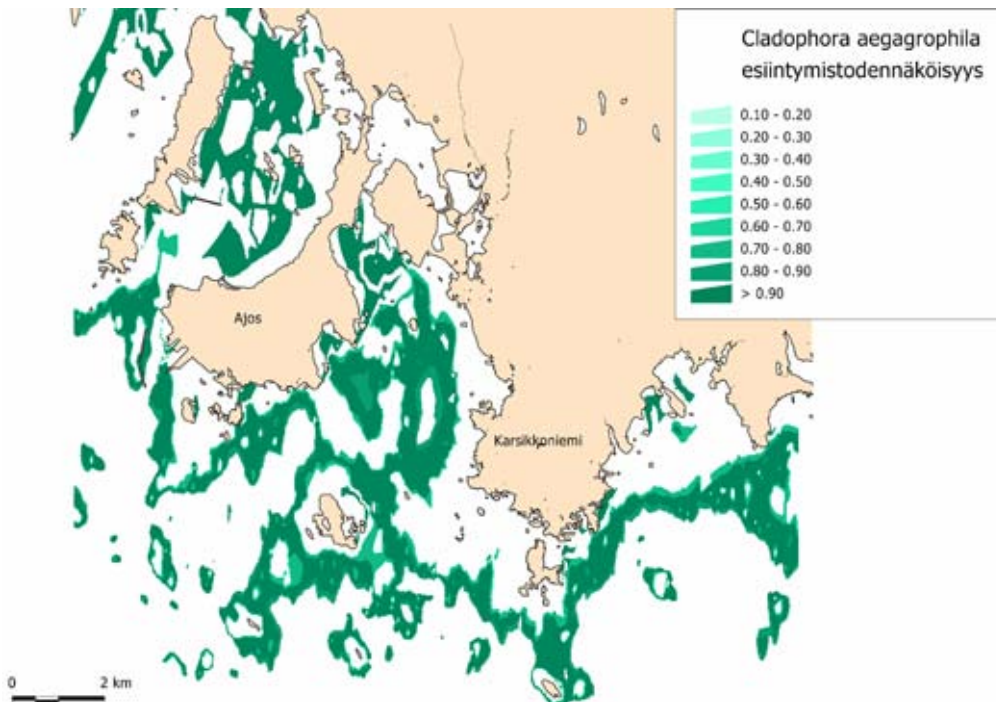


Kuva 22. Merihauran (*Zannichellia palustris* var. *repens*) esiintymistodennäköisyys Ruotsinpyhtään alueella. Tutkimusalueella merihauraa kasvaa todennäköisimmin Kampuslandetin itä-, länsi- ja pohjoispuolella alle kolmen metrin syvyisessä vedessä.

