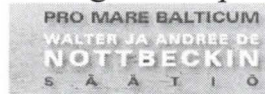


**NAUVO, TRUNSJÖ VROUW MARIA – HYLKY**

**Raportti hilyn biologisista kenttätutkimuksista 2003**

Ari Ruuskanen, Niko Nappu, Veijo Kinnunen  
Helsingin Yliopisto



&

Museovirasto, Meriarkeologian yksikkö

## Sisällys

JOHDANTO BIOLOGISEEN TUTKIMUKSEEN	3.
TUTKIMUSAIHEET	5.
1. HYLKYYN KIINNITTYNEIDEN ELIÖIDEN LAJISTON JA NIIDEN PEITTÄVYYDEN ARVIOINTI	5.
Johdanto	5.
Menetelmät	6.
Tulokset ja niiden tarkastelu	7.
2.HYLKYÄ YMPÄRÖIVÄN IRTONAISEN LEVÄMATON KOOSTUMUS JA ALKUPERÄ	9.
Johdanto	9.
Levien alkuperän eli kasvupaikan määrittämisestä	10.
Menetelmät	10.
Tulokset	12.
Tulosten tarkastelu	15.
LÄHDELUETTELO (TUTKIMUKSET 1 JA 2)	16.
LIITE	17.
KUVAT 1-11	18.
3. VESI- JA PUUNÄYTTEET HYLKYPUUN MIKROBIOLOGISEN HAJOAMISEN TUTKIMUKSIA VARTEN – ESITUTKIMUS VROUW MARIA HYLKYLÄ KESÄLLÄ 2003	28.
Johdanto	28.
Menetelmät	29.
Tulokset	30.
Tulosten tarkastelu	31.
KUVA 12	33.
LÄHDELUETTELO (TUTKIMUS 3)	34.
LOPPUSANAT	35.

## **JOHDANTO VROUW MARIA HYLYN BIOLOGISEEN TUTKIMUKSEEN**

Suomen rannikolle on historian saatossa uponnut lukemattomia aluksia, joista vain pieni osa on tähän mennessä löytynyt. Nykyaikaisten etsintämenetelmien myötä arvokkaiden hylkylöytöjen määrä on lisääntynyt ja tuonut meriarkeologiselle tutkimukselle uudenlaisia mahdollisuuksia. Eräs tämän hetken kiinnostavimmista meriarkeologisista tutkimuskohteista on Saaristomerelle vuonna 1771 uponnut Vrouw Maria hylky.

Puuhylkyjen hajoamiseen vaikuttavat yhtäläillä fysikaaliset, kemialliset kuin biologisetkin tekijät. Matalaan rantaveteen uponnut alus tavallisesti hajoaa nopeasti aallokon ja jään aiheuttaman fysikaalisen stressin ansiosta. Syvempiin vesiin uponneet alukset säilyvät paremmin ja niiden hajoaminen on pääasiassa biologista. Hylkypuun biologinen hajoaminen rannikollamme on alhaisen suolapitoisuuden ja lämpötilan sekä syvän veden matalan happipitoisuuden vuoksi hidasta. Hajoamisprosesseja ja eri hajottajaorganismien merkitystä ei juurikaan tunneta.

### **Biologia arkeologian apuna**

Hylt ovat ihmisen tuotos, joka on muuttunut osaksi merieliöiden elinympäristöä. Biologiaa voidaan soveltaa arkeologiaan mm. hylkyntymisprosessin selittäjänä, missä biologiset tekijät todennäköisesti vaikuttavat, yhdessä fysikaalisten ja kemiallisten tekijöiden kanssa. Hylyn nykyisestä eliöstöstä (mm. bakteeristo) voidaan tehdä johtopäätöksiä vesiolosuhteista hyllyn ympäristössä. Lisäksi biologiaa voidaan käyttää hyllyn alkuperän selittäjänä, sillä hyllyissä tai niiden ympäristössä voi olla haaksirikkoajankohdasta säilyneenä eläinten tai kasvien jäänteitä (tietyn kasvin siitepölyä / siemeniä), joista voidaan päätellä hyllyn ikä ja alkuperä.

Hylkyjä voidaan pitää keinotekoisina riuttoina, ”saarina” meren eliöille. Eri paikoille uponneiden hylkyjen eliöyhteisörakenteiden voidaan olettaa olevan omanlaisiansa. Tällaiset biologiset tapahtumat tunnetaan kuitenkin huonosti.

Työn tarkoituksena on kartoittaa ja kuvailla biologista aktiivisuutta Vrouw Maria hyllyllä 3 eri tutkimusaiheen avulla. Tutkimusaiheet ovat itsenäisiä, mutta yhdistettynä ne antavat laajemman kuvan olosuhteista. Tutkimus tehdään eliöiden tämän hetkisen tilan

selvittämiseksi, sekä työkaluksi hylkyntymisprosessien tutkimisessa. Aineistoa tuotetaan vertailuaineistoksi mahdollisiin myöhemmin tehtäviin tutkimuksiin.

Biologinen aktiivisuus määritellään tässä tutkimuksessa eläin- ja kasvilajiston lajikoostumukseksi, määräksi, keskinäisiksi suhteiksi ja lajien funktionaalisiksi arvoiksi. Biologiseen aktiivisuuteen liitetään myös hyllyn puuaineksen mikrobitoiminta.

## TUTKIMUSAIHEET

Tutkimusajankohta 25-30.05.2003. Tutkimusaiheita havainnollistava kuva liitteessä 1.

### 1. VROUW MARIA HYLKYYN KIINNITTYNEIDEN ELIÖIDEN LAJISTON JA NIIDEN PEITTÄVYYDEN ARVIOINTI

#### Johdanto

Eliöt esiintyvät ympäristössä, jossa niille on pitkäaikaiset suotuisat fysikaaliset ja kemialliset elinolosuhteet. Yleisesti, fysikaalisista tekijöistä lämpötila ja valon määrä ovat tärkeimpiä, ja kemiallisista suolapitoisuus ja ravinteet. Lisäksi kasvu- / kiinnittymisalustan pitää olla sopiva ja siinä pitää olla tilaa. Eläimillä, varsinkin paikalleen kiinnittyneillä (sessiilit), ravinnon saanti on edellytyksenä kasvulle ja elossapysymiselle. Eliöt toki sietävät lajityypillisesti eri aikoja epäedullisia ympäristötekijöitä.

Eliöt esiintyvät eri habitaateilla (elinympäristöillä). Kasvit ja levät tarvitsevat yhteyttämiseen lajikohtaisesti valoa, ja siksi ne esiintyvät pinnan läheisyydessä. Monet äyriäiset esiintyvät valoisassa pintakerroksessa rantavyöhykkeessä koska niiden pääasiallinen leväravinto on siellä. Simpukat ja muut eliöt eivät vaadia valoa, ja esiintyvät siellä missä ravintoa on saatavilla, ja muut kemiallis-fysikaaliset ympäristötekijät ovat suotuisat. Monet kiinnittyneet eliöt, jotka filtraavat (suodattavat) tai pyydystävät ravintonsa vesipatsaasta asettuvat niille suotuisiin olosuhteisiin kuten kallioseinämiin johon virtaava vesi muodostaa ”suppiloefektin” ja jossa sen ansiosta on ravintoa saatavilla ja kasvualusta pysyy sedimentistä puhtaana.

VROUW MARIA hylky sijaitsee tasaisella savi-hiekka-sorapohjalla kallioiden muodostamassa laaksossa (kuva 1). Hylkyä voidaan pitää saarekkeena, keinotekoisena riuttana, koska se luo muutoin alueelta puuttuvat edellytyksen (kiinteä, puhdas kova alusta) eliöiden kiinnittymiseen. Mittaustulosten perusteella vesipatsas liikkuu, joten hylky on altistuneena jonkin asteisille merivirroille. Virrat saattavat kulkea 40 metrin vesipatsaassa eri suuntiin, jolloin eliöiden on mahdollista saapua hylkyyn eri suunnilta.

Eliöiden vaikutuksesta hylkyntymisprosessiin tiedetään vähän. Salemaa ym. (2001) on tutkimuksissaan todennut, että jotkut äyriäiset kuluttavat mekaanisesti puuainesta ruokaillessaan. Kiinnittyneiden eliöiden vaikutus on sen sijaan kahtalainen. Ne toisaalta

suojaavat puuta ulkopuoliselta kulutukselta, mutta toisaalta kuluttavat itse puuta, varsinkin jos ne repäistään irti (esim. haahka irrottaa sinisimpukan).

VROUW MARIA hylkyyn kiinnittynyttä filtraavaa eliöstöä ajatellen suotuisia olosuhteita ovat paikat, joissa ympäröivä vesi virtaa ja jotka pysyvät sedimentistä puhtaana. Eliöiden tiedetään suosivan nopeampivirtaisia paikkoja; kääntäen, tiettyjen eliöiden aggregoitumista voidaan käyttää jossain määrin veden virtaaman indikaattorina. Mikäli hyllyn ympäristön olosuhteet muuttuisivat (eli jos hylky siirretään), voidaan olettaa myös hyllyn kanssa assosioituneiden eliöiden lajiston, määrän ja peittävyuden muuttuvan.

Työn tarkoituksen oli tutkia ja kuvailla VROUW MARIA hylkyyn kiinnittyneen eliöstön lajistoa, niiden prosenttipeittävyttä ja aggregoitumista (kasautumista) hyllyn ulkolaidoilla, niin vertikaalisessa, kuin horisontaalisessa mittakaavassa. Tutkimuksen toisena tarkoituksena oli tuottaa perustietoa mahdollisten myöhempien tutkimusten pohjaksi, joiden avulla voidaan seurata eliöstön muutoksia eri aikaväleillä.

### **Menetelmät**

Hyllyn molemmille partaiden suoralle osalle keulasta perään vedettiin mittanauha (kuva 2). Oikealla kyljellä mittanauhan nollakohta oli hyllyn takaosassa, ja vasemmalla kyljellä hyllyn etuosassa.

Kummallekin hyllyn kyljelle arvottiin satunnaisesti kolme määrityskaistaletta. Kukin määrityskaistale oli yhden metrin levyinen kaistale, joka ulottui hyllyn ulkokyljellä partaalta pohjalle. Tutkittu alue edusti noin 10 % kummankin kyljen pinta-alasta.

Kolmeen kaistaleeseen päädyttiin, jotta työaika pysyi kohtuullisena. Toistuvien sukellusten alttiinaoloajan puitteissa, noin 20 minuutissa, oli ehdittävä uimaan kohteelle, tekemään määritys ja uida takaisin.

Mittakehikkona toimi 1 m<sup>2</sup> kokoinen muoviputkesta tehty kehikko, joka oli jaettu 4 osaan orientaation helpottamiseksi.

Kartoitus suoritettiin siten, että 3 sukeltajaa ui hyllyn partaalla ennalta määrätyle mittanauhan merkille. Merkin kohdalla laskeuduttiin pohjalle. Yksi sukeltaja (V.K.) asetti mittakehikon hyllyn kylkeä vasten. Toinen sukeltaja(N.N.) toimi valomiehenä, ja samalla kuvasi kartoitustapahtuman videolle. Kolmas sukeltaja (A.R.) määrittäi kehikon alalla olevan lajiston ja sen peittävyysprosentin. Videokuvaa käytettiin myöhemmin varmistamaan manuaalisesti tehty kartoitus. Kun kehikon sisältämä ala oli määritetty, kehikkoa siirrettiin metrin verran ylöspäin. Näin jatkettiin kunnes koko pystykaistale oli kartoitettu. Tämän jälkeen siirryttiin parrasta, ja mittanauhaa pitkin seuraavan määrityskaistaleen metrilukeman kohdalle.

Sattumalta valitut määrityskaistaleiden paikat sijaitsivat mittanauhan seuraavissa metrilukemissa (kuva 2):

Vasen kylki: 5, 7, 14.

