

Opinnäytetyö (AMK)

Kestävän kehityksen koulutusohjelma

Ympäristösuunnittelija

2015

Antti Ovaskainen

# LIEJUTASKURAPU (RHITHROPEUS HARRISII) KALOJEN RAVINNOSSA JA SEN LEVINNEISYYS SAARISTOMERELLÄ



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kestävän kehityksen koulutusohjelma

2015 | 76 sivua

Ohjaajat: Olli Loisa, Raisa Kääriä

Antti Ovaskainen

## LIEJUTASKURAPU (RHITHROPERCA HARRISSII) KALOJEN RAVINNOSSA JA SEN LEVINNEISYYS SAARISTOMERELLÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Suomeen saapuneen vieraslajin liejutaskuravun (*Rhithropanopeus harrisi*) merkitystä eri kalalajien ravintokohteena ja tarkentaa sen levinneisyyskuvaa Saaristomeren alueella. Lisäksi tutkimuksessa testattiin erilaisia mertapyydyksiä liejutaskuravun seurantatutkimuksia varten. Aineisto kerättiin syksyllä 2013 Saaristomerellä. Kalojen ravintoaineisto pyydettiin verkkokoekalastamalla ja merta-aineisto kerättiin erilaisilla mertapyydyksillä koekalastusalueiden lähetyiltä.

Saaliiksi saatujen liejutaskurapujen ominaisuuksia on tarkasteltu ravun koon (selkäkilven leveyden), sukupuolen ja alueiden välillä. Tutkimuksessa saatuja tuloksia on myös vertailtu aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin Saaristomeren liejutaskurapupopulaatioiden eroavaisuuksien löytämiseksi. Syötyjen rapujen ominaisuuksia (sukupuoli, koko) ja merkitystä eri kalalajien ravintokohteina on tarkasteltu tarkemmin kuhan (*Sander lucioperca*), ahvenen (*Perca fluviatilis*) ja härkäsimpun (*Myoxocephalus quadricornis*) kohdalla. Lisäksi on tarkasteltu liejutaskurapua syöneiden kalalajien ominaisuuksia ja näiden ominaisuuksien korrelaatiota syötyjen rapujen määriin.

Mertatutkimuksessa liejutaskurapuja saatiin yhteensä 552 yksilöä. Näistä 293 oli koiraita, 156 naaraita ja 103 poikasia. Liejutaskurapujen alueellista jakautumista ja tiheyttä tarkasteltiin laskemalla suhteellinen tiheys mertasaaliissa. Koekalastuksien kala-aineistosta käsiteltiin 1200 mahanäytettä. Näytteistä 102:sta (8,5 %) löydettiin liejutaskurapuyksilöitä tai liejutaskuravuksi tunnistettuja kappaleita. Liejutaskurapujen määrä sitä syöneillä kaloilla oli keskimäärin 2,43 kpl. Runsaimmin liejutaskurapua oli syönyt härkäsimpun, joista rapua oli syönyt 41 yksilöä (38,3 %), ahvenista 41 (7,6 %) ja särjistä 15 (7,2 %). Kalojen koko (pituus, paino) ei vaikuttanut syötyjen rapujen määrään.

Liejutaskurapujen suhteellinen runsaus näyttäisi lisääntyvän alkuperäistä havaintopaikkaa Naantalia lähestyttäessä, kuitenkin tiheimmin liejutaskurapua mertasaaliissa esiintyi Kaitvedellä. Kaitveden korostumiseen voi vaikuttaa aikaisempi tutkimusajankohta, joka voi olla suotuisampi liejutaskuravun esiintymiselle. Liejutaskurapu näyttäisi olevan merkittävä ravintokohde härkäsimpulle. Lisäksi liejutaskuravun runsaus ja laajeneva levinneisyysalue Saaristomerellä voi tarkoittaa sen merkittävyyden lisääntyvän kalojen ravintokohteena. Saatu tieto voi auttaa tulevaisuudessa tehtävässä seurantatyön suunnittelussa ja tutkimuksissa.

### ASIASANAT:

Liejutaskurapu, *Rhithropanopeus harrisi*, vieraslaji, kalojen ravinnonkäyttö, koekalastus, Itämeri, Saaristomeri

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Sustainable Development

2015 | 76 pages

Instructors: Olli Loisa, Raisa Kääriä

Antti Ovaskainen

## THE ESTUARINE CRAB (*RHITHROpanopeus HARRISII*) IN FISH DIET AND ITS DISTRIBUTION IN THE ARCHIPELAGO SEA

The purpose of this thesis is to find out how significant the invasive species estuarine crab (*Rhithropanopeus harrisi*) is as a source of food for different species of fish and to specify its distribution in the Archipelago Sea. In this research different kinds of crab traps were tested for monitoring research. The research material was collected in autumn 2013 from the Archipelago Sea. The fish used in analyses were captured by using nets. The crabs were caught from proximity of the fish nets by using different types of crab traps.

The biological properties (gender, carapace width) of the crabs caught are examined and compared between different research areas. The results of this study are also compared to previous studies of the estuarine mud crab to find if the crab population in the Archipelago Sea has different properties. The properties of crabs eaten by fish are more closely inspected in case of zander (*Sander lucioperca*), perch (*Perca fluviatilis*) and fourhorn sculpin (*Myoxocephalus quadricornis*). In addition, the size (length, weight) of individuals which predate the estuarine crab are examined. Also the correlations of these properties to the amount of crabs eaten are discussed.

In the trap research 552 estuarine crabs were caught. Of these 293 were male, 156 female and 103 juvenile. The distribution of estuarine crab and its density was examined by counting a relative density from crabs caught in the trap research. The stomachs of 1200 fish were analyzed. Of the analyzed samples 102 (8,5 %) contained estuarine crab individuals or their remains. On the average, a fish individual ate 2,43 crabs. The most substantial predator was the fourhorn sculpin of which 41 individuals (38,3 %) ate estuarine crab. The corresponding figure for perch was 41 (7,6 %) and common roach 15 (7,2 %). The size of a fish (height, weight) did not affect the amount of eaten crabs.

The relative density of the estuarine crab seems to increase when approaching Naantali, the original discovery place of the crab in the Archipelago Sea, though the Kaitvesi population was the densest. This discovery could be due to the earlier catching period which could be more favorable to crab presence. Overall the estuarine crab seems to be an important source of food for the fourhorn sculpin. In addition, the confirmed abundance and distribution of the estuarine crab in the Archipelago Sea could lead into it becoming an even more important source of food for fish. The results of this study may be useful in the planning of future monitoring and research on the estuarine crab.

### KEYWORDS:

Estuarine crab, mud crab, *Rhithropanopeus harrisi*, invasive specie, fish research, Baltic Sea, Archipelago Sea

# SISÄLTÖ

<b>SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
1.1 Vieraslajit	8
1.2 Merelliset vieraslajit	11
1.3 Itämeri ja Saaristomeri	14
1.4 Tutkimuksen tavoite	17
<b>2 LIEJUTASKURAPU</b>	<b>19</b>
2.1 Tunnistaminen	19
2.2 Levinneisyys	20
2.3 Ekologia	21
2.3.1 Elinympäristö ja sopeutuminen Saaristomerelle	21
2.3.2 Ravinto	23
2.3.3 Lisääntyminen	24
2.4 Historia	26
2.5 Vaikutukset ympäristöön	27
<b>3 AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	<b>29</b>
3.1 Tutkimusalueet ja niiden valinta	29
3.2 Koekalastukset ja aineiston käsittely	33
3.2.1 Verkot ja niiden sijoittaminen	33
3.2.2 Kalojen käsittely	33
3.2.3 Kalojen mahanäytteiden käsittely	34
3.3 Koeravustukset ja aineiston käsittely	37
3.3.1 Mertatyyppit ja niiden sijoittaminen	37
3.3.2 Mertajatojen kokoonpano	40
3.3.3 Mertojen ja liejutaskurapujen käsittely	42
3.3.4 Tilastolliset menetelmät	44
<b>4 TULOKSET</b>	<b>45</b>
4.1 Koekalastuksien saalis	45
4.2 Liejutaskurapujen määrä ja alueellinen jakautuminen	47

4.2.1 Liejutaskurapujen suhteellinen tiheys	48
4.3 Mertasaaliin liejutaskurapujen sukupuolijakauma ja ominaisuudet	49
4.4 Liejutaskurapu kalojen ravinnossa	51
4.4.1 Liejutaskurapu kuhan ravinnossa	55
4.4.2 Liejutaskurapu ahvenen ravinnossa	56
4.4.3 Liejutaskurapu härkäsimpun ravinnossa	57
<b>5 POHDINTA</b>	<b>58</b>
<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>62</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>66</b>
<b>LIITTEET</b>	<b>76</b>

## LIITTEET

Liite 1. Kokonaissaaliin kalalajien jakautuminen alueellisesti.

Liite 2. Mahanäytteistä löytyneiden mittauskelpoisten liejutaskurapujen määrä ja niiden osuus mahan sisällöstä.

## KUVAT

Kuva 1. Vieraslajit Suomen merialueilla (Luonnontila 2013b).	12
Kuva 2. Löydettyjen vieraslajien määrä Itämerellä (HELCOM 2012).	13
Kuva 3. Itämeren merialueet (Itämeriportaali).	14
Kuva 4. Saaristomeri (Wikipedia 2015e).	16
Kuva 5. Liejutaskurapu (Kuva: Antti Ovaskainen).	19
Kuva 6. Erilaisen värityksen omaavia liejutaskurapuja (Kuva: Antti Ovaskainen)	20
Kuva 7. Havainnot liejutaskuravusta Saaristomeren alueelta 16.5.2011 - 11.10.2014. (Vieraslajiportaali 2014)	21
Kuva 8. Vasemmalla aikuinen liejutaskurapu, keskellä äskettäin sukukypsyyden saavuttanut liejutaskurapu. (Kuva: Antti Ovaskainen)	25
Kuva 9. Tutkimusalueet (merkitty punaisella pisteellä ja numerolla) (Alkuperäinen kuva Kimmo Virtanen 2013).	30
Kuva 10. Mahanäytteiden käsittelypiste laboratoriossa (Kuva: Antti Ovaskainen)	34
Kuva 11. Ahvenen mahanäytteestä löytynyt ravun saksi. Avatun saksen leveys n. 25 mm. (Kuva: Antti Ovaskainen).	36
Kuva 12. Turun ammattikorkeakoulun merta (AMK 2). Merrasta puuttuu havut.	37
Kuva 13. "Amynmerta" (Kuva: Katariina Riipinen)	38
Kuva 14. Turun yliopiston merta (Kuva: Katariina Riipinen)	39
Kuva 15. Kuuden merran lyhytaikainen jata. Kuva ei ole mittakaavassa.	41

Kuva 16. Kahdentoista merran lyhytaikainen jata. Kuva ei ole mittakaavassa.	41
Kuva 17. Liejutaskuravun sukupuolelle ominaisten piirteiden erottaminen mahakilven perusteella. Vasemmalla koiras ja oikealla naaras. (Kuva: Antti Ovaskainen).	43
Kuva 18. Liejutaskuravun selkakilven leveyden mittaaminen. Mittauskohta merkitty punaisella. (Kuva: Antti Ovaskainen).	43
Kuva 19. Osittain sulaneita liejutaskurapuja mahanäytteessä. (Kuva: Antti Ovaskainen)	54
Kuva 20. Särjen nieluhampaiden hienontamaa simpukkamassaa. Punaisella ympyröitynä mahanäytteestä löytynyt ravun jalka. (Kuva: Antti Ovaskainen)	59

## KUVIOT

Kuvio 1. Eri kalalajien saalismäärät.	45
Kuvio 2. Koekalastuksien kokonaissaaliin jakautuminen alueittain.	46
Kuvio 3. Liejutaskurapujen suhteellinen tiheys.	48
Kuvio 4. Liejutaskurapujen selkakilven leveys sukupuolen mukaan.	50
Kuvio 5. Kalayksilön syömien liejutaskurapujen määrä kalalajeittain.	52
Kuvio 6 Kuhan pituuden normaalijakauma	55

## TAULUKOT

Taulukko 1. Pistemenetelmästä sovellettu mahan täyteisyys ja sen sisällön sulaneisuus.	35
Taulukko 2. Tietoja mertakokoonpanoista, määristä ja niiden sijoituspaikoista.	42
Taulukko 3. Liejutaskurapujen määrä, selkakilven minimi- ja maksimikoko sekä keskiarvo, keskihajonta ja keskivirhe alueellisesti tarkasteltuna	47
Taulukko 4. Veden laatutietoja eri tutkimusalueilta. Arvot ovat keskiarvoja koko mittaussyvyydeltä.	49

## SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
Habitaatti	Elinympäristö, paikka, jossa eliö elää ja jonka se vaatii elinpiirikseen (Tieteen termipankki 2015a).
Ekologinen lokero	Ympäristökijöistä muodostuva tila, jossa lajin tai populaation eläminen, lisääntyminen ja leviäminen on mahdollista (Tieteen termipankki 2015b).
Valintapaine	Syy, joka vähentää lisääntymisen onnistumismahdollisuuksia populaatiossa (Wikipedia 2015a).
Kumpuaminen	Tilanne, jossa pintakerroksen vesi virtaa pois alueelta ja tilalle nousee syvemmältä vettä, joka on yleensä kylmempää ja ravinteikkaampaa (Ilmatieteenlaitos 2014).
Pleopodi	Yksi monien äyriäislajien vatsaosassa esiintyvistä ulokkeista, jotka ovat yleensä erikoistuneet uimiseen tai munien kantamiseen (Dictionary 2015a).
Estuaari	Maan osittain suojaama jokisuualue, jossa makea jokivesi sekoittuu meriveden kanssa murtovedeksi (Wikipedia 2015b).
Detritus	Kuollut kasvi- ja eläinainees (Wiktionary 2015a).
Opportunisti	Kasvi- tai eläinlaji, joka pystyy leviämään nopeasti aikaisemmin käyttämättömään habitaattiin, menestymään monenlaisissa ympäristöissä ja hyödyntämään nopeasti muuttuvissa tilanteissa ympäristön resursseja (Biology online 2015; Wikipedia 2015c).
Biodiversiteetti	Biologisen elämän monimuotoisuus (Luonnontila 2014).
Patogeeni	Sairautta aiheuttava pieneliö (Wiktionary 2015b).
Otoliitti	Selkärankaisten sisäkorvan tasapainoelimeen kuuluva osa (Wiktionary 2014e). Käytetään tutkimuksessa mm. kalojen iän määrittämiseen (RKTL 2015).
Litoraalivyöhyke	Ylimmän vedenpinnan tasolta pohjakasvillisuuden alarajaan asti ulottuva rantavyöhyke (Tieteen termipankki 2015d).

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Vieraslajit

Maa- ja metsätalousministeriön vuonna 2012 julkaisemassa Kansallisessa vieraslajistrategiassa vieraslajilla tarkoitetaan eliölajia, joka on ihmistoiminnan vaikutuksesta levinnyt luontaisen esiintymisalueensa ulkopuolelle (MMM 2012, 43).

Euroopan komissio luokittelee vieraslajit Itämeren pahimpien uhkakuvien joukkoon rehevöitymisen, ilmastonmuutoksen ja ympäristömyrkkujen ohella (Euroopan komissio 2013b, 29–30).

Useimmissa tapauksissa saapunut vieraslaji ei sopeudu uuteen elinympäristöön, vaan se katoaa lajistosta. Joskus vieraslajit onnistuvat kuitenkin sopeutumaan uuteen ympäristöön, lisääntyvät ja tätä kautta muodostavat pysyviä kantoja uusille elinalueille. Vieraslajit voivat runsastuessaan uhata elinympäristönsä alkuperäislajeja ja aiheuttaa vahinkoa ekosysteemeille, viljelykasveille, metsätaloudelle tai muille elinkeinoille. (MMM 2012, 14; Leppäkoski 2004; 158.)

Vieraslajit voivat aiheuttaa huomattavia haittoja vahingoittamalla ihmisten, eläinten ja kasvien terveyttä tai aiheuttamalla taloudellisia vahinkoja. Haitat voivat olla myös sosiaalisia tai esteettisiä. Tällaisia vierasperäisiä lajeja, jotka aiheuttavat merkittäviä haittoja kutsutaan haitallisiksi vieraslajeiksi. (MMM 2012, 14.) Taloudellisen kestävyuden toteutumiseksi tulee taloudellisten uhkien huomioimisen lisäksi edistää ympäristönsuojelua ja ehkäistä biologisen monimuotoisuuden heikkenemistä (Euroopan komissio 2014). Vieraslajeihin kohdistuvalla tutkimuksella voidaan mahdollisesti saada tietoa miten näiden lajien leviäminen ja kantojen kasvu voi vaikuttaa taloudellisesti arvokkaisiin lajeihin.

