

TURUN YLIOPISTON
MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUKSEN JULKAISUJA

PUBLICATIONS FROM THE CENTRE FOR MARITIME STUDIES
UNIVERSITY OF TURKU

B 188
2012

SELKÄMEREN VEDENALAISEN LUONNON KARTOITUKSET



Anna Reunamo



TURUN YLIOPISTON
MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUKSEN JULKAISUJA

PUBLIKATIONER AV SJÖFARTSBRANSCHENS UTBILDNINGS- OCH
FORSKNINGSCENTRAL VID ÅBO UNIVERSITET

PUBLICATIONS FROM THE CENTRE FOR MARITIME STUDIES
UNIVERSITY OF TURKU

B 188
2012

SELKÄMEREN VEDENALAISEN LUON- NON KARTOITUKSET

Anna Reunamo

Pori 2012

JULKAISIJA / PUBLISHER:
Turun Yliopisto / University of Turku
MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUS
CENTRE FOR MARITIME STUDIES

Käyntiosoite / Visiting address:
ICT-talo, Joukahaisenkatu 3-5 B, 4. krs, Turku

Postiosoite / Postal address:
FI-20014 TURUN YLIOPISTO

Puh. /Tel. +358 (0)2 333 51
<http://mkk.utu.fi>

Painosalama Oy
Turku 2012
ISBN 978-951-29-4888-8 (nid.)
ISBN 978-951-29-4889-5 (PDF)
ISSN 1456-1824

TIIVISTELMÄ

Selkämeri on noin viidennes Itämeren pinta-alasta. Sen erikoispiirteet, kuten alhainen suolapitoisuus ja eteläistä Itämeren parempi happitilanne, vaikuttavat vedenalaisen luonnon rakenteeseen ja monimuotoisuuteen. Lajisto on samantyyppistä kuin Saaristomerellä, mutta tiedot lajien levinneisyysalueista ovat puutteellisemmat. SELMO (Selkämeren vedenalaisen luonnon monimuotoisuus) -hankkeen tavoitteena oli edistää ympäristötutkimusta ja siihen liittyvää verkostoitumista Satakunnan alueella. Tässä raportissa käydään läpi Selkämeren alueella tehtyjä vedenalaisen luonnon kartoituksia.

Euroopan vesipuitelidirektiivin (2000) tavoitteena on saavuttaa vesistöjen hyvä tila koko EU:n alueella vuoteen 2015 mennessä. Suomessa tätä direktiiviä toteutetaan lailla vesienhoidon järjestämisestä (1299/2004). Vedenlaisten luontotyyppien luokittelu on tärkeä työkalu vedenalaisen luonnon tilaa arviotaessa. Itämeren vähäsuolaisille rannikko-vesille eivät sovi valtameriin sovellettavat indeksit ja luokitteluperusteet sellaisenaan. Myös Itämeren vähäinen lajimäärä on huomioitava. Esimerkiksi 1996 kehitetty EUNIS (European Nature Information System)-habitaattiluokittelu vaatii vielä kehittelyä ja uusien biotooppiluokkien luomista Itämeren oloihin.

Suuri osa Selkämeren Suomen puoleisen rannikon vedenalaisen luonnon tilan selvityksistä on velvoitetarkkailujen ja YVA-arviointien seurauksena saatua tietoa. Velvoitetarkkailuissa toimija tarkkailee aiheuttamiaan päästöjä ja toimintansa vaikutusta ympäristön tilaan. Tarkkailut tehdään viranomaisten laatimien ohjeiden mukaisesti ja niistä laaditaan yleensä vuosiraportti. Myös kansallisen VELMU (vedenalaisen luonnon monimuotoisuus) -hankkeen puitteissa on tehty jonkin verran vedenalaisen luonnon kartoituksia Selkämerellä.

Koko Itämeressä on tavattu noin 100 vieraslajia, joista alle 70 lajia pystyy lisääntymään alueella. Vieraslajit ovat uhka myös Selkämerelle. Vuoteen 2010 mennessä Selkämerellä on havaittu 25 vieraslajia, joista 19 on alueelle vakiintuneita. Esimerkiksi amerikansukasmato on levinnyt tehokkaasti myös Selkämerelle ja Pohjanlahdelle asti. Se havaittiin ensimmäistä kertaa Suomen rannikkoalueilla 1990-luvulla.

Lisääntyvät käyttöpaineet myös Suomen merialueilla lisäävät myös vedenalaiskartoitusten tarvetta. Selkämeren rannikolla on paljon matalia lahtia ja saaristoja, joihin ihmistoiminnan aiheuttama käyttöpaine kohdistuu. Satamatoiminta, laivaliikenne, ruoppaukset ja esimerkiksi tuulivoiman rakentaminen vaativat merialuesuunnittelun kehittämistä tulevaisuudessa.

ABSTRACT

The Bothnian Sea consists of approximately one fifth of the Baltic Sea surface area. The oxygen levels are better and salinity is lower compared to the Southern Baltic Sea. These are some of the factors affecting the structure and diversity of the underwater nature of the Bothnian Sea. The species composition is similar to the Archipelago Sea; however, the knowledge of the species distribution at the Bothnian Sea is still insufficient. The goal of the SELMO (diversity of the underwater nature at the Bothnian Sea)-project was to promote environmental research and related networking in the Satakunta area, in Western Finland. This report reviews studies of underwater nature at the Bothnian Sea required by the legislation.

The objective of the European water framework directive (2000) is to achieve good quality of water bodies throughout the EU by the year 2015. In Finland this directive is implemented with the law of water management (1299/2004). The classification of marine biotopes is important for evaluation of the ecological status of the underwater nature. Most of the biological indices developed for marine classification are not suitable for the brackish conditions of the Baltic Sea. In addition, the number of species in the Baltic Sea is lower compared to the oceans. For example the EUNIS-classification system developed in 1996 requires modifications and creation of new habitat classes for the Baltic Sea conditions.

Most of the available information of the underwater nature of the Bothnian Sea in the Finnish coast is achieved by EIA assessments. The industry and other significant pollution causing parties are demanded to monitor the effects of their activities on the nature. Monitoring is made by guidelines defined by authorities and annual reports are often produced out of the results. The National VELMU (underwater biodiversity) project has also been performing some underwater nature mappings in the Bothnian Sea area.

Approximately 100 foreign species have been observed in the Baltic Sea. Less than 70 of these species can reproduce in the area. Alien species are a treat also in the Bothnian Sea. By the year 2010 there had been observed 25 foreign species in the area, out of which 19 species are settled to the area. For example *Marenzelleria viridis* has efficiently spread to the Bothnian Sea and all the way to the Gulf of Bothnia. It was first observed in Finnish coast in 1990s.

The increasing use of Finnish marine areas also requires more underwater nature studies. There are many shallow bays and archipelagoes in the Bothnian Sea coast and these are the areas where the biggest human caused pressure is directed at. Harbor activities, shipping, dredging and construction of windmills demand development of maritime spatial planning in the future.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	7
1.1	Tutkimuksen tausta	7
1.2	Raportin rakenne ja sisältö	9
2	VEDENALAISTEN LUONTOTYYPPIEN LUOKITTELU	11
2.1	Diversiteetti-indeksit	11
2.2	Pohjan luokitus ja erilaisilla pohjilla esiintyvät lajit	11
2.3	Itämeren rannikkoalueiden biotooppien luokittelu	13
2.3.1	EUNIS-habitaattiluokittelu	14
2.3.2	BalMar-luokittelutyökalu	15
2.3.3	Punainen lista ja biotoopit	15
2.3.4	Natura 2000 – ympäristöluokitus	15
3	VEDENALAISEN LUONNON KARTOITUKSIA SELKÄMERELLÄ.....	17
3.1	Luvian, Porin ja Merikarvian edustan merialue	17
3.2	Rauman ja Eurajoen edustan merialue	18
3.3	Uudenkaupungin ja Pyhämaan edustan merialue	19
3.4	Selkämeren kalat	19
3.5	Vieraslajit Selkämerellä	20
4	SELKÄMEREN VEDENALAISEN LUONNON TUTKIMUKSISSA KÄYTETTYJÄ MENETELMIÄ.....	24
4.2	Pohjaeläinnäytteenotot	24
4.3	Kasvillisuusnäytteenotot	24
5	VELVOITETARKKAILUJEN JA MUIDEN VEDENALAISKARTOITUSTEN TULOKSIA.....	25
5.1	Luvian, Porin ja Merikarvian edustan merialue	25
5.1.1	Pohjaeläimet	25
5.1.2	Kasvillisuus	26
5.2	Rauman ja Eurajoen edustan merialue	27
5.2.1	Pohjaeläimet	27
5.2.2	Kasvillisuus	28
5.3	Uudenkaupungin ja Pyhämaan edustan merialue	29
5.3.1	Pohjaeläimet	29
5.3.2	Kasvillisuus	29
5.4	Olemassa olevan tiedon käyttökelpoisuus SELMO -hankkeen kannalta	30
6	VEDENALAISEN LUONNON KARTOITUKSET JA KÄYTTÖPAINEALUEET	31
7	JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	33

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Itämeren eliöstö poikkeaa valtameristä, mutta myös Itämeren eri altaiden välillä on eroja niin lajistossa kuin elinympäristöissäkin. Rehevöitymistä esiintyy koko Itämeren alueella, mutta ongelman suuruus vaihtelee eri osien välillä ja ilmenee voimakkaimpana rannikkoalueilla. Selkämeri on noin viidennes koko Itämeren alueesta ja siihen sisältyy alueet Ahvenanmaan pohjoispuolelta Merenkurkkuun asti. Selkämerellä on monia erikoispiirteitä, jotka vaikuttavat sen vedenalaisen luonnon rakenteeseen ja monimuotoisuuteen. Salpausselän vedenalaiset jatkeet ja Saaristomeren saaret rajoittavat Itämeren syvänteiden suolaisen veden virtaamista Pohjanlahteen ja Selkämeren suolapitoisuus on alhainen (5-6 ‰). Mataluuden ja heikon halokliinin ansiosta vesi sekoittuu tehokkaasti, kevät- ja syysmyrskyjen aikana happipitoisuus pysyy suhteellisen hyvänä myös syvemmillä alueilla. Hyvän happitilanteen vuoksi pohjasedimenttien fosfaatti ei liukene takaisin veteen eikä Selkämeren syvänteissä muodostu rikkivetyä, kuten eteläisellä Itämerellä.

Selkämeren avomerialueet ovat paremmassa kunnossa kuin rannikkovedet, joihin kohdistuu suurin ravinnekuormitus. Pohjanlahden ja Selkämeren tila on parempi kuin Suomenlahden; vesi viipyy Selkämeressä noin 5-10 vuotta kun taas varsinaisessa Itämeressä veden viipymä on noin 25 vuotta. Tämän vuoksi Selkämeri kestää paremmin maalta tulevaa ravinnekuormitusta. Suomenlahteen päätyvän fosforin ja typen määrä on noin kahdeksan kertaa suurempi kuin Pohjanlahdella. Kesäisin kasviplanktonin määrä Pohjanlahdella onkin vain 20–50 % Suomenlahden määristä. (Vehviläinen 2005)

Itämeren virtaussuuntien vuoksi Suomenlahdelta ja Saaristomereltä virtaa vettä Selkämerelle päin. Saaristomeren kautta tuleva typpimäärä on kuitenkin paljon pienempi kuin mitä esimerkiksi Kokemäenjoen mukana tuleva määrä. Saaristomeri toimii ikään kuin suodattimena ja osa kiintoaineesta ja ravinteista jää alueelle ennen veden virtaamista edelleen Selkämerelle. Myös Salpausselkien vedenalaiset jatkeet estävät paljon ravinteita sisältävän alusveden pääsyn Pohjanlahteen. Saaristomeren vesien tilan kehitys näkyy kuitenkin hitaasti myös Selkämerellä, etenkin sen Suomen puoleisella rannikolla. (Helminen ja Kirkkala 2005)

Selkämeren lajisto on samankaltaista kuin Saaristomerellä, mutta tiedot lajien levinneisyydestä alueella ovat puutteelliset. Pohjaeläimistä hietakatkaravun (*Crangon crangon*) ja leväkatkaravun (*Palaemon adspersus*) esiintymisen pohjoisraja on Selkämerellä. Sinisimpukan (*Mytilus edulis*) määrät vähenevät pohjoiseen mentäessä. Rakkolevää (*Fucus vesiculosus*) esiintyy koko Selkämerellä, joskin pohjoisempana yksilökoko on huomattavasti pienempi. Pohjoisella Selkämerellä esiintyy myös rakkolevää muistuttavaa pikkuhaurua (*Fucus radicans*). Meriajokasta (*Zostera marina*) tavataan vain alueen eteläosista. Kaloista Selkämeri on mustatokolle (*Gobius niger*), teistille (*Pholis gunnellus*), piikkisimpulle (*Taurulus bubalis*), vaskikalalle (*Spinachia spinachia*) ja isotuulenkalalle (*Hyperoplus lanceolatus*) niiden levinneisyysalueen pohjoisrajaa. Sen sijaan merikutuisista harjusta (*Thymallus thymallus*) esiintyy vasta Selkämeren puolivälistä pohjoiseen päin. (Kirkkala ja Oravainen 2005)

Selkämeren Suomen puoleisen rannikon vedenalaista luontoa on kartoitettu lähinnä velvoitetarkkailuissa (taulukko 1.1). Ympäristönsuojelulain perusteella kaikki vesistöjen tilaan vaikuttavat toimijat ovat velvoitettuja tarkkailemaan vesien tilaa säännöllisillä tutkimuksilla. Selkämerellä velvoitetarkkailut aloitettiin 1960-luvun lopulla Porin, Rauman ja Uudenkaupungin edustalla. Kalankasvatuksen vaikutuksia vesistöön on seurattu 1980-luvun alkupuolelta lähtien. Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailu alkoi 1974 ja Olkiluodon 1970-luvun lopulla (Kirkkala 2005). Yleisesti ottaen Selkämeren vedenalaista luontoa on tutkittu vähän verrattuna esimerkiksi Saaristomereen ja Suomenlahteen.