Oikea kylki: 15, 16, 18.

### **Tulokset ja niiden tarkastelu**

Yleisesti ottaen, hyllyn kyljet olivat melko puhtaat sedimentistä; kylkiä peitti vain ohut kerros, joka poistui pölyttämällä. Pohjan lähellä, ylikaltevalla pinnalla sedimenttiä ei ollut. Puun pintaa peitti paikoitellen alle 1mm paksuinen ketto, jonka koostumusta ei määritetty.

Kartoitetulla alueella silmällä havaittavia kiinnittyneitä eläimiä oli kolme lajia (kuva 3).

Sinisimpukka (*Mytilus trossulus*)

Levärupi (*Electra crustulenta*)

Runkopolyppi

Hylkyyn kiinnittyntä kasvillisuutta ei havaittu.

Kuvassa 4 kaikki lajit ovat esitetty yhdistettynä vertikaalikokoomahistogrammina. Kullakin syvyysintervallilla lajien peittävydet ovat keskiarvoja kolmelta määrityskaistaleelta. Ne ovat esitettyinä molemmilta kyljiltä siten, että kaksi alinta jakoa olivat 25 cm, koska muutoin pohjan rajassa oleva puhdas vyöhyke olisi jäänyt havaitsematta. Seuraavat jaot olivat 0,5

metrin intervalleina partaalle asti. Itse parras, joka on 10 cm korkuinen, oli oma jakonsa. Parras asettui kummallakin puolella mitta-asteikon tasajaolle.

Yleisesti ottaen, hyllyn vasemmalla ulkolaidalla (BB) oli enemmän kiinnittyneitä eliöitä tutkitulla alueella kuin oikealla (SB) puolella. Molemmilla kyljillä eliöt olivat vertikaalisesti tiheimmillään laidan alaosassa, joka oli ylikalteva. Kuitenkin, vasemmalla kyljellä eliöt olivat keskittyneet alemmaksi verrattuna oikeaan kylkeeseen.

Levärupi oli yleisin laji. Se peitti kyljen alaosia noin 28 % vasemmalla ja 10 % oikealla kyljellä. Runkopolyyppi esiintyi pieninä peittävyysinä (noin 0,16%) lähinnä vasemman kyljen partaassa (kaiteessa). Sinisimpukkaa löydettiin ainoastaan yksi yksilö kummaltakin kyljeltä.

Kuvasta ei käy ilmi, että partaat ovat todellisuudessa lähes samalla tasolla suhteessa meren pintaan ja, että kylkien korkeusero johtuu osaksi pohjan epätasaisuudesta.

Vasemmalla puolella erikoinen ilmiö oli pohjahiekasta noin 20 cm korkuinen "puhdas" alue hyllyn kyljessä (kuva 5). Puhtaan kaistaleen syntyyn johtaneista tapahtumista ei ole tietoa. Kyseisellä alueella oli irtonainen levälautta vuonna 2002, mutta ei 2003. Vuonna 2003 levämatto oli oikealla puolella, mutta vastaavaa paljasta kaistaletta ei havaittu oikealla kyljellä 2003. Ilmiön syy ei välttämättä ole levämatto, sillä puuaines oli selvästi näkyvillä ja puhdasta, aivan kuin hankauksen jäljiltä. Saman tyyppinen kaistale on kuvattu Joskärin hyllyllä 2001 (kuva 5) (Ruuskanen ym. 2001). Eräs mahdollisuus on pohjavirtojen kuljettaman hiekka-aineksen hiova vaikutus, sillä Joskärin hyllyllä oli selvä virtaus.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin ainoastaan hyllyn kyljet. Yleisenä huomiona mainittakoon, että kannet olivat käytännössä puhtaat eliöstöstä. Sen sijaan etummainen masto oli kärjestä alaspäin muutaman metrin matkalla lähes 100 % sinisimpukan peitossa. Sinisimpukan määrä vaihteli maston eri puolilla. Lisäksi simpukoiden peittävyys vaihteli maston eri osissa muodostaen korkkiruuvimaisen vaikutelman. Havainto selittyy kenties osittain veden erilaisista virtaussuunnista eri kerroksissa.



## 2. VROUW MARIA HYLKYÄ YMPÄRÖIVÄN IRTONAISEN LEVÄMATON KOOSTUMUS JA ALKUPERÄ.

### Johdanto

Irtonaisella levämatolla tarkoitetaan pohjalle tiheäksi kerrokseksi kertynyttä leväainesta. Irtonaiset levämatot kehittyvät kun rantavyöhykkeessä kasvavat levät irtoavat ja ajautuvat merivirtojen mukana kunnes upottuaan kasautuvat pohjalle tyveniin kohtiin. Levämattojen olemus vaihtelee ajan ja paikan mukaan.

Levämatto koostuu monivuotista ja yksivuotisista levistä. Monivuotiset levät ovat yleensä sekovarreltaan vahvarakenteisia, ja säilyvät useamman kuukauden / vuoden irrottua kasvualustastaan. Yksivuotiset, eli vuodenaikaiset rihmalevät, ovat hentorakenteisia, yleensä yksisolurihmoja. Irrottuaan niiden hajoamisprosessi on vahvarakenteisia leviä nopeampi.

Levämaton paksuus riippuu paljolti veden ravinnepitoisuudesta, paikallisista virtausolosuhteista ja pohjan topografiasta. Irrottuaan kasvualustasta levä ajelehtii joko vesipatsaassa tai pohjavirtojen mukana. Sopivassa kohdassa, kuten montussa, akanvirrassa tai pohjalla olevien hylkyrakenteiden väleissä levät kasaantuvat. Levämatot hajoavat / lähtevät liikkeelle vesipatsaassa tapahtuvien virtausten saattelemana. Yleensä syksyllä vesipatsaassa tapahtuva täyskierto ja myrskyjen aiheuttamat virtaukset hajottavat kesän aikana syntyneet levämatot.

Rantavyöhykkeessä kasvavan leväaineksen määrä on sidoksissa vuodenaikaan ja vesipatsaan ravinne määrään. Rihmamaiset vuodenaikaiset levät ottavat ravinteet suoraan vesipatsasta, ja niiden kasvu (biomassa) on sidoksissa suuresti saatavilla olevaan ravinne määrään lajikohtaisen esiintymiskauden aikana. Monivuotisten levien, kuten rakkolevän, esiintymistä säätelevät pääasiassa jää (kuluttaa levät pois) ja valon määrä (mitä syvemmälle valoa riittää, sitä syvemmällä levä kasvaa). Eli, levämatto on monen eri tekijän summa, ja sen esiintymistä on vaikea ennustaa. Voidaan kuitenkin olettaa, että mitä enemmän levää kasvaa, sitä suuremmalla todennäköisyydellä irtonaisia mattoja syntyy.

Levämaton haittoina on sen sisällä tapahtuva hajoaminen, joka saattaa johtaa hapettomaan tilaan maton sisällä. Hapettomassa tilassa hajoamisen tuotteena syntyvä rikkivety on myrkyä, joka tappaa pohjaeliöstön alueella.

### **Levien alkuperän eli kasvupaikan määrittämisestä**

Monivuotiset makrolevät kasvavat samalla paikalla, ja sopeutuvat muotonsa puolesta vallitseviin olosuhteisiin. Voimakkain levän sekovarren muotoa muovaava tekijä on rannan aallokon voimakkuus. (Esim. mitä kovempi aallokko, sitä pienikokoisempi levä). Levän muoto määritetään mittaamalla siitä useita tiettyjä ominaisuuksia, kuten sekovarren pituus ja leveys. Käsittelemällä mitatut ominaisuudet tilastollisten monimuuttujamenetelmien avulla voidaan levän ”ominaismuoto” määrittää. Periaatteessa jokaisella rannalla / merialueella esiintyvillä levillä on oma ”ominaismuotonsa”. Menetelmä toimii myös päinvastoin: Vertaamalla satunnaisesti kerättyä levän muotoa ”muotopankissa” oleviin leviin, voidaan kerätty levä sijoittaa ominaismuotonsa perusteella tietylle alueelle tietyllä todennäköisyydellä.

Tämän tutkimuksen ensimmäisenä tarkoituksena oli selvittää hylyn ympärillä olevan irtonaisen levämäen lajikoostumus ja sen määrä. Toisena tarkoituksena oli selvittää levien alkuperä, eli alue, jossa levät ovat mahdollisesti kasvaneet ja sitten irrottuaan kulkeutuneet hylyn ympärille. Mahdollinen levämäärän kehittyminen laivan ympärillä saattaa olla enne irtonaisten levämattojen kehityksestä hylyn ympärillä, tai pain vastoin. Tämä osio on kuitenkin hypoteettinen, sillä levämattojen vaikutuksesta hylkypuuhun ei tiedetä.

### **Menetelmät**

#### Hylyn ympärillä olevan irtonaisen levämäen koostumus

Hylyn oikealta puolelta kerättiin satunnaisesti levämattoja keräyspusseihin (kuva 6). Levää ei ollut vasemmalla puolella. Pinnalla leväainesta eriteltiin ja lajisto ja niiden esiintymissuhteet määritettiin.

Näytteistä erotettiin rakkoleväyksilöitä, ja niistä mitattiin seuraavat morfologiset ominaisuudet (kuva 7):

1. Sekovarren pituus
2. Tyven pituus
3. Haarautumien lukumäärä
4. Haarautumien välimatka
5. Sekovarren leveys
6. Tyven leveys
7. Keskisuonen leveys

Lisäksi määritettiin sekovarren fertiilisyysaste (sukukypsyys) ja yleinen kunto.

### Hylkypaikan lähiympäristö

Hyllyn ympäristöstä tutkittiin kaksi lähintä mahdollista levämaton alkuperäpaikkaa.

Alue 1. Hyllyn etelä- / kaakkoispuolinen matalikko (kuva 8). Matalikolla sukkellettiin ja sen kasvillisuutta verrattiin hyllyn ympäriltä löytyneeseen aineistoon.

Paikka 2. Hyllyn pohjois- /luoteispuolella olevan Namlösan saaren ympäristö tutkittiin (kuva 8). Saaren hyllyn puoleinen pohja muodostui harjanteista ja niiden välisistä laaksoista. Harjanteet olivat kalliota, ja laaksoissa oli soraa. Laaksot viettivät hyllyn suuntaan.

Rakkolevä esiintyi Namlösan ympärillä laikkuina, eli luontainen yhtenäinen vyöhyke puuttui. Saaren ympäristöstä otettiin rakkolevänäytteitä seuraavasti: saaren eteläpuolelta 7 kpl 2,5 metrin syvyydeltä (paikka 1). Samalta puolelta 4 kpl 7 metrin syvyydeltä (paikka 2). Pohjoispuolelta (vastakkaisella kuin hylky) löytyi muutama rakkolevä, ja näytteeksi kerättiin 2 kpl 2,5 metrin syvyydestä (paikka 3) (kuva 8). Näytteistä mitattiin samat morfologiset ominaisuudet kuin hyllyn ympäriltä kerätyistä rakkolevistä.

A.R.:n hallussa on Suomenlahdelta 30 rannalta kerättyä rakkoleväaineistoa, joka edustaa rakkolevän ominaismuotoja (=”muotopankki”) eri saaristovyöhykkeillä kautta Suomenlahden, Saaristomereltä itärajalta. Toisin sanoen aineisto antaa kuvan rakkolevän muodon muuttumisesta avoimuuden ja suolapitoisuuden mukaan Suomenlahdella. Ko. rakkolevistä on mitattu samat morfologiset ominaisuudet kuin Namlösan ja hyllyn aineistoista. Vertaamalla hyllyn ja Namlösanin luodon leviä em. leväpankkiin (muotopankkiin), tällä menetelmällä on mahdollista määrittää, mihin avoimuus ja suolapitoisuus kategoriaan hyllyn ja Namlösanin levät mahdollisesti sijoittuvat. Eli ovatko levät tulleet lähisaarilta vai jostain muualta.