Vieraslaji voidaan lisäksi luokitella paikallisesti haitalliseksi tai tarkkailtavaksi lajiksi. Vieraslajistrategiassa tällä tarkoitetaan lajia, joka on Suomen rajojen



ulkopuolella haitalliseksi todettu vieraslaji ja jonka todennäköisyys saapua Suomeen on suuri, tai Suomessa (paikallisesti) esiintyvää vieraslajia, joka olosuhteiden muuttuessa voi muuttua haitalliseksi. (MMM 2012, 38.)

Vieraslajien leviäminen voi olla tietoista (puutarhakasvit, lemmikkieläinkauppa, riistalajien tuonti), tai tahatonta (tavarakuljetuksien mukana, laivojen painolastivesissä, kiinnittyneinä kulkuvälineiden rakenteisiin). Ihmistoiminnan ansiosta eliölajit pystyvät ohittamaan niille luontaisia leviämiseiteitä, kuten vuoristoja, valtameriä tai jopa kokonaisia mantereita. (Suomen ympäristökeskus 2014.)

Vieraslajit on usein luokiteltu heti elinympäristöjen häviämisen ja pirstoutumisen jälkeen maailman toiseksi suurimmaksi ekologiseksi uhkatekijäksi (MMM 2012, 13; Rahel & Olden 2008, 522). Vieraslajien leviäminen ja muuttuminen haitallisiksi voi vaikeuttaa kestäväen kehityksen toteutumista, jolloin hyvän elämisen mahdollisuuksien turvaaminen nykyisille ja jälkisukupolville vaarantuu.

Vieraslajien on todettu voivan muodostaa jopa 90 % paikallisen alueen biomassasta, vaikka alueella olisi vain muutama vieraslaji. Lajirikkaudeltaan vähäisillä alueilla vieraslajit voivat aiheuttaa isoja muutoksia ravintoketjun toiminnassa ja köyhdyttää alkuperäistä lajistoa. (Zaiko ym. 2006, 712.)

Ympäristön tasapainon häiriintyminen voi avata vieraslajeille uusia invaasioportteja, eli leviämisteitä tai mahdollisuuksia leviämiseen. Syyt tasapainon häiriintymiselle voivat olla lähtöisin luonnollisista tai ulkopuolisista tekijöistä. Luonnollisia ovat mm. myrskyn aiheuttamat muutokset. Ulkopuolisia tekijöitä ovat ihmistoiminnan vaikutuksesta tapahtuvat muutokset, kuten merenpohjan pohjan ruoppaus. (Leppäkoski 2004, 157-158.)

Aikaisemmin saapuneet ja kotiutuneet vieraslajit voivat muokata paikallista eliöyhteisöä, mahdollistaen uusien lajien helpomman asettumisen alueelle (Green ym. 2011, 1760–1763). Myös ravinnekuorman lisääntyminen voi edesauttaa vieraslajien säilymistä alueella (Zaiko ym. 2006, 712). Kilpailun ja saalistajien puuttuminen edistää vieraslajien leviämistä ja menestymistä vähentämällä vieraslajeihin kohdistuvaa valintapainetta (Eunmi 2002, 389).

Vieraslajit voivat vaikuttaa alkuperäiselistöön muuttamalla ja muokkaamalla näiden elinympäristöjä häiriten vallitsevan eliöyhteisön saalistus- ja laidunnusmekanismeja (Rahel & Olden 2008, 523). Useissa tutkimuksissa on todettu, että pohjaeliöstön saalistajat vaikuttavat paikallisen eliöyhteisön lajikoostumukseen- ja määriin (Grosholz ym. 2000, 1206; Hines ym. 1990, 105–120). Haitalliseksi luokitellut vieraslajit aiheuttavat uudella alueella luontoon levitessään erilaisia haittoja, kuten alkuperäisten lajien syrjäytymistä (Forman 2003, 7; Davis 2003, 481; Charles & Duker 218-220). Eri vieraslajien määrä elinympäristöissä seuraa usein suhteessa alkuperäislajien määrää ( Zaiko ym. 2006, 709–712).

Saalistavat vieraslajit tai niiden levittämät patogeenit ovat useissa tapauksissa johtaneet pitkään alueella eläneiden paikallisten eliölajien voimakkaaseen vähenemiseen alueelta (Davis 2003, 481; Bax ym. 2003, 314). Kuitenkin vain harvoissa tapauksissa vieraslajin leviämisen aiheuttama kilpailu resursseista olisi johtanut paikallisen eliölajin täydelliseen tuhoutumiseen (Davis 2003, 481).

Vieraslajit voivat runsastuessaan mm. häiritä erilaisten alueiden virkistyskäyttöä. Joillakin vieraslajeilla on ominaisuuksia, jotka voivat aiheuttaa erilaisia terveyshaittoja ihmisille. Tällainen ominaisuus on esim. jättiputken (*Heracleum persicum*) ihmiselle haitallinen kasvineste, joka iholle jouduttuaan yhdessä auringonvalon kanssa aiheuttaa vakavia palovamman kaltaisia iho-oireita (MMM 2012, 37). Erilaiset vieraslajien aiheuttamat haitat voivat haitata hyvinvoinnin edellytysten siirtymistä sukupolvelta toiselle, jolloin sosiaalisen ja kulttuurillisen kestävän kehityksen toteutuminen vaarantuu (Ympäristöministeriö 2013).

Suomen ympäristökeskuksen erikoistutkija Maiju Lehtiniemi toteaa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen artikkelissa 6.5.2011 nykyisen vieraslajiseurannan olevan puutteellista. Matalien merenlahtien ja kivikkoisten alueiden tilanteita ei seurata ja näytteenotot osuvat lajien esiintymisen kannalta väärin vuodenaikoihin. Lisäksi nykyisin käytössä olevat seurantapyydykset eivät tavoita kaikkia vieraslajeja. Tutkija Lauri Urho korostaa uutisessa lisäksi

pyyntimenetelmien ja seurantaohjelmien näytteenottoverkostojen kehittämistä. (RKTL 2011.)

Lisääntynyt tieto vieraslajeista voi auttaa ennustamaan niiden vaikutuksia uudessa ympäristössä ja voi myös antaa viitteitä niiden ekologisesta roolista alkuperäisessä ympäristössään (Sakai ym. 2001, 323).

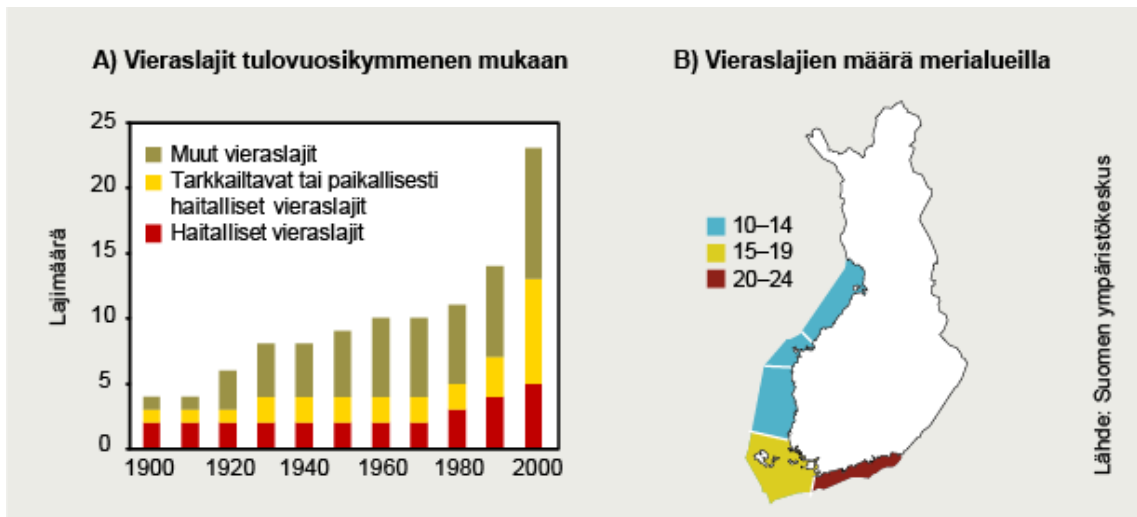
## 1.2 Merelliset vieraslajit

Merellisten vieraslajien leviämistä ovat viime vuosikymmeninä edistäneet laivojen painolastivesitankkien kasvu ja edelleen lisääntynyt meriliikenne (Carlton & Geller 1993, 78–82). Laivojen painolastiveden aiheuttamaa vieraslajien leviämistä pidetään nykyisin merkittävimpana merellisten vieraslajien leviämisen muotona (Setälä & Lehtiniemi 2014, 9; Ruiz ym. 1997, 621; Carlton & Geller 1993, 78–82). Lajit, jotka eivät kiinnittäydy runkoon voivat huuhtoutua herkemmin irti rungon rakenteista matkanteon aikana (Carlton & Hodder 1995, 728).

Merellisten vieraslajien on havaittu herkemmin asuttavan sellaisia alueita, joita ihminen on muokannut tai joihin jokin toinen vieraslaji on tehnyt muutoksia. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset satama-alueet, joiden rakenteet voivat tarjota uudelle lajille muusta ympäristöstä poikkeavan otollisen kasvuympäristön. (Zaiko ym. 2006, 712.) Lisäksi ilmastonmuutoksesta aiheutuva vesistöjen ja ilmaston lämpeneminen lisäävät vieraslajien mahdollisuuksia levitä yhä pohjoisemmaksi (MMM 2012, 26).

Merellisten vieraslajien menestymiseen ja leviämiseen alueella voivat vaikuttaa myös alueen fyysiset ominaisuudet, kuten veden suolapitoisuus, happipitoisuus, veden vaihtuvuus ja lämpötila. Nämä tekijät yhdistettynä ihmisen ja vieraslajien aikaansaamiin muutoksiin voivat joko edesauttaa tai hidastaa vieraslajien leviämistä ja menestymistä. (Zaiko, ym. 2006, 709–710.)

Suomen merialueille on kotoutunut 23 vieraslajia (Kuva 1). Näistä viisi luokitellaan haitallisiksi ja kahdeksaa lajia pidetään tarkkailtavana tai paikallisesti haitallisena. Lisäksi kahdeksaa vieraslajia odotetaan saapuvaksi Suomen aluevesille. Eniten vieraslajeja tavataan lämpimillä ja suolaisilla eteläisillä merialueilla (Luonnontila 2013a; kuva 2).

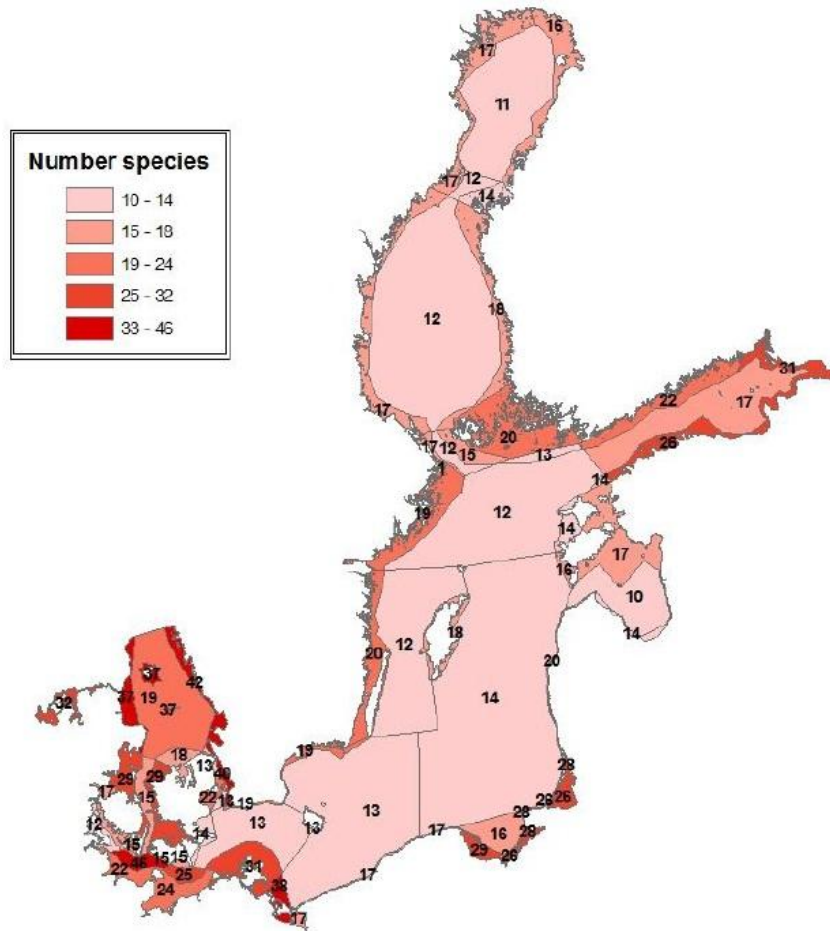


Kuva 1. Vieraslajit Suomen merialueilla (Luonnontila 2013b).

Pohjanmerelle levinnyt osterilaji (*Crassostrea gigas*) on aiheuttanut ekologisia muutoksia Pohjanmerellä ja lisäksi myös taloudellisia vahinkoja levitessään virkistyskäytössä olleelle jokisuualueelle (Streftaris ym. 2005, 436). Barentsinmerellä kuningasravun (*Paralithodes camtschaticus*) kanta nelinkertaistui vuosina 1994–2000, ja vaikka sillä on kalataloudellista arvoa, aiheuttaa se myös merkittäviä ongelmia ammattikalastukselle rikkoen pyydyksiä ja syöden syöttejä (Streftaris ym. 2005, 436; Jørgensen 2013, 8).

Suomen rannikolla on havaittu satunnaisesti villasaksirapua (*Eriocheir sinensis*). Villasaksiravun selkakilven leveys on n. 7-10 senttimetriä. Villasaksirapu ei kykene lisääntymään Itämeren vähäsuolaisessa murtovedessä. Villasaksiravun muutamien vuosittaisten yksilöiden epäillään siirtyneen vesillemme laivojen painolastivesien mukana. (Itämeriportaali 2014b.)

Naantalin edustalta on saatu yksittäishavainto rantataskuravusta (*Carcinus maenas*) (Itämeriportaali 2014b). Rantataskurapu on maailmalla erittäin laajalti levinnyt ja hyvin menestynyt vieraslaji. Rantataskuravun toukkavaihe ei kuitenkaan selviydy alle 15 ‰ suolapitoisuudessa, joten se ei kykene lisääntymään vesialueillamme. Aikuiset yksilöt selviävät jopa alle 4 ‰ suolapitoisuudessa. (Klassen & Locke 2007, 25–26.)



Kuva 2. Löydettyjen vieraslajien määrä Itämerellä (HELCOM 2012).

Eräs vanhimmista Itämerelle kotoutuneista vieraslajeista on merirokko (*Balanus improvisus*). Varhaisimmat havainnot lajista ovat 1840-luvulta. Lajin epäillään levinneen Itämereen laivaliikenteen mukana laivojen pohjaan kiinnittyneenä. Lajia esiintyy Itämerellä yli 3 ‰ suolapitoisuuksissa. Merirokko muodostaa tiiviitä yhdyskuntia kiinteille pinnoille vedenpinnan alapuolelta aina 15 metrin syvyyteen. Ravintonsa merirokko hankkii siivilöimällä vedestä pieniä eläimiä ja ravintohiukkasia. (Luontoportti 2014b; Itämeriportaali 2010b.) Merirokon

muodostamat yhdyskunnat aiheuttavat merkittäviä taloudellisia haittoja kiinnittyessään alusten pohjarakenteisiin. Kiinnittyneet merirokot vähentävät alusten virtaviivaisuutta ja aiheuttavat kitkaa, mikä lisää virtausvastusta ja polttoaineenkulutusta. (Itämeriportaali 2010b.) Tämän lisäksi merirokot voivat tukkia erilaisia vedenottoputkia tai vedenalaisia poistovesiputkia (Luonnontila 2013).

### 1.3 Itämeri ja Saaristomeri

Eräs Itämeren (Kuva 3) merkittävimmistä ominaispiirteistä on sen geologinen nuoruus. Itämeren pohjoisosat vapautuivat Veiksel-jäätikön mannerjäädästä kokonaan vasta noin 9000 vuotta sitten. (Myrberg ym. 2006, 7; Grabowski ym. 2005, 44.) Vetäytymisvaiheen aikana ja sen jälkeen Itämeri on ollut vuoroin makeavetinen järvi ja vuoroin murtovesiallas (Itämeriportaali 2013).



Kuva 3. Itämeren merialueet (Itämeriportaali).

Itämeren nuoruuden ja monimuotoisten vaiheiden vuoksi makean veden ja murtoveden lajisto alueella on verrattain nuorta ja lajisto kokee edelleen sisäisiä sekä ihmislähtöisiä muutosprosesseja. Ihmisen aiheuttamat muutokset, kuten uusien vieraslajien tuominen alueelle, ovat monesti nopeita, laajoja ja räjähdysmäisesti leviäviä tapahtumaketjuja. Niillä voi olla laajoja vaikutuksia paikallisessa elinympäristössä. (Grabowski ym. 2005, 44.)