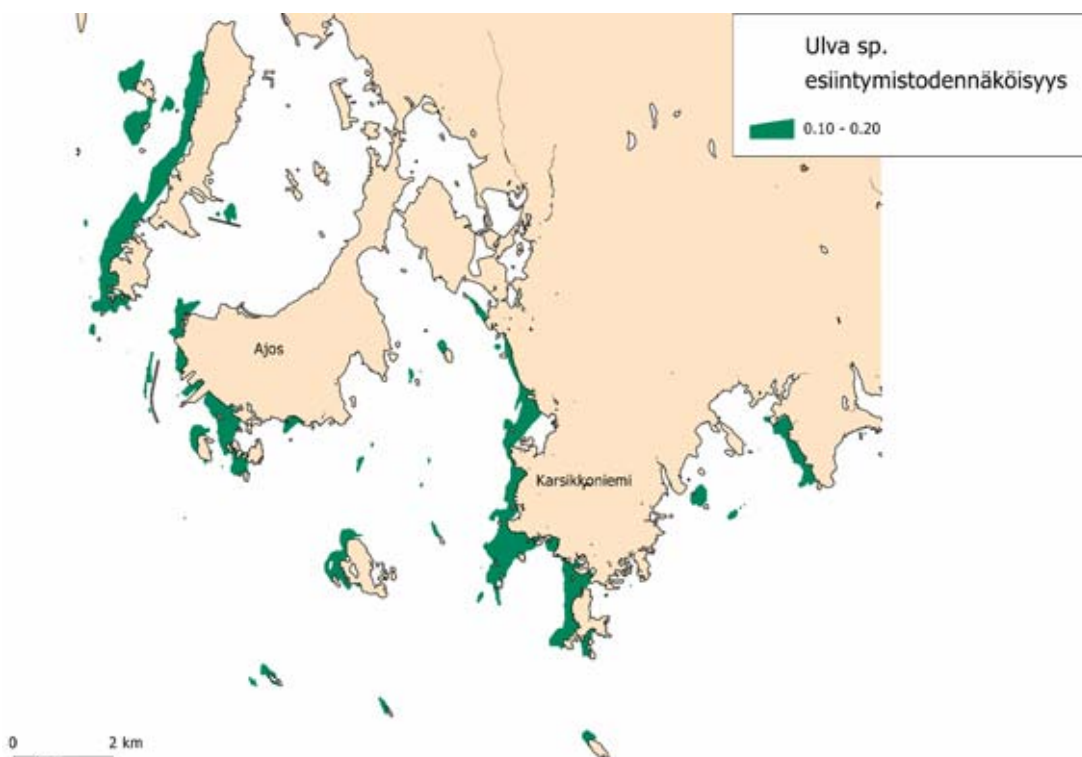
7.3 Simo



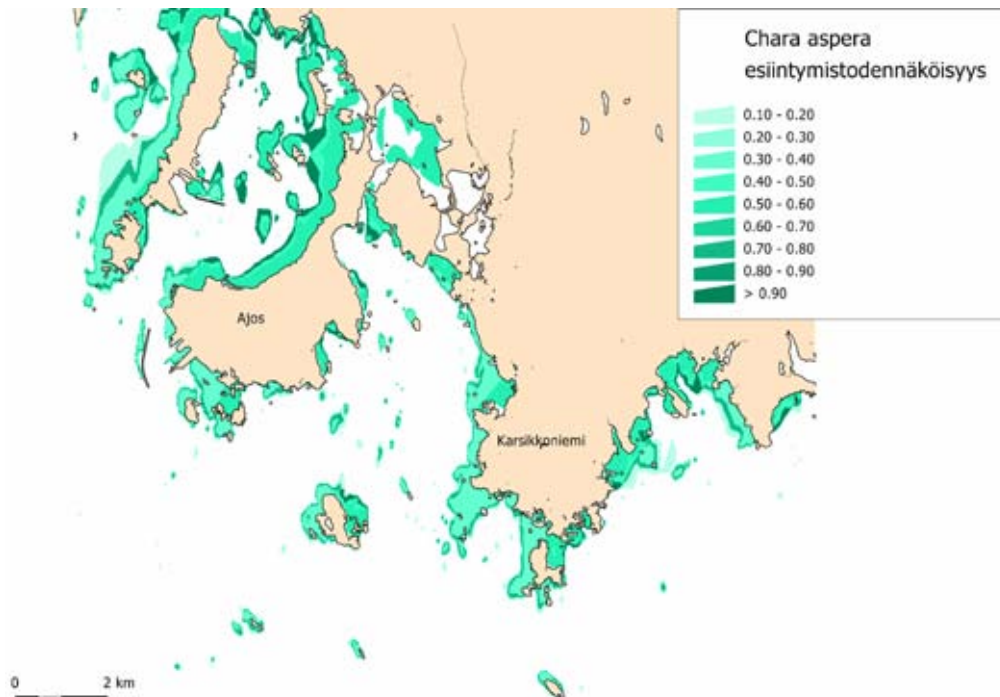
Kuva 23. Viherahdinparran (*Cladophora glomerata*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Viherahdinpartaa kasvaa todennäköisimmin 1–3 metrin syvydessä kautta tutkimusalueen.



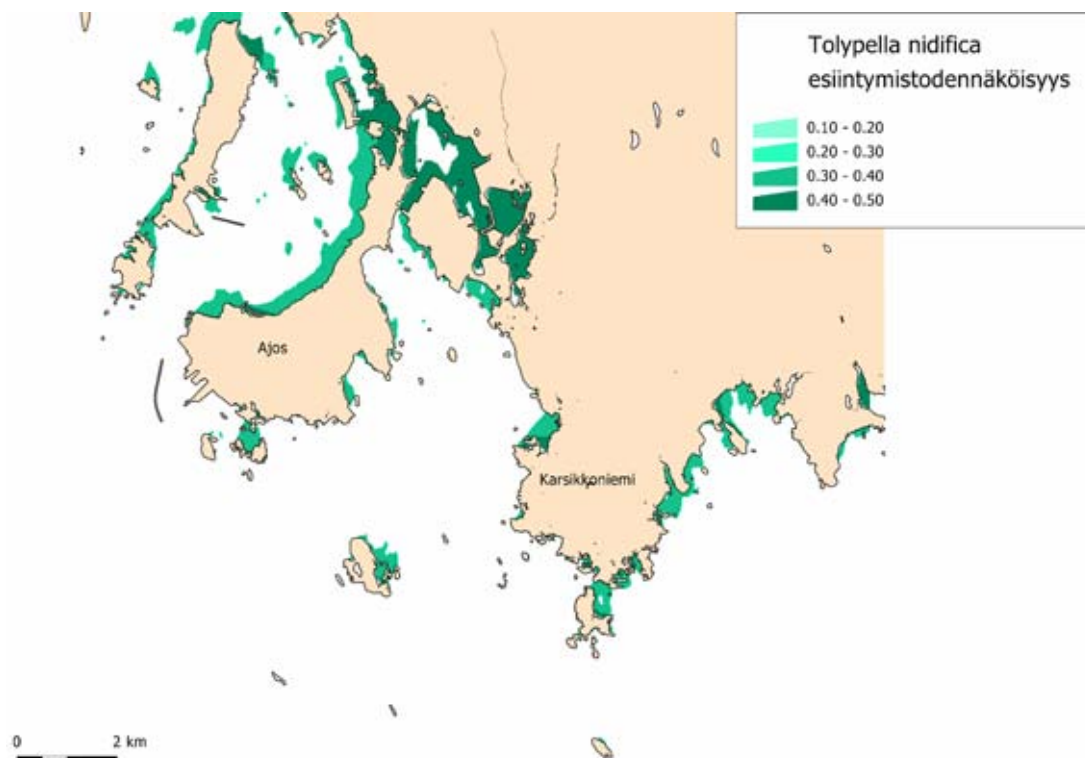
Kuva 24. Palleroahdinparran (*Cladophora aegagropila*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Palleroahdinpartaa kasvaa todennäköisimmin 3–8 metrin syvyydessä kautta tutkimusalueen.