Taulukko 1.1. Vesistö tarkkailuohjelmien pohjaeläintutkimukset. Vesistö tarkkailuissa tehdään muiden mittausten (pH, sameus, väri, kokonaistyyppi- ja fosfori jne.) ohella määrävuosina pohjaeläintutkimuksia. ¹⁾ vuosittain viidellä ja 3 vuoden välein kaikilla 60 havaintopaikalla. Taulukko mukailtu Kirkkalan (2005) taulukon pohjalta.

ALUE	TARKKAILUN ALOITUSVUOSI	TOISTUVUUS	HAVAINTOPAIKKOJEN MÄÄRÄ
Uusikaupunki	1969	5-6 vuoden välein	42
Pyhämaa	1983	4-5 vuoden välein	22
Rauma	1969	4 vuoden välein	43
Olkiluoto	1979	vuosittain	6
Pori	1974	3 vuoden välein ¹⁾	60

Nykyinen vedenalaisen luonnon inventointityö on velvoitetarkkailuja huomattavasti laajempaa. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelman (VELMU) tarkoituksena on selvittää rannikkoalueiden lajien ja tärkeimpien luontotyyppien esiintyminen ja levinneisyys. VELMU on kartoittanut valtakunnallisesti vedenalaisen luonnon monimuotoisuutta vuodesta 2004, mutta toistaiseksi Selkämeren alueella on tehty vain vähän VELMU-ohjelmaan liittyviä kartoituksia (kuva 1.2). Alkuperäisenä tavoitteena oli saada ohjelma toteutetuksi vuoteen 2014 mennessä, mutta hitaan edistymisen ja edelleen puutteellisten aineistojen takia on selvää, että ohjelmaa on tarvetta jatkaa.

Usean suomalaisen tutkimuslaitoksen FINMARINET-hankkeessa tehdään vedenalaisia kartoituksia seitsemällä Natura-alueella ja niiden lähellä sijaitsevilla talousvyöhykkeillä. Alueet ovat Perämeren kansallispuisto, Perämeren saaret, Merenkurkun saaristo, Rauman saaristo, Saaristomeri, Tammisaaren, Hangon saariston ja Pohjanpitäjänlahden merialue ja Itäisen Suomenlahden saaristo ja vedet. Hankkeen tarkoituksena on selvittää riittääkö nykyinen suojelualueverkosto elinympäristöjen suojeluun ja tuottaa vedenalaisia geologisia sekä kasvillisuus- ja pohjaeläinaineistoja eliöiden levinneisyyden mallintamista varten. Metsähallituksen MERLIN-hanke tuottaa tietoa vedenalaisesta luonnosta, lajeista ja niiden elinympäristöistä. Sekä FINMARINET että MERLIN ovat osa VELMU-hanketta.

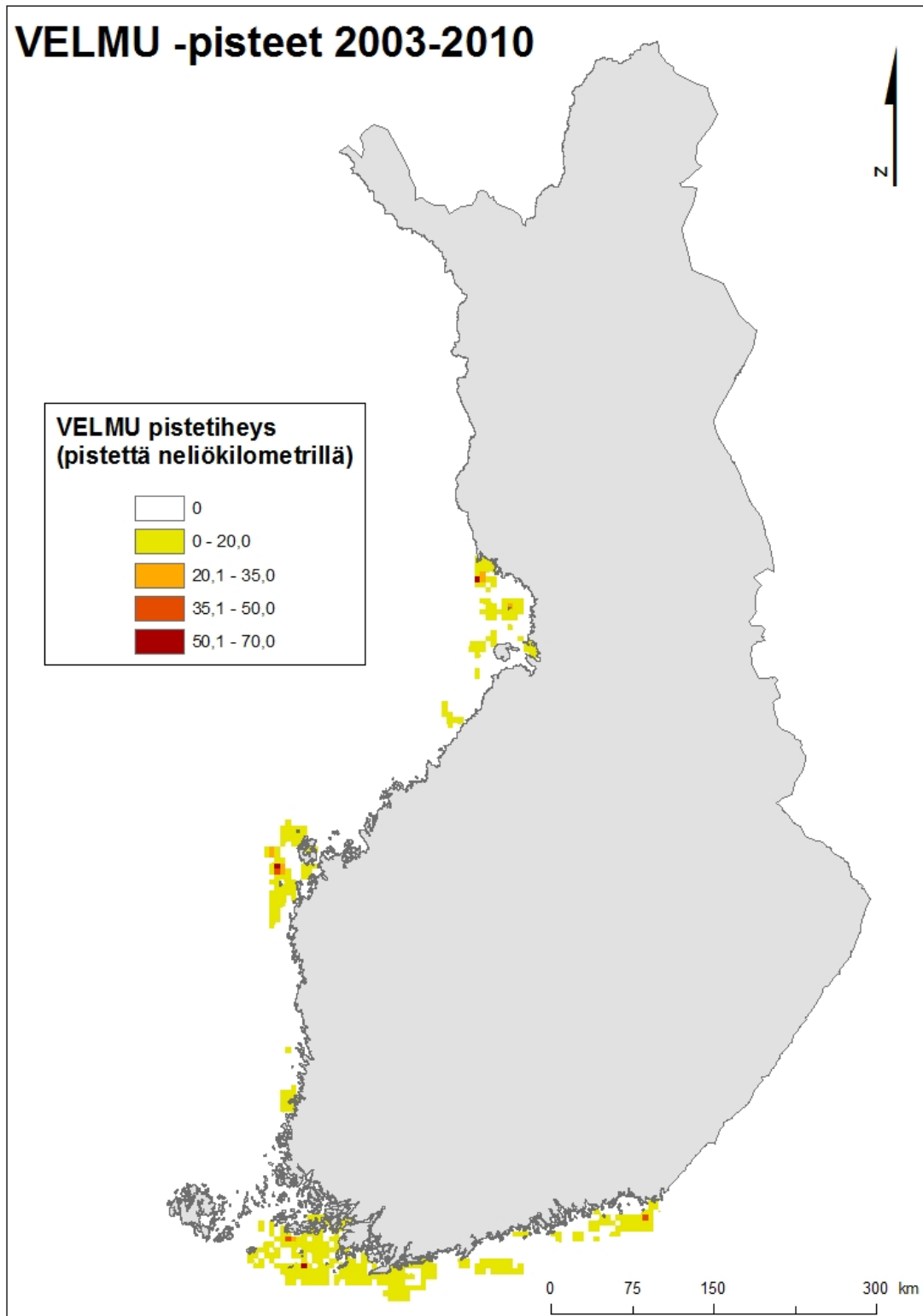
SELMO- eli Selkämeren vedenalaisen luonnon monimuotoisuus -hankkeen tavoitteena on edistää Selkämeren vedenalaisen luonnon monimuotoisuuden selvittämistä. Tutkimus toteutetaan siten, että tuloksia voidaan mahdollisimman hyvin hyödyntää merialueen käyttöä koskevassa suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tavoitteena on myös edistää

satakuntalaista ympäristötutkimusta ja siihen liittyvää verkostoitumista yhteistyössä alueella jo toimivien hankkeiden kanssa. SELMO -hankkeen toteuttajia ovat Turun yliopiston Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen Porin yksikön lisäksi Turun yliopiston Evoluutiobiologian sovelluskeskus, Lounais-Suomen ympäristökeskus, Satakuntaliitto, Posiva Oy, Pyhäjärvi-instituutti, Lounaispaikka ja Metsähallitus.

1.2 Raportin rakenne ja sisältö

Tämän raportin on tarkoitus selvittää Selkämeren alueella tehtyjä vedenalaiskartoituksia. Tietoa on kerätty niin velvoitetarkkailuraporteista kuin joistain tieteellisistä artikkeleista. Lisäksi tarkoituksena on arvioida näiden kartoitusten avulla kerätyn aineiston käyttökelpoisuutta SELMO-hankkeen kannalta. Hankkeen puitteissa on tarkoitus kartoittaa vedenalaisen luonnon monimuotoisuutta ottaen huomioon Selkämeren alueelliset erikoispiirteet ja käyttöpainealueet.

Raportissa tarkastellaan Selkämeren eri merialueiden vedenalaisen luonnon erikoispiirteitä. Lisäksi käydään läpi yleisimpiä pohjan luokitukseen ja biodiversiteettiin liittyviä käsitteitä. Kappaleessa 5 on velvoitetarkkailuihin ja YVA-selvityksiin perustuvia tuloksia eri alueilta pohjaeläin-, kasvillisuus- ja sedimenttitarkkailuista. Vedenalaisen luonnon tarkkailuja suorittavia tahoja on listattu taulukoihin 3.2 ja 3.3. Olemassa olevan tiedon käyttökelpoisuutta SELMO-hankkeen kannalta on käsitelty kappaleessa 5.4.



Kuva 1.1. VELMU-kartoitukset. Kartassa VELMU-hankkeen vuosina 2003-2010 kartoittamat pisteet Suomen rannikkoalueilla. Pisteet sisältävät videonäytteet, sukellukset, kasvilinearjat ja pohjanäytteet. Tiedot karttaa varten tuottaneet Metsähallitus, Alleco, SYKE ja Länsi-Suomen ELY-keskus. Kartta: Minna Ronkainen, Suomen Ympäristökeskus.

2 VEDENALAISTEN LUONTOTYYPPIEN LUOKITTELU

2.1 Diversiteetti-indeksit

Erilaiset diversiteetti-indeksit kuvaavat lajiston monimuotoisuutta. Ne ovat hyödyllisiä, sillä pelkkä lajimäärien ilmoittaminen ei riittävästi kuvaa alueen eliöstön monimuotoisuutta. Tunnettuja diversiteetti-indeksejä ovat esimerkiksi Shannon-Wiener-indeksi ja Simpsonin-indeksi. Ne ottavat huomioon sekä eri lajien lukumäärän että yksilöiden jakautuneisuuden lajien kesken. Aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että yleisesti käytössä olevista indekseistä mikään ei ole sopiva Itämerelle sen suolaisuusgradienttien takia; ekologisen tilan luokitus näiden indeksien avulla vaihtelee riippuen valitusta indeksistä (Zettler ym. 2007).

Tutkimuksessaan Perus ym. (2007) testasivat olemassa olevia indeksejä ja määrittelivät samalla BBI (brackish water benthic index) -indeksin, joka sopii vähälajisille ja vähäsuolaisille Itämeren rannikkovesille. BBI-indeksiä verrattiin usein käytettyihin indekseihin (DKI, BMI, BQI, AMBI). Muista indekseistä DKI, BMI ja BQI korreloivat hyvin BBI:n kanssa ja reagoivat samalla tavoin muutoksiin happipitoisuudessa, orgaanisen aineksen määrässä ja lajimäärässä. Sen sijaan AMBI (Marine Biotic Index) kohdalla tulokset poikkesivat muista ja tämän indeksin todettiin olevan sopimaton sovellettavaksi vähäsuolaisiin ja -lajisiin ympäristöihin, kuten pohjoiselle Itämerelle. AMBI-indeksiin sopimattomuus pohjoisen Itämeren oloihin johtuu mm. siitä, että Suomen pohjaeläintietokantojen perusteella 31 %:lla havaintoasemakäyntejä todettujen lajien määrä on kolme tai vähemmän – AMBI-indeksissä käytetty suositus käyttää rinnakkaisia näytteitä laskutoimitusten perusteena ei auta vähälajisilla alueilla, vaan indeksin käyttö tuottaa epäselviä tuloksia. Lisäksi 66 % Suomen kansallisessa lajilistassa olevista lajeista ei löydy AMBI-listalta (www.azti.es). Myös muut tutkimuksessa (Perus ym. 2007) mainitut indeksit pohjautuvat AMBI-listaan ja eivät siten sovellu Itämeren alueelle käytettäväksi sellaisenaan.

2.2 Pohjan luokitus ja erilaisilla pohjilla esiintyvät lajit

Useissa velvoitetarkkailuissa pohjan luokituksessa on käytetty Leppäkosken (1975) luokitusta. Sen mukaan lajit luokitellaan viiteen kategoriaan sen perusteella, miten ne reagoivat pääosin orgaanisen saastumisen aiheuttamiin ympäristön muutoksiin (taulukko 2.1). Leppäkosken lajiluokituksen ja pohjaeläinten tiheyden ja biomassan perusteella pohja luokitellaan viiteen kategoriaan, terveestä erittäin likaantuneeseen (taulukko 2.2). Taulukossa 2.3 on esitetty tyypillisiä eriasteisesti likaantuneilla pohjilla esiintyviä lajeja Saaristomeren alueella.

Taulukko 2.1. Lajien luokitus Leppäkosken (1975) mukaan.

LUOKKA	KUVAUS
1. asteen progressiiviset	Luonnontilaisilla alueilla harvinaisia tai eivät esiinny lainkaan. Suuria määriä likaantuneilla alueilla ja määrät kasvavat likaantumisen lisääntyessä, kunnes inhiboivat vaikutukset liian suurina.
2. asteen progressiiviset	Sietävät vain lievää saastumista, mutta leviävät hyvin myös alueilla, joilla kohonnut saastumisaste.
2. asteen regressiiviset	Esiintyvät myös lievästi saastuneilla alueilla, mutta sekä levinneisyys ja yksilötiheys yleensä pienentynyt saastumisen myötä.
1. asteen regressiiviset	Eivät esiinny lainkaan saastuneilla alueilla, ns. puhtaan veden lajeja.
Indifferentit lajit	Määrä ja levinneisyys pysyvät muuttumattomana, paitsi erittäin saastuneilla alueilla.

Taulukko 2.2. Pohjan luokitus Leppäkosken (1975) mukaan.