Erotteluanalyysi on tilastollinen menetelmä, jonka avulla voidaan tutkia usean yksittäisen morfologisen parametrin muuttumista toisiinsa nähden esim. aallokon voiman muutoksen myötä. Toisin sanoen erotteluanalyysi ”kertoo” levän ominaismuodon tietyllä esiintymisalueella.

## Tulokset

### Hylyn oikea puoli / levämatto

Hylyn ympäriltä kerätty aines koostui pääosin makrolevistä *Furcellaria lumbricalis* (haarukkalevä), *Phyllophora pseudoceranoides*, *Polysiphonia nigrescens* ja *Fucus vesiculosus* (rakkolevä), sekä putkilokasvista *Potamogeton sp.* (kuva 9 A, B). Kaikki lajit ovat monivuotisia. Yksivuotiset rihmamaiset levät puuttuivat käytännössä kokonaan.

Kerätty leväaines oli hyväkuntoista, mutta vaikutti vanhalta, vähintään talvehtineelta tai alkukeväästä paikalle ajelehtineelta. Rakkolevän fertiilisyysasteesta päätellen se oli irronnut loka – huhtikuun välisenä aikana. (Rakkolevässä ei ollut reseptaakkeleita l. lisääntymisrakkuloita, jotka esiintyvät huhti - elokuussa. Kärjet olivat initoituneet, l. lisääntymisrakkulan alkuvaihe oli tullut näkyviin, mikä tapahtuu lokakuun tienoilla. Initoituneet kärjet pysyvät sellaisenaan huhtikuuhun, jolloin kärjistä muodostuu lopullisia lisääntymisrakkuloita. Syyskuussa rakkolevästä puuttuvat reseptaakkelit ja initoituneet kärjet. Rakkolevän sekovarsi vaikutti hyväkuntoiselta, eli siinä einäkynyt massiivisia äyriäisten laidunnusjälkiä.

### Matalikko

Matalikon pohja koostui kallioharjanteista ja hiekka/sorapohjaisista laaksoista. Alue tutkittiin 3-12 m syvyydeltä. Leväkoostumus eri syvyyksillä oli seuraavanlainen:

3-6 m syvyydellä *Cladophora glomerata* (ahdinparta) korkeus 10 cm, 100 % peittävydellä.

6-8 m syvyydellä *Chorda tomentosa* dominoi 10-15 cm korkuisena 80% peittävydellä, ja *Pilayella littoralis* / *Ectocarpus siliculosus* esiintyivät 10-15 cm korkeana 20 % peittävydellä. Rihmamaisten levien lomassa esiintyi *Furcellaria lumbricalis*, jonka epifyyttinä *Ceramium tenuicorne* (helmipihtilevä) ja *Pilayella* / *Ectocarpus*.

8-10 metrin syvyydellä *Ceramium tenuicorne* oli muuttunut valtalajiksi. Laaksojen pohjalla oli vähissä määrin *Furcellaria lumbricalis* levää.

Hylyn irtonaiseen leväainekseen verrattuna matalikon lajisto oli erilaista, eikä hylyn ympäriltä irtonaisena löydettyä *Fucusta*, *Phyllophoraa*, eikä *Potamogetonia* löytynyt.

#### Namlösan

Luodon vedenalainen ympäristö oli aluksi tasaisesta kalliopohjasta, joka muuttui syvälle (hylylle päin) vietäviksi kallioharjanteiksi, joiden välissä oli sorapohjaisia laaksoja (kuva 8).

Luodon rannalla ja kallioharjanteilla lajikoostumus oli seuraava:

0-2 m syvyydellä pääasiallisesti *Cladophora glomerata* 100 %, 10 cm.

2-6 m syvyydellä *Pilayella littoralis* / *Ectocarpus siliculosus* 100 %, 15 cm.

6-8 m syvyydellä dominoi *Chorda tomentosa* 100% 15cm.

2 metristä alaspäin rihmamaisten levien seassa *Furcellaria lumbricalis*, joka runsastui syvyyden myötä ollen enimmillään 6-8 m syvyydellä 30 %, 3-5 cm korkuista.

Laaksoissa lajikoostumus oli seuraava:

Kallioharjanteiden välissä sorapohjalla esiintyi runsaana *Phyllophora pseudoceranoides* ja *Furcellaria lumbricalis* sekakasvustoa aina 14 metrin syvyyteen. Leväkasvusto jatkui syvemmälle, mutta sukellusfysiologisista syistä syvempää aluetta ei voitu tutkia.

Hylyn ympärillä olevaa *Fucus* ja *Phyllophora* esiintyivät Namlösan ympärillä. Hylyltä löydetty *Phyllophora* levän sekovarsi oli hieman kapeampaa kuin Namlösan ympärillä. Todennäköistä on, että 14 metriä syvemmällä kasvava *Phyllophora* on sekovarreltaan kapeampaa.

#### Rakkolevän alkuperä

Rakkoleväaineistoa tutkittiin erotteluanalyysin avulla vertaamalla hylyn ympäriltä ja Namlösan luodolta kerättyjä näytteitä koko Suomenlahden ulko-, keski- ja sisäsaariston leviin, jotta saatiin selville, mistä saaristovyöhykkeestä ja merialueelta hylyn levät ovat peräisin ja mihin saaristovyöhykkeeseen Namlösanin levät sijoittuvat.

Kuvasta 10 käy ilmi, että sekä hylyn ympäristön että Namlösan rakkolevät sijoittuvat puolisuojaiselle alueelle, kun vertailuaineistona on koko Suomenlahden levät. Namlösasta kerätty aineisto sijoittuu analyysissä pienelle alueelle, mikä viittaa levien alkuperän olevan pienellä maantieteellisellä alueella. Tässä tapauksessa Namlösan levät ovat muodoltaan hyvin yhtenäisiä. Hylyn ympäriltä kerätyissä levissä hajonta on suurempaa, mutta sen aiheuttaa yksi ainut ”ulkopuolinen” leväyksilö.

Seuraavaksi hylyn ympäriltä ja Namlösasta kerättyjä näytteitä verrattiin koko Suomenlahden puolisuojaisilta rannoilta kerättyihin leviin, jolloin erottelevana tekijänä oli suolapitoisuus. Suolapitoisuus on korkeimmillaan saaristomerellä ja matalimmillaan itäisellä Suomenlahdella. Lähempänä rannikkoa suolapitoisuus on niin ikään hieman matalampaa kuin avomerellä.

Kuvasta 11 käy ilmi, että sekä hylyn ympäristön että Namlösan rakkolevät sijoittuvat runsassuolaiselle merialueelle alueelle, kun vertailuaineistona on koko Suomenlahden levät. Hylyn ja Namlösan levät ovat sijoittuneet lähelle toisiaan, mikä viittaa siihen, että ne ovat peräisin samalta merialueelta.

### **Tulosten tarkastelu**

Voidaan pitää todennäköisenä, että ainakin hyllyn ympärillä olevan levämaton *Fucus* ja *Phyllophora* ovat peräisin Namlösan rannasta. Vaikka rihmamaista levää esiintyi paljon Namlösanilla, ei sitä löydetty hyllyltä. Tämä ja edellä mainittu rakkolevän fertiilisyysaste viittaavat siihen, että hyllyn levämaton muodostumisajankohta (levien irtoamisajankohta) on ollut edellisen talven aikana, kenties voimakkaan myrskyn aikana.

*Potamogeton*, joka on putkilokasvi, vaatii kasvualustakseen pehmeän, vähintään hienorakeisen hiekkapohjan. *Potamogeton* voi esiintyä ulkosaaristossakin, kunhan kasvupaikkana on aallokolta suojaisa ranta. Kyseistä lajia tai sille sopivaa kasvupohjaa ei löydetty kummaltakaan tutkitulta alueelta. Joko *Potamogeton* on ajalehtinut muualta, tai lähisaarilla on löytämätön sille sopiva kasvupaikka.

Rakkolevä on erotteluanalyysin perusteella peräisin lähialueelta. Todennäköisin paikka on Namlösan, mutta kuten *Potamogeton*, rakkolevää on saattanut ajalehtia hyllylle muualta.

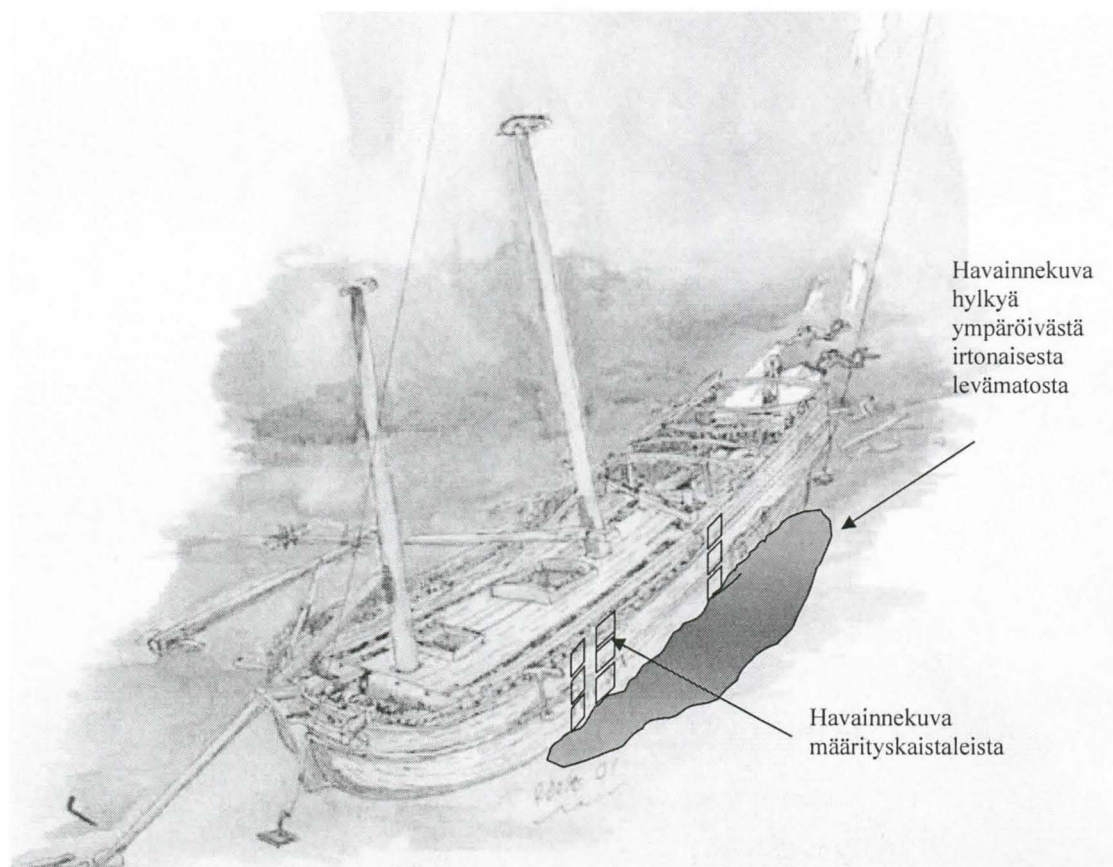
Suhteutettuna Suomenlahden muihin osiin, tutkimusajankohtana rihmamaisten levien biomassassa oli suuri (ulottuen 10 m syvyyteen), samoin kuin monivuotisten *Furcellarian* ja *Phyllophoran*. Rakkolevän määrä sen sijaan vaikutti vähäiseltä.