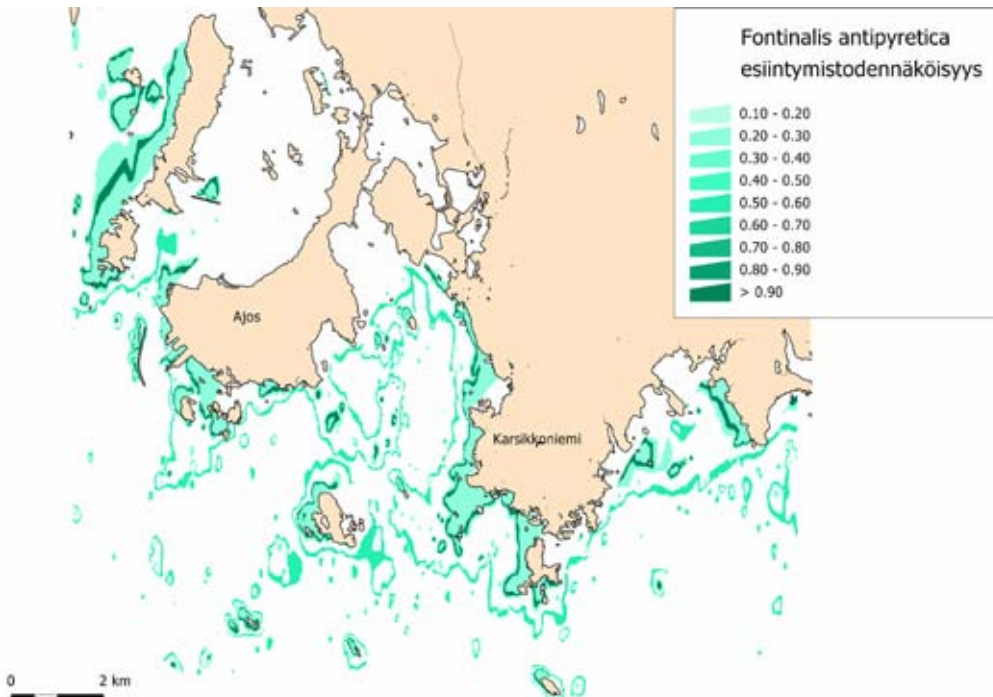
Kuva 25. Suolilevän (*Ulva* sp.) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Tutkimusalueella suolilevää kasvaa pienellä todennäköisyydellä Karsikon itä- ja länsipuolella, sekä Ajoskrunnin luoteispuolella alle metrin syvyydessä.



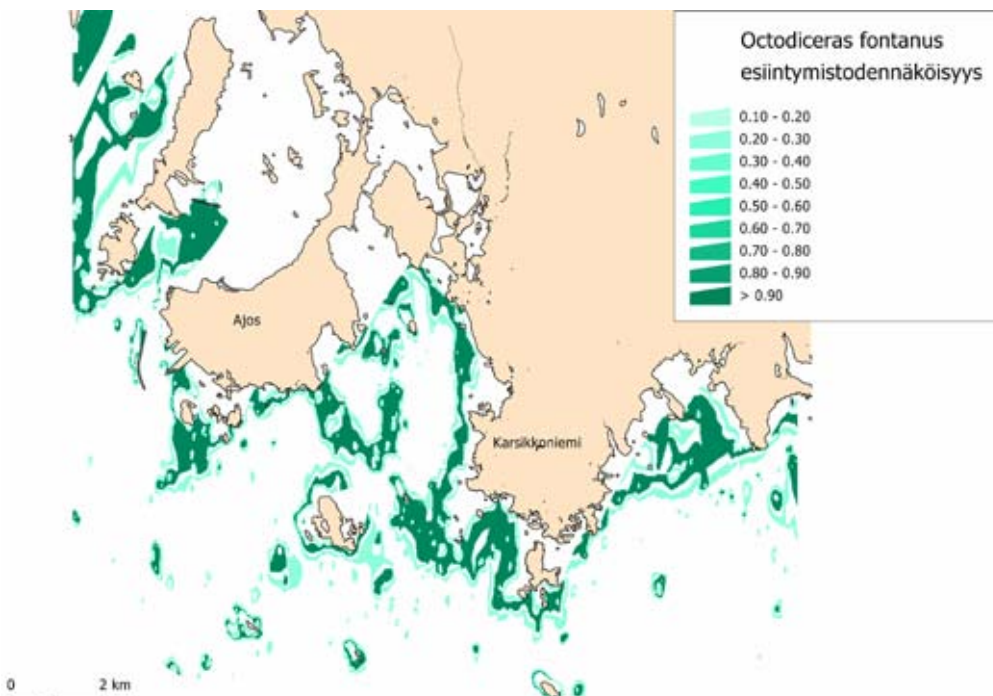
Kuva 26. Mukulanäkinparran (*Chara aspera*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Tutkimusalueella mukulanäkinpartaa kasvaa todennäköisimmin Ajoksen länsipuolella sekä Ajoskrunnin luoteispuolella alle kahden metrin syvyydessä.