POHJAN TILA	KUVAUS	ALUEELLA ESIINTYVÄT LAJIT
Terve	Tiheys, biomassa ja lajikoostumus normaalit alueen biotooppiin nähden	1. asteen regressiiviset 2. asteen regressiiviset
Puoliterve	Tiheys ja biomassa biotoopin mukaiset tai hieman vähentyneet	2. asteen regressiiviset
Puolilikaantunut	Tiheys ja biomassa suuret, tiheys 1000–10 000 yks/m ²	2. asteen regressiiviset 2. asteen progressiiviset Indifferentit
Likaantunut	Tiheys tuhansista useisiin satoihin tuhansiin yks/m ²	1. asteen progressiiviset 2. asteen progressiiviset
Erittäin likaantunut	Tiheys nolasta joihinkin kymmeneen yks/m ²	1. asteen progressiiviset

Taulukko 2.3. Esimerkkejä erilaisilla pohjilla esiintyvistä lajeista. Taulukko laadittu Leppäkosken luokituksen (1975) mukaan.

LAJILUOKITUS	ESIMERKKILAJEJA, SAA- RISTOMEREN ALUE (Leppä- koski 1975)	POHJAN LAATU
1. asteen regressiiviset	<i>Halicryptus spinolosus</i> (okamakaramato), <i>Harmothoe sarsi</i> (liejusukasjalkainen), <i>Ostracoda</i> spp. (raakkuäyriäiset), <i>Monoporeia affinis</i> (valkokatka)	Terve
2. asteen regressiiviset	<i>Prostoma obscurum</i> (viherlimamato), <i>Saduria entomon</i> (kilkki), <i>Gammarus</i> spp. (leväkatkat), <i>Corophium voluntator</i> (liejukatka), <i>Hydrobia</i> spp. (sukkulakotilot), <i>Potamopyrgus jenkinsi</i> (vaeltajakotilo), (<i>Mya arenaria</i> , hie-tasimpukka), <i>Cerastoderma</i> sp. (sydänsimpukat)	Terve, puoliterve, puolilikaantunut
2. asteen progressiiviset	<i>Potamothrix hammoniensis</i> -harvasukasmato, <i>Nereis diversicolor</i> (merisukasjalkainen), <i>Boccardiella ligerica</i> -monisukasmato, <i>Manayunkia aestuarina</i> -monisukasmato, <i>Tanypodinae</i> -toukat, <i>Chironominae</i> -toukat, <i>Macoma balthica</i> (itämerensimpukka)	Puolilikaantunut, likaantunut
1. asteen progressiiviset	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> -harvasukasmato, <i>Tubificoides heterochaetus</i> -harvasukasmato, <i>Chironomus plumosus</i> -tyypin toukat	Likaantunut, erittäin likaantunut
Indifferentit	<i>Tubifex costatus</i> -harvasukasmato	Puolilikaantunut

2.3 Itämeren rannikkoalueiden biotooppien luokittelu

Lailla vesienhoidon järjestämisestä toteutetaan vuonna 2000 annettua EU:n vesiensuojelua yhtenäistävää vesipolitiikan puitedirektiiviä Suomessa. Euroopan vesipuitedirektiivin (The European Water Framework Directive, WFD) tavoitteena on saavuttaa vesistöjen hyvä tila koko EU:n alueella vuoteen 2015 mennessä. WFD painottaa biologisten indikaattorien tärkeyttä ja keinoja niiden selvittämiseksi. Direktiivin puitteissa on luotu käsite EQS (ecological quality status). EQS perustuu erilaisiin biologisiin laatutekijöihin, kuten kasviplanktonin, vesikasvillisuuden ja pohjaeläinten koostumus, runsaus ja biomassan määrä. Näihin tekijöihin perustuen kehitetään indeksiä, jonka avulla voitaisiin määrittää referenssioloja ja ekologista statusta Euroopan suurille vesialueille. ”Hyvän” ja ”kohtalaisen” ekologisen tilan välisen rajan luokittelu on osoittautunut ongelmalliseksi – jos alue luokitellaan kohtalaiseksi ekologiselta tilaltaan, vaatii se suojelutai kunnostustoimenpiteitä. (Gamito 2008) Muualla Euroopassa käytettäviä luokittelu- perusteita on kehitettävä Itämeren oloihin sopivaksi mm. alhaisemman suolapitoisuuden ja vuoroveden puuttumisen takia.

2.3.1 EUNIS-habitaattiluokittelu

Euroopan kasvavat ympäristöongelmat johtivat vuosina 1985–1990 CORINE-tietokannan (Coordination of Information on the Environment) kehittämiseen EU:ssa. CORINE-projektin seurauksena syntyi eurooppalainen biotooppien ja habitaattien tietokanta. CORINE on toiminut pohjana useille ekologisille verkostoille, habitaattiluokitus- ja informaatiojärjestelmille. Sitä on käytetty Euroopan ympäristöpolitiikassa, esimerkiksi CORINE-biotooppiprojektin ja habitaattidirektiivin välillä on suora yhteys – jälkimmäisestä tuli myöhemmin osa Natura 2000:ta, joka turvaa EU:n luontodirektiivissä määriteltäviä luontotyyppisiä ja lajien elinympäristöjä. (Oudsheusen van 2005)

EUNIS (European Nature Information System) -habitaattiluokittelu on kehitetty 1996. Se pohjautuu EU:n CORINE-projektin osa-alueeseen, CORINE-biotooppiprojektiin, jonka tarkoituksena oli tunnistaa ja kuvata luonnonsuojelun kannalta tärkeimpiä biotooppeja. EUNIS on tietokanta, joka sisältää kolme osaa: lajit, habitaatit ja alueet. Maa- ympäristöjen lisäksi mukaan luetaan niin makean- kuin suolaisen veden habitaatit. Lajiosiossa on kuvattu yli 275 000 Euroopassa esiintyvää lajia. Habitaattiluokittelun kriteereiden tarkoituksena on helpottaa Euroopan eri alueilta kerättyjen luontotietojen yhtenäistämistä. EUNIS-habitaattiluokitteluun sisältyy enemmän ja yksityis-kohtaisemmin kuvattuja habitaatteja kuin CORINE-biotooppiluokitteluun, johon ei kuulu lainkaan meribiotooppeja. EUNIS sisältää niin luonnolliset kuin keinotekoisetkin habitaatit ja toimii tietokantana ja apuna esimerkiksi Natura 2000-prosessissa. EUNIS-tietokannan alue-osio sisältää tietoa siitä, mitä habitaattityyppejä ja lajeja kullakin alueella esiintyy. (European Environment Agency) Itämerta varten EUNIS-luokittelu vaatii vielä kehitte- lyä ja uusien biotooppiluokkien luomista, sillä Itämeren olosuhteet poikkeavat valtameristä.

2.3.2 BalMar-luokittelutyökalu

Alleco Oy kehitti BalMar (Baltic Sea Marine Biotope Classification system) -luokittelujärjestelmän vuosina 2003–2005 vedenalaisen luonnon monimuotoisuus (VELMU) -hanketta varten (Alleco 2005). Se on muotoiltu EUNIS-järjestelmän pohjalta ja sen avulla voidaan tuottaa EUNIS-järjestelmään sopivia biotooppiluokkia. BalMarin avulla on myös mahdollisuus luoda uusia EUNIS-habitaattiluokkia, sillä kaikki aiemmat luokat eivät sovellu Itämereen sovellettavaksi. Tärkeää BalMarissa on, että primääriaineisto tallennetaan sellaisenaan. Biologinen ja fysikaalinen tieto luokitellaan BalMarin luokittelukriteereiden avulla, mutta itse luontotyyppijä ei luokitella kentällä. Näytteenotto- ja havaintomenetelmillä ei ole merkitystä, kunhan tieto on kriteereihin sopivaa. Etuna menetelmässä on, että aineisto on myöhemmin käytettävissä esimerkiksi Natura 2000- tai HELCOM (kts. luku 2.3.3) -luokittelussa

2.3.3 Punainen lista ja biotoopit

Lajien uhanalaisuutta arvioidaan Maailman luonnonsuojeluliiton (IUCN) vuonna 2003 määrittelemillä kriteeristöillä. IUCN punaisen listan päämääränä on tunnistaa ja dokumentoida lajit, jotka eniten tarvitsevat suojelutoimenpiteitä. Lisäksi tavoitteena on pitää yllä maailmanlaajuisia rekisteriä biodiversiteetin muutosten tilasta. Yli sata maata on laatinut kansallisia ja alueellisia punaisia listoja. IUCN-luokkia ovat esimerkiksi silmäläpidettävät, vaarantuneet ja elinvoimaiset. Arvioinnin mukaan joka kymmenes Suomen laji on uhanalainen. Punaisessa kirjassa (Rassi ym. 2010) on esitelty lajien alueellisen uhanalaisuusarvioinnin kriteerit ja toteutus Suomessa sekä punaisen listan lajit elinymäristöittäin.

Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio eli HELCOM on laatinut punaisen listan Itämeren rannikon ja merialueiden biotoopeista vuonna 1998 ja se sisältää luokittelujärjestelmän Itämeren biotoopeille (HELCOM 1998). Luokittelussa on luokat 0-3, täysin tuhoutuneesta vaarantuneeseen ja kriteerinä alueen laadun tuhoutuminen.

2.3.4 Natura 2000 – ympäristöluokitus

Natura-verkosto on yksi tärkeimpiä EU:n toimia luonnon monimuotoisuuden suojelemiseksi. Luontodirektiivissä on määritelty noin 200 suojeltavaa luontotyyppiä ja 700 lajia, joiden elinympäristöjä verkosto turvaa. Kukin maa saa ehdottaa Natura-verkostoon direktiivin mukaisia alueita ja lopullisen päätöksen suojelualueverkostosta tekee EU-komissio. Suomessa on kaikkiaan 1857 Natura 2000 -verkostoon kuuluvaa aluetta, joista 97 % sijaitsee jo ennestään suojelluilla alueilla. (Ympäristöministeriö 2011)

Natura 2000 -ympäristöluokitusopas (Airaksinen ja Karttunen 2001) on apuväline kerätessä tietoa luontotyypeistä, sillä EU:n luontotyyppioppaan kuvauksia on Suomen oloissa usein vaikea käyttää suoraan työssä. Oppaassa on kuvattu kaikki ne direktiivin luontotyypit, jotka esiintyvät Suomessa. Kuvauksissa mainitaan muuan muassa alueelle tyypilliset lajit ja selvät valtalajit, jotka ovat olennaisia luontotyyppin määrittämisen kan-

nalta. Tietoa Natura-alueajauksista saa esimerkiksi OIVA-tietokannasta. Selkämeren Natura-alueet sijoittuvat Selkämeren kansallispuistoon, joka ulottuu Merikarvialta Kustaviin. (Metsähallitus 2011).

3 VEDENALAISEN LUONNON KARTOITUKSIA SELKÄMERELLÄ

Pohjaeläimet ovat tärkeä tutkimuskohde pohjien tilaa ja sen muutoksia arvioitaessa, sillä ne reagoivat herkästi muutoksiin. Kasvillisuutta tutkittaessa kohteena voi olla esimerkiksi rehevöitymisen ja ihmistoiminnan vaikutukset vesiluontoon. Lisäksi saadaan tietoa eri kasvien levinneisyydestä ja ympäristövaatimuksista. Selkämeren vedenalaista eliöstöä on tutkittu hyvin vähän, mutta se on pääpiirteissään samankaltaista kuin Saaristomerellä. Seuraavassa käydään läpi Selkämeren vedenalaisia kartoituksia alueittain.

3.1 Luvian, Porin ja Merikarvian edustan merialue

Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailu aloitettiin 1974. Kokemäenjoen ja sen edustan pohjaeläintarkkailua on suoritettu säännöllisesti vuodesta 1976 Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n toimesta. Yhdistyksellä on ollut tutkimuslaboratorio 1960-luvulta saakka ja toiminnan kohteena ovat olleet Kokemäenjoen ja Karvianjoen vesistöalueet. Yhdistys tarkkailee myös säännöllisesti veden laatua Kokemäenjoessa ja Porin edustalla ja siitä raportoidaan vuosittain. Jätevesien vaikutusta kalatalouteen seurataan kalastustiedusteluiden, käyttökelpoisuuden, aistinvaraisen arvioinnin sekä vuosittaisten kalastuskirjanpidon ja haukien elohopeapitoisuuksien seurannan avulla. Tarkkailualue ulottuu Luvialta Merikarvialle ja Karhuluodosta lähes 40 km länteen. Lisäksi Reposaaressa, Tahkoluodon ja Mäntyluodon ympäristössä on näytteenottopisteitä. Näytteenotto on suoritettu kolmen vuoden välein noin 60 näytteenottoasemalta, jotka ovat syvyydeltään 6 – 77 m.

Porin ja Merikarvian merialueiden kiviaineksen hyödyntämistä varten tehdyissä tutkimuksissa on määritetty, sisältääkö sedimentti haitallisia yhdisteitä, jotka noston yhteydessä pääsisivät vapautumaan veteen. Lisäksi alueen suhteen on tehty kalastustiedustelu ja vesikasvi- sekä pohjaeläinkartoitus kuudella eri näytteenottopaikalla. Nostoalueen pohjan laatu on kuvattu alueella tehdyn VELMU -kartoituksen yhteydessä videokameralla. (Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005a-d, Hilla 2007, Ramboll Finland Oy 2007)

Pohjanlahden vedenalaisen luonnon monimuotoisuuden inventointi- ja kaukokartoitusmahdollisuudet -hankkeen (POLMU) puitteissa Selkämerellä on kartoitettu vedenalaista luontoa Porin Tahkoluodossa, jonne on ollut suunnitteilla tuulivoimalapuisto (Ruuskanen ym. 2011). Tutkimuspaikat valittiin mahdollisten tuulivoimalarakenteiden sijoituspaikkojen suojaisilta puolilta, koska sinne oletettiin ajautuvan esimerkiksi sedimenttiä virtausten mukana.