## LÄHDELUETTELO

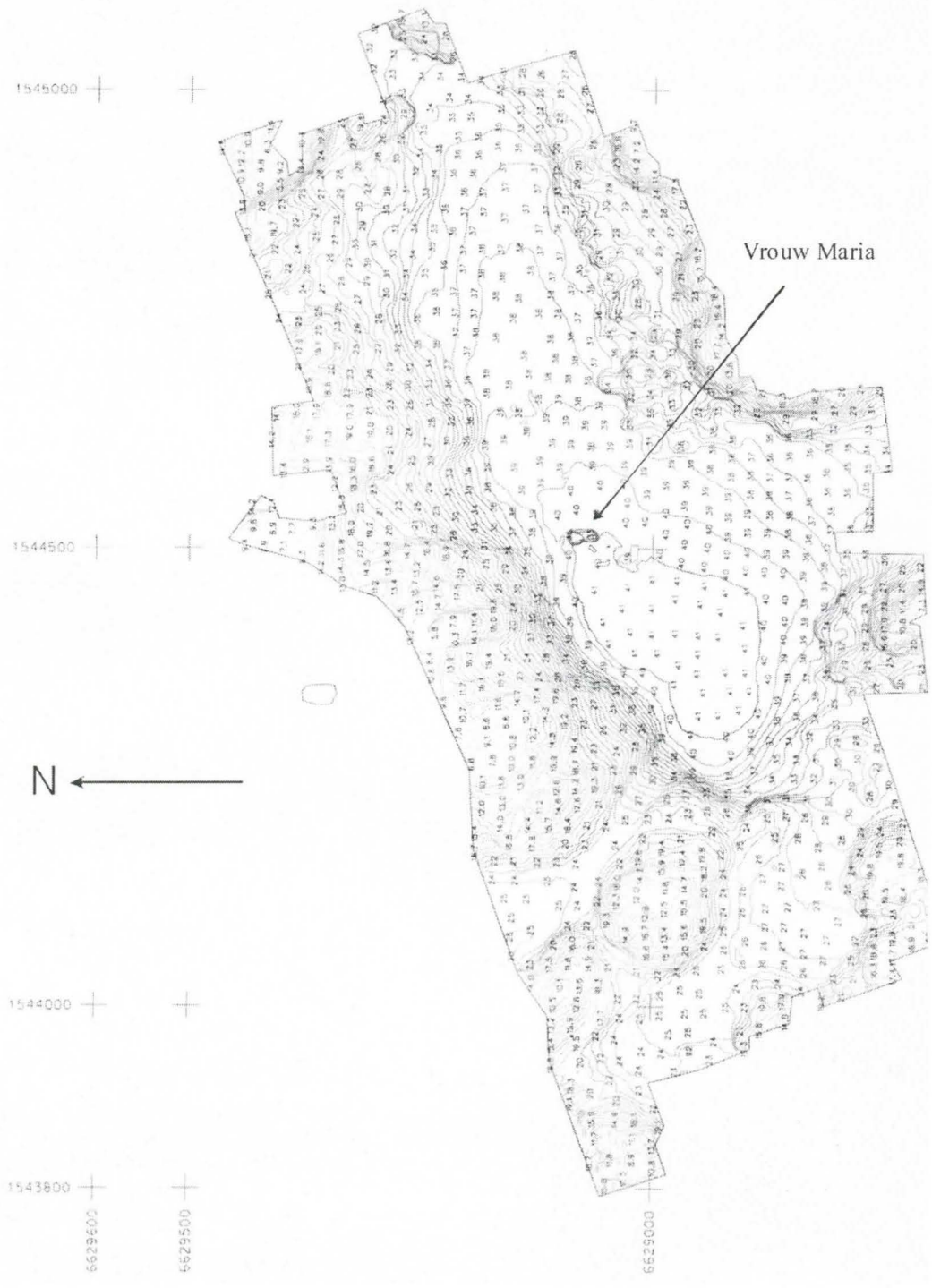
- Ruuskanen & Bäck 1999: Morphological variation of northern Baltic Sea *Fucus vesiculosus* L. – *Ophelia* 50: 43-59.
- Ruuskanen ym. 2002: Keinotekoiset riutat – hylkyjen elämää. Kurssiraportti Helsingin yliopisto
- Salemaa, H., Salminen, M. & Tenhunen, M. 2001: Joskär –raportti, vedenalaisten esineiden konservointikurssi. – Suomen merimuseon hylkyarkisto



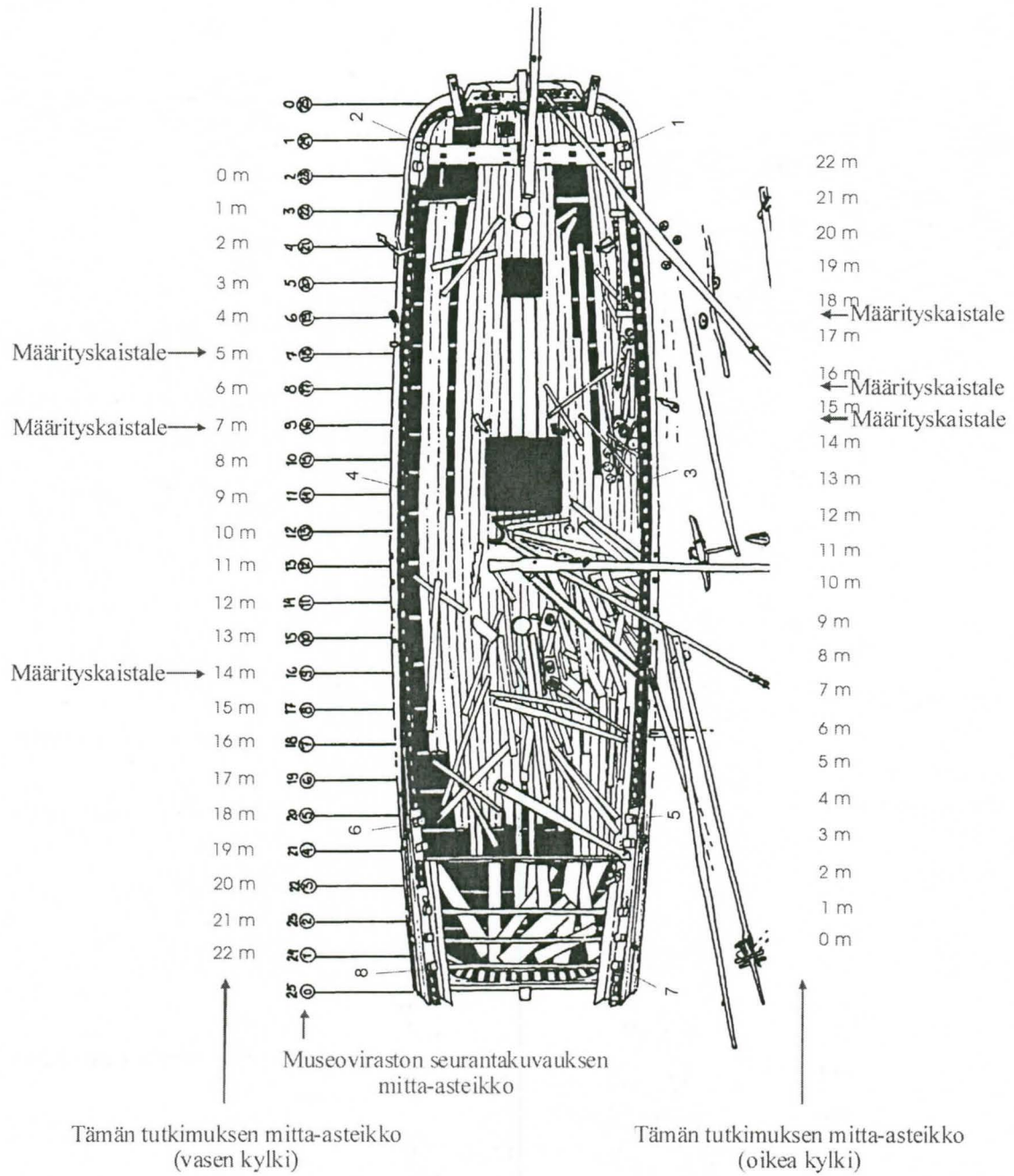
## LIITE 1



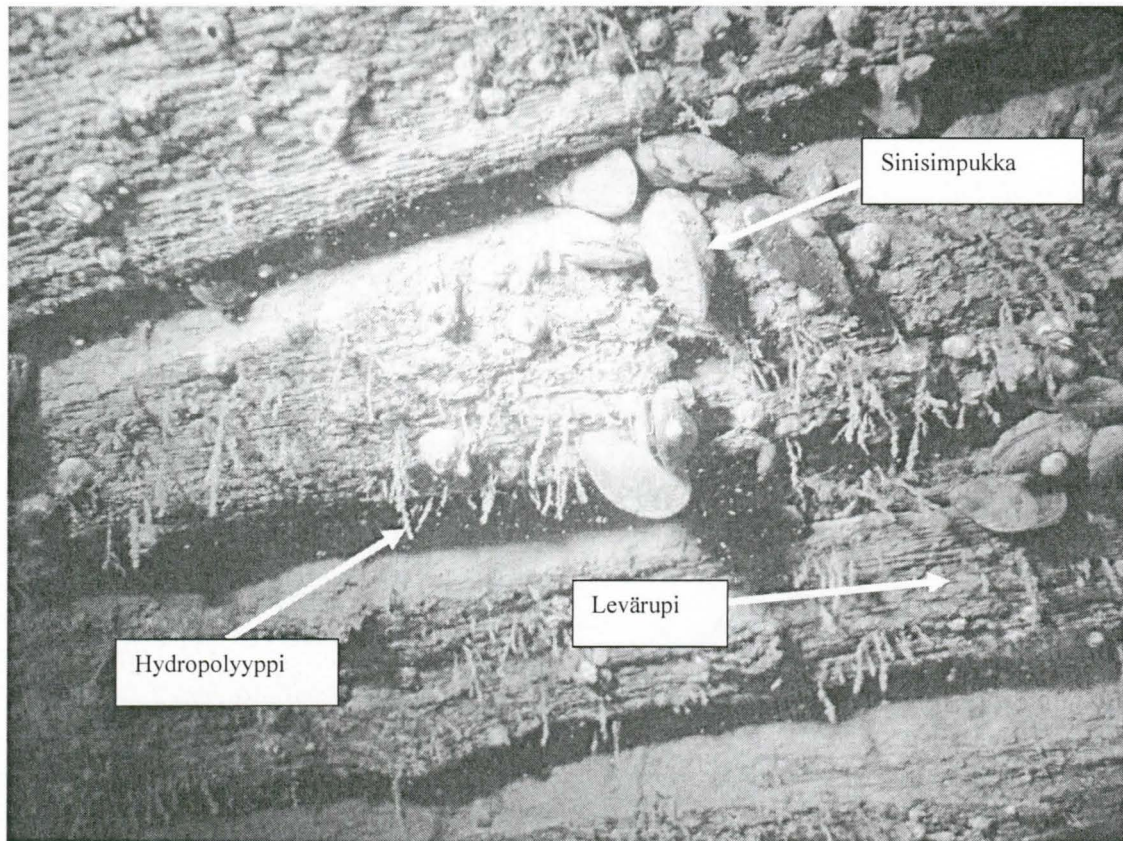
Liite 1. Havainnekuva hyllyllä suoritetuista tutkimuksista. Hylkyä ympäröivä irtonainen levämatto on sijoitettu selvyiden vuoksi vasemmalle puolelle. Pystysuorat määrityskaistaleet ovat piirretty likimain oikeille paikoilleen. Taustan kuva Roope Flinkman.