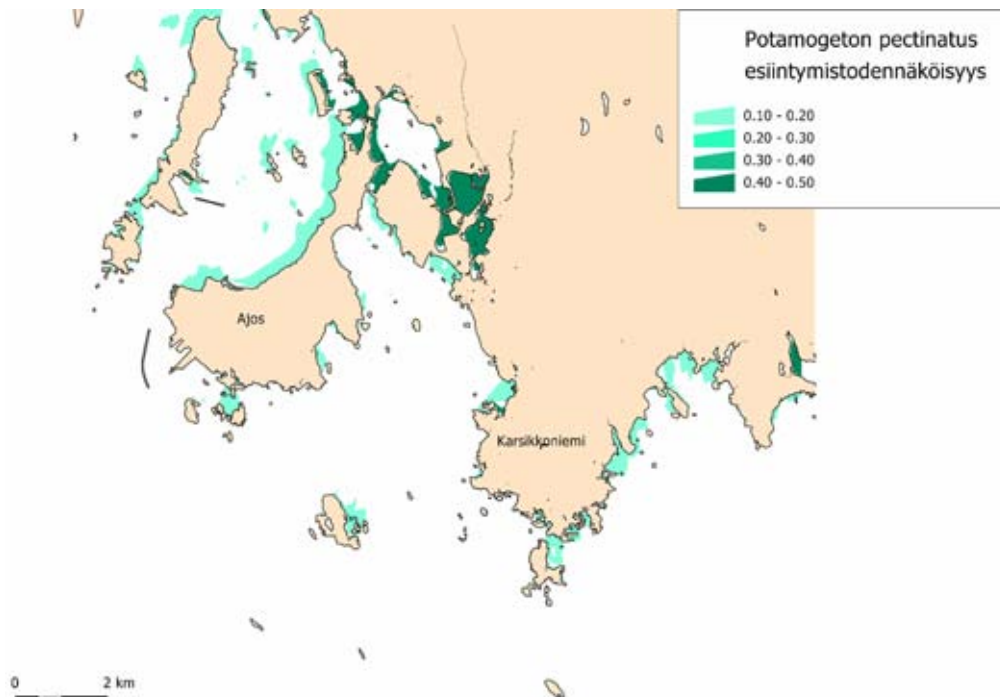
Kuva 27. Merisykeröparran (*Tolypella nidifica*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Tutkimusalueella merisykeröparrtaa kasvaa kohtalaisella todennäköisyydellä Ruumiskarinnokan pohjoispuolisessa matalassa lahdessa alle metrin syvyydessä.