Luvian rannikko on matalaa ja sokkeloista saaristoa. Se on lievästi rehevöitynyttä mökkiasutuksen, hajakuormituksen ja kalankasvatuksen vuoksi, voimakkaimmin rannikon läheisyydessä. Viimeksi mainittu toiminta on aloitettu 1980-luvun alussa ja vähentynyt noin kolmannekseen sitten 1990-luvun. Kalankasvatuksen vähentymisen seurauksena alueen ravinnekkuus on pienentynyt, mutta rehevyys ei ole kuitenkaan vähentynyt. Merikarvian edustan merialueen veden yleislaatu on hyvä. Rannikon edusta on matalaa ja lievästi rehevää. Myös täällä kalankasvatus on vähentynyt sitten 1990-luvun. Vaihtelua alueen vedenlaatuun tuo Karvianjoki runsasravinteisen ja humuspitoisen makeanve-

den myötä. Ulkomereen rajoittuvan saariston länsiosassa veden laatu on lähes karun murtoveden luokkaa.

Porin merialueen kiviainesten noston ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä tehtiin vesikasvikartoitus 2005 (Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005c). Tutkitut pisteet sijoittuivat Reposaaresta Merikarvialle, Ouran saariston länsilaidalle. Suomen Ympäristökeskuksen Kokemäenjoki-LIFE on kunnostus- ja hoitohanke, jonka kohteena on viisi Natura 2000 –verkostoon kuuluvaa aluetta: Puurijärvi-Isosuon alue, Vanhakoski, Piri-länkoski, Preiviikinlahden alue ja Kokemäenjoen suisto. Hankkeessa on tehty lähinnä sedimenttikartoituksia tarkoituksena selvittää suistoalueen kehitystä ja suistoon kerrostuneen maa-aineksen raskasmetalli- ja elohopeapitoisuuksia. (Ympäristöministeriö 2010)

3.2 Rauman ja Eurajoen edustan merialue

Rauman edustan merialueen ensimmäinen selvitys tehtiin 1965–1966. Suurin osa alueesta luokitellaan lievästi reheväksi. 7-8 km päässä rannikosta merialue luokitellaan hyväksi ja siitä kauempana erinomaiseksi. Rauman kaupunkiin rakennettiin biologinen jätevedenpuhdistamo jo 1930-luvulla. Metsäteollisuuden mekaaninen puhdistamo aloitti 1975. Ennen kuin jätevesien puhdistukset aloitettiin, puukuitu aiheutti pohjien likaantumista jätevesien purkualueella. Vuonna 2007 Rauman merialueen pohjaeläintutkimus tehtiin yhteensä 48 asemalla, joista 41 asemalta saatiin edustavat näytteet, muilla asemilla näytteiden ottoa vaikeutti pohjan kovuus (Turkki 2008).

Olkiluodon ympäristön merialueen tilaa on seurattu neljän vuosikymmenen ajan vertailukelpoisin menetelmin. Ydinvoimalaitoksen lähistön merialueeseen vaikuttavat ydinvoimalan jäähdytysvedet, jotka nostavat veden lämpötilaa ja muuttavat virtausoloja. Lisäksi Eurajoen ja Lapinjoen mantereelta kuljettava ainemäärä lisää merialueen ravinkuormitusta. Jäähdytysvedet estävät 5-20 km² alueella merivettä jäätymästä talvella. Jääpeitteen puuttuminen on vaikuttanut eliöstöön; kasviplanktonin ja makrofytytien kasvukausi on pidentynyt ja siten aiheuttanut muutoksia myös pohjan laatuun ja eliöstöön.

Olkiluodon alueelta pohjaeläinkartoituksia on suorittanut Posiva Oy vuonna 2008 (Ilmarinen ym. 2009, Haapanen ym. 2009) ja Lounais-Suomen Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy (Haapanen toim. 2005, 2007, 2008 ja 2009, Haapanen ym. 2007, Turkki 2011). Kartoitukset ovat olleet osa Olkiluodon ydinvoimalan ja ympäristövaikutusten arviointia, TVO:n velvoitetarkkailua sekä Posivan tekemiä tutkimuksia käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeeseen liittyen. Posivan vuonna 2008 tilaaman tutkimuksen yhteydessä kartoitettiin rannanläheisillä linjoilla myös vesikasvillisuutta ja sedimenttejä (Ilmarinen ym. 2009, Haapanen ym. 2009).

Teollisuuden Voima Oyj:n velvoitetarkkailuissa pohjan makrofaunaa tutkitaan seitsemässä syvännhavaintopaikassa, joista yksi on referenssipiste. Näytteenoton yhteydessä tehdään havainnot pohjamateriaalin laadusta. Näytteet otetaan kerran vuodessa syksyllä. Näytteistä määritetään pohjaeläimistön lajisto, yksilötiheys ja biomassa.

Pohjaeläinyhteisössä tapahtuneita muutoksia on tarkasteltu myös pro gradu-tutkielmassa 2010 (Kangasniemi 2010). Kyseisessä tutkielmassa keskityttiin erityisesti siihen, miten jäähdytysvedet vaikuttavat alueen pohjaeläinyhteisön rakenteeseen. Olkiluodon velvoitetarkkailuina alueen vesikasvillisuutta on kartoitettu vuosina -75, -77, -79, -82, -85, -91, -98, 2004 ja 2010.

Vuonna 2004 ja 2010 tehdyissä linjasukelluksissa kartoitettiin vesikasvillisuuden tilaa kuudella sukelluslinjalla Olkiluodon ydinvoimalan edustalla (Kinnunen ja Oulasvirta 2004, Laaksonen ja Oulasvirta 2010). Linjat sijoituivat ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesien purkualueelle ja sen lännenpuoleiselle merialueelle. Olkiluodon ydinvoimalan OL 4-voimalaitosyksikön Natura-vaikutusten arviointiin liittyviä vesikasvikartoituksia on tehty Rauman saariston Natura-alueella (Ramboll Finland Oy 2007 ja 2008). Tutkimuksissa pohjan laatua ja vesikasvillisuutta on kartoitettu avoimilla tai puoliavoimilla rannoilla.

Rauman sataman laajennusta varten ympäristökartoituksia on suorittanut Ecobio Oy (2009a-b). Lisäksi Ecobio Oy on tehnyt pohjatutkimuksia Porin edustalla kiviaineksen nostoa varten.

3.3 Uudenkaupungin ja Pyhämaan edustan merialue

Uudenkaupungin rannikolla on erikokoisia saaria ja salmia ja veden keskisyvyys on noin seitsemän metriä. Veden vaihtuvuus avovesikaudella on virtausten vuoksi melko hyvä ja siten ravinnekuormitus leviää ja ravinteet sekoittuvat veteen. Sen sijaan Hankosaaren ja makeavesialtaan ja Hankosaaren ja kaupunginlahden välisillä vesialueilla vesi vaihtuu hitaasti ja ravinnekuormituksen rehevöittävät vaikutukset näkyvät selvemmin. Ravinnekuormitusta alueella aiheuttaa Yara Suomi Oy:n (entinen Kemira GrowHow Oy) tehtaiden ja kaupungin jätevedenpuhdistamon jätevedet sekä Hankosaaren jätekip-sialueelta tulevat vedet.

Uudenkaupungin edustan valvoitetarkkailu tehdään 5-6 vuoden välein ja ne perustuvat Yara Suomi Oy:n tehtaiden ja Uudenkaupungin kaupungin toimeksiintoon. Uudenkaupungin merialueen pohjaeläintutkimuksessa 2006 oli 42 havaintopaikkaa (Turkki 2007). Pyhämaan alueella on viisi kalankasvattamoita. Ne vaikuttavat rehevöittävästi lähinnä alueisiin, joilla on huono vedenvaihtuvuus.

3.4 Selkämeren kalat

Selkämeren kalasto on viime vuosikymmeninä muuttunut ja muutos jatkuu edelleen. Kalastuksen muuttuminen ja säätely vaikuttavat kalakantoihin. Kannoissa tapahtuu kuitenkin myös luonnostaan muutoksia, esimerkiksi ilmaston muuttumisen vaikutuksesta. Lisäksi viime vuosina hylkeet ja merimetsot ovat verottaneet kalastajien saaliita. Kutupaikkojen suojelemiseksi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksella on käynnissä VELMU- selvitys poikastuotantoalueista. (Hyvärinen 2010).

Selkämeren kalakantoja tarkkaillaan pääasiallisesti saalismäärien seurannoilla. Tutkimukset osoittavat, että ahven- ja kuhakannat ovat vahvistuneet viime vuosina. Sen sijaan turska on hävinnyt ja kampelan määrät vähentyneet. Miten voit Selkämeri? - ja Muuttuva Selkämeri -hankkeissa Selkämeren kalastoa on käyty läpi perusteellisesti (Lehtonen 2005, Hyvärinen 2010), joten tässä katsauksessa ei käsitellä aihetta laajemmin.

3.5 Vieraslajit Selkämerellä

Itämerellä on tavattu noin 100 vierasperäistä lajia, joista alle 70 lajia pystyy myös lisääntymään alueella. (Leppäkoski ym. 2002) Itämeren vieraslajitietokannan (Baltic Sea Alien Species Database 2010) mukaan vuonna 2010 Selkämerellä oli tavattu yhteensä 25 vieraslajia, joista 19 oli alueelle vakiintuneita lajeja.

Suurin osa vieraslajeista on tullut Itämereen painolastivesien mukana tai laivan rungon pinnalle kiinnittyneenä. Vieraslajeista ei aina ole haittaa alueen alkuperäiselle lajistolle. Ne voivat kuitenkin aiheuttaa taloudellista haittaa kalankasvattamoille, teollisuudelle ja varustamoille. Tällaisia lajeja ovat esimerkiksi petovesikirppu, merirokko, vaeltajasimpukka ja kaspianpolyppi. Kolme viimeksi mainittua lajia aiheuttaa kasvustojensa vuoksi esimerkiksi vedenalaisten putkien tukkeutumista. Merirokko on myös erityisen harmillinen veneen pohjiin kiinnittyessään. Petovesikirpun vahingolliset vaikutukset sen sijaan liittyvät sen aiheuttamiin muutoksiin ravintoketjuissa. Petovesikirppu myös likaa verkkoja runsaana esiintyessään. Taukossa 5 on esitetty Selkämerellä esiintyviä vieraslajeja kuten hietasimpukka, joka on saapunut Itämerelle jo mahdollisesti vuoden 1245 tienoilla ja uudempia tulokkaita, kuten amerikansukasmato (Baltic Sea Alien Species Database 2010).

Taulukko 3.1. Selkämerellä esiintyviä vieraslajeja. Taulukossa esitetty Selkämerellä esiintyviä vieraslajeja. Lisäksi mainittu alkuperä, kulkeutumistapa ja ajankohta, jolloin havaittu Itämerellä ensimmäistä kertaa. (Baltic Sea Alien Species Database 2010)

VIERASLAJIN NIMI	TAKSONI	ALKUPERÄ	KULKEUTUMISTA-PA	TAVATTU ENSIMMÄIS-TÄ KERTAA ITÄ-MERELLÄ
<i>Acartia tonsa</i> (hankojalkaisäyriäislaji)	<i>Crustacea</i>	Tyynivaltameri, Pohjois-Amerikka	laivaliikenne	1925
<i>Balanus improvisus</i> (merirokko)	<i>Crustacea</i>	Pohjois-Amerikka	laivaliikenne	1844
<i>Boccardia redeki</i> (monisukasmato-laji)	<i>Polychaeta</i>	Pohjameri	laivaliikenne	1960
<i>Cercopagis pengoi</i> (petovesikirppu)	<i>Crustacea</i>	Kaspianmeri, Mustameri	laivaliikenne	1992
<i>Chara connivens</i> (suppunäkinparta)	<i>Characea</i>	Länsi-Eurooppa (sisävedet)	laivaliikenne	1858
<i>Cordylophora caspia</i> (kaspianpolyyppi)	<i>Hydrozoa</i>	Kaspianmeri, Mustameri	laivaliikenne	1803
<i>Elodea canadensis</i> (vesirutto)	<i>Hydrocharitacea</i>	Pohjois-Amerikka	karkulainen	1870
<i>Eriocheir sinensis</i> (vil-lasaksirapu)	<i>Crustacea</i>	Kiinanmeri	laivaliikenne	1926
<i>Hemimysis anomala</i> (kaspianmassiainen)	<i>Crustacea</i>	Kaspianmeri, Mustameri	varastointi	1962
<i>Marenzelleria neglecta</i> (amerikansukasmato)	<i>Polychaeta</i>	Pohjois-Amerikka	laivaliikenne	1985
<i>Marenzelleria viridis</i> (amerikansukasmato)	<i>Polychaeta</i>	Pohjois-Amerikka	laivaliikenne	1990-luku
<i>Mya arenaria</i> (hie-tasimpukka)	<i>Mollusca</i>	Pohjois-Amerikka	laivaliikenne	1245 (tai viimeis-tään 1500-luvulla)
<i>Pacifastacus leniusculus</i> (täplärapu)	<i>Crustacea</i>	Pohjois-Amerikka	varastointi	1960
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (vaeltajakotilo)	<i>Mollusca</i>	Tyynimeri	laivaliikenne	1887
<i>Victorella pavidata</i> (sammaleläin)	<i>Bryozoa</i>	Intian valtameri	laivaliikenne	1911

Pieni osa Itämeren vieraslajeista on istutettu tarkoituksella, kuten karppi ja kirjolohi. Karppi ei kuitenkaan lisääntynyt Suomen oloissa ja kirjolohikannatkin ovat pitkälti istutusten varassa. Myös karkulaislajeja esiintyy, kuten yleisesti akvaariokasvina käytetty vesirutto. Kaspianmassiainen on istutettu Suomen lähialueilla kala-altaisiin kalojen ravinnoksi ja se on sitä kautta levinnyt myös mereen. Selkämerellä kaspianmassiainen on havaittu 1994 (Hyvärinen, kirjallinen tiedonanto 11.10.2011).