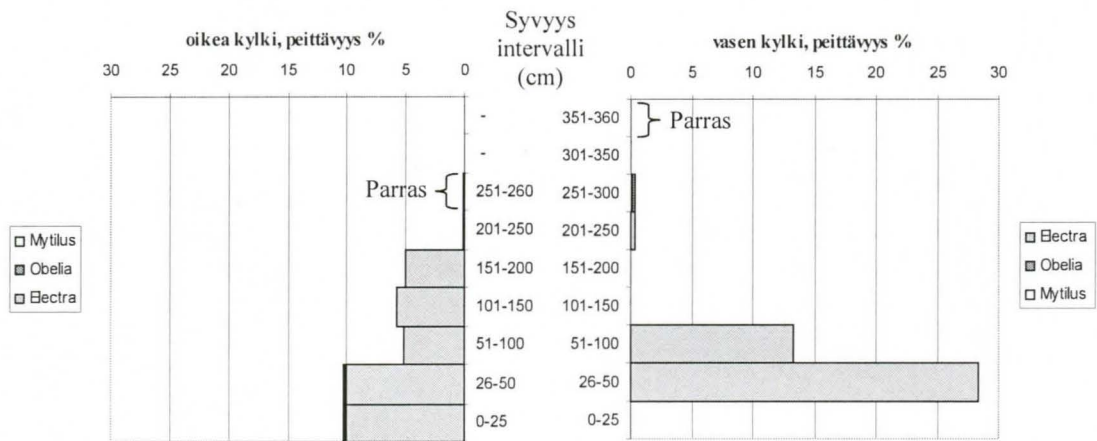
Kuva 1. Hyllyn sijainti. Monikeilaluotauksen tuloksia, numerot ovat syvyyssietoja, joiden mittavirhe on +/- 20 cm. Karttace ei ole mittakaavassa MKL. Kartta- ja väyläosasto, Merenmittaustöimistö.



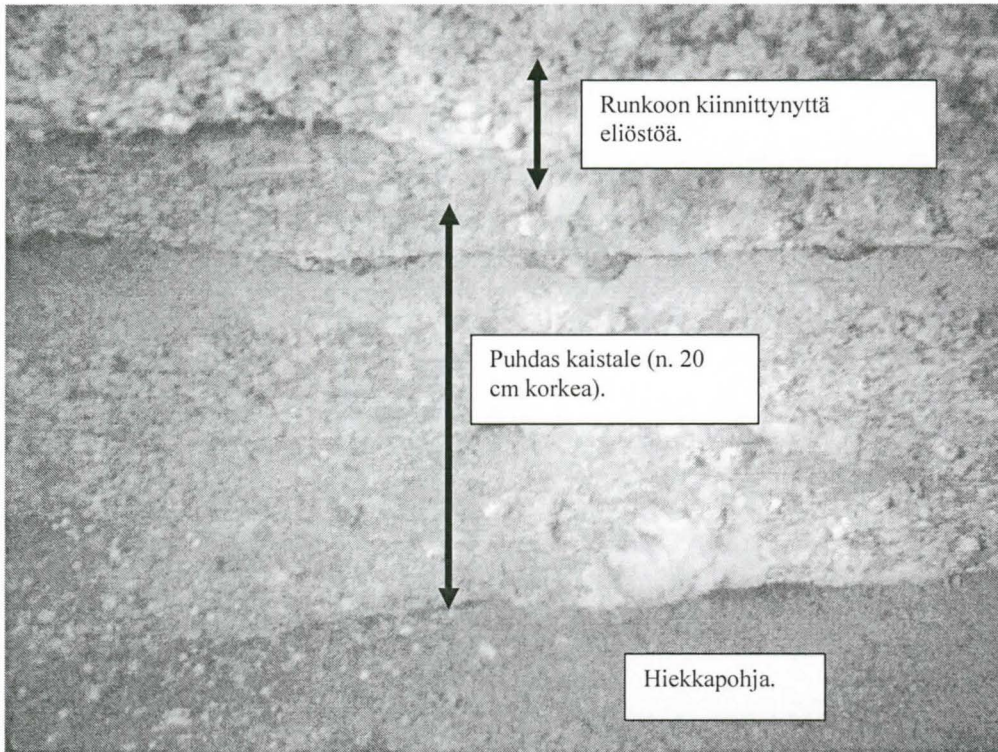
Kuva 2. Tutkimuksessa käytetty mitta-asteikko. Määrittyskaistaleet, jotka sijaitsevat vertikaalisesti merkittyjen metrilukemien kohdalla. Samassa kuvassa Museoviraston seurantatutkimuksen mitta-asteikko. Piirros Kalle Salonen 2001.



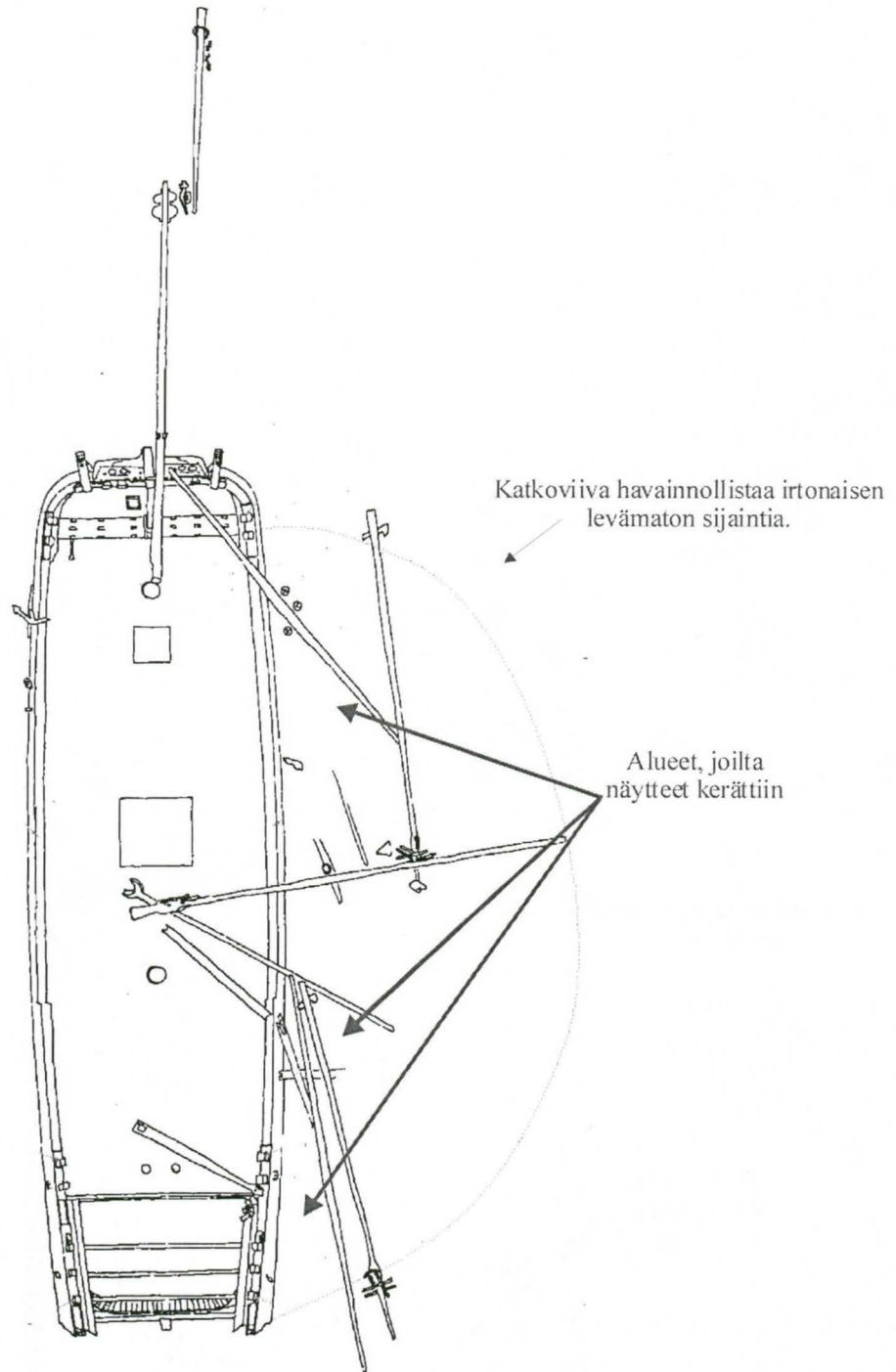
Kuva 3. Kartoituksessa havaitut hylkyyn kiinnittyneet lajit. Kuva Brännskär-hyllyltä, Tvärminnestä (Kuva Niko Nappu 2003).



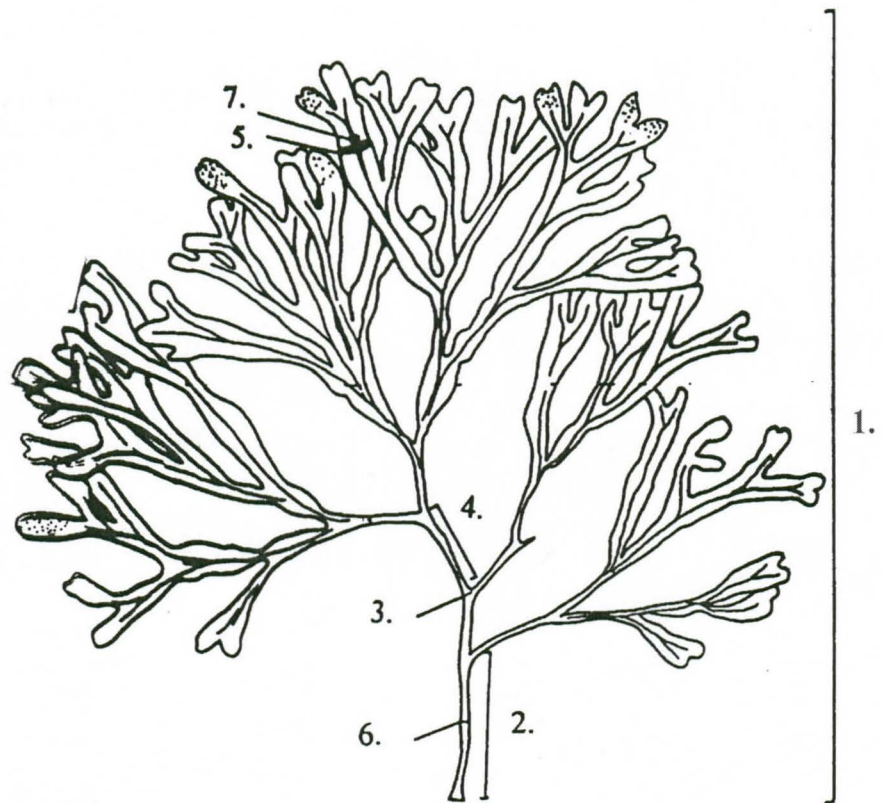
Kuva 4. Oikean ja vasemman kyljen havaittu eläinlajisto, niiden runsaus prosenttipeittävyytenä ja niiden vertikaalinen jakautuminen. Partaalla käsitetään ylin 10 cm matka. Kookomahistogrammi kuvaa tilannetta pohjan ja partaan välillä.



Kuva 5. Kuva puhtaaksi hioutuneesta kyljen alueesta pohjan tuntumassa. Kuva otettu Joskärhyllä, Tvärminnessä. Samanlainen ilmiö havaittiin Vrouw Maria hylyn vasemmalla kyljellä. Kuva Niko Nappu 2002.