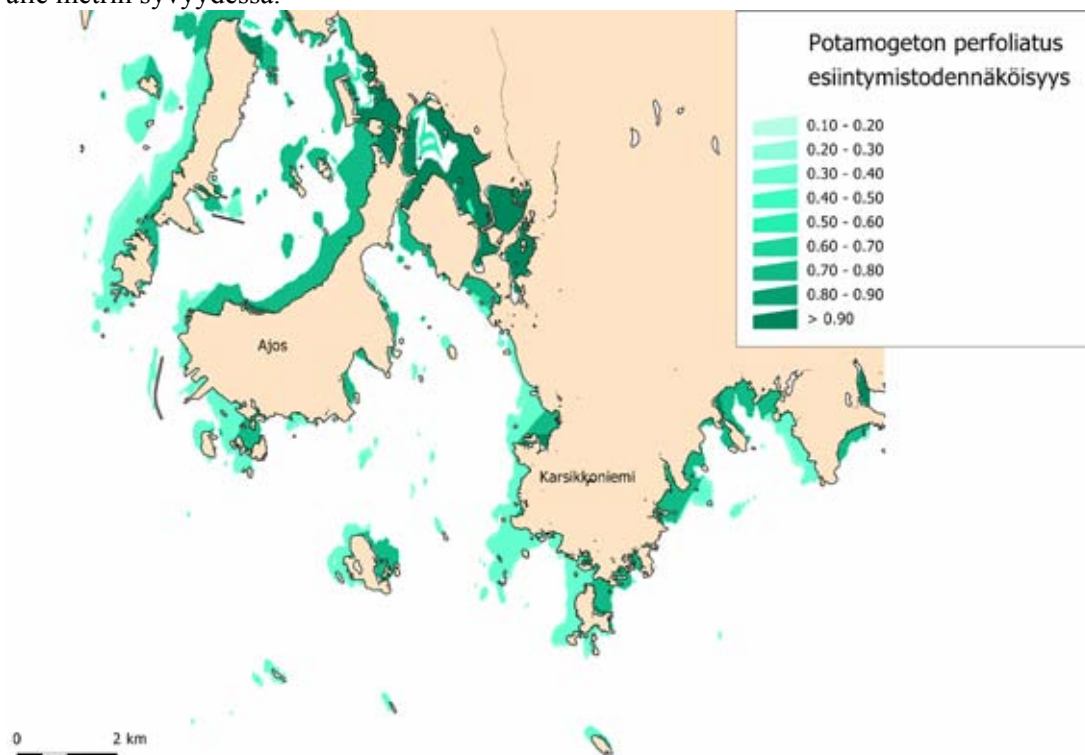
Kuva 28. Isonäkinsammalen (*Fontinalis antipyretica*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Tutkimusalueella isonäkinsammalta kasvaa todennäköisimmin 1–6 metrin syvyydessä koko Karsikon niemen edustalla, Ajoskruunun länsipuolella sekä Ajoksen kaakkoispuolella.



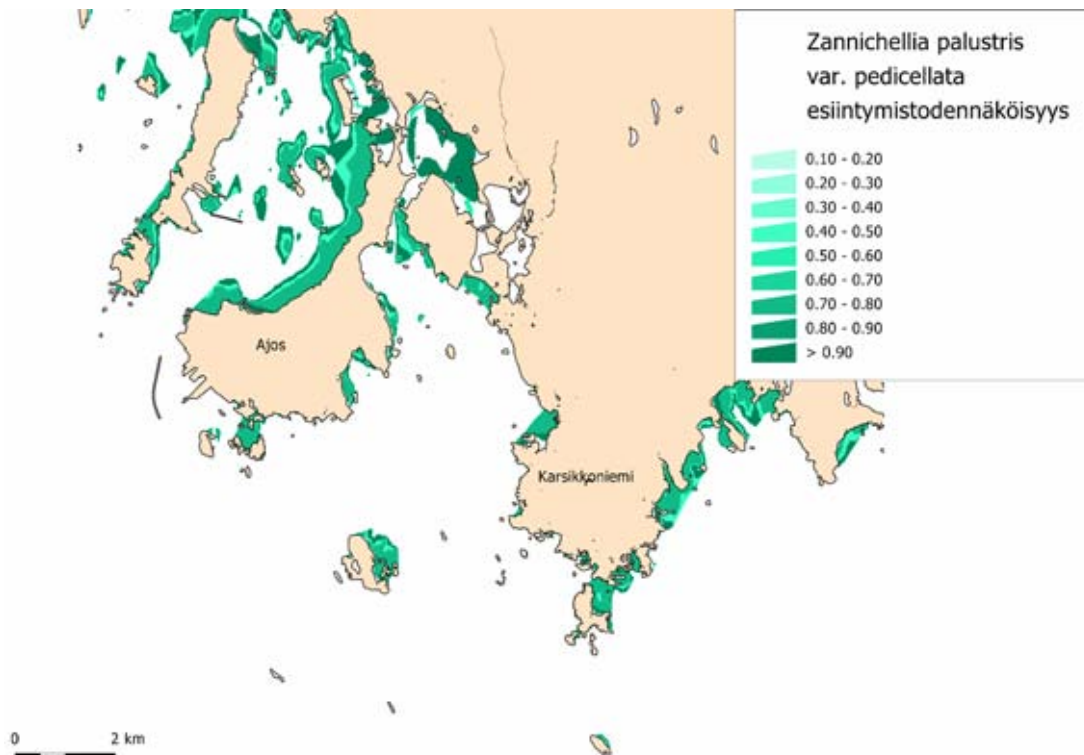
Kuva 29. Vellamonsammalen (*Octodicerus fontanus*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Vellamonsammalta kasvaa todennäköisimmin 1–6 metrin syvyydessä kautta tutkimusalueen. Ennustekarttaa tulkittaessa on otettava huomioon, että Veitsiluodon lahdella tuskin esiintyy laajoilla alueilla sammalen kiinnittymiseen soveltuvaa kovaa pohjaa johtuen tehdasalueen rehevöittävästä vaikutuksesta. Tehtaan lähialueella lahti on rehevöitymisvaikutuksen myötä muuttunut upottavaksi lietepohjaksi.