Itämeri on vähäsuolainen ja matala sisämeri, jonka suolapitoisuus putoaa vahvasti pohjoiseen mentäessä. Itämeren valuma-alueelle sijoittuu paljon maataloutta, jonka ravinteita kulkeutuu sadannan aiheuttaman huuhtouman mukana Itämereen aiheuttaen rehevöitymistä. Vesi vaihtuu ainoastaan matalan Kattegatin salmen kautta ja vaihtuvuus on hidasta. (Myrberg & Raateoja 2014.) Koko Itämeren vesimassan vaihtuminen vie noin viisikymmentä vuotta (Myrberg ym. 2006, 9).

Itämeren pohjoiset osat ovat herkkiä aggressiivisille ja nopeasti leviävillä vieraslajeille. Pohjoisten merialueiden lajimäärät ovat yleensä pienempiä kuin vieraslajien alkuperäisillä levinneisyysalueilla, jolloin vapaita ekologisia lokeroita löytyy enemmän. Joidenkin tutkimusten mukaan tämä voi avata mahdollisuuksia uusien lajien etenemiselle ja säilymiselle alueella. (Itämeriportaali 2014a.) Itämeren lajistosta puuttuu suurin osa valtameren levä- ja eläinryhmistä, jolloin jopa yhden lajin häviäminen voi muuttaa koko ekosysteemin toimintaa (Myrberg ym. 2006, 10). Yhden lajin häviämisen lisäksi jonkin tietyn lajin nopea menestyminen voi johtaa isoihin vaikutuksiin Itämeren ekosysteemissä (Myrberg ym. 2006, 10).

Saaristomeri (Kuva 4) on Itämeren suurin yhtenäinen saaristoalue. Saaristomeri on itä-länsi suunnassa noin 100 kilometriä, pohjois-etelä suunnassa noin 50 kilometriä. Saaristomeri rajautuu lännessä Ahvenanmaan pääsaareen, idässä Hankoniemeen. Saaristomerellä on yli 40 000 saarta ja pienempiä luotoja ja kareja tätäkin enemmän. (Ympäristöhallinto 2013.)



Kuva 4. Saaristomeri (Wikipedia 2015e).

Saaristomeri voidaan jakaa maantieteellisesti sisä-, väli- ja ulkosaaristoon. Alueet määräytyvät maa- ja vesialueiden suhteellisten osuuksien perusteella. Maa-alan osuus vähenee siirryttäessä sisäsaaristosta kohti ulkosaaristoa. Tätä vyöhykkeisyyttä seuraavat myös veden ominaisuudet, kuten lämpötila, suola- ja happipitoisuus. Sisäsaaristoon laskevat joet vähentävät alueen suolapitoisuutta, kun taas ulkosaaristossa kumpuamisen kautta voi aiheutua suolapitoisuuden nousua. Rakenteelliset seikat, kuten veden syvyys ja aallokon vaikutus, yhdessä veden ominaisuuksien kanssa muuttavat myös eliöyhteisöjä vyöhykkeiden mukana. Kasvi- ja eläinlajisto on monimuotoisimmillaan yleensä



sisä- ja välisaaristossa. (Hänninen & Vuorinen 2004, 108.) Saaristomereltä on löydetty 43 EU:n Habitaattidirektiivissä listattua luonnon monimuotoisuuden kannalta merkittävää elinympäristötyyppiä. Tällaisia ovat mm. rannikolaguunit, vedenalaiset hiekkasärkät, riutat ja erilaiset ulkosaariston saaret sekä luodot (Ympäristöhallinto 2013a). Saaristoalueen matalat lahdet ja rikkonaiset pinnanmuodot muodostavat suojaisen vesialueen, joka ylläpitää monipuolista vesieliöstöä. Paikoitellen Saaristomerta halkovat jopa 90 metriä syvät vedenalaiset syvänteet. (Varsinais-Suomen ELY keskus, 6, 2011; Ympäristöhallinto 2013b.)

Saaristomerta ympäröiviin merialueisiin verrattuna veden vaihtuvuus on hidasta ja ravinnekuormat suuria. Lisäksi Suomenlahdelta kulkeutuu jatkuvasti lisää ravinnepitoista vettä Saaristomerelle. (Myrberg & Raateoja 2014.) Liiallinen ravinnekuorma ja sen aiheuttama rehevöityminen on pahin ympäristöongelma Saaristomerellä (Varsinais-Suomen ELY-keskus, 6, 2011). Kasvanut ravinnekuorma lisää perustutotannon, kuten sinileväkukintojen ja rannikon rihmalevien määrää. Kuollessaan eloperäinen aines vajoaa pohjakerrokseen. Pohjakerroksissa bakteerit hajottavat eloperäisen aineksen, mikä kuluttaa samalla happea. Bakteerien hajotustoiminnan vuoksi voi tällöin syntyä hapettomia olosuhteita pohjakerrokseen. Hapettomat olosuhteet muuttavat pohjan eliöyhteisöjen rakennetta tuhoamalla pohjaeläimiä. Lisäksi hapettomuus aiheuttaa pohjasedimenttiin sitoutuneen fosfaatin liukenemisen takaisin veteen. Saaristomerellä kumpuamisen ja vesikerroksien vuodenaikaiskierron myötä ravinteet kulkeutuvat lopulta takaisin pintaveteen. Pintaveteen päätyneet ravinteet edesauttavat levien kasvua. (Rönneberg & Bonsdorff 2004, 230; Myrberg ym. 2006, 162.) Tätä kehämäistä, rehevöitymistä ylläpitävää prosessia kutsutaan sisäiseksi kuormitukseksi (Pitkänen 2008, 24).

#### 1.4 Tutkimuksen tavoite

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää liejutaskuravun merkitystä eri kalalajien ravintokohteena ja tarkentaa sen levinneisyyskuvaa Saaristomeren

alueella. Tutkimuksessa pyrittiin tuottamaan tietoa siitä, mitkä kalalajit käyttävät liejutaskurapua ravintonaan ja minkälaisia näiden lajien liejutaskurapua syövien yksilöiden ominaisuudet (pituus, paino) ovat. Tarkoituksena oli tuottaa lisäksi tietoa liejutaskuravun ominaisuuksista eri alueilla Saaristomerellä ja tarkastella havaittujen ominaisuuksien mahdollisia korrelaatioita liejutaskurapua syöneiden kalojen ominaisuuksiin. Lisäksi tutkimuksessa testattiin erityyppisiä mertoja liejutaskuravun pyytämisessä.

Suomen Kansallisessa vieraslajistrategiassa liejutaskurapu on luokiteltu tarkkailtavaksi tai paikallisesti haitalliseksi lajiksi (MMM 2012, 43). Kansallinen vieraslajistrategia kannustaa vieraslajien intensiivisempään seurantaan Suomessa (MMM 2012, 6, 14). Euroopan komissio on tehnyt asetusehdotuksen, jonka toimenpiteiden tarkoituksena on ehkäistä uusien haitallisten vieraslajien pääsyä EU:n alueelle, ja tehostaa toimia jo EU:n alueelle asettuneiden vieraslajien suhteen (Euroopan komissio 2013a). Tulevaisuuden suunnitelmien ja toimenpiteiden tueksi on tärkeää tuottaa lisää tietoa vesillemme saapuneista vieraslajeista ja niiden roolista vesiekosysteemeissämme.

## 2 LIEJUTASKURAPU

### 2.1 Tunnistaminen

Liejutaskurapu (*Rhithropanopeus harrisi*, Gould 1841) on äyriäislaji, joka kuuluu taskurapujen osalahkoon (Brachyura) (Luontoportti 2014a). Suomessa lajia kutsutaan liejutaskuravuksi ja mutaravuksi.



Kuva 5. Liejutaskurapu (Kuva: Antti Ovaskainen).

Liejutaskuravun koko vaihtelee muutamasta millimetristä noin kolmeen senttimetriin (Fowler ym. 2013, 5). Eräs liejutaskuravun selkeimmistä tuntomerkeistä on sen yleensä selkeästi keskenään erikokoiset saksit, joiden reunat tai alapinta ovat usein vaaleat (Itämeriportaali 2014). Liejutaskurapujen toinen saksi, yleensä oikeanpuoleinen, on kookkaampi (Hegele-Drywa ym. 2014, 810; Czerniejewski 2009, 56). Kuvan 5 liejutaskurapu on poikkeus tästä, sillä sen vasemmanpuoleinen saksi on kookkaampi. Saksien eriparisuutta tai oikeanpuoleisuutta ei kuitenkaan voida pitää ainoana määrittävänä tekijänä, sillä yksilöiden ominaisuudet vaihtelevat.



Kuva 6. Erilaisen värityksen omaavia liejutaskurapuja (Kuva: Antti Ovaskainen)

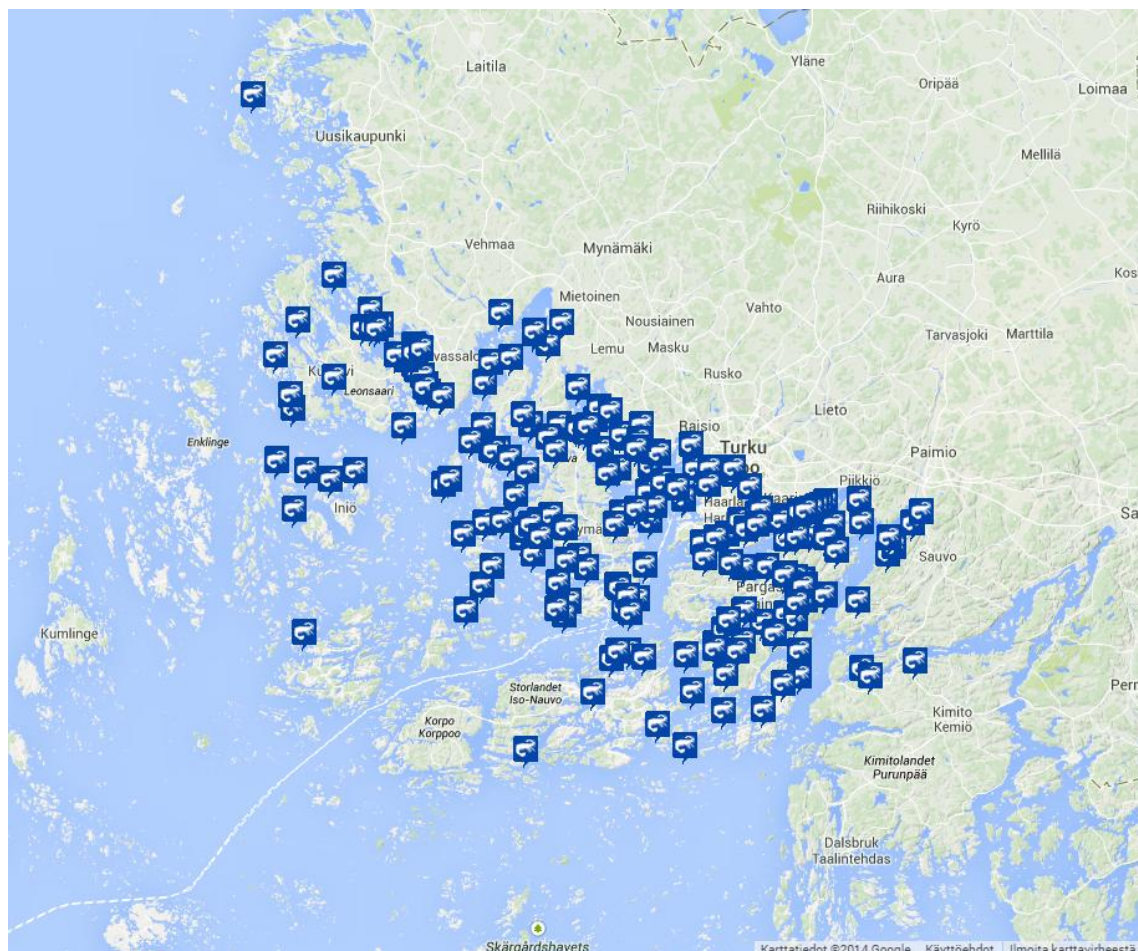
Liejutaskuravun erottaa muista ravuista lisäksi sen silmien varsiosissa sijaitsevista neljästä pienestä okaasta. Kuvassa 6 on esimerkkejä liejutaskuravun kuoren väri vaihtelusta. Kuoren väri voi vaihdella vihertävästä keltaruskeaan. Kuori on monesti laikukas tai pilkullinen. Lisäksi kuoren alaosien pigmentti on usein selkeästi vaaleampi kuin yläosien. (Luontoportti.fi 2014a; Dowell 2011, 2.)

## 2.2 Levinneisyys

Liejutaskurapua esiintyy luontaisesti Pohjois- ja Keski-Amerikan Atlantin puoleisella rannikolla (World Register of Marine Species 2014; Turoboyski 1973, 303).

Itämeren alueella liejutaskurapua on havaittu Saksan, Puolan, Liettuan, Viron, Ruotsin ja Suomen vesialueilta (World Register of Marine species 2014). Itämeren ja alkuperäisen levinneisyysalueen ulkopuolelta havaintoja on mm. Japanista, Välimereltä ja Pohjanmereltä (World Register of Marine species 2014; Masatsugu ym. 2007).

Suomen ensimmäiset liejutaskurapuhavainnot tehtiin vuonna 2009 yksityishenkilöiden toimesta Naantalın ja Rymättylän saaristossa. Liejutaskuravut havaittiin kalaverkoista ja pyydettyjen ahvenien mahojen sisällöstä. (Karhilahti 2010; Itämeriportaali 2010a.)



Kuva 7. Havainnot liejutaskuravusta Saaristomeren alueelta 16.5.2011 - 11.10.2014. (Vieraslajiportaali 2014)

Vieraslajiportaalin havainnot (Kuva 7) osoittavat, että liejutaskuravun leviäminen saaristomeren sisäosista ulospäin jatkuu nopealla tahdilla. Vuosittain on saatu uusia havaintoja jo todetun levinneisyysalueen ulkopuolelta.

## 2.3 Ekologia

### 2.3.1 Elinympäristö ja sopeutuminen Saaristomerelle

Liejutaskurapu on euryhaliini laji eli se kykenee sietämään laajoja vaihteluja suolapitoisuudessa (Turoboyski 1973, 311). Liejutaskurapua on löydetty alhaisimillaan 0,4-0,5 ‰ suolapitoisuudesta Texasin tekojärvistä (Boyle ym.

2010). Ryan (1956) havaitsi liejutaskurapuja 20,4 ‰ suolapitoisuudessa Chesapeake-salmessa (ks. Fowler 2013, 92).

Täysikasvuinen liejutaskurapu sietää ja pysyy hengissä alhaisissakin suolapitoisuuksissa. Roche ym. (2009, 988–989) havaitsi tutkimuksessaan aikuisten liejutaskurapujen pysyvän elossa 0,1 ‰ suolapitoisuudessa 30 päivän testijakson ajan ja suolapitoisuuden noustessa 0,4 ‰:een jopa poikasiksi (<4,5mm) luokitellut yksilöt selvisivät 30 päivän testijakson ajan. Liejutaskuravun planktinen toukkavaihe tarvitsee yli 2,5 ‰ suolapitoisuuden selvitäkseen (Forward 2009, 252). Laboratoriossa tehdyissä kokeissa liejutaskuravun toukkien on todettu selviävän 2,5-40 ‰ suolapitoisuudessa ja 20-30 °C lämpötilassa (Christiansen & Costlow 1975, 215). Turoboyskin (1973, 311) havaintojen mukaan liejutaskuravut voivat selvitä makeassa vedessä jopa useita kuukausia vaikka jotkin niiden kehontoiminnot, kuten lisääntyminen, häiriintyvät.

Saaristomeren pintaveden suolapitoisuus vaihtelee 5-7 ‰ välillä, pohjaveden ollessa veden kerrostuneisuustilanteesta riippuen tätä suolaisempaa (Myrberg ym. 2006, 69-73; Hänninen & Vuorinen 2004, 21-22; Aaltojenalla.fi). Pinnan läheinen vesi voi Saaristomerellä kesäaikaan saavuttaa jopa yli 20 °C lämpötiloja (Myrberg ym. 2006, 74). Turoboyski (1973, 311) toteaa tutkimuksessaan murtovesialueiden sopivan erittäin hyvin liejutaskuravun elinympäristöksi.

Puolan Veiksel-joessa liejutaskurapupopulaation on todettu selviävän talvella alle 1 °C lämpötiloissa, ja selviytyvän lyhyitä aikoja kokonaan jäätyneenä (Turoboyski 1973, 311). Tämä antaa viitteitä siitä, että liejutaskurapu pystyy hyvin talvehtimaan Saaristomeren syvänteissä. Liejutaskurapu aktivoituu talvehtemisen jälkeen, kun veden lämpötila nousee yli 10 °C (Turoboyski 1973, 311).