Potentiaalisesti haitallisia lajeja ovat mm. lajit, jotka ovat vasta hiljattain levinneet Itämereen ja esiintyvät vielä kohtuullisen pienellä alueella. Olosuhteiden muuttuessa ne saattavat kuitenkin osoittautua haitallisiksi. Tällainen laji on esimerkiksi vaeltajasimpukka, joka on kotoisin Mustanmeren ja Kaspianmeren alueelta. Simpukka voi pahim-

millaan lisääntyä massoittain ja syrjäyttää luontaiset simpukkakannat, sekä tukkia voimaloiden jäähdytysjärjestelmät. Vaeltajasimpukka on suuri ongelma Yhdysvalloissa, mutta Itämeressä se ei ole vielä muodostanut massaesiintymiä. Viime vuosikymmeninä Suomen merialueille on levittäytynyt pesimään lintulajeja, kuten merimetso ja valkoposkihanhi (Leppäkoski 2004). Merimetsoa ei kuitenkaan voi luokitella vieraslajiksi, sillä sen on kirjattu pesineen Suomen alueilla viimeksi 1700-luvulla ja 1996 se on palannut Suomen pesimälinnustoon (Birdlife Suomi 2011).

Ilmastonmuutoksen ja ihmisen toiminnan aiheuttamat häiriöt ekosysteemissä voivat muuttaa ympäristöä vieraslajeille suotuisammaksi. Vieraslajeja esiintyykin yleisimmin satamissa, kalankasvattamoiden yhteydessä, jäähdytysvesien ja jätevesien kuormittamisissa vesissä ja vedenalaisissa rakenteissa. Nykyään nopeampien laivojen ansiosta suurempi määrä kasveja ja eläimiä säilyy elossa merimatkan ajan. Myös laivaliikenteen lisääntyminen lisää painolastiveden määrän kasvua. Vakiintuneen tulokaslajin hävittäminen merestä ei ole mahdollista; järvissäkin se onnistuu vain harvoin ja on hyvin kallis prosessi. (Leppäkoski 2004)

Itämeren vähäsuolaisuus ei täysin estä vieraslajeja leviämästä, sillä usein valtamerten rannikoiden satamat sijaitsevat jokisuistoissa eli murtovedessä. Maailman merenkulkujärjestö (IMO) suosittaa laivojen painolastivesien vaihtamista mahdollisimman kaukana rannikosta ja mieluiten ei yöaikaan, jolloin monet pohjaeläimet nousevat pinnan tuntuun. Painolastiveden käsittelemiseksi kehitetään ja testataan myös menetelmiä kuten veden suodatus, otsoni-, UV- tai ultraäänikäsitteily. Pelkkä veden käsittely ei kuitenkaan poista ongelmaa, koska suuri osa eliöistä on kiinnittynyt laivan rakenteisiin tai kaivautunut tankkien pohjalle kertyneeseen ainekseen. (Leppäkoski 2004)

Maa- ja metsätalousministeriö on valmistellut vieraslajistrategiaa, jonka on tarkoitus valmistua alkuvuodesta 2012. Strategian tavoitteena on tunnistaa Suomessa esiintyvät haitalliset vieraslajit ja keinot niiden ehkäisyyn ja torjuntaan. Strategiatyöryhmän lisäksi suunnitteluun on osallistunut yli sata asiantuntijaa. Keskeiseksi toimenpiteeksi esitetään kansalaisten tietoisuuden lisäämistä vieraslajiongelman suhteen. (Maa- ja metsätalousministeriö).

Taulukko 3.2. Selkämeren vedenalaisen luonnon kartoittajia.

TUTKIMUKSEN TILAAJA / SUO- RITTAJA	KARTOITUKSET	SIJAINTI	VIITTEET
Posiva Oy	kasvillisuus, pohja- eläimet, sedimentti	Olkiluoto	Ilmarinen ym. 2009, Haapanen ym. 2009
Teollisuuden voima Oyj / Alleco Oy	kasvillisuus	Olkiluoto	Kinnunen & Oulasvirta 2004, Laaksonen & Ou- lasvirta 2010
Teollisuuden Voima Oyj / Ramboll Oy	kasvillisuus	Olkiluoto, Rauman saaristo	Ramboll Finland Oy 2007 ja 2008
Teollisuuden voima Oyj/ Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy	pohjaeläimet	Rauman ja Uuden- kaupungin edustan merialue, Olkiluoto	Turkki 2007 ja 2008, Haapanen toim. 2005, 2007, 2008 ja 2009, Haapanen ym. 2007, Turkki 2011
Metsähallitus, Morenia Oy / Insinööritoimisto Paavo Ristola	kasvillisuus, pohja- eläimet, sedimentti, kalastustiedustelu	Porin ja Merikarvian edustan merialue	Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005, 2005a-d
Metsähallitus, Morenia Oy / Ramboll Oy	sedimentti, kutualueet	Porin ja Merikarvian edustan merialue	Hilla 2007, Ramboll Finland Oy 2007a
Saaristomeren tutki- muslaitos	kalojen kutualueet	Rauman edustan merialue	Vahteri 1997
Rauman satamaliike- laitos / Insinööritoimis- to Ecobio Oy	kasvillisuus	Rauman edustan merialue	Insinööritoimisto Ecobio Oy, 2009a-b

Taulukko 3.3. Selkämeren VELMU -kartoitukset.

VELMU-TOIMIJAT	KARTOITUKSET	SIJAINTI	VIITTEET
Suomen ympäristökes- kus	pohjaeläimet, kasvil- lisuus, sedimentti	Uudenkaupungin saaristo (FINMARINET-hanke), Preiviikinlahti (Kokemä- enjoki-LIFE -hanke)	SYKE:n www-sivut
Metsähallitus	pohjaeläimet, kasvil- lisuus	Rauman edustan merialue (MERLIN-hanke)	Metsähallituksen www-sivut
Geologian tutkimus- keskus	merenpohja: sedi- mentin laatu ja sy- vyys	Rauman edustan merialue (FINMARINET-hanke)	GTK:n www-sivut
Elinkeino- liikenne- ja Ympäristökeskus	pohjaeläimet, kasvil- lisuus	Porin edustan merialue, Tahkoluoto (Polmu – hanke)	Ruuskanen ym. 2011

4 SELKÄMEREN VEDENALAISEN LUONNON TUTKIMUKSISSA KÄYTETTYJÄ MENETELMIÄ

4.2 Pohjaeläinnäytteenotot

Selkämerellä tehdyissä velvoitetarkkailuissa on noudatettu Suomen standardoimisliiton standardia SFS 5076 ja vesi- ja ympäristöhallinnon ohjeita. Esimerkkinä Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n (Valkama 2009) Porin edustalla Sachtleben Pigments Oy:lle tekemät tarkkailut. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy on vuodesta 1986 käyttänyt Ekman-tyyppistä pohjaeläinnoudinta ja 0,5 mm seulaa. Tätä ennen käytössä oli van Veen -tyyppinen noudin ja 0,6 mm kokoinen seula. Nämä kaksi näytteenotinta ovat yleisesti käytettyjä, pehmeille pohjille tarkoitettuja noutimia.

POLMU-hankkeessa Tahkoluodossa (Ruuskanen ym. 2011) pohjaeläimiä kerättiin vain yhdeltä tutkimuspaikoista Kautsky-kehikon avulla. Kautsky-kehikon yksi reuna on avoin ja siihen on kiinnitetty silmäkooltaan < 0,5 mm keräyspussi. Tällainen pohjaeläinnäytteenotin soveltuu hyvin kivikko- ja sorapohjille. POLMU-näytteenotossa näytteet säilöttiin 70 % etanoli-merivesiliuoksessa. Laboratoriossa näytteet seulottiin 0,5 mm seulalla ja niistä määritettiin lajisto, yksilömäärät, simpukoiden kokojakauma ja sinisimpukoiden märkäpaino.

4.3 Kasvillisuusnäytteenotot

OL 4-voimalaitosyksikön Natura-vaikutusten arviointiin (Ramboll Finland 2008) vesikasvikartoituksia tehtiin linjasukelluksilla (Balmar-menetelmä): 6 kasvillisuuslinjaa rannasta ulospäin, avoimilla tai puoliavoimilla rannoilla. Balmar -menetelmä on luotu, jotta kerätyt VELMU -aineistot olisivat verrattavissa EUNIS -järjestelmään.

Vuoden 2007 linjasukellukset Olkiluodon edustalla (Ramboll Finland Oy 2007) suoritettiin STUK:in kehittämällä linjasukellusmenetelmällä. Linjojen sijainnit merkittiin karttaan ja lisäksi ne varmistettiin GPS -paikantimen avulla maastossa. Sukeltaja arvioi valtalajien peittävyuden ja kasvillisuusvyöhykkeiden alkamis- ja päättymiskohdat. Lisäksi vaikeasti määritettävistä lajeista kerättiin näytteitä.

POLMU -hankkeessa Tahkoluodossa (Ruuskanen ym. 2011) käytettiin makrofyyttien määrittämiseen ja tulosten tulkintaan SYKE:n makrofyyttiseurantamenetelmää. Menetelmässä kirjataan ylös pohjamitan metriluku, syvyys, potentiaalinen kasvuala (%) ja paljas potentiaalinen kasvuala (%). Lisäksi kirjataan ylös linjalla esiintyvät makrofyytit sekä niiden peittävyysprosentit ja pituudet. Potentiaalisella kasvualalla tarkoitetaan pohjan alaa, jolle levät voivat kiinnittyä ja joka on silmämääräisesti sedimentistä vapaata. Paljas potentiaalinen kasvuala sen sijaan on se osa potentiaalista kasvualaa, jossa leviä ei esiinny.

5 VELVOITETARKKAILUJEN JA MUIDEN VEDENALAIS-KARTOITUSTEN TULOKSIA

5.1 Luvian, Porin ja Merikarvian edustan merialue

Veden laadun todettiin paranevan huonosta välttäväksi 1980-luvulla Kokemäenjoen ja Porin edustalla. Nykyäänkin vesi on sameaa ja ravinteita on paljon – tämä huonontaa vedenlaatua. Ulkomialueilla veden laatu on sen sijaan ollut pääsääntöisesti hyvä, vaikka Kokemäenjoen makean ja ravinnepiteisen veden vaikutus ulottuu jopa ajoittain 10–20 km säteelle jokisuusta. Joen tuomasta ravinnekuormasta huolimatta Porin edustan ulkomialue on vain lievästi rehevä ja Saaristomereen verrattuna tilanne on parempi. Pitkällä aikavälillä Porin edustan merialueen vedenlaatu on parantunut; se alkoi 1970-luvulla rehevyyden vähenemisellä ja 1980-luvulla happitilanne parani. Sachtleben Pigments Oy:n rikkihappo- ja rautakuormitus loppui kokonaan 1998 ja nykyään veden laatu parantunut merkittävästi jätevesien purkualueella. (Valkama 2008)

5.1.1 Pohjaeläimet

Kokemäenjoen ja sen edustan merialueelle tyypillisiä pohjaeläimiä ovat kilkki, itämerensimpukka, valkokatka ja 1990-luvulla nopeasti alueelle levinnyt tulokaslaji amerikansukasmato. Muita yleisiä lajeja ovat esim. makkaramato, merisukasjalkainen ja liejukatka. Valkokatka ja kilkki puuttuvat matalimmilta asemilta ja itämerensimpukka uloimmilta asemilta. Valkokatkan levinneisyys on supistunut matalimmilta asemilta alkaen, mutta syvemmillä asemilla sen kannat ovat vahvoja.

1980-luvulla alkaneen ympäristönsuojeluohjelman avulla Sachtleben Pigments Oy:n päästöt on saatu kuriin ja alueen tila on parantunut merkittävästi. Pohjaeläimistö on alkanut toipua ja laajat kuolleet pohja-alueet ovat supistuneet. Etenkin simpukkakantojen parantuminen on selvä merkki muutoksesta parempaan. Pohjaeläimistön koostumus riippuu suolapitoisuudesta, happitilanteesta ja veden ravinteisuudesta.

Vuonna 2006 (Valkama 2008) tehdyssä pohjaeläintutkimuksessa Porin edustan merialueen näytteenottoasemilla lajimäärä oli 2-8 ja tiheys 108–1537 yks/m². Lähinnä jokisuuta ja mannerta runsaslukuisimmat lajit olivat tuolloin *Chironomus plumosus* – tyyppin surviaissääsket ja *Limnodrilus*- ja *Potamothrix* -harvasukasmadot. Kauempana rannikosta surviaissääskilajisto köyhtyy ja murtovesilajit tulevat mukaan; runsaslukuisimmat tässä vuoden 2006 kartoituksessa olivat itämerensimpukka ja amerikansukasmato. Viimeksi mainitun nopea kotiutuminen Kokemäenjoen edustan merialueelle oli suurin muutos pohjaeläinlajistossa 1990-luvulla. Kauemmas rannikosta mentäessä lajimäärä laskee mutta biomassat kasvavat; joskin 2000-luvulla biomassat ovat kasvaneet jokisuun lähellä ja vastaavasti pienentyneet kauempana. Kokemäenjoen vesistön vesiensojelijyhdistys ry:n kartoituksissa 2000-luvulla itämerensimpukka ei esiintynyt Ahlainen-Merikarvia- ja Kuusikarin näyteasemilla.