Kuva 30. Hapsividan (*Potamogeton pectinatus*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Tutkimusalueella hapsivitaa esiintyy kohtalaisella todennäköisyydellä Ruumiskarinnokan pohjoispuolisessa matalassa lahdessa alle metrin syvyydessä.



Kuva 31. Ahvenvidan (*Potamogeton perfoliatus*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Tutkimusalueella ahvenvitaa esiintyy todennäköisimmin Ruumiskarinnokan pohjoispuolisessa matalassa lahdessa alle kahden metrin syvyydessä.



Kuva 32. Otahaura (*Zannichellia palustris* var. *pedicellata*) esiintymistodennäköisyys Karsikon alueella. Tutkimusalueella otahauraa esiintyy todennäköisimmin Ruumiskarinnokan pohjoispuolisessa matalassa lahdessa alle kahden metrin syvyydessä.

8 LIITE 2 SELITYKSET SUKELLUSAINIESTON TAULUKOIHIN

Jokaisesta havainnosta on merkitty omalle rivilleen liikkuvalla (Mobile) ja ei liikkuvalla (Non mobile) pohjalla esiintyvä lajisto, mikäli molempia esiintyi										
Irtonaisen sedimentin määrän arvioiminen pohjilta:										
0 Ei lainkaan tai tuskin havaittavasti										
1	Vähän; sedimentti ei peitä kasveja, mutta varsinkin vaakapinnoilla voi kädellä aikaan saadulla virtauksella sedimenttiä havaita									
2	Kohtalaisesti; varsinkin vaakapinnoilla, mutta itse vesikasvien päällä tuskin havaittavasti									
3	Melko paljon; sedimenttiä havaittavasti myös kasvien päällä									
4	Paljon; vaakapinnoilla 0,5-1 cm:n kerros, peittää pienimmät levät niin, että lajintunnistuksen tekemiseksi pitää sedimentti huitoa pois									
5	Erittäin paljon; vaakapinnoilla yli 1 cm, peittää yleensä pienimmät levät									
Maalajien luokittelu (VELMU Wentworth 2009):										
Ø luokka [mm]	Maalaji	English								
> 4000	Kallio	Rock								
1200 - 4000	Iso lohkare	Large boulder								
600 - 1200	Pieni lohkare	Small boulder								
256 - 600	Iso kivi	Large cobble								
64 - 256	Kivi	Cobble								
16 - 64	Pieni kivi	Small cobble								
2 - 16	Sora	Gravel								
0.06 - 2	Hiekka	Sand								
> 0.06	Siltti	Silt								
> 0.06	Savi	Clay								
> 0.06	Lieju/muta	Mud								
	Turve	Peat								
	Puun rungot/oksat	Tree trunks/branches								
	Keinotekoinen kasvualusta	Artificial substrate								

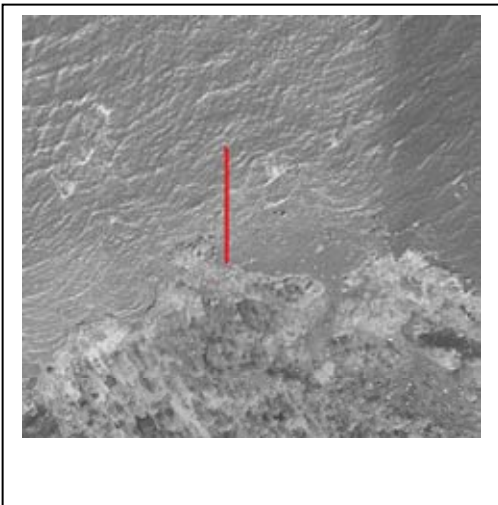
9 LIITE 3 PYHÄJOEN SUKELLUSAINIESTO

Liite 3 sisältää Pyhäjoen sukellusaineiston raakadatan. Liite 3 on excel-tilukkonä liian suuri tulostettavaksi ja sen saa erikseen pyydetessä Alleco Oy:stä sähköisesti.