Suomalainen liejutaskurapupopulaatio on opportunisti valitessaan elinympäristöään. Fowler ym. (2013, 4) löysi tutkimuksessaan Saaristomerellä liejutaskurapuja rikkinäisten ja kuolleiden järviruokojen (*Phragmites australis*)

sisältä, mutaan kaivautuneena, rannan lähistöltä pienten kivien alta ja piiloutuneena rakkolevän (*Fucus vesiculosus*) joukkoon. Hän havaitsi liejutaskurapua esiintyvän aikaisemmista tutkimuksista poiketen jopa kovapohjaisilla merialueilla, joissa aallokon vaikutus pohjaan oli voimakasta. Tämä tutkimus antaa viitteitä siitä, että liejutaskurapu kykenee elämään monenlaisissa elinympäristöissä.

Fowlerin ym. (2013) tutkimuksesta poiketen Turoboyski väittää liejutaskuravun välttelevän paljon mutaa sisältäviä pohjia. Mielenkiintoisena vieraslaji-vieraslaji vuorovaikutuksena havaittiin laboratorio-olosuhteissa nuorien liejutaskurapujen hyödyntävän ja hakevan suojaa merirokon (*Balanus improvisus*) tyhjiin kuorien sisältä. Tämä voi antaa viitteitä merirokon tärkeästä roolista liejutaskurapujen kasvussa ja elinympäristössä. (Turoboyski 1973, 312.)

Puolan Gdańskinlahdessa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin yleisimmän esiintymissyvyyden liejutaskuravuille olevan 14 metriä. Kaikki ravut pyydettiin tutkimuksessa troolaamalla merenpohjaa 0-20 metrin syvyydeltä. (Hegele-Drywa & Normant 2014, 125–129.)

### 2.3.2 Ravinto

Liejutaskurapu käyttää ravintonaan kuollutta orgaanista ainesta, merenpohjan levää ja selkärangattomia eläimiä (Hegele-Drywa & Normant 2009, 364–365). Liejutaskurapua on pidetty huonona saalistajana sen hitaana pidetyn liikkuvuuden vuoksi, mutta tutkimuksissa on havaittu sen käyttäneen ravinnokseen myös itseään nopeammin liikkuvia katkoja (Hegele-Drywa & Normant, 2009, 367–368). Kannibalismi on yleistä liejutaskuravulla, mutta sitä tapahtuu kuitenkin ainoastaan lisääntymiskaudella. Silloin ravut luovat useaan otteeseen kuorensa ja kuoren pehmeiden vuoksi ne tulevat haavoittuvaisiksi muiden rapujen hyökkäyksille. (Turoboyski 1973, 310.)

Puolan Odra-estuaarissa havaittiin paikallisten liejutaskurapujen ravinnon koostuneen suurimmilta osin detrituksesta, jota oli ravinnossa 61,1 % (Czerniejewski & Rybczyk 2008, 1295). Toisessa Puolassa tehdyssä

tutkimuksessa havaittiin Gdańskinlahden ja Veiksel-joen liejutaskurapupopulaatioiden ravintokohteiden (kasvi- tai eläinaines, detritus) osuuksien vaihtelevan alueiden välillä. Tutkimus antaa viitteitä lajin olevan opportunisti ravintonsa suhteen eli sen ravinto vaihtelee elinympäristössä saatavilla olevien ravintokohteiden mukaan. (Turoboyski 1973, 312.) Elinympäristön biodiversiteetin kasvaessa liejutaskuravun ravintokohteiden määrä laajenee. Liejutaskuravun sukupuolella tai koolla ei ole havaittu olevan vaikutusta ravinnon valintaan (Hegele-Drywa & Normant 2009, 361-364).

### 2.3.3 Lisääntyminen

Liejutaskurapu lisääntyy suvullisesti, munii jälkeläisensä ja hoitaa muniaan koko niiden kasvuajan (Turoboyski 1973, 305-306). Puolassa havaittiin liejutaskuravun aloittavan lisääntymisen veden lämpötilan ylittessä 14 °C (Turoboyski 1973, 306).

Lisääntymiskautena naaraat kaivautuvat merenpohjan hiekkaan tai mutaan 3-4 päiväksi laskeakseen munansa. Muninnan jälkeen ne kiinnittyvät ravun pleopodeihin. Tämän jälkeen munia kantavat naaraat piiloutuvat sedimenttiin, erilaisiin hylättyihin kuoriin tai muun pohjamateriaalin sekaan, jossa ne hautovat muniaan 15–19 päivää. Alkionkehitys kestää noin kuukauden. Munien kypsyttyä naaraat yhtäaikaistavat kuoriutumista ja auttavat toukkien vapautumista pumpaamalla vatsaosaansa. Naaraat tuottavat 1280–4800 munaa kerrallaan naaraan koosta riippuen ja ne voivat tuottaa jopa neljä pesuetta yhden parittelukerran jälkeen. (Morgan ym. 1983, 542; Turoboyski 1973, 306.) Lawińsk & Pautsch (1969) havaitsivat toukan kehitysvaiheiden kestävän noin kuukauden laboratorio-olosuhteissa (ks. Turoboyski 1973, 306). Liejutaskurapu käy toukkana läpi neljä eri kehitysvaihetta ja yhden toukkavaiheen jälkeisen kehitysvaiheen. (Turoboyski 1973, 306.) Suomessa munia kantavia naaraita on havaittu heinäkuusta lokakuuhun (Fowler ym. 2013, 4). Kuva 8 havainnollistaa sukukypsien liejutaskurapuyksilöiden kokoeroja.





Kuva 8. Vasemmalla aikuinen liejutaskurapu, keskellä äskettäin sukukypsyyden saavuttanut liejutaskurapu. (Kuva: Antti Ovaskainen)

Munia kantavia naaraita on löydetty huhtikuun loppupuoliskolta aina elokuun loppuun asti, kunnes veden lämpötila putoaa alle 19 °C. Pieni osa naaraista munii syyskuun lopussa tai lokakuun alussa. (Turoboyski 1973, 306.) Lisääntymisen aikaväli vaihtelee kuitenkin alueellisesti ja kylmillä vesialueilla se lyhenee. Lämpimän kauden pituus muuttua myös liejutaskuravun esiintymishuipun ajoittumista, jolloin pohjoisilla merialueilla esiintymishuippu siirtyy lähemmäksi kesän loppua tai syksyyn. (Gonçalves ym. 1995, 756–757.)

Puolan Odra-estuaarissa rapujen esiintymishuipun havaittiin ajoittuvan syyskuuhun, jonka jälkeen rapujen esiintyminen lähti selvään laskuun (Czerniejewski 2009, 53). Suomessa ei tämän tutkimuksen kirjoitushetkellä ole tehty julkaisuja liejutaskuravun esiintymishuipun ajoittumisesta ja sen määrittäminen vaatii lisätutkimuksia.

Liejutaskuravun alkuperäisellä levinneisyysalueella sen lisääntymistä haittaa *Loxothylacus panopaei* –parasiitti. Sen tartuttamien rapujen kuolleisuus lisääntyy merkittävästi ja erityisesti nuoret liejutaskuravut ovat alttiita kuolemaan parasiitin vaikutuksesta. Tartunnasta selviävät ravut menettävät lisääntymiskykynsä. (Alvarez ym. 1995, 227-230.) Fowler ym. (2013, 6) ei havainnut tutkimuksessaan parasiittia Saaristomeren populaatiossa. Tutkimuksessa arvioitiin parasiittikuorman puuttuessa liejutaskurapujen

pystyvän käyttämään enemmän energiaa kasvuun. On mahdollista että parasiittikuorman uupumisen vuoksi Saaristomeren liejutaskurapupopulaation selkäkilven keskileveys on suurempi kuin alueilla joissa parasiittia esiintyy. *Loxothylacus panopaei* –parasiitin on havaittu selviävän huonosti alle 10 %:n suolapitoisuuksissa (Reisser ym. 1991, 102), vaikka Daugherty (1969) mukaan parasiittia on havaittu jopa noin 5 %:n suolapitoisuudessa (ks. Hines ym. 1997, 209).

## 2.4 Historia

Liejutaskurapu (*Rhithropanopeus harrisi*) havaittiin ensimmäistä kertaa Alankomaiden Zuiderzee-lahdessa vuonna 1874. Maitland (1874) kuvasi lajin silloin olevan *Pilumnus tridentatus*, alueen alkuperäislaji (ks. Turoboyski 1973, 303). De Man luokitteli ravun *Heteropanope*-sukuun vuonna 1892, jolloin se tunnettiin nimellä *Heteropanope tridentata* aina vuoteen 1949 saakka (ks. Turoboyski 1973, 303). Vuonna 1949 Buitendijk ja Holthuis huomasivat lajin muistuttavan amerikkalaista *Rhithropanopeus harrisi* -taskurapulajia (Turoboyski 1973, 303). He luokittelivat ravun *Rhithropanopeus harrisiin* alalajiksi sen piirteiden perusteella, jolloin se sai nimen *Rhithropanopeus harrisi* ssp. *tridentatus* (Turoboyski 1973, 303; Buitendijk & Holthuis 1949, 95). Nykyään Euroopassa ja Itämeressä esiintyvää liejutaskurapua ei pidetä *Rhithropanopeus harrisiin* alalajina, vaan kyseessä on yksi ja sama laji (Global Biodiversity Information Facility 2014; World Register of Marine Species 2014).

Liejutaskuravun leviämisestä Eurooppaan ei ole tarkkaa tietoa, sillä lajia pidettiin alkuperäislajistoon kuuluvana sen löytöhetkestä vuonna 1874 vuoteen 1949 saakka (Jensen 2010, 3). Lajia ei havaittu moneen vuoteen muualla Euroopassa, kunnes Schubert (1936) teki ensimmäisen havainnon Alankomaiden ulkopuolelta Saksan Kielin läheisyydessä vuonna 1936 (ks. Buitendijk & Holthuis 1949, 103). Tämä havainto oli samalla ensimmäinen Itämeren alueella.

Nehringin (2000) mukaan 1930-luvun jälkeen liejutaskurapu levisi mm. Eider-, Elbe-, Ems- ja Weser-jokien estuaareihin (ks. Jensen 2010, 3). Rasmussen (1958) teki myös muutamia havaintoja liejutaskuravusta Tanskan Kööpenhaminan satamassa vuosina 1953 ja 1954 (ks. Jensen 2010, 3). Muita havaintoja liejutaskuravusta Itämeren alueelta on lisäksi mm. Puolasta vuodelta 1951 (Grabowski ym. 2005, 48), Liettuasta vuodelta 2000 (Bacevičius & Gasiūnaitė 2008, 66–67) ja Virostä vuodelta 2011 (Kotta & Ojaveer 2012, 293). Tämän tutkimuksen kirjoitushetkellä Itämeren pohjoisin yksittäinen havainto on 12.9.2014 Uudenkaupungin läheltä Tevaluudolta (Vieraslajiportaali 2014).

## 2.5 Vaikutukset ympäristöön

Vieraslajit saattavat voimakkaasti runsastuessaan aiheuttaa huomattavaa saalistuspainetta pohjaeliöstöön. Tämä voi vaikuttaa koko paikallisen eliöyhteisön rakenteeseen ja toimintaan muuttamalla lajien välisiä runsaussuhteita, ravinteiden kiertoa ja energiavirtoja. (MMM 2012, 13; Gordon 1998, 975-985.)

Liejutaskuravun mahdollisen runsastumisen tuomia vaikutuksia Suomen vesiekosysteemeihin on vaikea arvioida. Runsastuessaan sillä voisi olla vaikutuksia mm. kalakantoihin tai pohjan eliöyhteisöjen runsaussuhteisiin. Puolassa tehdyssä tutkimuksessa (Kotta & Ojaveer 2012, 296) arvioidaan liejutaskuravun nopean ja aggressiivisen leviämisen johtavan lähitulevaisuudessa merkittäviin seurauksiin kovien ja pehmeiden pohjien kasvieliöyhteisöissä ja selkärangattomien eliöyhteisöjen rakenteessa ja toiminnassa. Liejutaskuravun voidaan ajatella myös rikastuttavan merialueiden luontoa, mikäli sen kanta asettuu sellaiselle tasolle, ettei se uhkaa muiden paikallisten lajien säilymistä. Liejutaskuravun ja muiden vieraslajien levinneisyyden seurannan, tutkimuksen ja tarvittaessa mahdollisten ehkäisytoimien suunnittelun voidaan katsoa olevan tärkeää Saaristomeren ja Itämeren tulevaisuuden kannalta.

Koeympäristön monimuotoisuuden (lajirikkauden) laskiessa on havaittu vieraslajien selviytymisen todennäköisyyden nousevan. Ympäristön lajirikkauden kasvaessa vapaan elintilan ja vapaana olevien ekologisten lokerojen määrä laskee. (Stachowicz ym. 2002, 2575.) Saaristomeren tai Suomen merialueiden pohjaeläimistöissä ei esiinny luontaisesti taskurapulajeja (*Brachyura*) (Heinimaa & Pursiainen 2010, 7). Fowler ym. (2013, 4) toteaa, ettei päätelmiä liejutaskuravun potentiaalisuudesta vieraslajina tule tehdä pelkästään aikaisemmissa tutkimuksissa esitettyjä elinympäristöjä tutkimalla, vaan tutkimuksia tulee kohdentaa laajemmalle alalle. Kohdistamalla tutkimusta erilaisiin elinympäristöihin voidaan varmistaa tai saada uutta tietoa liejutaskuravun ekologiasta.

Liejutaskuravulla itsessään ei ole tällä hetkellä taloudellista arvoa, mutta sen runsastuminen voi mahdollisesti vaikuttaa ravintoverkkojen kautta Saaristomeren kalakantoihin. Liejutaskurapu voi runsastuessaan mm. tukkia poistovesiputkia, sotkea verkkoja tai kiivetessään rysiin sisälle aiheuttaa vahinkoja kalasaaliille (Turun sanomat 2013; Yle 2012). Liejutaskuravut voivat myös kiivetä pohjanläheisiä kalaverkkoja pitkin ruokailemaan verkkoon kiinni jääneillä kaloilla. Tämän tutkimuksen koeverkotuksissa liejutaskurapuja havaittiin useaan otteeseen kalaverkkoihin kiinnittyneenä, ja verkotetuissa kaloissa havaittiin mahdollisia jälkiä liejutaskurapujen saksista.

Wiszniewskan (1998) mukaan merimetsot (*Phalacrocorax carbo*) käyttävät liejutaskurapua ruokanaan. Myös Suomessa merimetson syönnöksestä on havaittu liejutaskuravun kappaleita (RKTL julkaisematon 2014). Filuk & Żmudziński (1965) havaitsi ankerioiden (*Anguilla anguilla*) ja kampeloiden (*Platichthys flesus*) saalistavan liejutaskurapua. (ks. Hegele-Drywa & Normant 2009, 363.) Liettuassa on löydetty liejutaskuravun kappaleita ahvenen (*Perca fluviatilis*) ja mustatäplätokon (*Neogobius melanostomus*) mahoista (Bacevičius & Gasiūnaitė 2008, 67). Kalastajilta saatujen havaintojen mukaan särjen, ahvenen, härkäsimpun ja kuhan on havaittu syöneen liejutaskurapuja Saaristomeren alueella (Fowler ym. 2013, 94–95).

## 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 3.1 Tutkimusalueet ja niiden valinta

Tutkimusaineisto kerättiin verkkokoekalastamalla ja tutkimusmerroilla Saaristomerellä. Tutkimusalueet valittiin sisä- ja välisaaristosta liejutaskuravun tiedetyltä levinneisyysalueelta. Poikkeuksena tästä oli ulkosaaristossa sijaitseva Nötö, joka on tiedetyn levinneisyysalueen ulkopuolella. Tutkimusalueen sisällä koemertojen laskupaikan valintaan vaikuttivat pohjan suojaisuus aallokolta, pohjan tyyppi ja syvyys. Merrat pyrittiin laskemaan sellaiseen ympäristöön, missä liejutaskuravun esiintyminen olisi todennäköistä.

Tutkimuksessa käytettiin kansalaishavaintoihin perustuvan Vieraslajiportaalin (<http://www.vieraslajit.fi/>) havaintorekisteriä ja Riistakala.info -sivuston vieraslajiosiota (<http://www.riistakala.info/vieraslajit>) pohjana liejutaskuravun levinneisyyskuvan saamiseksi.

Poikkeuksena tutkimusalueiden valinnassa olivat Kaitveden koeverkkopaikat. Nämä koeverkkopaikat oli ennalta määritetty Turun AMK:n kala- ja ympäristötalouden koulutusohjelman säännöllisen koekalastusseurannan puitteissa.

Pohjan tyyppi määritettiin tutkimuspisteessä Ekman-näytteenottimella nostetusta näytteestä. Tutkimuspisteen syvyys mitattiin tutkimusveneen kaikuluotaimella. Tutkimuspisteillä mitattiin myös lasku- ja nostohetkellä kohteen vedenlaatu (lämpötila, sameus, suola- ja happipitoisuus) YSI-6600 moniparametrilaitteella.



Kuva 9. Tutkimusalueet (merkitty punaisella pisteellä ja numerolla) (Alkuperäinen kuva Kimmo Virtanen 2013).