Pohjaeläimistön lajimäärä on vuosina 1987–2007 jonkin verran kohonnut, selvimmin purkualueen ja Säpin pohjoispuolen asemilla. Perinteisesti Porin edustan merialueen

lajiköyhää pohjaeläimistöä dominoineet itämerensimpukka, kilkki ja valkokatka, viimeksi mainittu ulompana merellä. Vuosina 1994–1997 amerikansukasmato levisi nopeasti, vuonna 2006 sitä tavattiin lähes kaikilla näytteenottoasemilla. Vähälajisessa pohjaeläimistössä amerikansukasmadon vaikutus lajimäärään on ollut melko suuri. Myös makkaramatoa on havaittu kaikilla näytteenottoasemilla. Pitkällä aikavälillä itämerensimpukkakannat ovat vahvistuneet Sachtleben Pigments Oy:n purkupuutken lähistöllä ja muukin pohjaeläimistö on samaa tasoa kun tarkkailualueen muilla asemilla. Valkokatkan levinneisyys on supistunut rannikon matalilta asemilta alkaen, toisaalta kannat ovat taantuneet laajemminkin Suomenlahden rannikolla ja Selkämerellä. Vuoden 2006 (Valkama 2008b) ja vuoden 2008 (Valkama 2009) raporttien tulokset ovat samansuuntaiset.

Porin ja Merikarvian merialueiden kiviaineksen hyödynnystä varten tehdyissä tutkimuksissa (Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005a-d, Hilla 2007, Ramboll Finland Oy 2007) sedimenttien metallipitoisuudet eivät missään havaintopisteellä ylittäneet pilaantuneiden maiden ohje- ja raja-arvoa tai sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen (Ympäristöministeriö 2004) tasoja 1 tai 2. Korkeimmat metallipitoisuudet olivat Porin edustalla (havaintopiste S3) ja Merikarvian edustalla (havaintopiste S6). Näissä paikoissa myös orgaanisen aineksen määrä sedimenteissä oli korkeampi. Tämä selittää myös korkeampia metallipitoisuuksia, sillä metallit sitoutuvat tehokkaasti orgaaniseen ainekseen. Näytteenottoasemien pohjan koostumus oli savensekaista hiekkaa tai soraa. Pohjaeläimistä vallitsevina lajeina esiintyi liejukatka, harvasukasmadot, amerikansukasmato ja itämerensimpukka. Valkokatkaa ei havaittu ja leväkatkoja vain vähän yhdeltä havaintopisteeltä. Tämä johtunee siitä, että valkokatkan levinneisyyttä ajatellen tutkimuksen havaintopisteet olivat melko matalia (20–22 m) ja leväkatka viihtyy parhaiten litoraali-alueen kasvillisuuspohjilla.

POLMU -kartoituksissa Porin Tahkoluodossa (Ruuskanen ym. 2011) löytyi merialueelle tyypillisiä lajeja. Pohjaeläimistä valtalajiksi todettiin sinisimpukka (97,4 %) kaikilla eri syvyyksillä. Toiseksi yleisin laji oli merirokko ja kolmantena sukkulakotilo, näiden osuudet olivat kuitenkin vain 0,97 % ja 0,68 %. Sukkulakotilo löytyi vain yhdeltä tutkimuspaikoista, kuten myös leväkotilo, joka oli neljäs kartoituksissa löydetty laji. Joisain näytteissä ei ollut eläimiä lainkaan ja enimmillään niitä oli 16 yksilöä näytteessä.

5.1.2 Kasvillisuus

Porin merialueen kiviainesten noston ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä tehtiin vesikasvikartoitus 2005 (Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005c), jossa tutkitut pisteet sijoittuivat Reposaresta Merikarvialle, Ouran saariston länsilaidalle. Nämä tutkimukset osoittivat Ouran saariston havaintopaikkojen olevan jossain määrin monimuotoisempia verrattuna Porin edustan merialueeseen. Levälajien lukumäärä oli suurempi kuin Porin edustalla. Lisäksi kaikilla tutkituilla linjoilla Ouran alueella esiintyi hyväkuntoista rakkolevää. Porin edustalla rakkolevää esiintyi runsaasti vain Hylkiriutan alueella. Siellä esiintyi myös ahdinpartaa, joka indikoi rehevyyttä. Sukelluslinjojen syvyysuhteiden erot on kuitenkin huomioitava paikkoja vertailtaessa.

POLMU-kartoituksissa Tahkoluodossa (Ruuskanen ym. 2011) löytyi merialueelle tyypillisiä lajeja; ruskolevistä *Sphacelaria arctica* ja punalevistä *Furcellaria lumbrecalis* ja *Polysiphonia fucoides*. Näitä lajeja löytyi kaikilta tutkituilta linjoilta, paitsi *F. lumbrecalis* yhdellä linjoista. Lisäksi avoimuuden lisääntyessä suojaisammilla alueilla viihtyvän *S. arctica*n määrät vähentyivät. Silmälläpidettäviä tai uhanalaisia lajeja ei löytynyt. Myöskään vuodenajalle tyypillisiä opportunistileviä ei esiintynyt.

5.2 Rauman ja Eurajoen edustan merialue

Rauman edustan merialueesta suurin osa alueesta luokitellaan lievästi reheväksi. 7-8 km päässä rannikosta merialue luokitellaan hyväksi ja siitä kauempana erinomaiseksi. 1990-luvulla likaantuneeksi luokiteltavan pohjan ala pieneni merkittävästi jäteveden puhdistusten alkaessa 1991 ja terveeksi luokiteltavaa pohjaa esiintyi alueella (Hanhisten ja Rihtniemen pohjoispuoli). Vuoden 2002 kartoituksissa tutkituilla havaintoasemilla ei kuitenkaan tavattu yhtään tervettä pohjaa eikä valkokatkaa tavattu koko merialueella.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen lähistön merialueeseen vaikuttavat ydinvoimalan jäähdytysvedet, jotka nostavat veden lämpötilaa ja muuttavat virtausoloja. Jäähdytysvedet estävät 5-20 km² etäisyydellä merivettä jäätymästä talvella. Jääpeitteen puuttuminen on vaikuttanut eliöstöön; kasviplanktonin ja makrofyyttien kasvukausi on pidentynyt ja siten aiheuttanut muutoksia myös pohjan laatuun ja eliöstöön. Yleisesti ottaen kartoitukset Olkiluodon alueella eivät ole poikenneet selittämättömästi referenssituloksista, joskin ydinvoimalan jäähdytysvedet vaikuttavat lähivesien kasvillisuuteen ja eläimiin lajista ja etäisyydestä riippuen.

5.2.1 Pohjaeläimet

Rauman merialueen pohjaeläintutkimuksien tulokset vuosina 2002 ja 2007 (Turkki 2008) olivat samansuuntaisia. Alueelta tavattiin yhteensä 40 eri lajia; itämerensimpukka lähes kaikilla asemilla, suurin osa pohjaeläimistön yksilömäärästä ja biomassoista. Yleisinä esiintyi myös vaeltajakotilo, suippokotilo, amerikansukasmato ja viherlimamato. Puhtaiden pohjien tyyppilaji valkokatka on hävinnyt alueelta ja vuoden 2002 tapaan alueella esiintyi niukasti pehmeille pohjille tyypillisiä äyriäislajeja.

Likaantuneen pohjan lajeista harvasukasmatoja esiintyi 73 %:lla asemista, joskin selkeää likaisen pohjan tyyppilajia *Tubiflex costatus* -harvasukasmatoa vain yhdellä asemalla (asema 42). Erittäin likaantuneita pohjia ei tavattu tässä tutkimuksessa; noin puolet Rauman edustan merialueen pohjista oli luokiteltavissa puolilikaantuneeksi. Tervettä pohjaa ei ole tavattu Rauman edustalla 2000-luvun kartoituksissa; 1980-luvun jälkeen Rauman edustan merialueen pohjaeläimistö on muuttunut (kuten Saaristomeren), etenkin ulommalla merialueella: puhtaan veden lajit ovat vähentyneet (valkokatka, kilkki, liejusukasmato) ja likaantuneen pohjan ilmentäjälajit (surviaissääsken toukat, harvasukasmadot) ovat lisääntyneet ja niiden esiintymisalue on laajentunut ulommas saaristoon.

Olkiluodon pohjaeläintutkimuksissa marraskuussa 2004 (Haapanen toim. 2005) itämerensimpukka (*Macoma baltica*) oli biomassaltaan ja yksilömäärältään runsain (n. 70–80%) tutkituissa kuudessa pisteessä. Toiseksi runsain (n. 10 %) oli amerikansukasmato. Koskemattomilla pohjilla esiintyvää valkokatkaa on myös tavattu näiltä näytteenotto-paikoilta, mutta ei tämän näytteenoton yhteydessä. Sitä pidetään saasteille herkkänä lajina. Vuonna 2000 valkokatkojen määrä väheni runsaasti Selkämerellä ja Pohjanlahdella eli Olkiluodon alueella lajin puuttuminen saattaa olla vain osa laajempaa ilmiötä. Vuonna 2007 itämerensimpukka oli edelleen ylivoimaisesti hallitsevin laji (Haapanen toim. 2008).

Pohjaeläinyhteisössä tapahtuneita muutoksia käsitelleessä pro gradu-tutkielmassa 2010 (Kangasniemi 2010) todettiin, ettei jäähdytysvesien vaikutus tulosten mukaan ole vaikuttanut merkittävästi pohjaeläinyhteisön rakenteeseen alueella. Sen sijaan Itämeren yleinen rehevöityminen on todennäköisesti vaikuttanut siihen, että tutkimusalueen ja vertailupaikkojen lajimäärä ja kokonaistiheys ovat kaksinkertaistuneet seuranta-ajan aikana. Myös tässä tutkimuksessa havaittiin, että valkokatka hävisi tutkimusalueelta jo 1990-luvun puolen välin jälkeen ja amerikansukasmadon määrät ovat sen sijaan kasvaneet siitä lähtien. Tämä trendi on kuitenkin todettu muuallakin Selkämeren alueella.

5.2.2 Kasvillisuus

Olkiluodon velvoitetarkkailuissa vuosina 2004 ja 2010 tehdyissä linjasukelluksissa karotettiin vesikasvillisuuden tilaa kuudella sukelluslinjalla Olkiluodon ydinvoimalan edustalla (Kinnunen ja Oulasvirta 2004, Laaksonen ja Oulasvirta 2010). Linjat sijoituivat ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesien purkualueelle ja sen lännenpuoleiselle merialueelle. Irtonaisen sedimentin määrän todettiin jälkimmäisessä tutkimuksessa vähentyneen tai pysyneen samana verrattuna vuoden 2004 havaintoihin. Kasvilajien määrä oli noussut 24 lajista 37:ään. Vuonna 2010 havaitut uudet lajit olivat rihmaleviä, putkilokasveja ja näkinpartaisia. Yhdellä linjoista havaitun uuden lajin, hapranäkinparran, osuus oli suuri. Tämä laji kestää rehevempiä vesiä hieman paremmin kuin muut näkinpartaiset. Lisäksi vähäisemmässä valossa toimeen tuleva laikkupunalevän määrä oli lisääntynyt vuonna 2010 aiempiin tutkimuksiin verrattuna. Tämä indikoi myös mahdollisesti osaltaan rehevöitymistä. Uhanalaiseksi luokiteltavia lajeja ei havaittu. Tulosten perusteella rehevöitymiskehitys jatkuu edelleen.

Olkiluodon ydinvoimalan OL 4-voimalaitosyksikön Natura-vaikutusten arvioinneissa (Ramboll Finland Oy 2007 ja 2008) ydinvoimalan jäähdytysvesien purkupaikkaa lähimmillä kasvillisuuslinjoilla jäähdytysvesistä johtuvat muutokset olivat selviä. Rihmalevien runsas määrä indikoi rehevöitymistä. Kauempana Iso Susikarin luona sijaitsevalle linjalla oli myös merkkejä rehevöitymisestä; pohjaa oli vallannut rehevyyttä paremmin kestävä putkilokasvit. Olkiluodon merialueen pohjaeläimistöön on vaikuttanut jäähdytysvesien aikaansaama levien ja kuolleen kasviaineksen lisääntyminen. Tämä aiheuttaa hapenpuutetta syvemmillä alueilla. Matalilla alueilla virtausten lisääntyminen, ravinteiden määrän nousu ja kasvukauden piteneminen jäähdytysvesien vaikutuksesta on kiihdyttänyt kasvien kasvua (Haapanen ym. 2007).

5.3 Uudenkaupungin ja Pyhämaan edustan merialue

Uudenkaupungin merialueen pohjaeläimistön tila heikentyi 1980-luvun lopulla ja se ei ole viime vuosina selvästi parantunut. Kaupungin lähivesien tila on sen sijaan parane-massa; täysin kuolleita ja likaantuneita alueita ei ole esiintynyt enää 1990- ja 2000-luvulla. Puolilikaantuneeksi luokiteltavan pohjan ala on kuitenkin laajentunut etenkin välisaaristossa. Uudenkaupungin edustan velvoitetarkkailu tehdään 5-6 vuoden välein ja ne perustuvat Yara Oy:n tehtaiden ja Uudenkaupungin kaupungin toimeksiantoon. Huomioitavaa tällä alueella on, että vuodesta 1993 Yara Oy:n jätekipsialueen fosfori-päästöt ovat pienentyneet ja siten lähialueiden rehevöityminen on vähentynyt.

5.3.1 Pohjaeläimet

Uudenkaupungin merialueen pohjaeläintutkimuksessa 2006 oli 42 havaintopaikkaa (Turkki 2007). Itämerensimpukkaa esiintyi 86 %:lla asemista ja likaantumista ilmentä-viä surviaissääsken toukkia 71 %:lla asemista. Muita yleisiä lajeja olivat suippokotilo, vaeltajakotilo ja harvasukasmatoja löytyi noin 80 %:lla asemista. Amerikansukasmato on taantunut 2000-luvulla; 1996 se oli toiseksi runsain ja yleisin pohjaeläin alueella. Puhtaan pohjan ilmentäjää valkokatkaa tavattiin 17 %:lla asemista; vuonna 2002 niitä ei löydetty yhdeltäkään asemalta, mutta nyt ne olivat palautuneet vuoden 1996 tasolle. Liejusukasmato ja kilkki havaittiin kahdella asemalla. Valtaosa pohjista oli luokitelta-vissa puolilikaantuneiksi.