10 LIITE 4

PYHÄJOEN HANHIKIVEN JÄÄHDYTYSVEDEN PURKUPAIKAN SUKELLUSAINESTO

Pyhäjoen Hanhikivelle suunnitellun jäähdytysveden purkupaikan lajisto				
Hanhikivi	12.9.2009		Havaintoalan leveys 1m	Sukeltajat: Marika ja Markku Yliniva
Linjan alku		Lat.	64° 32.115'	Lon. 24° 15.544' (Linjan alkupiste, josta ankkurimittaköysi 100m suoraan pohjoiseen)
Etäisyys	Syvyys	Sed	Pohjanlaatu	Lajit % peittävydet
0-10 m	<1m	2	R15% ST30 SST20% M15% G10%	Zannichellia palustris var. repens 10% Potamogeton perfoliatus 1% Triglochin maritima 10% Myriophyllum alterniflorum 3% Eleocharis uniglumis 10% Eleocharis acicularis 1% piilevä sp. Batrachiospermum sp. Cladophora glomerata 1%
10-20 m	<1m	2	R30% ST40% SST25% G10%	Zannichellia palustris var. repens 10 % Triglochin maritima 4% Potamogeton perfoliatus 1% Chara aspera 5% Myriophyllum alterniflorum 1% Eleocharis uniglumis 6% piilevä sp. Batrachiospermum sp.
20-30 m	<1m	2	R25% ST40% SST25% G20%	M. spicatum 1% P. perfoliatus 2% Zannichellia palustris var. repens 2% piilevä (kivien päällystät) Batrachiospermum sp.
30-40 m	<1m	2	R5% ST50% SST30% G15%	M. spicatum 1% C. glomerata 1% piilevä (kivien päällystät) Batrachiospermum sp.
40-50 m	<1m	2	BST15% ST30% G5% S50%	Zannichellia palustris var. repens 5% M. spicatum 1% Cladophora glomerata piilevä (kivien päällystät) Batrachiospermum sp.
50-60 m	<1,5m	2	ST30% SST10% G10% S50%	Chara globularis 10% Zannichellia palustris var. repens 5% M. spicatum 1% Cladophora glomerata Chara sp. 30% levä 1% piilevä (kivien päällystät) Batrachiospermum sp.
60-70 m	<1,5m	2	ST20% SST20% G10% S50%	Chara globularis 10% Cladophora glomerata Chara sp. 20% piilevä (kivien päällystät) Batrachiospermum sp.
70-80 m	2m	2	ST30% SST10% G10% S50%	Chara globularis 10% C. perfoliatus 1% piilevä (kivien päällystät) Batrachiospermum sp.
80-90 m	2m	3	BST10% ST30% SST10% G10% S40%	Chara globularis 10% Chara sp. 20% piilevä (kivien päällystät) Batrachiospermum sp.
90-100 m	2m	3	ST20% SST10% G20% S50%	Chara globularis 3% piilevä (kivien päällystät) Batrachiospermum sp.
				Näkyvyys vedessä 15-20 cm. Tuuli 7m/s lounaasta. Aallonkorkeus 0,5 m
				Vesisammalia ei löytynyt linjalta, eikä myöskään lisätarkastelussa linjan ulkopuolelta.



Vasemmalla ilmakuvassa Pyhäjoen Hanhikivelle suunnitellun jäähdytysveden purkupaikan läheisen sukelluslinjan todellinen lähtöpiste ja suunta.

11 LIITE 5
RUOTSINPYHTÄÄN SUKELLUSAINIESTO

Liite 5 sisältää Ruotsinpyhtään sukellusaineiston raakadatana. Liite 5 on excel-
taulukkona liian suuri tulostettavaksi ja sen saa erikseen pyydetessä Alleco Oy:stä
sähköisesti.

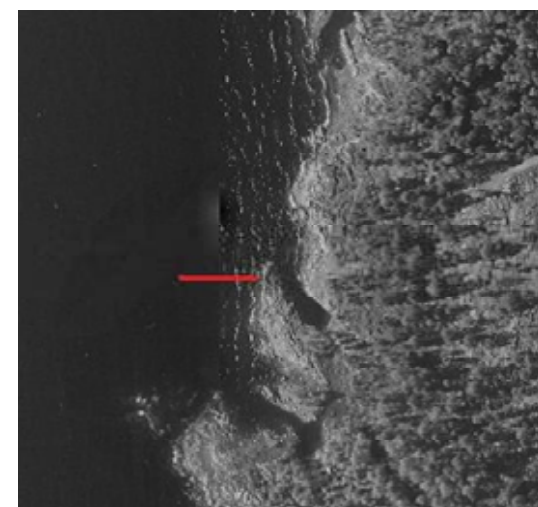
12 LIITE 6
SIMON SUKELLUSAINIESTO

Liite 6 sisältää Simon sukellusaineiston raakadatana. Liite 6 on excel-taulukkona liian
suuri tulostettavaksi ja sen saa erikseen pyydetessä Alleco Oy:stä sähköisesti.