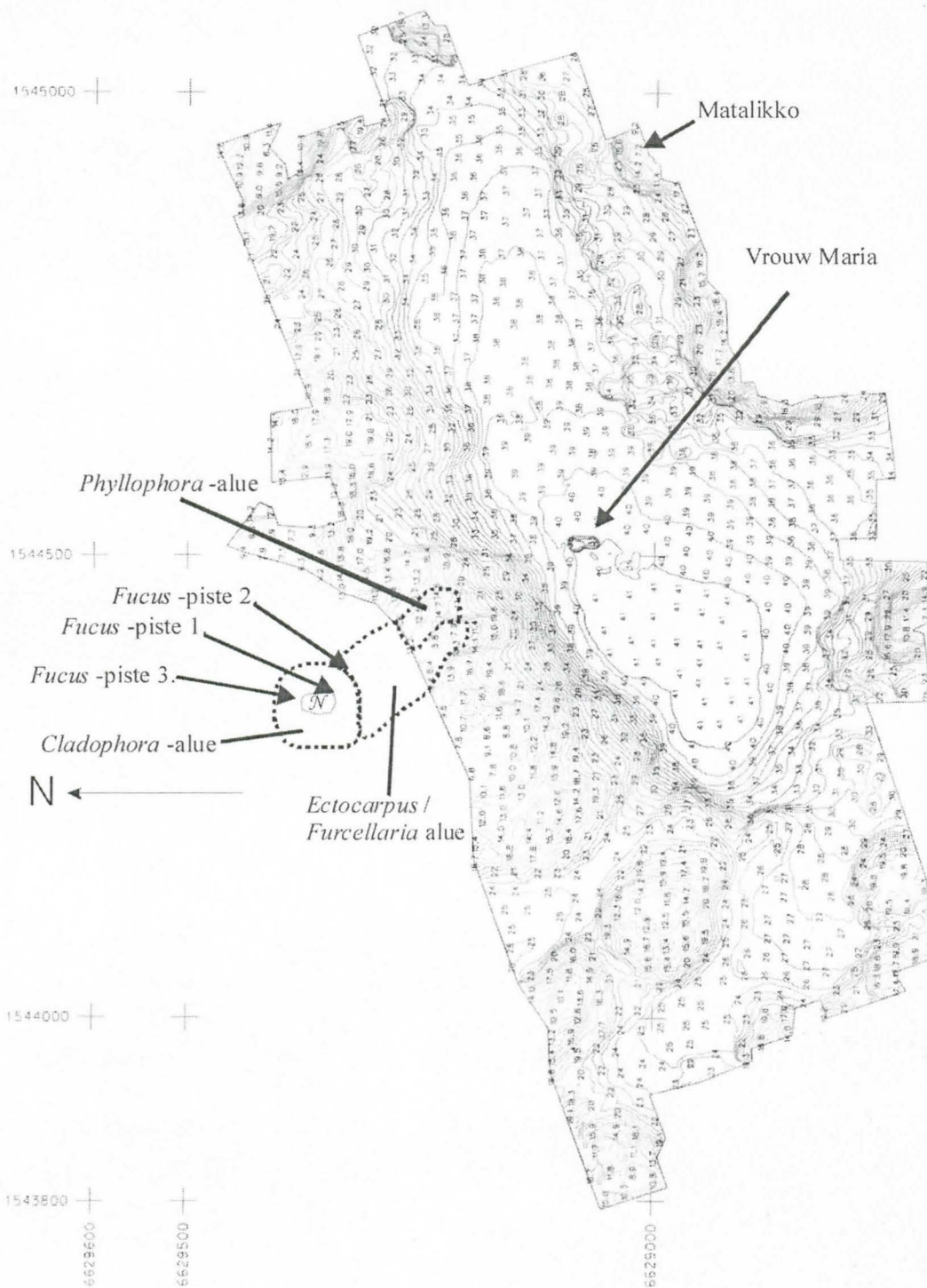


Kuva 6. Havainnollinen kuvaus levämatosta (katkoviivan rajaamalla alueella) hylyn oikealla puolella, ja näytteenotuspisteiden summittaiset sijainnit.

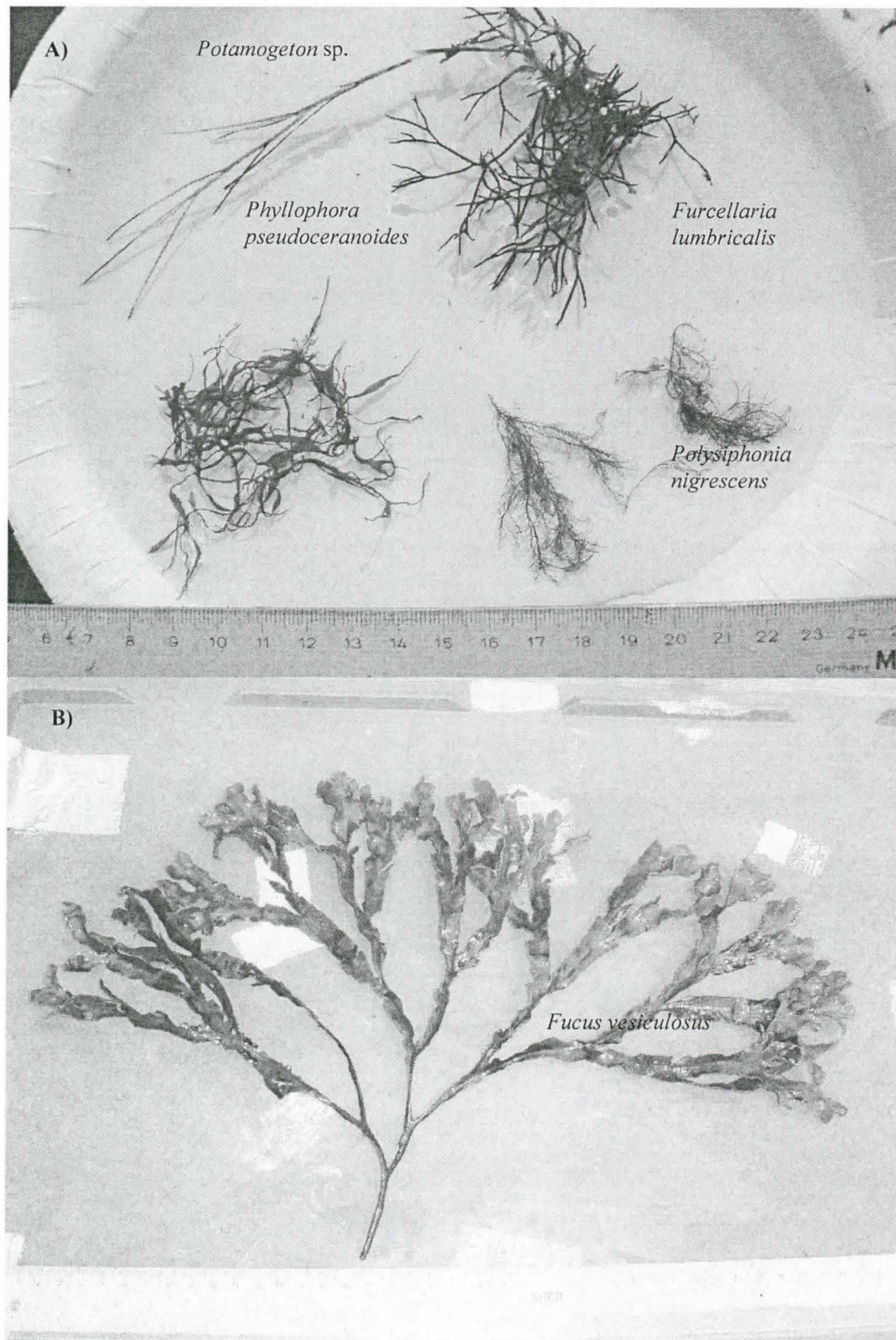


Kuva 7. Rakkoleväkylöistä mitatut morfologiset ominaisuudet.

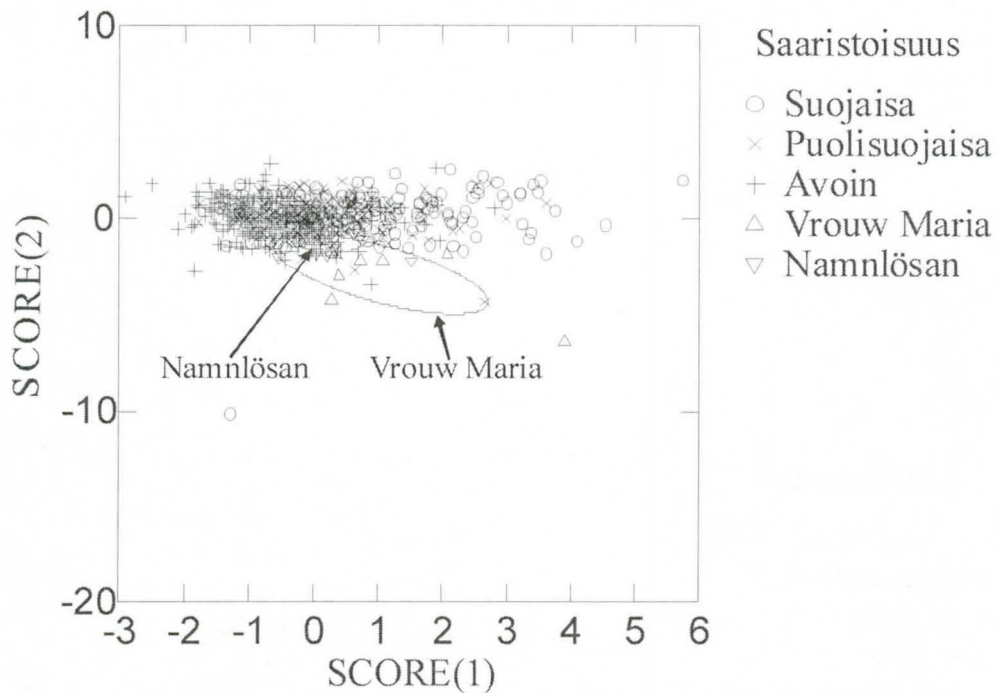




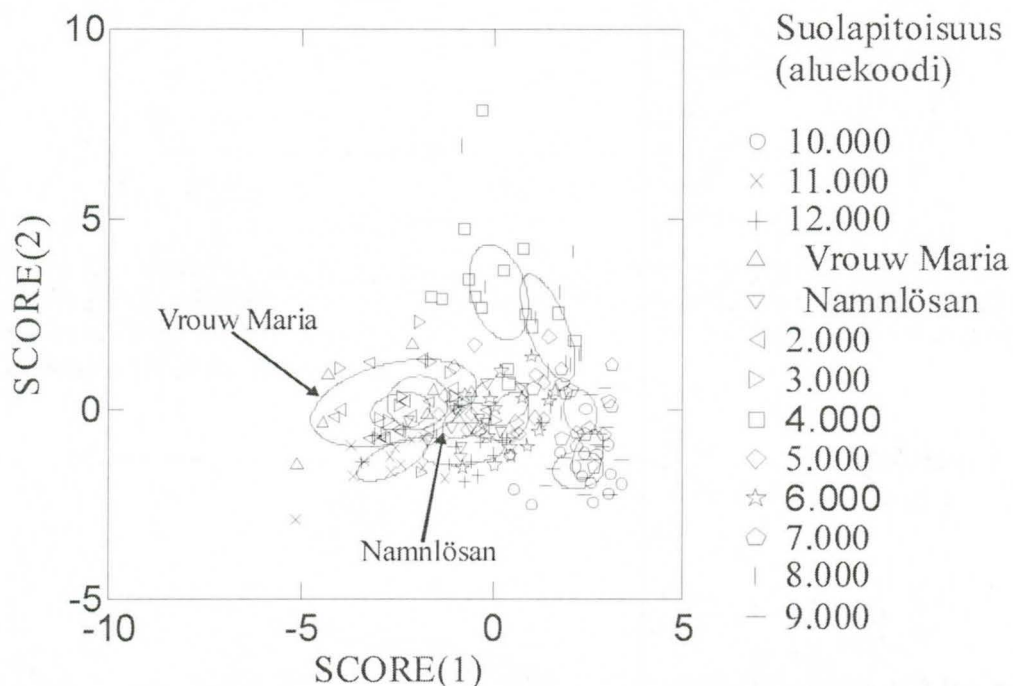
Kuva 8. Namnlösan (N) saaren ympäriltä olevat rakkolevä (*Fucus*) näytepisteet (*Fucus* -piste 1-3), sekä matalikko hylyn länsipuolella. Sukeltamalla kartoitettu pohjan alue katkoviivalla. *Cladophora* -alueella valtalajina ahdinparta (*Cladophora glomerata*), *Ectocarpus* / *Furcellaria* -alueella valtalajeina haarukkalevä (*Furcellaria lumbricalis*) ja sen epifyytinä esiintyvä *Ectocarpus siliculosus*. *Phyllophora* -alueella valtalajina *Phyllophora pseudoceranoides*. Katso myös teksti ja kuva 9.