Alapuolella on esitelty kuvan 9 tutkimusalueet. Ilmoitetut koordinaatit ovat WGS84-muodossa. Lisätietoa alueiden yleispiirteistä löytyy Lounais-Suomen Aluetietopalvelusta.

- 1. Kaitveden** vesialue (N 60° 22.23', E 22° 25.82') sijaitsee Saaristomeren sisäsaaristossa. Kaitvesi on Kaarinan ja Paraisten kaupunkien alueella, n. 5km Kaarinan keskustasta kaakkoon. Pohjan tyyppi tutkimusalueella oli savi, muta ja siltti. Rantoja ja saaria reunustavat ruovikot. Kaitveden alue on yleispiirteiltään vehreää.
- 2. Vepsä** (N 60° 22.44', E 22° 4.89') sijaitsee Airiston vesialueella Turun saaristossa. Vepsän saari sijoittuu Rymättylän ja Satavan välille, n. 10 kilometriä Turusta luoteeseen. Pohjan tyyppi tutkimusalueella oli hiesu. Tutkimusmerrat sijoitettiin suojaisaan lahdelmaan saaren pohjoispuolelle. Saari on kallioinen, mutta suojaiset lahdemat ovat ruovikkoisia.
- 3. Nötö** (N 59° 56.65', E 21° 45.42') sijaitsee Saaristomeren ulkosaaristossa n. 20km Nauvosta etelään. Nötön merialueet ovat karuja, vesi on kirkasta ja näkysyvyys on hyvä ympäri vuoden. Tutkimusalueen saarien suojaisissa salmissa oli hieman kasvillisuutta, mutta yleisvaikutelma oli karu.
- 4. Kaarina** (N 60° 22.96', E 22° 18.89') sijaitsee sisäsaaristossa. Varsinaisena tutkimusalueena toimi Kaarinasta etelään sijaitseva Kuusistonsalmi. Kuusistonsalmi kulkee n. 9 km matkan lounais-koillisuuntaisesti Kaarinan kaupunkialueen eteläpuolella. Kuusistonsalmi on vehreää ja rantoja reunustavat ruovikot. Pohjan tyyppi tutkimusalueella oli lieju/muta.
- 5. Ruissalo** (N 60° 24.59', E 22° 6.44') sijaitsee välittömästi Turun edustalla sisäsaaristossa. Tutkimusalue sijaitsi Ruissalon saaren läntisellä puolella Kuuvannokan vesialueella. Tutkimusalueen suojaisuutta vähentää Airistolta tuleva tuulien nostattama aallokko. Tutkimusalueen rannat olivat kallioisia, mutta suojaisimmissa kohdissa rannan tuntumassa kasvoi myös ruovikkoa.

6. **Seili** (N 60° 14.66', E 21° 57.81') sijaitsee Nauvon pohjoispuolella, n. 30km Turusta etelään. Tutkimusalueelta löytyi useita suojaisia lahdelmia, joilla esiintyi paikoitellen runsaasti erilaista vesikasvillisuutta. Pohjan tyyppi tutkimusalueella oli hiesu. Alueen suojaisuutta lisäävät lukuisat pienet saaret ja luodot.
7. **Naantali** (N 60° 26.64', E 22° 2.16') sijaitsee n. 5 km Turusta länteen. Vuonna 2007 Naantalin satama oli tonnimäärässä mitattuna Suomen kolmanneksi suurin (Naantalin sataman vuosikertomus 2007). Varsinaisena tutkimusalueena toimi välittömästi kaupungin eteläpuolella sijaitseva Herttuanlahti. Alueen ohi kulkee vilkas laivaväylä lähistöllä sijaitsevaan Naantalin satamaan. Pohjan tyyppi tutkimusalueella oli savi ja muta. Herttuanlahden reunaosista löytyy runsaasti vesikasvillisuutta. Tutkimusalue oli hyvin suojassa tuulelta ja aallokolta.
8. **Paimion** (N 60° 21.88', E 22° 33.83') tutkimusalue sijoittui Paimionselällä sijaitsevan Kaassaaren (kutsutaan myös Konsaareksi) välittömään läheisyyteen saaren pohjoispuolelle. Saaren rannat olivat kallioiset ja niissä oli vähän vesikasvillisuutta. Paimionselältä nouseva aallokko osuu saaren eteläiselle puolelle. Tutkimusalueen merrat sijoitettiin saaren suojaiselle pohjoispuolelle. Pohjan tyyppi oli siltti.
9. **Paraisen** (N 60° 20.25', E 22° 17.66') tutkimusalue oli kaupungin pohjoispuolella sijaitsevalla vesialueella. Tutkimusalue sijoittui suojaisaan lahteen Björkuddan vesialueella. Pohjan tyyppi tutkimusalueella oli lieju/muta ja savi. Tutkimusalue oli hyvin suojassa tuulelta ja aallokolta. Alueen rantoja reunustivat ruovikot.
10. **Maisaari** (N 60° 19.92', E 21° 54.34') sijaitsee Rymättylän eteläpuolella. Maisaaren vesialueita suojaavat monet ympäröivät saaret. Saaren etelä- ja pohjoispuoli voivat joutua kuitenkin läntisten tuulten nostattamien aaltojen vaikutuksen alaiseksi. Rantoja reunustavat paikoitellen ruovikot. Pohjan tyyppi tutkimusalueella oli lieju/muta.



## 3.2 Koekalastukset ja aineiston käsittely

### 3.2.1 Verkot ja niiden sijoittaminen

Käytettävien verkkojen lukumäärät ja silmäkoot vaihtelivat verkkopaikka- ja aluekohtaisesti. Käytetyt verkot olivat pohjaverkkoja. Verkkojen korkeus oli 1,8-3 m, silmäkoko 30-80 mm ja ne olivat 30 metrin pituisia. Verkkojatoja laskettiin koekalastusalueille 2-7 kappaletta ja jokaisessa jatassa oli 3-7 verkkoa.

Kaitveden koekalastusseurannassa käytetyt verkot olivat Nordic Coastal-yleiskatsausverkkoja. Verkot olivat 45 m pitkiä ja 1,8 m korkeita. Silmäkokoja verkoissa oli yhdeksän (10, 12, 15, 19, 24, 30, 38, 48 ja 60 mm). Verkkopaikkoja oli 45 ja jokaiselle niistä laskettiin yksi verkko. Käytetyt verkot olivat yleisesti koekalastusseurannoissa käytettyjä (HELCOM 2012, 10).

Koekalastusalueet rajattiin luvanvaraisille verkotusalueille. Lopullinen sijoituspaikka päätettiin tutkimusalueelle saavuttaessa rajatun alueen sisältä. Alueet valittiin rapumertajatojen läheisyydestä.

Päämääränä oli pyydystää jokaiselta tutkimusalueelta vähintään 20 kalayksilöä jokaisesta kokoluokasta ja saada mahdollisimman laaja aineisto eri kalalajeja. Kokoluokat olivat alle 10 cm, 10–15 cm, 15–20 cm ja yli 20 cm. Lajeista, joiden saalis jäi vähäiseksi, käsiteltiin koko aineisto. Verkot sijoitettiin veteen yhdeksi yöksi.

### 3.2.2 Kalojen käsittely

Verkot nostettiin omiin yksilöityihin laatikoihin merestä. Verkkojen noston jälkeen kalat irrotettiin verkoista rannalla ja laitettiin säilytysastioihin lajikohtaisesti.

Säilytysastioista kalojen laji, pituus ja paino kirjattiin ylös. Kalayksilön perustietojen kirjaamisen jälkeen jokaisen kalan maha irrotettiin ja laitettiin suljettavaan minigrip-pussiin. Mahanäytteet siirrettiin välittömästi viileään.

Näytteet yksilöitiin kirjattuja tietoja vastaavalla kalan numerolla. Mahanäytteet pakastettiin mahdollisimman nopeasti.

### 3.2.3 Kalojen mahanäytteiden käsittely

Laboratoriossa kalojen mahanäytteet sulatettiin pienissä erissä, jotta kalojen mahahapot eivät ehtisi sulattaa mahojen sisältöä. Näytteet sulatettiin laskemalla ne suljetuissa minigrip-pusseissa viileään veteen.



Kuva 10. Mahanäytteiden käsittelypiste laboratoriossa (Kuva: Antti Ovaskainen)

Sulanut mahanäyte siirrettiin tarkasteltavaksi petrimaljalle, jossa mahan täyteisyys arvioitiin silmämääräisesti asteikolla 0-6. Tämän jälkeen mahanäyte avattiin ja preparointimikroskooppia käyttäen arvioitiin mahan sisällön sulaneisuus asteikolla 0-4. Näiden lukujen tarkemmat selitykset löytyvät taulukosta 1. Avatun mahan sisältö huuhdeltiin vedellä ja levitettiin petrimaljalle tarkempaa preparointimikroskoopilla tarkastelua varten. Mahan sisällöstä löytyneet ravintokohteet pyrittiin tunnistamaan lajin tarkkuudella ahvenen ja kuhan kohdalla. Muiden kalalajien kohdalla pyrittiin ainoastaan tunnistamaan

liejutaskuravut tai vieraslajeiksi epäillyt lajit. Löydöksiä kappalemäärät laskettiin ja tilavuusosuudet mahan sisällöstä arvioitiin välillä 0-100. Menetelmä on sovellettu ns. pistemenetelmästä. (Hynes 1950, 36–37, 43; Windell 1971.)

Taulukko 1. Pistemenetelmästä sovellettu mahan täyteisyys ja sen sisällön sulaneisuus.

Täyteisyys		Sulaneisuus	
0	tyhjä	0	ei sulanut
1	esiintymä	1	sulaminen alkanut, pituus määritettävissä
2	1/4	2	sulaminen alkanut, lukumäärä määritettävissä
3	1/2	3	sulaminen alkanut, ravintokohte määritettävissä
4	3/4	4	täysin sulanut
5	täysi		
6	paisunut		

Sovellettu menetelmä mahdollistaa mahanäytteiden suhteellisen nopean käsittelyn. Menetelmä ei painota runsaiden ja pienien ravintokohteiden, kuten vesikirppujen, tai isojen ja harvojen, kuten kalojen, määrää. Menetelmän tilavuusarviointi mahdollistaa käyttökelpoisen tiedon tuottamisen myös suurien ja/tai rakenteeltaan rikkinäisten ravintokohteiden kohdalla. Menetelmä tuottaa vertailukelpoista tietoa syödyn ravinnon määrästä ja ravintokohteiden keskinäisistä suhteista toisiinsa. Windell & Bowen (1978) mukaan pistemenetelmän heikkoutena on sen subjektiivisuus (ks. Hyslop 1980, 416; Hynes 1950, 37). Silmämääräisiä havaintoja tehdessä voi tuloksissa esiintyä vaihtelua eri mittaajien välillä. Sulaneiden ja/tai rikkinäisten eliöiden jäänteitä arvioidessa tutkijan henkilökohtaisten tunnistustaitojen merkitys korostuu. Lisäksi kasvimassaa sisältävissä näytteissä lukumäärien arvioinnista tulee epätarkkaa. (Hynes 1950, 37.)

Liejutaskuravut ovat kohtuullisen suuria ravintokohteita, jolloin niiden löytäminen mahanäytteestä on helpompaa ja riski tunnistaa väärin on pienempi. Lisäksi liejutaskuravun ainutlaatuisuus ainoana Saaristomerelle asettuneena taskurapulajina helpottaa määrittämistä muiden ravintokohteiden joukosta.

Mahanäytteiden sisällöstä löytyneiden liejutaskurapujen selkäkilven leveydet mitattiin, mikäli selkäkilvet olivat sulamattomia ja kokonaisia, ja sukupuoli määritettiin. Ravuista, joiden selkäkilpi oli vahingoittunut tai selkäkilpi oli jo pehmennyt, kirjattiin selkäkilven leveyden olevan vain arvio.



Kuva 11. Ahvenen mahanäytteestä löytynyt ravun saksi. Avatun saksen leveys n. 25 mm. (Kuva: Antti Ovaskainen).

Ahventen ja kuhien mahoista pyrittiin tunnistamaan ravintokohteet lajin tai vähintään lahkon tarkkuudella muiden opinnäytetöiden aineistoksi. Mikäli ravinnosta löytyi kaloja, joita ei sulaneisuuden vuoksi pystytty tunnistamaan, niistä otettiin talteen otoliitit myöhempää tunnistamista varten. Ravinnosta löytyneitä vieraslajeiksi epäiltyjä pohjaeläimiä tunnistettiin vieraslajiseurantaa varten. Kaikki myöhempää tarkastelua varten kerätyt ravintonäytteet yksilöitiin niiden jäljittämisen mahdollistamiseksi. Kuvassa 11 on epäilty liejutaskuravun saksi, mutta muiden kappaleiden puuttuessa mahasta löydöstä ei voi kirjata liejutaskuravuksi.

### 3.3 Koeravustukset ja aineiston käsittely

#### 3.3.1 Mertatyypit ja niiden sijoittaminen

Tutkimuksessa käytettiin neljää erilaista mertatyyppiä. Näistä kaksi oli Turun ammattikorkeakoulussa tutkimusta varten kehitettyjä. Lisäksi käytössä oli liejutaskurapututkimuksissa laajalti käytetty amerikkalainen ”amynmerta” ja Turun yliopiston kehittämä metalliverkosta valmistettu kuution mallinen merta.

Tutkimusta varten tehtiin kahta eri mertatyyppiä. AMK2-merrat (Kuva 12) rakennettiin muovisesta Orthex-merkkisestä säilytyslaatikosta, jonka mitat olivat 33 x 23 x 14 cm. Laatikon verkon silmäkoko oli 2,1 x 2,3 cm. Silmäkoko kasvatettiin leventämällä paikoin alaosan verkkoa 4,7 x 2,3 cm kokoiseksi. Laatikon kanneksi kiinnitettiin nippusiteillä muoviverkkoa, jonka silmäkoko oli 1,8 x 1,8 cm. Laatikko täytettiin lekaharkkomurskeella, ja murskeen päälle sekä sivuille asetettiin kuusesta leikattuja oksia vähentämään liejutaskurapujen huuhtoumista nostotilanteessa ja lisäämään merran suojaisuutta. Sisälle leikattiin lisäksi lyhyitä pätkiä kirkasta muoviputkea piilopaikaksi vesieliöille. Ensimmäinen AMK-merta versio erosi edeltävästä sillä, että siinä lekaharkkomurskeen tilalla käytettiin kiviä ja havuja laitettiin ainoastaan kivien päälle.



Kuva 12. Turun ammattikorkeakoulun merta (AMK 2). Merrasta puuttuu havut.

AMY-merta tai "amynmerta" (Kuva 13) oli muovinen 30x30x30 cm kokoinen laatikko, jonka silmäkoko oli 3,2 x 3,4 cm. AMY-mertaa on laajalti käytetty liejutaskurapututkimuksessa (Fowler 2013, 90; Roche ym. 2009, 986). Se on perinteisesti täytetty osterinkuorilla, mutta niiden heikon saatavuuden vuoksi tässä tutkimuksessa merrat täytettiin ruukunsirpaleilla, muoviputken palasilla ja huokoisilla kivillä. Tutkimuksessa käytetyt AMY-merrat lainattiin Turun yliopistolta.



Kuva 13. "Amynmerta" (Kuva: Katariina Riipinen)

Turun yliopiston suunnittelema UTU-merta (Kuva 14) oli kanaverkosta muotoiltu laatikko, joka oli kooltaan noin 20 x 30 x 30 cm, silmäkoko oli 2 x 2 cm. Merran sivuilla oli myös 4 x 4 cm aukkoja. Merta oli täytetty ruukunsirpaleilla, vihreillä muoviputken paloilla ja huokoisilla kivillä. Pohjana mertahäkissä oli ohut muovilaatikon kansi vähentämässä liejutaskurapujen huuhtoutumista mertaa nostettaessa.