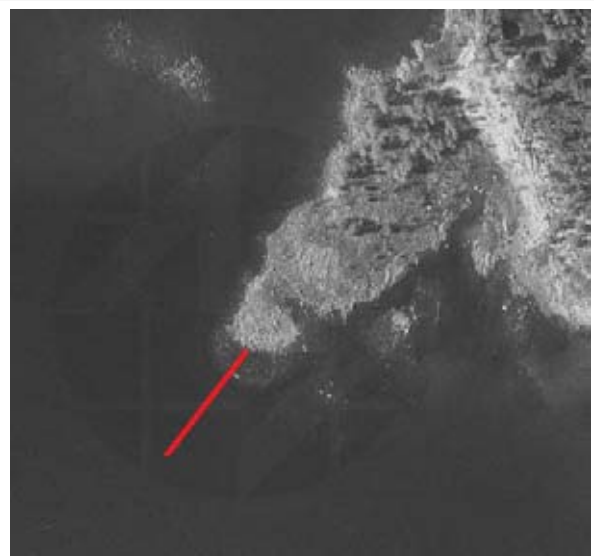
13 LIITE 7

SIMON KARSIKON JÄÄHDYTYSVEDEN PURKUPAIKKOJEN SUKELLUSAINEISTO

Simon Karsikkoon suunniteltujen jäähdytysvesien purkukohtien P1 ja P2 lajisto				
Karsikko P2	13.9.2009		Havaintoalan leveys 2m	Sukeltajat: Marika ja Markku Yliniva
Linjan alku		Lat.	65° 38.771'	Lon. 24° 39.65' (Linjan alkupiste josta ankkurimittaköysi 100m suoraan länteen)
Etäisyys	Syvyys	Sedim	Pohjanlaatu	Lajit % peittävydet
0-10 m	<1m	1	BST60% SB20% SST10% R10%	piilevä sp.
10-20 m	<1m	1	BST60% SB20% SST10% R10%	Fontinalis antipyretica 3% Chara aspera 4% callitriche hermaphroditica 1% Rhynchostegium riparioides 3% Nitella flexilis 4% piilevä sp. Batrachiospermum sp.
20-30 m	2m	2	BST60% SB20% S20%	Rhynchostegium riparioides 3% Octodicerias fontanum 2% Nitella flexilis 4% Chara aspera 4% piilevä sp. Batrachiospermum sp.
30-40 m	2m	2	BST60% SB20% SST10% R1%	Fontinalis antipyretica 3% Rhynchostegium riparioides 3% Potamogeton perfoliatus 1% callitriche hermaphroditica 1% chara aspera 3% nitella flexilis 3% piilevä sp. Batrachiospermum sp.
40-50 m	2,5m	2	BST60% SB20% SST10% R1%	Potamogeton perfoliatus 1% Fontinalis antipyretica 3% Rhynchostegium riparioides 3% Nitella flexilis 2% piilevä sp. Batrachiospermum sp.
50-60 m	3m	5	BST1% M99% (3cm) alla savi	ei kasveja
60-70 m	3,5m	5	BST1% M99% (3cm) alla savi	ei kasveja
70-80 m	3,5m	5	BST1% M99% (3cm) alla savi	ei kasveja
80-90 m	4m	5	BST1% M99% (3cm) alla savi	ei kasveja
90-100 m	4m	5	BST1% M99% (3cm) alla savi	ei kasveja
Näkyvyys vedessä 3m Tuuli 3m/s lännestä. Aallonkorkeus 0,3 m				
Näkinpartaisten prosenttipeittävydessä heittoa koska lajit hankala tunnistaa veden alla				
Oikealla ilmakuvassa Simon Karsikkoon suunnitellun purkupaikan läheisen sukelluslinjan todellinen lähtöpiste ja suunta.				



Karsikko P1	13.9.2009		Havaintoalan leveys 2m	Sukeltajat: Marika ja Markku Yliniva
Linjan alku		Lat.	65° 38.102'	Lon. 24° 40.702' (Linjan alkupiste josta ankkurimittaköysi 100m suoraan lounaaseenpohjoiseen)
Etäisyys	Syvyys	Sedim	Pohjanlaatu	Lajit % peittävyudet
0-10 m	<1m	1	SB60% BST30% R10%	piilevä sp 1% Batrachiospermum sp.
10-20 m	<1,5m	1	BST48% SB49% ST2% G2%	Fontinalis antipyretica 3% Rhynchostegium riparioides 3% Nitella flexilis 3%
20-30 m	1,5m	1	S99% SB1%	piilevä sp 1% Batrachiospermum sp. Cladophora aegagrophila 1%
30-40 m	2m	1	S99% ST1%	piilevä sp 1% Batrachiospermum sp.
40-50 m	2m	1	S99% ST1%	piilevä sp 1% Batrachiospermum sp. Chara sp.
50-60 m	2m	2	S99% SB1%	piilevä sp 1% Batrachiospermum sp.
60-70 m	3m	2	S99% ST1%	piilevä sp 1% Batrachiospermum sp. Cladophora aegagrophila 1% Ceramium tenuicorne 1%
70-80 m	3,5m	2	S100%	ei kasveja
80-90 m	4m	2	S100%	ei kasveja
90-100 m	4m	2	S99% ST1%	piilevä sp 1%



Näkyvyys vedessä 3m Tuuli 3m/s lännestä. Aallonkorkeus 0,3 m

Keräilyerä linjan ulkopuolelta* (P. perfoliatus., P. riparioides, F. adianthoides, N. flexilis), hiekkapohjaa paitsi rannassa

Rannassa, max 2-3 m

vasemmalla ilmakuvassa todellinen linjan lähtöpiste ja suunta