Pyhämaan alueella on viisi kalankasvattamoa, joilla on ympäristöä rehevöittävä vaiku-tus. Näillä alueilla on havaittu myös muutoksia päällysläpäntöön määrässä ja pohja-eläimissä. Kalankasvattamoiden aiheuttama kuormitus on kuitenkin pienentynyt lähes kymmenesosaan 1990-luvun alun tilanteesta. Vuonna 2001 alueella tehty pohjaeläintut-kimus osoitti, ettei kalankasvattamoiden lähiympäristön pohjan tilassa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia 1980-luvulta vuoteen 2001. Alueen ja vertailupaikkojen pohja-eläimistö on kuitenkin merkittävästi muuttunut; valko- ja liejukatkat ovat oleellisesti vähentyneet vuoden 1996 jälkeen ja määrät ovat palautuneet 1970-luvun tasolle. Näillä lajeilla esiintyy luontaisestikin voimakkaita kannanvaihteluita, mutta syynä vähenemi-seen saattaa olla myös alueelle levinnyt amerikansukasmato. Seulan koko (1977 0,6 mm ja sen jälkeen 0,5 mm) ja pohjaeläinten säilöntäaineen valinta (vuosina 1977, 1979 ja 1981 formaliini alkoholin sijaan) on vaikuttanut aikasarjan tulosten vertailukelpoisuu-teen.

5.3.2 Kasvillisuus

Vuonna 1965 Uudenkaupungin edustalle Sirppujoen suulle padottiin makeavesiallas. Se aiheutti 1970-luvulla rentovihvilän (*Juncus bulbosus*) leviämisen alueelle pH:n laskies-sa. Tätä kasvia esiintyy rannoilla, soilla ja ojissa – usein vedessä kasvaessaan se esiin-tyy pitkänä ja kietoutuvana kasvustona. Rentovihvilän määrät vähenivät 1980-luvulla

veden pH:n muuttuessa ja alueen valtasi makeanveden kasvillisuus. (Turkki & Kirkkala 2005)

5.4 Olemassa olevan tiedon käyttökelpoisuus SELMO -hankkeen kannalta

Itämeren rannikkovaltiot ovat keränneet tahoillaan paljon tietoa vedenalaisesta luonnosta, mutta se on myös hyvin vaihtelevaa ja kansainvälisiä standardeja tarvitaan. Verattuna muihin Suomen rannikkoalueisiin Selkämeren alueella on tehty suhteellisen vähän vedenalaiskartoituksia (kuva 1.1).

Monet tekijät vaikuttavat pohjaeläinnäytteenottojen vertailtavuuteen. Näytteenotoseulan koko, nostojen määrä tai pohjaeläinten säilömisaine vaikuttavat tuloksiin. Vaikkei pienempi seulakoko juurikaan vaikuta biomassoihin, se saattaa nostaa huomattavasti yksilömääriä. Sen sijaan säilöntäaine vaikuttaa pohjaeläinbiomassoihin, jotka ilmoitetaan formaliini- tai alkoholimärkäpainona. Kasvillisuuskartoituksissa kasvillisuuden arviointi linjasukelluksilla on suhteellisen subjektiivista ja riippuu sukeltajan näkemyksestä. Sukelluslinjaa on vaikea sijoittaa täsmälleen samaan paikkaan jatkotutkimuksia ajatellen. Myös näytteenoton ajankohdalla on suuri merkitys; keväällä ja lopukesällä lajisto poikkeaa toisistaan. Tässä katsauksessa tarkastelluissa raporteissa menetelmät eivät ole välttämättä riittävän vertailukelpoisia VELMU-hankkeen mallinnuksen tarpeisiin. Velvoitetarkkailut antavat kuitenkin yleiskuvan alueen vedenalaisen luonnon monimuotoisuudesta ja kehitymisestä pidemmällä aikavälillä. Esimerkiksi Olkiluodon alueella on tehty paljon kartoituksia jo usean kymmenen vuoden ajan, joskin tämä alue on ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutuksesta poikkeava ympäristö.

Geologian tutkimuskeskus on kartoittanut merenpohjan laatua FINMARINET -hankkeessa. Selkämeren alueelta tietoa on toistaiseksi vain Rauman edustalta (Ympäristöministeriö 2010). Jo pelkän pohjan laadun tai esimerkiksi syvyys-, sameus- ja saliniteettitietojen perusteella voidaan arvioida mahdollista alueen lajikoostumusta. Puhtaalla hiekkapohjalla viihtyvät lajit kuten meriajokas ja merinäkinpartainen. Matalilla pehmeillä pohjilla hallitsevina esiintyvät putkilokasvit ja näkinpartaislevät, jotka ovat sopeutuneet irtonaiseen pohjamateriaaliin.

Vedenalaiset maisemat kertovat merenpohjan fyysisen ympäristön lisäksi myös ekologiasta ja ovat tärkeitä merien aluesuunnittelussa. BALANCE (Baltic Sea management – nature conservation and sustainable development in the marine ecosystem through spatial planning,) oli EU:n Interreg IIIB -rahoitteinen hanke. Sen tavoitteena oli yhtenäistää vedenalaisen luonnon tiedonkeruu- ja tallennusmenetelmiä. Maisematyyppien määrittämisessä käytettiin geologista pohjatyyppejä- ja muotoa, suolaisuutta ja valoisaa kerrosta sekä olemassa olevaa ekologista tietoa. Hankkeessa oli mukana 10 maata 19 eri toimijatahoa. Suomessa GTK, Metsähallitus, Suomen ympäristökeskus ja WWF.

6 VEDENALAISEN LUONNON KARTOITUKSET JA KÄYTTÖPAIN- ALUEET

Selkämeren vedenalaisen luonnon tunteminen on edellytys alueen kestäväälle merialue-suunnittelulle. Vedenalaisen luonnon kartoituksen ja tuntemuksen avulla voidaan esimerkiksi tuulivoimalat sijoittaa häiritsemättä vaarantuneita luontotyyppisiä. Merialue-suunnittelulla tarkoitetaan ihmisten merialueille kohdistuvan toiminnan analysointia ja kohdentamista siten, että saavutetaan - useimmiten poliittisen prosessin kautta määritellyt - ekologiset, ekonomiset ja sosiaaliset tavoitteet (UNESCO 2010).

Itämereen kohdistuu monia käyttöpaineita, kuten laivaliikenne, ammattikalastus, puolustusvoimien toiminta, vapaa-ajan aktiviteetit, soran- ja hiekanotot sekä vedenalaiset putket. Itämeri on yksi maailman runsaimmin liikennöidyistä merialueista. Laivaliikenteen on arvioitu kaksinkertaistuvan seuraavan 20 vuoden aikana ja lisäksi laivojen koko tulee kasvamaan. Myös turismi, satamatoiminnot ja vedenalaisten putkien ja kaapeleiden määrä on nousussa. Maankäytön suunnitteluun verrattuna merialueiden suunnittelu on aivan alkutekijöissään. Merialueita on käytetty hyväksi upottamalla niihin erilaisia, myrkköjä ja jätteitä sekä toisaalta myös liiallisen kalastuksen muodossa. Merenkulun lisääntymisen vuoksi vanhoja satamia laajennetaan. Tuulivoimaa rakennetaan kasvavaa tahtia ja niiden kapasiteetin on arvioitu nousevan Itämeren alueella nykyisestä noin 400 MW:sta 25 000 MW:iin vuoteen 2030 mennessä. Näistä tosiasioista huolimatta monilla sektoreilla kasvua ei ole otettu huomioon. Tämä voi aiheuttaa lisääntyneen kilpailun kautta Itämeren resurssien liikakäyttöä ja siten vaarantaa ekosysteemejä. (WWF 2010)

Selkämeren rannikolla on paljon matalia lahtia ja saaristoja, joihin suurin ihmistoiminnan aiheuttama käyttöpaine kohdistuu. Tämä rannikkovyöhyke on myös tuottoisinta ja lajirikkainta aluetta. Selkämeren suurimmat Suomen puolella sijaitsevat satamat ovat Rauma, Pori, Kristiinankaupunki, Kaskinen ja Eurajoki. Lisäksi mainittakoon Uusikaupunki ja Vaasa, jotka ovat aivan Selkämeren raja-alueilla sijaitsevia merkittäviä satamakaupunkeja, vaikkei niitä varsinaisesti lasketakaan Selkämeren alueelle kuuluviksi. Satamat ja niihin liittyvä laivaliikenne aiheuttavat muutoksia satamien lähiluontoon virtausolojen muutoksien, vieraslajien, laivaväylien ruoppauksien, melun ja päästöjen lisääntymisen myötä. Vaarana ovat myös öljypäästöt, joko tahallisesti tai tahattomasti, esimerkiksi onnettomuuksien sattuessa.

Merialuesuunnitteluun liittyen mainittakoon Plan Bothnia, joka on vuoden 2011 alussa alkanut merialuesuunnittelun tueksi tietoa keräävä hanke, joka kerää tietoa merialuesuunnittelun tueksi. Osallisena hankkeessa ovat HELCOM, VASAB, Nordregio, SYKE, Turun yliopiston Merenkulkualan tutkimus- ja koulutuskeskuksen ympäristötutkimus- ja aluekehitysyksikkö, Boverket ja Fiskeriverket, sekä muita tarkkailijoita ja tukijoita Suomesta ja Ruotsista. Hankkeessa tuotetaan tietoa Selkämeren luontoarvoista ja ihmisen toiminnasta, kuten laivaväylien sijainnit, ruoppaukset ja suunnitellut tuulivoimaloiden rakentamiset. (UNESCO 2010)

EU:n jäsenmaat ovat sitoutuneet tuottamaan 20 % energiastaan uusiutuvien energianlähteiden avulla vuoteen 2020 mennessä. Tuulivoiman rakentaminen uusiutuvana energianlähteenä on lisääntynyt myös Suomen merialueilla. Vedenalaisen luonnon monimuotoi-

simmat alueet sijoittuvat usein alle 10 metrin syvyyteen – nämä alueet kiinnostavat myös tuulivoiman rakentajia. (Suomen Tuulivoimayhdistys). Merellä sijaitsevien tuuliturbiinien rakentaminen häiritsee pohjaeläinyhteisöjä ja kasvillisuutta. Pohjarakenteita asennettaessa joudutaan poistamaan alueen pohja-ainesta. Ruoppaamisen yhteydessä veteen vapautuu ravinteita ja mahdollisesti myös raskasmetalleja, jotka ovat vahingollisia pohjaeläinyhteisöille. Veden tilapäinen samentuminen voi myös vaikuttaa kasvillisuuteen ja melu kaloihin ja merilintuihin. Rakennusvaiheen jälkeen tuuliturbiinit kuitenkin ovat mahdollisesti jopa hyödyksi kaloille ja pohjaeläimille, toimiessaan keinotekoisena suojarakenteena. Vedenalaisen luonnon kartoitus ja merialuesuunnittelu ovat edellytys tuulivoiman lisäämiselle, sillä tuulivoiman rakentaminen vaatii laajoja meri-alueita.

7 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Tämän selvityksen tarkoituksena oli käydä läpi Selkämeren alueella tehtyjä vedenalaisen luonnon kartoituksia ja niihin liittyviä peruskäsitteitä, kuten luokitteluperusteita ja säädöksiä. Selkämeren tila on hyvä verrattuna esimerkiksi Suomenlahden tilaan, mutta Selkämereenkin kohdistuu lisääntyvästi sen tilaa rasittavia käyttöpaineita.

Selkämeren alueella tehdyt vedenalaisen luonnon kartoitukset ovat pääosin perustuneet velvoitetarkkailuihin. Ne on aloitettu jo 1969 Uudenkaupungin ja Rauman edustan merialueilla ja joitain vuosia myöhemmin muilla tarkkailun kohteena olevilla Selkämeren alueilla (taulukko 1.1). Viranomaisten päätökset velvoittavat toiminnanharjoittajan seuraamaan toimintaansa ja siitä laaditaan tarkkailuvelvoitteen mukainen vuosiraportti. Nämä velvoitetarkkailut ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyn eli YVA:n arviointiselostukset tuottavat tärkeää tietoa myös Selkämeren rannikkoalueiden vedenalaisesta luonnosta. Vaikka velvoitetarkkailuissa käytetyt menetelmät ovat jossain määrin vaihdelleet, tuloksista saa kuitenkin hyvän yleiskuvan alueiden lajistosta ja sen kehityksestä. Velvoitetarkkailuista saatua tietoa voidaan käyttää suunnattaessa tarkempia inventointeja, niitä olisi kuitenkin aiheellista edelleen kehittää ja yhdenmukaistaa.

Selkämeren vedenalaisen luonnon velvoitetarkkailuissa on havaittu Itämeren lajiston yleisiä suuntauksia, kuten amerikansukasmadon nopea leviäminen alueelle 1990-luvulla ja valkokatkojen väheneminen 2000-luvulla. Lisäksi on nähtävissä, että Saaristomereen verrattuna Selkämeren rehevöitymistilanne on parempi.

Myös jonkin verran VELMU –hankkeen kartoituksia on jo tehty Selkämerellä, mutta toistaiseksi nämä kartoitukset ovat vielä vähäisiä verrattuna Saaristomereen tai muihin Suomen rannikkoalueisiin. VELMU-hankkeen näytteenottojen primääriaineisto tallennetaan sellaisenaan ja tutkimusaineistoa käytetään mm. habitaattimallinnukseen. Karttoja luodaan esimerkiksi interpoloimalla, olettaen että lähellä toisiaan sijaitsevat alueet ovat samankaltaisempia kuin kaukana toisiaan sijaitsevat. Apuna käytetään pohjanlaatua ja syvyyttä. Mallinnuksen tuottama tieto riittää antamaan yleiskuvan tietyllä alueella esiintyvistä habitaateista. Se ei kuitenkaan ole riittävän luotettavaa antaakseen tietoa yksittäisten lajien tai habitaattien tarkasta esiintymisestä.