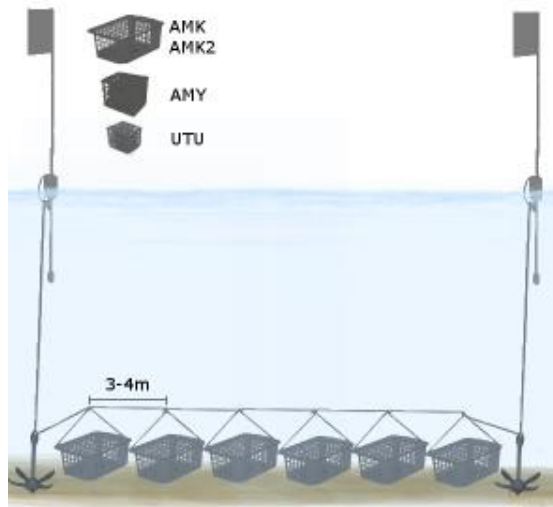
Kuva 14. Turun yliopiston merta (Kuva: Katariina Riipinen)

Rapumertajatojen paikat merkittiin etukäteen suuntaa antavasti kartalle. Rapumertajadat laskettiin määriteltyjen koekalastusalueiden sisäpuolelle, rannasta ulospäin. Mertapaikkojen valinnassa painotettiin alueen suojaisuutta, pohjan muotoa, kasvipeitettä ja syvyyttä. Tällä pyrittiin kattamaan potentiaalisimmat esiintymisalueet ja varmistamaan aineiston saamista, sillä useissa lähteissä liejutaskuravun on todettu esiintyvän lähinnä suojaisilla pohjilla (Vieraslajit.fi 2014; Turoboyski 1973, 312). Muista tutkimuksista poiketen Suomessa havaintoja on tehty myös tuulisilla ja suojattomilla paikoilla (Fowler ym. 2013, 4), jonka vuoksi muutama vähäsuojaisempi tutkimusalue otettiin mukaan tutkimukseen. Mertajadat laskettiin noin 2-5 metrin syvyyteen. Mertojen väliin jätettiin vesisyvyyden verran narua, jotta laskeminen ja nostaminen tapahtuisivat mahdollisimman tasaisesti. Lyhytaikaiset merrat olivat vedessä 2-3 päivää. Pitkäaikaiset merrat jätettiin veteen 27–77 päiväksi.

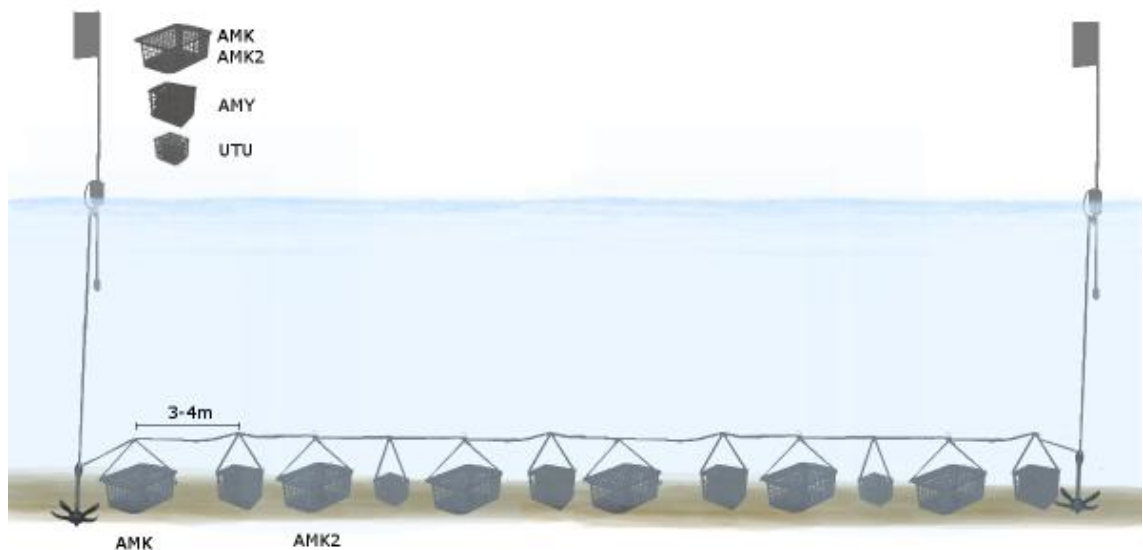
### 3.3.2 Mertajatojen kokoonpano

Lyhytaikaiset rapumertajadat olivat kuusi ja kaksitoista merta pitkiä. Pitkäaikaisissa mertajadoissa oli kaksitoista merta. Poikkeuksena tästä olivat Kaitvedelle sijoitet kaksi kuuden merran jataa (Kuva 15; Kuva 16; Taulukko 2). Taulukkoon 2 on koottu tietoa eri mertajatojen kokoonpanoista ja tietoa niiden sijoittamisesta. Syöttikaloja käytettiin kuuden AMK2-merran jadoissa.





Kuva 15. Kuuden merran lyhytaikainen jata. Kuva ei ole mittakaavassa.



Kuva 16. Kahdentoista merran lyhytaikainen jata. Kuva ei ole mittakaavassa.

Erilaisia mertatyyppjeä käyttämällä kerättiin aineistoa myöhemmin tehtäviin mertavertailuun ja pyydyksien kehittämiseen keskittyviin tutkimuksiin. Tässä tutkimuksessa ei keskitytä mertojen eroavaisuuden ja pyytävyyden tarkasteluun tarkemmin.

Taulukko 2. Tietoja mertakokoonpanoista, määristä ja niiden sijoituspaikoista.

Paikka	Pyyntiaika		Vrk	Mertoja yht.	Mertojen tyyppi				Pohjan tyyppi	Syvyys (m)
	Alku	Loppu			AMK	AMK2	AMY	UTU		
Kaitvesi	10.9.	13.9.	3	6	3	-	-	3	Muta	-
Kaitvesi	10.9.	13.9.	3	6	3	-	-	3	Muta	-
Kaitvesi	12.9.	13.9.	1	6	3	-	-	3	Muta	-
Kaitvesi (p)	13.9.	29.11.	77	6	3	-	-	3	Muta	-
Kaitvesi (p)	13.9.	29.11.	77	6	3	-	-	3	Muta	-
Kaitvesi (p)	13.9.	29.11.	77	12	3	3	3	3	Muta	-
Kaarina, Kuusistonsalmi (p)	30.10.	26.11.	27	12	3	3	3	3	Lieju/muta	2,5
Maisaari	30.10.	1.11.	2	12	3	3	3	3	Lieju/muta	2
Naantali (p)	10.10.	26.11.	47	12	3	3	3	3	Savi	2,3
Naantali	7.10.	10.10.	3	12	3	3	3	3	Savi	2,6
Paimionlahti	6.11.	8.11.	2	6	-	6	-	-	Siltti	2
Parainen	6.11.	8.11.	2	12	3	3	3	3	Lieju/muta (savi)	3,5
Ruissalo (p)	30.10.	26.11.	27	12	3	3	3	3	Hiesu + vesikasveja	2
Vepsä	7.10.	10.10.	3	6	-	6	-	-	Hiesu	2,4
Seili	30.10.	1.11.	2	3	-	3	-	-	Hiesu	2
Seili	31.10.	1.11.	1	3	-	3	-	-	Hiesu	2
Nötö	14.10.	16.10.	2	6	-	6	-	-	Hiesu	-
Nötö	14.10.	16.10.	2	12	3	3	3	3	Hiesu	-

### 3.3.3 Mertojen ja liejutaskurapujen käsittely

Mertajadat nostettiin nopeasti veneeseen, jossa merrat laitettiin välittömästi omiin säilytysastioihinsa estäen liejutaskurapujen katoamisen ja mahdollisen liikkumisen merrasta toiseen. Merrat käsiteltiin myöhemmin rannalla yksi kerrallaan. Käsittely aloitettiin kaatamalla merran sisältö valkoiselle käsittelyalustalle. Mahdolliset oksat ja tyhjä merta huuhdeltiin pienen silmäkoon lävikköön. Alustalle kaadettu sisältö käytiin läpi tarkasti. Lopuksi alusta huuhdeltiin lävikköön, joka käytiin läpi huolellisesti pienien rapujen löytämiseksi aineksen seasta.

Kaikki löydetyt ravut siirrettiin välittömästi vedellä täytettyihin suljettaviin muovipurkkeihin mertakohtaisesti. Muovipurkkien kansiin kirjoitettiin vedenpitävällä tussilla käytetyn mertapaikan koodi kirjainlyhenteenä ja merran tyyppi.

Mikäli rapuja ei ehditty mitata samana päivänä kuin merrat tyhjennettiin, ne säilöttiin ensin pakastamalla ja mitattiin myöhemmin. Tiedot pyyntipaikasta, merran tyypistä ja numerosta, sekä rapujen selkäkilven leveydestä ja sukupuolesta kirjattiin ylös.



Kuva 17. Liejutaskuravun sukupuolelle ominaisten piirteiden erottaminen mahakilven perusteella. Vasemmalla koiras ja oikealla naaras. (Kuva: Antti Ovaskainen).

Laboratoriossa rapujen sukupuoli määritettiin vatsakilven muodon ja sen ominaisuuksien perusteella (Buitendijk & Holthuis 1949, 97–101) Naaraiden vatsakilpi on leveämpi, kolmiomaisempi ja muodoltaan kupera (Kuva 17). Kevyesti painamalla vatsakilven voi todeta liikkuvan. Koiraiden vatsakilpi on muodoltaan selkeästi kapeampi (Czerniejewski 2009, 56). Koiraiden vatsakilven keskiosa on kovera ja sen muodostama kuvio on kapea (Kuva 17). Koiraiden vatsakilpi ei kosketteassa liiku, vaan on kova ja kiinteä. Pienikokoiset ravut, joiden sukupuolelle ominaiset piirteet eivät olleet silmämääräisesti erotettavissa, määritettiin poikasiksi.



Kuva 18. Liejutaskuravun selkakilven leveyden mittaaminen. Mittauskohta merkitty punaisella. (Kuva: Antti Ovaskainen).

Sukupuolen määrittämisen jälkeen selkäkilven leveys mitattiin leveimmältä kohdalta 0,1 mm tarkkuudella mekaanista työntömittaa käyttäen (Kuva 18). Hegele-Drywa & Normant (2014, 128) määrittivät tutkimuksessaan kaikki alle 4,4 mm ravut poikasiksi. Turoboyski (1973, 309) toteaa tutkimuksessaan, ettei kummallekaan sukupuolelle ominaisia piirteitä ollut kehittynyt ravuille, jonka selkäkilvet olivat alle 4,4 mm leveitä. Tässä tutkimuksessa sukupuolen määrittämistä ei rajattu selkäkilven kokoon perustuen, vaan kaikenkokoisten rapujen sukupuoli pyrittiin määrittämään.

### 3.3.4 Tilastolliset menetelmät

Tilastolliset testit tehtiin IBM SPSS Statistics 21-ohjelmalla. Tässä tutkimuksessa käytettiin yleisesti tieteellisessä tutkimuksessa käytettyä 0.05 (eli 5%) riskitasoa. Käytetyt tilastolliset testit on mainittu testien yhteydessä.

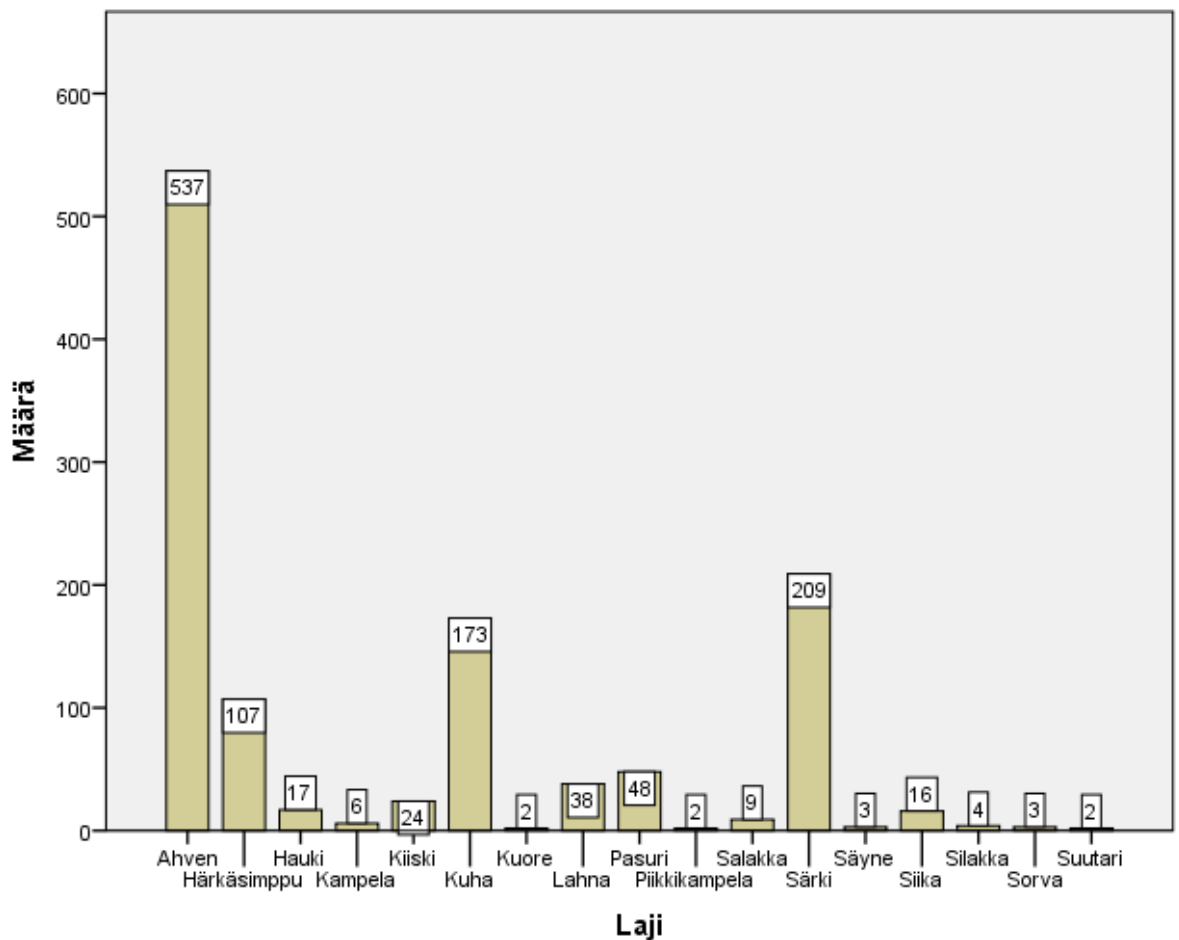
Analyyseissä käytettiin muuttujien lineaarisen riippuvuuden mittaamiseksi Pearsonin korrelaatiokerrointa (Pearson's  $r$ ). Muuttujien välinen riippuvuus (korrelaatio) on sitä voimakkaampi, mitä enemmän korrelaatiokerroin poikkeaa nolasta. Korrelaatio kasvaa kohti arvoa 1,0 tai -1,0, ja vähenee kohti arvoa 0,0.

Liejutaskurapujen ominaisuuksia koskevista analyyseistä suodatettiin poikaset.

## 4 TULOKSET

### 4.1 Koekalastuksien saalis

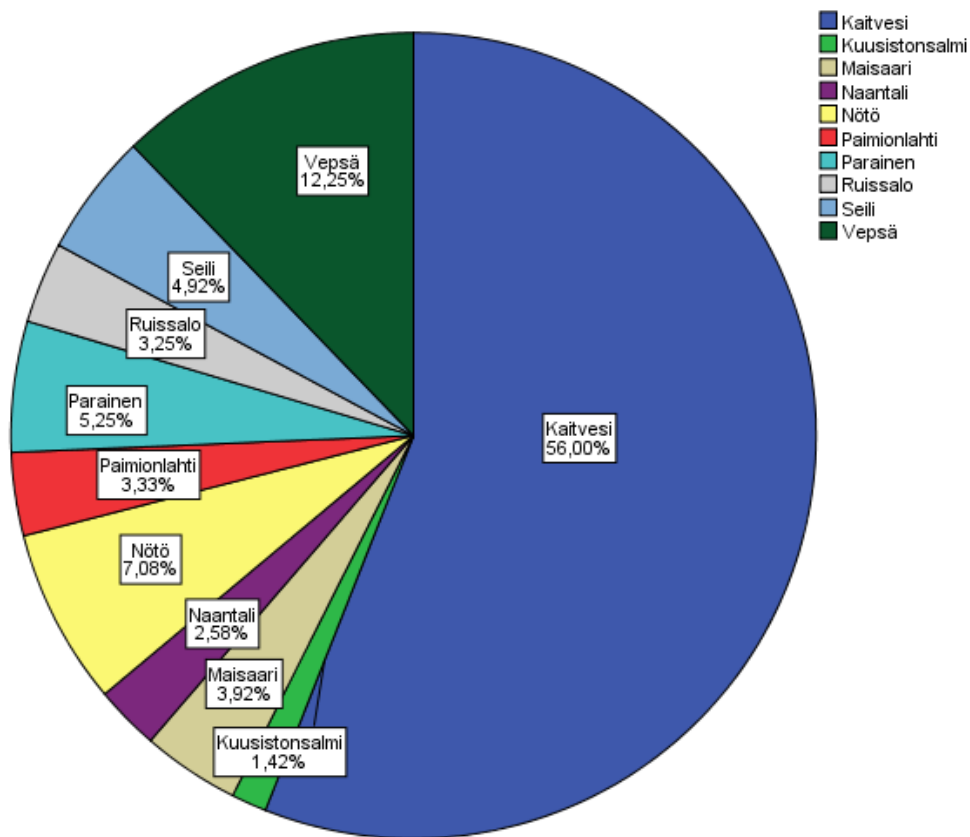
Koekalastuksien kokonaissaalis oli 1303 kalayksilöä. Näistä analyysikelpoisia oli 1200 kalayksilöä. Analyysikelpoisia olivat kalayksilöt, joista oli kirjattu kaikki tiedot. Koekalastuksien kokonaissaaliista 56 % saatiin Kaitveden tutkimuspisteistä. Kokonaissaaliista 537 (44,8 %) oli ahvenia, särkiä 209 (17,4 %), kuhia 173 (14,4 %) ja härkäsimpluja 107 (8,9 %). Muita lajeja oli 14,5 % (Kuvio 1).