Kuva 9. A) Hyllyn ympäriltä kerättyä irtonaista levä- ja kasvimateriaalia, sekä B) Rakkolevä hyllyn vierestä. Kuvat Niko Nappu 2003.



Kuva 10. Namnlösan saaren ja Vrouw Maria hylyn ympäriltä kerättyjen rakkolevien sijoittuminen koko Suomenlahdelta kerättyyn aineistoon erotteluanalyysissä. Kuvassa vasemmalla olevat pisteet ovat suojaisten paikkojen yksilöitä ja oikealla olevat avointen paikkojen yksilöitä. Katso teksti.



Kuva 11. Namnlösan saaren ja Vrouw Maria hylyn ympäriltä kerättyjen rakkolevien sijoittuminen koko Suomenlahdelta kerättyyn aineistoon erotteluanalyysissä. Kuvassa vasemmalla olevat pisteet ovat runsassuolaisten paikkojen yksilöitä ja oikealla olevat vähäsuolaisten paikkojen yksilöitä. Katso teksti.

### 3. VESI- JA PUUNÄYTTEET HYLKYPUUN MIKROBIOLOGISEN HAJOAMISEN TUTKIMUKSIA VARTEN – ESITUTKIMUS VROUW MARIA HYLKYLÄ KESÄLLÄ 2003

Veijo Kinnunen

#### Johdanto

Puuhylt rannikollamme hajoavat fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden vaikutuksesta. Fysikaaliset tekijät, kuten aallokko ja jää, ovat tärkein syy mataliin rantavesiin uponneiden alusten nopeaan hajoamiseen. Syvempiin vesiin uponneiden puuhylkyjen hajoaminen sen sijaan on pääasiassa biologista. Biologisen hajoamisen nopeuteen vaikuttavat ratkaisevasti vallitsevat ympäristöolosuhteet.

Meriveden suolapitoisuus rannikollamme on syvänteissäkin alle 10 ‰ (Alenius ym. 1998). Kaikkein aggressiivisimmat puun hajottajat eivät viihdy näin alhaisessa suolapitoisuudessa. Esimerkiksi valtamerissä puuhylt nopeasti tuhoava laivamato (*Teredo navalis*) vaatii vähintään 11 ‰:n suolapitoisuuden voidakseen lisääntyä (Norman 1977). Hylkypuun biologisesta hajoamisesta pohjoisella Itämerellä ovatkin vastuussa erilaiset sienet ja bakteerit (Björndal ym. 1999). Näiden mikrobien aiheuttama hajoaminen voi olla hyvin hidasta, varsinkin syvässä kylmissä vesikerroksissa, sillä mikrobien aineenvaihdunta yleensä hidastuu kun lämpötila laskee (Maier ym. 2000). Syvällä vallitseva matala happipitoisuus voi myös hidastaa hylkypuun hajoamista ja yhdessä alhaisten suolapitoisuuden ja lämpötilan kanssa muodostaa suotuisat olosuhteet hylkypuun säilymiselle rannikollamme.

Pohdittaessa puuhylkyjen, kuten Vrouw Maria-hylyn, tulevaisuutta, on hylkypuun mikrobiologisten hajoamisprosessien tuntemus erilaisissa ympäristöolosuhteissa tärkeää. Ensinnäkin, jos hylky siirretään syvältä matalampaan veteen, muuttuvat siihen vaikuttavat ympäristöolosuhteet ja sen hajoaminen saattaa nopeutua. Toiseksi, hylyn nostomahdollisuuksien ja -menetelmien arvioimiseksi on hyödyllistä tuntea hylyn rungon puumateriaalin kunto. Kolmanneksi, hylyn mahdollisen nostamisen jälkeisten konservointitoimenpiteiden valinta vaatii tietoa hajottajamikrobien aiheuttamista muutoksista puun solurakenteessa.

Tämän esitutkimuksen tarkoituksena oli testata hylkyjen mikrobiologisen hajoamisen tutkimuksen menetelmiä. Tutkimuksessa kerättiin tietoa mm. sukeltaen suoritettavasta näytteenotosta syvällä sijaitsevalla tutkimuskohteella, näytteiden käsittelystä ja analysoinnista kenttäolosuhteissa sekä säilytyksestä ja kuljetuksesta laboratorioon. Hyllyltä määritettiin veteen liuennut happi useasta vesinäytteestä. Hyllyn kannelta otetusta puunäytteestä tehtiin puulajianalyysi sekä puun kunnan mikroskooppisia tutkimuksia.

## **Menetelmät**

### Vesinäytteet hapen määrittystä varten

Koska happi on tärkein yksittäinen mikrobien esiintymiseen vaikuttava tekijä, otettiin hyllystä ja sen ympäriltä useita vesinäytteitä, joista määritettiin veteen liunneen hapen määrä. Näytteet otettiin sukeltamalla toukokuun 28 päivänä 2003, 100 ml:n ruiskuihin, joiden korkki suljettiin heti näytteenoton jälkeen. Pinnalla näytteet siirrettiin 50 ml:n happipulloihin ja kestävästi. Näytteitä otettiin yhteensä kuusi kappaletta kolmesta eri pisteestä hyllyltä, kaksi rinnakkaista kustakin. Pisteet olivat: hyllyn ulkopuolelta pohjan ja pohjasedimentin raja (syvyys n. 40 m.) ja hyllyn parras (syvyys n. 36 m) sekä hyllyn sisäpuolelta ruuman aukko hyllyn perässä (syvyys n. 38 m). Lisäksi vertailua varten otettiin pintavesinäyte Bodön merivartioaseman rannasta. Näytteiden happipitoisuus määritettiin näytteenottoa seuraavana päivänä titraamalla, käyttäen Suomen standardisoimisliiton veteen liunneen hapen määritysohjetta (SFS 3040).

### Puunäyte

Hyllyn kannelta sijainneesta irtonaisesta puupalasta otettiin puunäyte (kuva 12), josta tehtiin leikkeet mikroskooppitutkimuksia varten. Värjätyistä leikkeistä määritettiin puulaji, sekä tarkasteltiin puun solurakenteen tilaa ja mahdollisten puuta hajottavien bakteerien ja sienten olemassaoloa. Näyte otettiin elokuun 26 päivänä. Näytteen jatkokäsittely Helsingin yliopiston kasvimuseolla voitiin aloittaa vasta lokakuun ensimmäisenä päivänä kasvimuseon muutosta johtuen. Tähän asti näytettä säilytettiin kosteana ja ilmasta suojattuna +4°C lämpötilassa. Näytteen käsittely aloitettiin silmämääräisellä tarkastelulla, minkä jälkeen siitä tehtiin mikroskooppileikkeet säteen-, tangentin- ja poikkileikkauksen suunnassa jääleikemikrotomin avulla. Osa näytteistä värjättiin 1 % safraniinilla ja 0,1 % alcian sinisellä puun soluseinien rakenteen selventämiseksi ja mahdollisten mikrobien tarkastelua varten. Leikkeiden valmistamisessa ja tarkastelussa opastivat kasvimuseon konservaattorit Tuuli Timonen ja Pirkko Harju.

## Tulokset

### Vesinäytteet

Hyllytä ja Bodön merivartioaseman rannasta otettujen näytteiden veteen liunneen hapen määrissä ei ollut juurikaan eroja eri näytteiden välillä. Happipitoisuus oli yllättävän korkea. Happipitoisuudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko1. Vrouw maria hyllyn ja Bodön merivartioaseman vesinäytteiden happipitoisuudet.

Näytteenottopiste	Happipitoisuus (mg/l)
Parras 1	13,8
Parras 2	13,2
Pohja 1	13,2
Pohja 2	13,4
Ruuma 1	13,2
Ruuma 2	13,2
Bodö ranta	13,5

### Puunäyte

Silmämääräisesti tarkasteltuna puunäyte vaikutti vettyneeltä ja pehmeältä. Puuta sahattaessa leikkeiden teon yhteydessä ilmeni, että ainoastaan n. 2 mm:n paksuinen pintakerros oli pehmeää, hajonnutta puuta ja tätä syvemmillä puu oli erittäin kovaa. Mikroskooppileikkeistä puulajiksi määritettiin mänty (*Pinus sylvestris*). Puun solukkorakenne oli puunäytteen sisäosissa hyväkuntoista eikä merkkejä mikrobien aiheuttamasta hajoamisesta havaittu. Sen sijaan puun pintaosien solukon soluseinät olivat pitkälle hajonneita ja vain pieni osa primaarisista seinistä piti puun rakennetta yllä. Syvemmillä puunäytteen pintaosassa useimpien solujen soluseinät olivat säilyttäneet muotonsa, mutta niiden sisimmät seinäosat, sekundaariset soluseinät, olivat selvästi hajonneet primaariseiniä ollessa pääasiassa ehjiä. Puun hajonneessa pintakerroksessa havaittiin viitteitä sienirihmastosta, mutta bakteereja ei voitu tällä menetelmällä havaita.

## Tulosten tarkastelu

Olosuhteet Vrouw Maria hylyllä sekä toukokuun, että elokuun näytteenottokerroilla suosivat sukeltaen tehtäviä tutkimuksia. Hylyllä sukeltaminen on turvallista vain kevyillä tuulilla, mikä edellyttää tutkimusten aikataululta joustoa. Hylyn sijainti n. 40 metrin syvyydellä asettaa omat vaatimuksensa sukeltaen suoritettavalle näytteenotolle. Kummallakin näytteenottokerralla kuitenkin huomattiin, että hyvä etukäteissuunnittelu ja toimiva pintaorganisaatio mahdollistaa näytteenoton Vrouw Maria-hylyllä turvallisesti ja tutkimuksen edellyttämällä tavalla. Bodön merivartioasemalla oli myös näytteiden säilyttämiseen soveltuvat tilat ja siellä oli mahdollisuus tehdä laboratoriotutkimukset näytteistä, jotka eivät kestä pitkää säilytystä.

Happipitoisuus hyllyltä otetuissa näytteissä oli erittäin korkea ja vastasi lähes pintaveden happipitoisuutta. Myös hylyn sisältä otetun näytteen happipitoisuus oli samaa luokkaa, kuin sen ulkopuolelta otetuissa näytteissä. Tämä kertoo hyvästä veden vaihtuvuudesta pinnan ja pohjan läheisten vesikerrosten ja hylyn sisä- ja ulko-osien välillä näytteenottoajankohtana. Hylyn ruumasta otettu näyte ei kuitenkaan kerro koko totuutta, sillä sitä ei ollut mahdollista ottaa syvältä lastin sisäosia ympäröivästä vedestä. Luultavasti syvällä ruumassa veden vaihto hylyn ulkopuolen kanssa on vähäisempää, ja hapen määrä alempi, johtuen happea kuluttavista biologisista prosesseista.