Käyttöpaineiden lisääntymisen lisäksi ilmastonmuutos ja vieraslajit vaikuttavat Selkämeren ja koko Itämeren tulevaisuuteen. Ilmastonmuutos vaikuttaa meren suolapitoisuuden, lämpötilaan, meriveden korkeuteen, tuuliolosuhteisiin ja ilmanpaineeseen. Näiden tekijöiden muuttuessa myös esimerkiksi tällä hetkellä vaarattomat vieraslajit voivat muodostua suuremmaksi ongelmaksi. Kaikilla näillä tekijöillä on vaikutusta ihmistoimintaan kuten meriliikenne, kalastus, kalanviljely, energiantuotanto ja vapaa-ajan toiminnot.

LÄHTEET

Airaksinen O. & Karttunen K. 2001: Natura 2000 – luontotyyppiopas. Ympäristöopas 46. Suomen ympäristökeskus. Edita Oy, Helsinki. 194 s.

Alleco. BalMar. Baltic Marine Habitats Classification Tool. Key for determining biotope classes. 20.5.2005.

Baltic Sea Alien Species Database. Viitattu 30.8.2011. Viimeksi päivitetty 25.10.2010. Saatavilla: <http://www.corpi.ku.lt/nemo/> Copyright: Sergej Olenin, Darius Daunys, Eugenija Dauniene.

Birdlife Suomi ry. Viitattu 18.11.2011.
Saatavilla: <http://www.birdlife.fi/suojelu/lajit/merimetso.shtml>

Geologian tutkimuskeskus. MERLIN-hanke, www-sivut. Viitattu: 8.1.2012. Saatavilla: <http://www.gtk.fi/tutkimus/tutkimusohjelmat/merigeologia/finmarinet.html>

European Environment Agency, About the EUNIS database. Viitattu 27.7.2011. Saatavissa: <http://eunis.eea.europa.eu/about.jsp>

Gamito S (2008). Water framework directive: defining the ecological quality status in transitional coastal waters. Teoksessa: Gönenç E, Vadineanu A, Wolflin J P, Russo R C (toim). Sustainable Use and Development of Watersheds. S. 323-334.

Haapanen R, toim. (2005). Results of monitoring at Olkiluoto in 2004. Environment. Posiva working report 2005-31.

Haapanen R, Aro L, Ilvesniemi H, Kareinen T, Kirkkala T, Lahdenperä A-M, Mykrä S, Turkki H ja Ikonen A.T.K (2007). Olkiluoto Biosphere description 2006. POSIVA 2007-02.

Haapanen R, toim. (2007). Results of monitoring at Olkiluoto 2006. Environment. Posiva working report 2007-52.

Haapanen R, toim. (2008). Results of monitoring at Olkiluoto 2007. Environment. Posiva working report 2008-25.

Haapanen A, toim. (2009). Results of monitoring at Olkiluoto 2008. Environment. Posiva working report 2009-45.

Haapanen R ym. (2009). Olkiluoto Biosphere Description 2009. Posiva 2009-02.

HELCOM (1998). Red list of marine and coastal biotopes and biotope complexes of the Baltic Sea, Belt Sea and Kattegat: Including comprehensive description and classification system for all Baltic marine and coastal biotypes. Baltic Sea Environment Proceedings 75, 115 s.

Helminen H, Kirkkala T. 2005. Saaristomeren kautta Selkämerelle kulkeutuvat vedet. Teoksessa: Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. S. 25.

Hilla V-M (2007). Ramboll Finland Oy / Metsähallitus Morenia Oy. Kiviainesten nostohanke Porin edustalla (2007). Lisätutkimukset 82117300 12.9.2007.

Holsti H. ja Piironen O. (2008). Kokemäenjoen ja sen edustan merialueen kalataloudellinen tarkkailu 2004–2006. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 589.

Holsti H. (2008) Rauman edustan merialueen kalataloudellinen tarkkailu 2005–2007. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 591.

Holsti H. (2009). Kokemäenjoen ja sen edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu 2007. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 599.

Holsti H. (2009). Sachtleben Pigments Oy (ent. Kemira Pigments Oy) kalataloustarkkailu 2004–2007. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 607.

Hyvärinen J (2010). Selkämeren muuttuva kalasto ja kalastus. Muuttuva Selkämerihanke. Pyhäjärvi-instituutin julkaisu.

Hyvärinen Juha, kirjallinen tiedonanto 11.10.2011.

Ilmarinen K, Leinikki J ja Oulasvirta P (2009). Seafloor mapping at Olkiluoto western Coast of Finland. Posiva working report 2009-12.

Insinööritoimisto Paavo Ristola, 2005. Metsähallitus Morenia. Porin ja Merikarvian merialueen kiviaineksen nosto Ympäristövaikutusten arviointiselostus 15.12.2005

Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005a. Metsähallitus Morenia, Porin merialueen kiviainesten nosto, Ympäristövaikutusten arviointi. Kalastustiedustelu ja kalastajien haastattelu 3.11.2005.

Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005b. Metsähallitus Morenia, Porin merialueen kiviainesten nosto, Ympäristövaikutusten arviointi. Pohjaeläinselvitys 3.11.2005.

Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005c. Metsähallitus Morenia, Porin merialueen kiviainesten nosto, Ympäristövaikutusten arviointi. Sedimenttitutkimus 3.11.2005.

Insinööritoimisto Paavo Ristola 2005d. Metsähallitus Morenia, Porin merialueen kiviainesten nosto, Ympäristövaikutusten arviointi. Vesikasvikartoitus 3.11.2005.

Insinööritoimisto Ecobio Oy, 2009a. Rauman sataman laajennuksen ympäristövaikutusten arviointiselostus 7.1.2009.

Insinööritoimisto Ecobio Oy, 2009b. Rauman sataman laajennuksen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen täydennys 11.11.2009.

The IUCN red list of threatened species. Viitattu: 29.7.2011. Saatavilla: <http://www.iucnredlist.org/>

Kangasniemi V (2010). Pohjaeläinyhteisön pitkäaikaismuutokset Olkiluodon ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutusalueella. Pro gradu-tutkielma, Jyväskylän Yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos.

Kirkkala, T. 2005. Vesistötarkkailut. Teoksessa: Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. S. 30.

Kirkkala T, Oravainen R, 2005. Uudenkaupungin edustalta Merikarvialle. Teoksessa: Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. S. 9–13.

Kinnunen V, Oulasvirta P (2004). Rantavyöhykkeen suurkasvillisuus Olkiluodon ydinvoimalan edustalla kesällä 2004. Alleco Oy.

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 576.

Laaksonen R, Oulasvirta P (2010). Rantavyöhykkeen suurkasvillisuus Olkiluodon ydinvoimalan edustalla kesällä 2010. Alleco Oy.

Lehtonen H, 2005. Selkämeren kalat. Teoksessa: Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. S. 102-107.

Leppäkoski E 1975, Assesment of degree of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine and brackish-water environments. Acta Academiae Aboensis Ser. B, Vol. 35 nr 2.

Leppäkoski E, Gollasch S, Gruzka P, Ojaveer H, Olenin S, Panov V (2002). The Baltic – a sea of invaders? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 59:1175-1188.

Leppäkoski, E. 2004. Tulokaslajit. Julkaisussa: Walls, M. ja Rönkä, M. (toim.), Veden varassa. Suomen vesiluonnon monimuotoisuus. Edita Publishing. Helsinki. S. 157–165.

Maa- ja metsätalousministeriö, Vieraslajistrategia Saatavilla: <http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/ymparisto/luonnonmonimuotoisuus/vieraslajit.html> Viitattu 17.11.2011
Metsähallitus. MERLIN-hanke, www-sivut. Viitattu: 8.1.2012. Saatavilla: <http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Luonnonsuojelu/Lajitjaluontotyypit/Meriluonto/Sivut/MetsahallituksenmerialueideninventointiohjelmaMERLIN.aspx>

Metsähallitus. Selkämeren kansallispuisto. Metsähallituksen ehdotus kansallispuiston alueiksi. Viitattu 16.8.2011. Saatavilla: <http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/>

Luonnonsuoje-

lu/Suojelualueet/Kansallispuistot/Selkameritietoa/Documents/Selk%C3%A4meren%20kp%20ehdotus%20kartta.pdf

Nyberg J, Lindberg T, Holmberg J, Zetterlund S, Stölen L K (2007). Marine environmental data, availability and harmonisation. BALANCE WP1report.SGU-rapport 2007:36.

Oudheusden van, Rosanne (2005). Report: The CORINE biotopes project. Alive and kicking. Utrecht University, Faculty of Chemistry, Department of Science, Technology and Society.

Paakkinen M. (2002). Kokemäenjoen ja Pihlavanlahden vesikasvillisuus vuonna 2001; Metallien kertyminen ulpukkaan. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 466.

Perus J, Bonsdorff E, Bäck S, Lax H-G, Villnäs A, Westberg V (2007). Zoobenthos as indicators of ecological status in coastal brackish waters: a comparative study from the Baltic Sea. *Ambio* Vol. 36, No. 2-3, p. 250-256.

Perälä H. (2008) Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailu vuonna 2007. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 586.

Perälä H. (2009). Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailu vuonna 2008. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 610.

Ramboll Finland Oy 2007 / Metsähallitus Morenia Oy. Kiviainesten nostohanke Porin edustalla, Sedimenttitutkimus 82117300, 31.8.2007.

Ramboll Finland Oy, 2007. Teollisuuden Voima Oyj Vesikasvikartoitus Olkiluodon ydinvoimalan edustalla elokuussa 2007, Linjasukellukset 14.–22.8.2007.

Ramboll Finland Oy, 2008. Teollisuuden Voima Oyj OL 4 voimalaitosyksikön Natura-vaikutusten arviointi, Vesikasvikartoitus Rauman saariston Natura-alueella, Linjasukellukset 19. - 20.8.2008.

Rassi P, Hyvärinen E, Juslén A, Mannerkoski I. (2010). Ympäristöministeriö. Suomen lajien uhanalaisuus: Punainen kirja 2010. Viitattu 29.7.2011. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=370880&lan=fi&clan=fi>

Ruuskanen A, Nappu N, Karell K (2011). Porin tahkoluodon suunnitteilla olevan tuuli-voimalapuiston vedenalaisia ympäristökartoituksia 2010 liittyen Pohjanlahden vedenalaisen luonnon monimuotoisuuden inventointi- ja kaukokartoitusmahdollisuudet POLMU-projektiin. Työ 2956. Tilaaja: Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.

Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) 2005: Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. 144 s.

Suomen tuulivoimayhdistys, www-sivut. Viitattu: 31.8.2011.

Saatavilla: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/>

Suomen Ympäristökeskus, Finmarinet-hanke, www-sivut. Viitattu: 8.1.2012. Saatavilla: <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=392542&lan=FI>

Suomen Ympäristökeskus, Kokemäenjoki LIFE-hanke, www-sivut. Viitattu: 8.1.2012. Saatavilla: <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=370971&lan=FI>

Turkki H, Kirkkala T, 2005. Uudenkaupungin makeavesiallas. Teoksessa: Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. S. 35.

Turkki H (2007). Uudenkaupungin merialueen pohjaeläintutkimus 2006. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus oy. Tutkimusseloste 283.

Turkki H (2008). Rauman merialueen pohjaeläintutkimus 2007. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus oy. Nro 116-08-4504

Turkki H (2010). Uudenkaupungin merialueen kuormitus ja tila. Vuosiraportti 2009. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus oy.

Turkki H (2010). Rauman merialueen tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2009. Lounais-Suomen Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy. Nro 116-10-4906.

Turkki H (2011). Olkiluodon fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2010. Lounais-Suomen Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy. Nro 114-11-70. UNESCO Marine spatial planning initiative. Viitattu 31.8.2011. Saatavilla: <http://www.unesco-ioc-marinesp.be/> Viimeksi päivitetty: 28.1.2010.

Vahteri P (1997). Tutkimusraportti Rauman satamalaajennuksen ympäristövaikutuksista kalojen kutualueisiin. Saaristomeren tutkimuslaitos.

Valkama J. 2008: Kemira Pigments Oy Porin edustan merialueen pohjaeläimistä vuonna 2007. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 581.

Valkama J. 2008: Kokemäenjoen ja sen edustan pohjaeläintarkkailu 2006.

Valkama J. (2009). Sachtleben Pigments Oy Porin edustan merialueen pohjaeläimistä vuonna 2008. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu nro 595.

Vehviläinen, J. 2005. Selkämeri Itämeren osana. Teoksessa: Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. S. 20-24.

WWF (2010). Future trends in the Baltic Sea, WWF Baltic Ecoregion Programme 2010. Ympäristöministeriö. 2004. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöopas 117, ympäristönsuojelu, 121 s. ISBN 952-11-1850-4.

Ympäristöministeriö 2010, Kokemäenjoki-LIFE. Viitattu: 18.11.2011. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=370971&lan=FI>

Ympäristöministeriö, Suomen Natura 2000 –alueet. Viitattu 4.8.2011. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=294544&lan=fi&clan=fi>

Ympäristöministeriö 2010. VELMU, alueet ja kartoitukset. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=328568&lan=fi&clan=fi>, päivitetty 2.2.2010. Viitattu: 3.6.2011

Zettler M L, Schiedek D, Bobertz B (2007). Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 55:258-270.



Turun yliopisto
MERENKULKUQUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUS

FI-20014 TURUN YLIOPISTO

<http://mkk.utu.fi>



Turun yliopisto
University of Turku