Kuvio 1. Eri kalalajien saalismäärät.

Kuviosta 2 ja liitteestä 1 voi nähdä kalalajien jakautumisen tutkimusalueittain. Useimmilla tutkimusalueilla ahvenet olivat merkittävin osa pyydetystä saaliista,

mutta ulkosaaristoa kohti mennessä härkäsimppujen osuus kokonaissaaliista lisääntyy. Nötössä härkäsimppun osuus kokonaissaaliista oli 65,9 %, Seilissä 30,5 % ja Maisaareissa 42,6 %.



Kuvio 2. Koekalastuksien kokonaissaaliin jakautuminen alueittain.

Jokaisesta tutkimuspisteestä ei onnistuttu saamaan toivotun laajuista aineistoa, ja useissa tutkimuspisteissä monien kalalajien saalis jäi vain muutama yksilöön. Aineiston tavoitemäärä saavutettiin ahvenen, kuhan, särjen ja härkäsimppun kohdalla.

Kaitveden korostumista tutkimuksessa selittää alkusyksyn Turun AMK:n kala- ja ympäristötalouden koulutusohjelman säännöllisen koekalastusseurannasta saadun aineiston yhdistäminen tähän tutkimukseen. Lisäksi Kaitveden alueella suoritettiin koekalastuksien kanssa yhtäaikaisesti lyhytaikaisten mertojen testaamista ja vertailua.

## 4.2 Liejutaskurapujen määrä ja alueellinen jakautuminen

Mertatutkimuksessa liejutaskurapuja saatiin yhteensä 552. Lukuun sisältyvät kaikki liejutaskuravut, joiden selkakilpi voitiin mitata ja sukupuoli ja -kypsyys määrittää (poikanen, naaras, koiras). Tutkimusmerroista saaduista ravuista koiraita oli 293 (53 %) ja naaraita 156 (28 %). Poikasia oli koko aineistosta 103 yksilöä (19 %). Koiraita havaittiin merkitsevästi enemmän kuin naaraita (Chi-Square=41,802, n=449, df=1, p=0,000, Chi-Square Test).

Taulukko 3. Liejutaskurapujen määrä, selkakilven minimi- ja maksimikoko sekä keskiarvo, keskihajonta ja keskivirhe alueellisesti tarkasteltuna

Paikka		Selkakilven leveys (mm)					
		Count	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation	Standard Error of Mean
Kaarina (Kuusistonsalmi)		29	4,8	20,5	14,0	3,3	,6
Kaitvesi		348	1,7	25,9	10,7	5,5	,3
Maisaari		7	7,9	15,2	11,7	2,8	1,0
Naantali		128	6,0	21,6	14,1	2,9	,3
Nötö		0	.	.	.	.	.
Paimionlahti		1	11,3	11,3	11,3	.	.
Parainen		0	.	.	.	.	.
Ruissalo		25	10,0	19,8	15,0	2,6	,5
Seili		0	.	.	.	.	.
Vepsä		14	2,6	11,8	5,5	3,5	,9

Koemertojen liejutaskuravuista suurin osa, 351 yksilöä (64 %), saatiin Kaitvedeltä, jossa tutkimuspisteitä ja mertajatoja oli selkeästi enemmän kuin muilla tutkimusalueilla (Taulukko 2). Naantalista merroilla saatujen rapujen kokonaismäärä oli 128 yksilöä (23 %). Muissa tutkimuspisteissä merroilla saatujen rapujen kokonaismäärä oli 1-29 yksilöä (Taulukko 3).

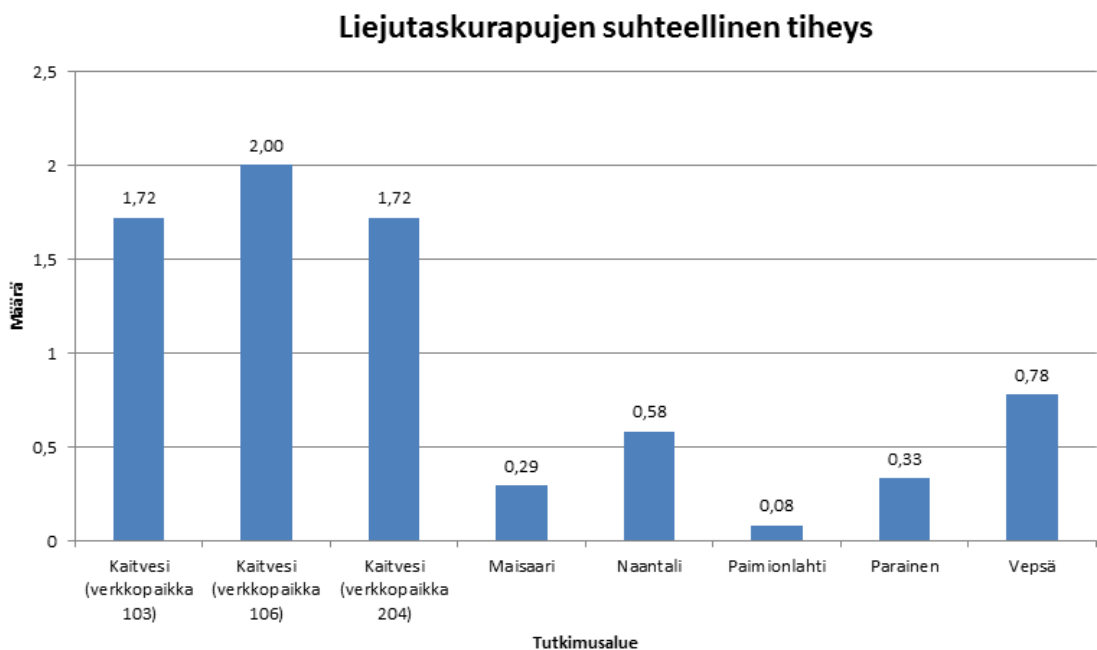
Paraisilta saatiin saaliiksi seitsemän liejutaskurapua. Puutteellisten tietojen vuoksi niitä ei käytetty sukupuoleen liittyvissä tilastollisissa testeissä ja ne poistettiin taulukosta 3.

#### 4.2.1 Liejutaskurapujen suhteellinen tiheys

Suuntaa antava kuva eri alueiden liejutaskurapujen määrästä saatiin laskemalla liejutaskurapujen suhteellinen tiheys mertasaaliissa. Tämän laskemiseksi käytettiin vain 1-3 päivää vedessä olleiden mertojen aineistoa (Taulukko 2). Suhteellinen tiheys saatiin laskemalla alueittain keskimääräinen saalis merroille ja jakamalla tämä pyyntiponnistuksella.

$$\text{Liejutaskurapujen suhteellinen tiheys} = \frac{\left(\frac{\text{Rapusaalis}}{\text{Mertojen määrä}}\right)}{\text{Mertavuorokaudet}}$$

Suhteellinen tiheys mahdollistaa alueiden vertailun keskenään, vaikka alueilla oli eroja mertojen määrissä ja mertavuorokausissa. Tämä laskentatapa ei ota huomioon eri mertojen mahdollisia eroavaisuuksia rapujen pyytävyydessä.



Kuvio 3. Liejutaskurapujen suhteellinen tiheys.

Suhteelliset tiheydet liejutaskuravulle on esitetty tutkimusalueittain kuviossa 3. Kaitveden suhteellinen tiheys oli selvästi muita alueita korkeampi. Korkeampaa suhteellista tiheyttä voi selittää aikaisempi pyyntiajankohta syyskuun alussa. Se voi olla suotuisampi ajankohta liejutaskurapujen aktiivisuuden suhteen, sillä



kasvukausi on vielä silloin voimakkaammin käynnissä. Taulukosta 4 näkee veden lämpötilan vaihtelun tutkimuksen eri ajankohtina. Muut lyhytaikaiset mertakoekalastukset tehtiin lokakuussa tai marraskuun alussa, noin kuukautta myöhemmin.

Taulukko 4. Veden laatutietoja eri tutkimusalueilta. Arvot ovat keskiarvoja koko mittausvytydeltä.

Pvm	Paikka	Lämpötila (°C)	Suolapitoisuus (‰)	Happipitoisuus (mg/l)
7.10.2013	Vepsä	11,5	5,7	10,1
8.10.2013	Naantali	11,0	5,6	9,1
15.10.2013	Nötö	11,5	6,2	9,9
30.10.2013	Kaarina	8,0	5,3	10,7
30.10.2013	Ruissalo	8,9	5,7	10,7
30.10.2013	Seili	9,3	5,9	10,2
6.11.2013	Paimion.L	7,5	4,4	10,7
6.11.2013	Parainen	7,6	5,5	10,5

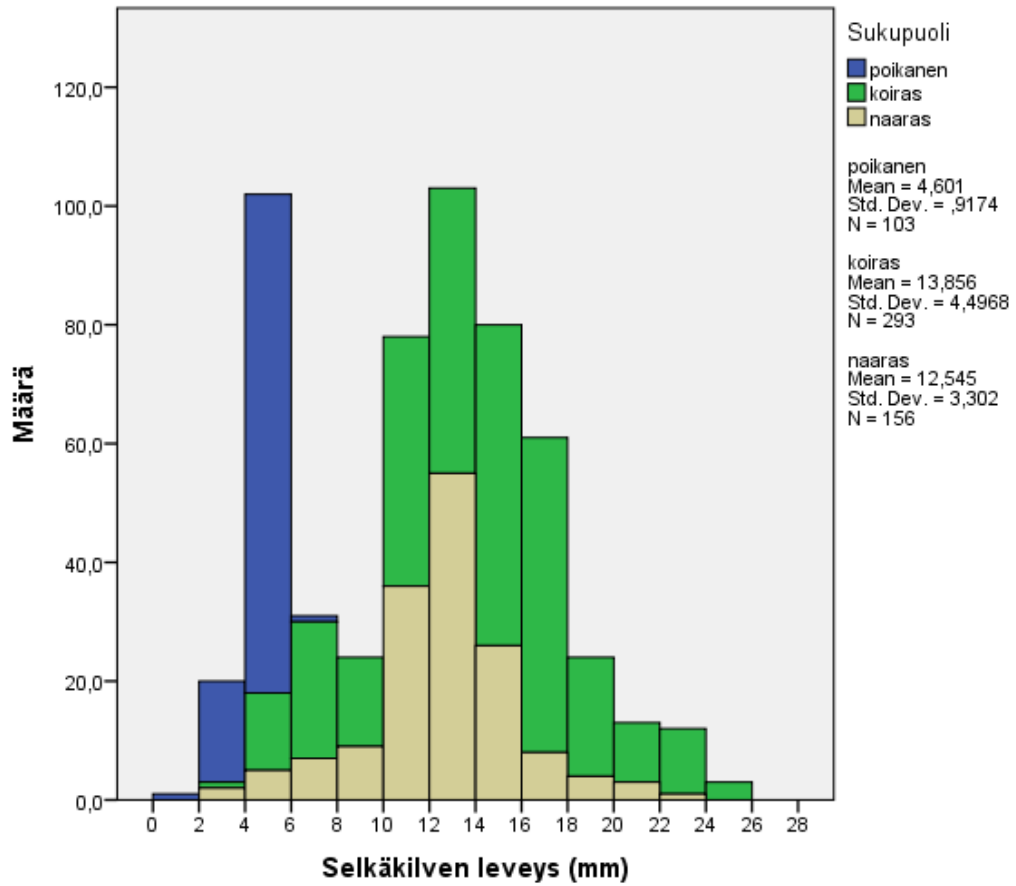
Tutkimuksen tuloksien mukaan liejutaskuravun suhteellinen runsaus näyttäisi laskevan etäisyyden lisääntyessä Naantaliin, jossa liejutaskurapu havaittiin ensimmäisen kerran (Karhilahti 2010; Itämeriportaali 2010a.). Seilistä ei saatu saaliiksi yhtään liejutaskurapua. Seilin vesialueilla on kuitenkin aikaisemmin havaittu liejutaskurapua (Vieraslajiportaali 2014).

#### 4.3 Mertasaaliin liejutaskurapujen sukupuolijakauma ja ominaisuudet

Naaraiden selkakilven keskileveys oli 12,5 mm ja koiraiden 13,9 mm. Koiraat olivat noin 9.5 % kookkaampia, ero oli merkitsevä ( $t=3,516$ ,  $n=449$   $df=403,435$ ,  $p=0,000$ , Independent samples t-test).

Naaraiden määrä mertasaaliissa vähenee selkakilven koon ylittäessä 16 mm. Koiraiden osuus saaliissa kasvaa koon suurentuessa (Kuvio 4). Yli 18 mm kokoisista liejutaskuravuista 79 % oli koiraita. Naaraiden ( $f=2,398$ ,  $n=156$ ,  $df=6$ ,  $p=0,031$ , Oneway-Anova) ja koiraiden ( $f=3,007$ ,  $n=293$ ,  $df=5$ ,  $p=,012$ , Oneway-

Anova) selkäkilven koko ei vaihdellut merkitsevästi eri tutkimusalueiden välillä. Mertasaaliissa ei tehty yhtään havaintoa munia kantavista naaraista.



Kuvio 4. Liejutaskurapujen selkäkilven leveys sukupuolen mukaan.

Taulukko 5. Merroilla pyydettyjen rapujen määrä, selkäkilven leveyden minimi, maksimi, keskiarvo ja keskihajonta.

Paikka	Kaarina (Kuusistonsalmi)	Sukupuoli		Selkäkilven leveys (mm)				
				Count	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation
			poikanen	1	4,8	4,8	4,8	.
			koiras	16	8,2	20,5	15,0	3,6
			naaras	12	11,6	15,5	13,5	1,0
Kaitvesi		Sukupuoli	poikanen	95	1,7	6,2	4,7	,9
			koiras	160	2,0	25,9	13,2	5,3
			naaras	93	3,1	22,2	12,6	3,8
Maisaari		Sukupuoli	poikanen	0	.	.	.	.
			koiras	1	7,9	7,9	7,9	.
			naaras	6	8,2	15,2	12,4	2,4
Naantali		Sukupuoli	poikanen	0	.	.	.	.
			koiras	100	6,0	21,6	14,5	3,0
			naaras	28	8,8	15,8	12,4	1,7
Paimionlahti		Sukupuoli	poikanen	0	.	.	.	.
			koiras	0	.	.	.	.
			naaras	1	11,3	11,3	11,3	.
Ruissalo		Sukupuoli	poikanen	0	.	.	.	.
			koiras	14	10,7	19,8	16,1	2,1
			naaras	11	10,0	18,5	13,8	2,6
Vepsä		Sukupuoli	poikanen	7	2,6	4,1	3,3	,6
			koiras	2	4,3	11,8	8,1	5,3
			naaras	5	3,5	11,8	7,6	3,8

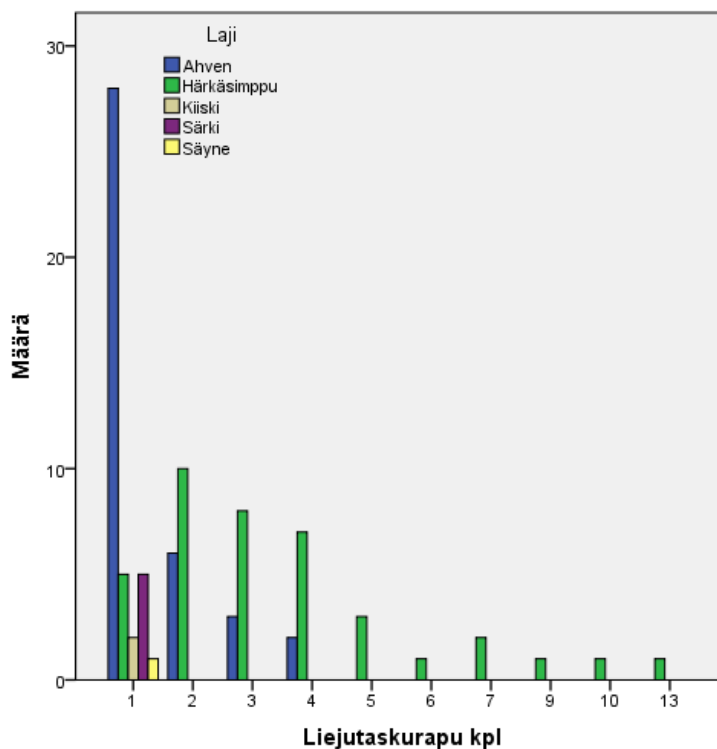
#### 4.4 Liejutaskurapu kalojen ravinnossa

Tutkimuksessa käsiteltiin yhteensä 1200 mahanäytettä. 102 mahanäytteestä (8,5 % kokonaismäärästä) löytyi liejutaskurapuyksilöitä tai liejutaskuravuksi tunnistettuja kappaleita. 86:sta (84,3 %) mahanäytteestä pystyttiin yksilöimään liejutaskurapujen määrä. Suurin osa liejutaskurapua syöneistä kaloista eli 68 yksilöä (66,7%) oli syönyt 1-4 liejutaskurapua (Kuvio 5). Rapua syöneet kalat söivät keskimäärin 2,43 liejutaskurapua.