Yksittäinen näytteenotto ei kuitenkaan riitä antamaan todellista kuvaa hylyllä vallitsevista happiolosuhteista, vaan näytteitä tulisi ottaa useamman kerran vuodessa ympäri vuoden. Kesällä suurimmalla osalla merialueestamme vallitsee lämpötilasta johtuva vesipatsaan kerrostuneisuus, jolloin pintavesi on eristettynä pohjan läheisistä vesikerroksista. Tällöin happipitoisuus pohjan lähellä voi laskea merkittävästi. Uutta happea pohjan läheisiin vesikerrokseen tulee kuitenkin tavallisesti syksyllä lämpötilakerrostuneisuuden hajotessa, kun merivesi jäähtyy. Syvänteissä happipitoisuus voi olla ympäri vuoden hyvin matala, tai happi kokonaan loppunut. Tämä johtuu Itämerellä n. 60-80 metrin syvyydellä sijaitsevan pysyvää suolapitoisuuden harppauskerroksesta, joka estää veden vaihtumisen (Alenius ym. 1998).

Hapen määrällä hylkyä ympäröivässä vedessä on todennäköisesti hyvin suuri merkitys hylyn säilymisen kannalta, sillä happi on tärkein yksittäinen mikrobien elintoimintoja säätelevä tekijä (Maier ym. 2000). Mittauksissa havaittu korkea happipitoisuus Vrouw Maria-hylyllä johtui veden sekoittumisesta. Vesipatsas alueella ei toukokuussa ollut vielä kerrostunut ja

pintavesi pääsi sekoittumaan pohjaan saakka tuulen vaikutuksesta, tuoden pinnalta hapekasta vettä hylyn ympärille. Merentutkimuslaitoksen alustavien mittausten mukaan Vrouw Maria-hylkyä ympäröivän veden happipitoisuus on kesällä matala, alentuen loppukesää kohti, mutta syksyllä vesipatsaan sekoittuessa pohjan happipitoisuus nousee ja pysyttelee korkealla talven yli. Tällainenkin tilanne, jossa veteen liunneen hapen määrä on vain osan vuodesta alentunut, luultavasti hidastaa hyllyn mikrobiologista hajoamista.

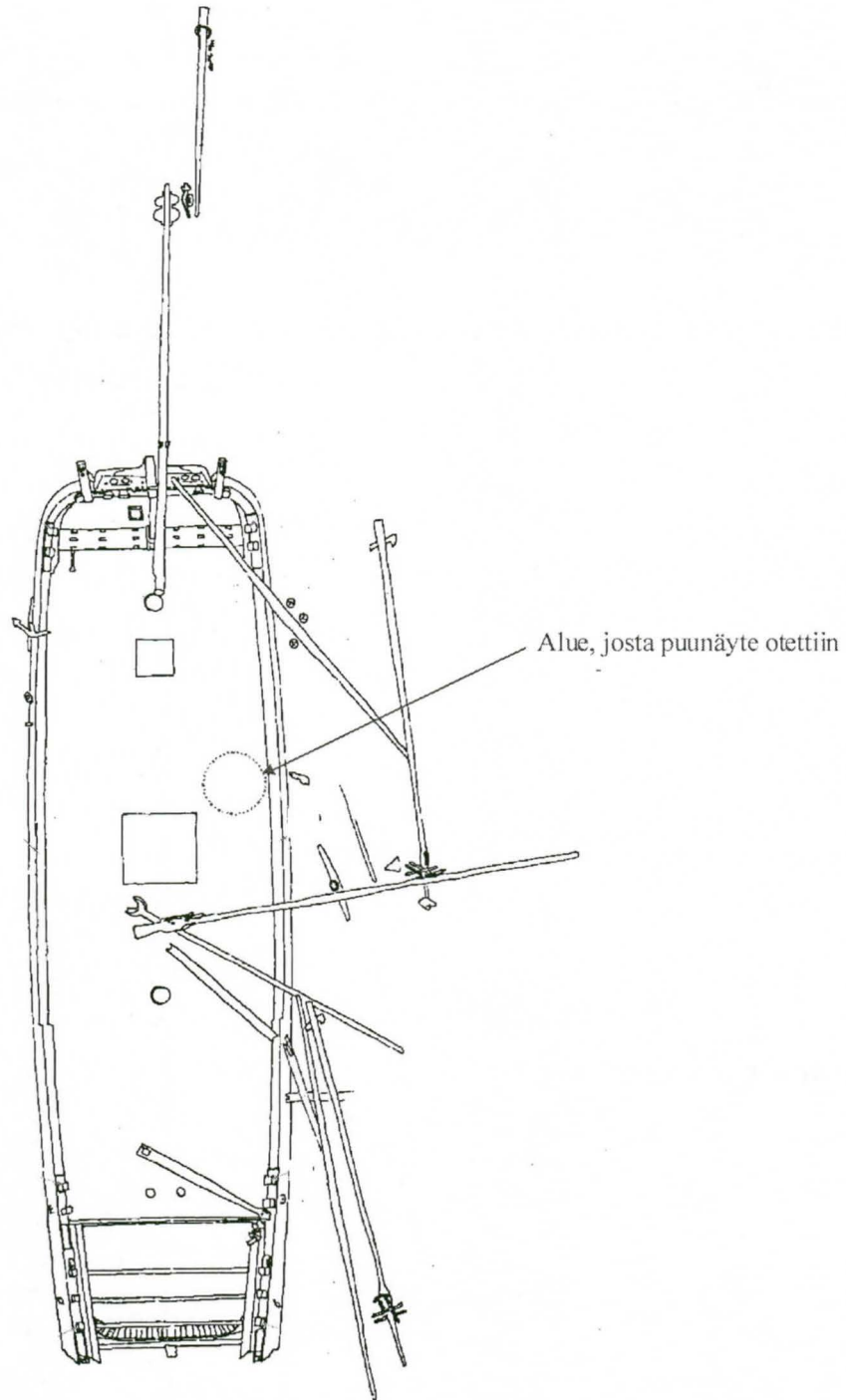
Hylyn kannelta otetusta puunäytteestä ei voida tehdä päätelmiä itse hyllyn kunnosta, koska puun alkuperästä ei ole varmuutta. Todennäköisesti tämä mäntyinen puupala kuitenkin on osa laivan takilaa, tai muuta rakennetta, tai lastia, eli se on ollut pohjassa yhtä kauan kuin itse hylkykin. Puun sisäosien solurakenne osoittautui erittäin hyväkuntoiseksi, eikä sen siinä nähty merkkejä bakteereista tai sienirihmoista. Sienirihmoja kuitenkin löytyi puun hajonneesta pintaosasta, mutta siinäkään ei havaittu merkkejä bakteereista. Tässä esitutkimuksessa saatujen tulosten perusteella ei kuitenkaan voida pois sulkea bakteerien osuutta puun pintaosien hajoamiseen, vaan tarvittaisiin tarkempia tutkimusmenetelmiä.

Ongelma hylkypuun mikrobiologisen hajoamisen tutkimisessa on lähinnä valmiiden menetelmien puute. Hylkyihin liittyvää biologista tutkimusta ei Pohjois-Itämerellä ole juurikaan tehty. Vuonna 2001 Heikki Salemaa teki kokeellisen esitutkimuksen Tvärminnen saaristossa Joskärin hyllyllä, jossa hän kartoitti hylkypuun eliöstöä ja selvitti matalan veden selkärangattomien eliöiden vaikutusta puumateriaaliin (Salemaa ym. 2001). Ruotsissa vettyneen puun mikrobiologisen hajoamisen tutkimuskohteina on ollut myös joitakin puuhylkyjä (Björdal ym. 1999). Meneillään olevassa, Suomen Merimuseon koordinoimassa kansainvälisessä MoSS-projektissa on selvitetty ja kolmen eri pohjoiseurooppalaisen puuhyllyn kuntokehitystä ja suojelua (<http://www.nba.fi/INTERNAT/MoSS/index.htm>).

Jatkossa hylkypuun hajoamisen tutkimuksissa voitaisiin puun rakenteen ja kunnan määrittämisen lisäksi pyrkiä tekemään myös kemiallisia analyysejä puussa jäljellä olevien soluseinäkomponenttien selvittämiseksi. Näin saataisiin tietoa mitkä osat puusta ovat hajonneet ja mitä on jäänyt jäljelle, mikä auttaisi eri hajottajaryhmien tunnistamisessa. Myös suunniteltaessa vettyneen, osittain hajonneen puun konservointia, olisi hyvä tietää mikä osa puusta on hajonnut ja mikä jäljellä. Kun tunnetaan arkeologisen puun hajoamisaste ja jäljellä olevat rakennekomponentit, voidaan suunnitella sille optimaalinen konservointimenetelmä (Florian 1981). Hylkypuun hajoamisen tutkimuksessa ja tutkimusmenetelmien kehittämisessä



riittää tulevaisuudessa työskätkää, mutta aiheeseen kannattaa paneutua, erityisesti, mikäli suunnitellaan suuria konservointihankkeita.



Kuva 12. Alue, josta puunäyte otettiin.

## LÄHDELUETTELO

- Alenius, P., Myrberg, K. & Nekrasov, A. 1998: The physical oceanography of the Gulf of Finland: a review. - *Boreal env. Res.* 3: 97-125
- Björdal, C. G., Nilsson, T. & Daniel, G. 1999: Microbial decay of waterlogged archaeological wood found in Sweden. - *International Biodeterioration & Biodegradation* 43: 63-71
- Florian, M-L. E. 1981: Analyses of different states of deterioration of terrestrial waterlogged wood - Conservation implication of the analyses. A review. - ICOM Committee for Conservation, 6th Triennial Meeting, Ottawa 1981
- Maier, R. M., Pepper, I. L. & Gerba, C. P. 2000: Environmental microbiology. Academic press, California USA.
- Norman, E. 1977: The Geographical Distribution and the Growth of the Wood Boring Molluscs *Teredo navalis* L., *Psiloteredo megotara* (Hanley) and *Xylophaga dorsalis* (Turton) on the Swedish West Coast - *Ophelia*, 16(2): 233-250
- Salemaa, H., Salminen, M. & Tenhunen, M. 2001: Joskär-raportti, vedenalaisten esineiden konservointikurssi. - Suomen Merimuseon hylkyarkisto.

## LOPPUSANAT

Hylkyyn kiinnittynyt tutkimusajankohdan eliöstö on monivuotista. Ympäristöolosuhteista riippuen muutokset lajistossa ja niiden määrissä voivat olla nopeita. Jos olosuhteet pysyvät tasaisina, muutoksia säätelevät lajien sisäinen ja niiden välinen vuorovaikutus. Mikäli halutaan tutkia hyllyn eliöstön kehitystä, kolmen tai sitä useamman vuoden tutkimusväli vaikuttaa saatujen tulosten perusteella sopivalta kiinnittyneiden eliöiden suhteen.

Koska levämaton koostumukseen vaikuttavat myös rihmamaisten levien määrä, on maton lopullista kokoa mahdoton arvioida. Levämaton mahdollisista vaikutuksista hylkyyn on niin ikään mahdoton vetää johtopäätöksiä. Jos levämaton kehitystä arvioidaan rantavyöhykkeen rihmamaisen levän kehityksen mukaan, näytteitä pitäisi ottaa useamman kerran vuodessa, mikä vaikuttaa tässä tapauksessa epäviisaalta.

Hyllyn ja sen ympäristön eliöstöön vaikuttavat suuresti hyllyn syvyys ja sijainti. Matalammalla levät voivat kiinnittyä hylkyrakenteisiin, eri suolapitoisuudessa eri eliöryhmät kolonisoivat hylkyä, ja lämpötilan noustessa nykyisestä biologiset prosessit nopeutuvat. Yksi tie arvioida hyllyn sijainnin muuttumisesta aiheutuvia mahdollisia biologisia muutoksia on tutkia samantapaisia hylkyjä, jotka sijaitsevat matalammassa vedessä, eri saaristovyöhykkeillä tai eri suolapitoisuudessa (katso esim. kurssiraportti Ruuskanen et al. 2002).