Kalalajeista liejutaskurapua löytyi runsaimmin härkäsimplujen mahoista. Härkäsimpluista 41 yksilöä (38,3 %) oli syönyt liejutaskurapuja, ahvenista 41 yksilöä (7,6 %), särjistä 15 yksilöä (7,2 %), kiiskistä 2 yksilöä (8,3 %), pasureista 2 yksilöä (4,2 %) ja säyneistä 1 yksilö (33,3 %).

Liejutaskuravun osuutta mahan sisällöstä (Kuvio 6) tarkastellessa ahvenet ja härkäsimplut erottuvat muista kaloista suuremmalla osuudellaan.

Liejutaskurapua syöneet härkäsimput olivat syöneet keskimäärin 3,7 liejutaskurapua ja ahvenet 1,5. Muiden lajien ravinnosta tehtiin ainoastaan yksittäisiä liejutaskurapuhavaintoja (Kuvio 5).



Kuvio 5. Kalayksilön syömien liejutaskurapujen määrä kalalajeittain.

Kalojen mahanäytteistä pystyttiin yksilöimään 209 liejutaskurapua. Suurin osa mahanäytteistä löytyneistä ravuista oli mittauskelpoisia (selkakilpi ehjä leveimmältä kohdalta). Mittauskelpoisia ravuista oli 188 yksilöä, näistä 136:lle voitiin lisäksi määrittää sukupuoli. Sukupuolta ei voitu määrittää 17 (9 %) ravulle ja 39:lle (20,7 %) tehtiin arvio selkakilven leveydestä sen ollessa liian vahingoittunut tai pehmennyt. Mittauskelpoisista ravuista 142 (75,5 %) oli härkäsimppujen mahoista, 45 (23,9 %) ahventen mahoista ja yksi särjen mahasta (0,5 %).

Taulukko 6. Mahanäytteistä löytyneiden mittauskelpoisten liejutaskurapujen alueellinen jakautuminen.

<b>Paikka</b>		
	Kpl määrä	%
Kaitvesi	34	18,1
Maisaari	81	43,1
Naantali	1	,5
Paimionlahti	1	,5
Parainen	2	1,1
Ruissalo	1	,5
Seili	27	14,4
Vepsä	41	21,8
<b>Yhteensä</b>	<b>188</b>	<b>100,0</b>

Taulukossa 7 on esitetty mahanäytteistä löytyneiden mittauskelpoisten liejutaskurapujen sukupuolijakauma. Koiraita oli 61 (44,9 % tunnistetuista) ja naaraita 75 (55,1 %). Koiraiden ja naaraiden määrässä ei ollut merkitsevää eroa (Chi-Square=1,441, n=136, df=1, p=0,230, Chi-Square Test) ja sukupuolien välillä ei havaittu merkitsevää kokoeroa (t=1,281, n=136, df=97,093 p=0,203, Independent samples t-test).

Sukupuolijakauma ja liejutaskurapujen koko eri sukupuolien välillä eroavat koemertasaaliin tuloksista, jossa havaittiin merkitsevästi enemmän koiraita ja koiraiden koko oli merkitsevästi suurempi kuin naaraiden.

Taulukko 7. Mahanäytteistä löytyneiden mittauskelpoisten liejutaskurapujen sukupuolijakauma.

<b>Sukupuoli</b>		
	Kpl määrä	%
Ei määritetty	52	27,7
Koiras	61	32,4
Naaras	75	39,9
<b>Yhteensä</b>	<b>188</b>	<b>100,0</b>

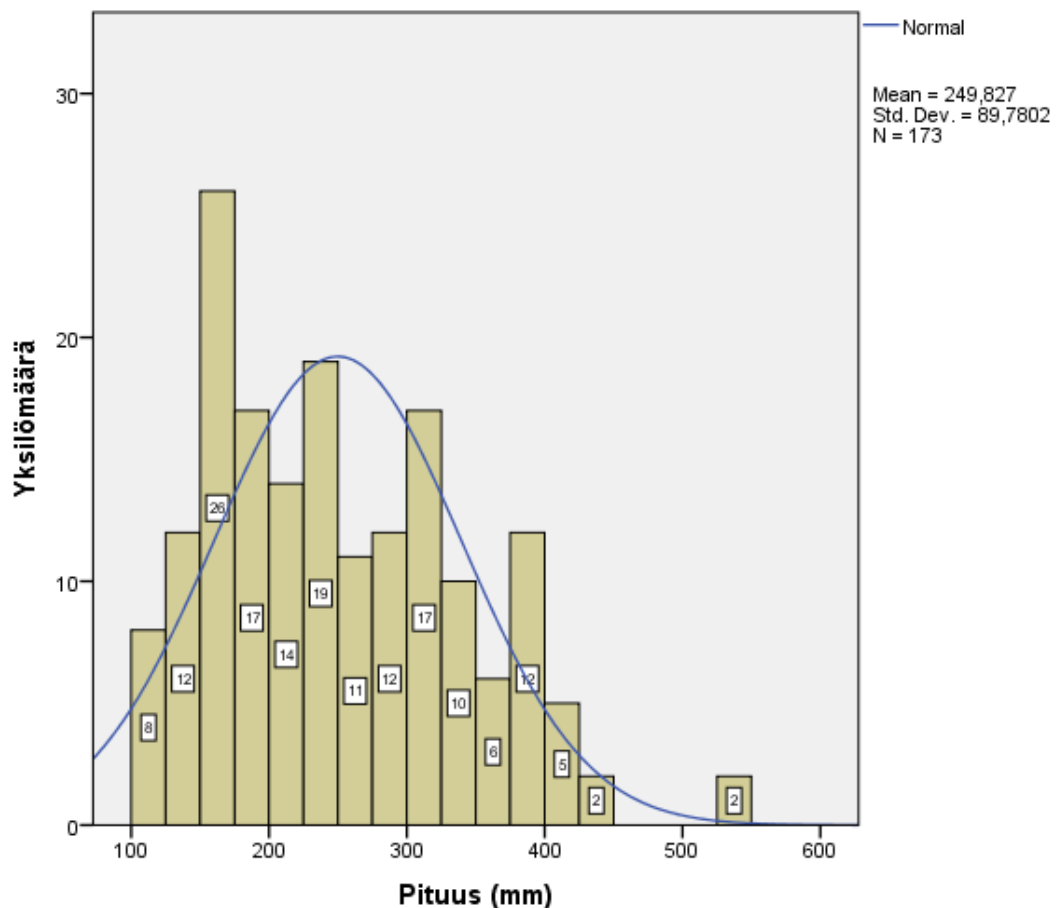
Selkakilven leveys syödyillä liejutaskuravuilla oli 7,0–20,1 mm. Tätä pienempien rapujen kappaleita tunnistettiin maha-aineiden joukosta, mutta nämä olivat niin sulaneita, ettei sukupuolen määrittäminen tai selkakilven leveyden mittaaminen ollut mahdollista.



Kuva 19. Osittain sulaneita liejutaskurapuja mahanäytteessä. (Kuva: Antti Ovaskainen)

#### 4.4.1 Liejutaskurapu kuhan ravinnossa

Kuhan on mainittu olevan potentiaalinen liejutaskuravun saalistaja (Fowler 2013, 94). Salmi (2007) havaitsi 5-25 cm pitkien kuhien ravinnosta vähintään puolen koostuvan selkärangattomista. Yli 25 cm pitkät kuhat siirtyvät käyttämään lähes pelkästään kalaravintoa. (Salmi 2007, 38–42.) Tämän tutkimuksen kuhien keskipituus oli n. 25 cm (Kuvio 6), ja pienin saatu kuha oli 10 cm pitkä.



Kuvio 6 Kuhan pituuden normaalijakauma

Tässä tutkimuksessa liejutaskurapua ei kuitenkaan löydetty yhdenkään kuhan mahanäytteestä. Kuhan kokonaissaaliista 173 yksilön mahan sisältö

analysoitiin. Kuhaa saatiin saaliiksi kaikkialta muualta paitsi Nötöstä ja Seilistä. Huomioitavaa on kuitenkin se, että kuhan aineisto painottuu voimakkaasti Kaitvedelle. Sieltä saaduista kuhista analysoitiin 129 kappaletta, mikä oli noin 75 % tutkimuksessa analysoiduista kuhista. Kaitvedelle painottunut liejutaskurapujen mertapyytämisen tulokset osoittavat kuitenkin sen, että alueella esiintyy suhteellisen tiheästi liejutaskurapuja. Tämä tarkoittaa, ettei mahalöydöksen puuttumisessa ole kyse liejutaskurapujen vähäisyydestä tai poissaolosta.

#### 4.4.2 Liejutaskurapu ahvenen ravinnossa

Ahventen mahoista löytyi yhteensä 45 mittauskelpoista liejutaskurapua. Ahventen syömistä liejutaskuravuista oli naaraita 19 (42,2 %), koiraita 15 (33,3 %) ja sukupuoleltaan tunnistamattomia 11 (24,4 %). Rapujen sukupuolijakaumassa ei ollut merkitsevää eroa (Chi-Square= 0,471, n=34, df=1, p=0,493, Chi-Square Test). Ahventen syömien liejutaskurapujen koko vaihteli välillä 7,3–18,0 mm ja selkäkilven leveys oli keskimäärin 11,6 mm. Syötyjen liejutaskurapujen koossa ei ollut merkitsevää eroa sukupuolien välillä (t=-1,123, n= 34, df=32, p=0,270, Independent Samples t-test).

Liejutaskurapua syöneiden ahventen pituus oli 117–303 mm ja paino 168–329 g. Keskimääräinen liejutaskurapua syönyt ahven oli 209 mm pitkä ja painoi 121 g. Ahvenet söivät keskimäärin 1,5 liejutaskurapua. Suurin löydetty määrä liejutaskurapuyksilöitä yksittäisen ahvenen mahasta oli 4. Ahvenen liejutaskurapua syöneillä yksilöillä liejutaskuravun osuus oli n. 90 % mahan sisällöstä.

Ahvenen koko (pituus, paino) ei vaikuttanut merkitsevästi syötyjen rapujen määrään (Pituus Pearson's  $r = ,269$ , n=39, p=0,269, paino Pearson's  $r = ,194$ , n=39, p=0,213).



#### 4.4.3 Liejutaskurapu härkäsimpun ravinnossa

Härkäsimppujen mahoista löytyi yhteensä 142 mittauskelpoista liejutaskurapua. Härkäsimppujen syömistä liejutaskuravuista oli naaraita 56 (39,4 %), koiraita 46 (32,4 %) ja sukupuoleltaan tunnistamattomia 40 (28,2 %). Rapujen sukupuolijakaumassa ei ollut merkitsevää eroa (Chi-Square= 0,980, n=102, df=1, p=0,322, Chi-Square Test). Härkäsimppujen syömien liejutaskurapujen koko vaihteli välillä 7,0–20,1 mm ja selkäkilven leveys oli keskimäärin 12,1 mm. Liejutaskurapujen koko erosi merkitsevästi eri sukupuolien välillä (t=1,999, n=102, df=70,314, p=0,049, Independent Samples t-test).

Liejutaskurapua syöneiden härkäsimppujen pituus oli 176–285 mm ja paino 55–176 g. Keskimääräinen liejutaskurapua syönyt härkäsimppu oli 215 mm pitkä ja painoi 104 g. Härkäsimplut söivät keskimäärin 3,7 liejutaskurapua. Suurin löydetty määrä liejutaskurapuyksilöitä yksittäisen härkäsimpun mahasta oli 13. Härkäsimpun liejutaskurapua syöneillä yksilöillä liejutaskuravun osuus oli keskimäärin 85 % mahan sisällöstä.

Härkäsimpun koko (pituus, paino) ei vaikuttanut merkitsevästi syötyjen rapujen määrään (Pituus Pearson's  $r = ,046$ , n= 39, p=0,783, paino Pearson's  $r = ,154$ , n=39, p=,349).

Muista kalalajeista poiketen härkäsimppujen mahanäytteiden liejutaskuravut olivat usein säilyneet kokonaisina ja ne olivat vähän sulaneita. Tämä mahdollisti syötyjen liejutaskurapujen mittaamisen ja sukupuolen määrittämisen useammin kuin muiden kalalajien kohdalla.

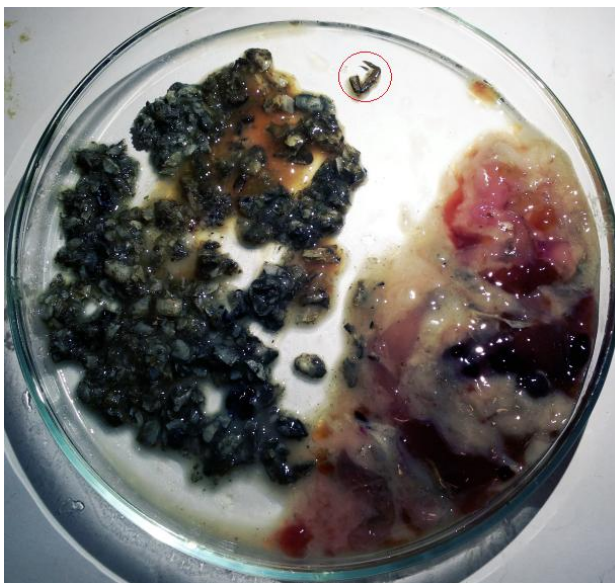
Nötössä ei saatu yhtään havaintoa liejutaskuravusta mertasaaliissa tai kalojen ravinnossa. Mikäli aineistosta poistetaan Nötöstä saaliiksi saadut 56 härkäsimppua, nousee liejutaskuravun esiintyminen härkäsimppujen ravinnossa 80,4 %:iin.

## 5 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tuloksista selviää, että liejutaskurapuun kohdistuu saalistusta koko sen aikuisvaiheen kehityskaaren aikana. Syötyjä rapuja tarkastellessa ei tehty yhtään havaintoa yli 20,1 mm kokoisista rapuista. Mertasaaliissa saatiin kuitenkin useita yli 20–25 mm kokoisia liejutaskurapuja (Kuvio 5). Mahanäytteistä löydettiin myös yksittäisiä isokokoisia saksia (Kuva 11).

Uusia havaintoja liejutaskuravusta kalojen ravinnossa tehtiin kiisken ja säynen kohdalla. Molempien lajien kokonaissaalis jäi pieneksi, jonka vuoksi tarkempia päätelmiä liejutaskuravusta näiden ravintokohteena ei voi tässä tutkimuksessa tehdä. Molemmat kalalajit ovat pohjaeläimiä syöviä (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2014a; Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2014b).

Tässä tutkimuksessa liejutaskurapuja ei havaittu kuhan ravinnossa. Tulokseen on voinut vaikuttaa se, ettei kuha ole merkittävässä määrin pohjasta ravintonaan ottava laji ja isokokoiset kuhat suosivat kalaravintoa pohjaeläimien sijaan (Salmi 2007, 36–42). Saaristomerellä kalastajat ovat kuitenkin tehneet havaintoja liejutaskuravusta kuhien ravinnossa (Fowler ym. 2013, 6). Tässä tutkimuksessa kerätyn aineiston perusteella kuha ei näytä käyttävän merkittäviä määriä rapuja ravintonaan.



Kuva 20. Särjen nieluhampaiden hienontamaa simpukkamassaa. Punaisella ympyröitynä mahanäytteestä löytynyt ravun jalka. (Kuva: Antti Ovaskainen)

On mahdollista, että särki käyttää liejutaskurapua enemmän ravintonaan kuin tämän tutkimuksen havainnot ja tarkastelemalla voisi päätellä. Tutkimuksessa huomattiin liejutaskurapun kappaleiden tunnistamisen ja löytämisen olevan erittäin vaikeaa särkikalojen nieluhampaiden hienontaman massan joukosta, esimerkki tästä näkyy kuvassa 20. Usein särkien mahoista löytyi simpukkamassaa ja on mahdollista, että liejutaskurapujen kappaleet hukkuvat muun samankaltaisen aineksen joukkoon.

Rapujen mahdollinen liikkuminen alueelta toiselle, ja tämän tutkimuksen erot pyyntiaikaväleissä ovat voineet vaikuttaa tuloksiin. Ravut saattavat vaihtaa elinympäristöään vuodenaikojen mukaan tavoitellessaan suotuisampia elinoloja (Hines ym. 1987, 61–63). Liejutaskurapujen on todettu talvehtivan kaivautumalla pohjasedimenttiin veden lämpötilan pudotessa 3-5 °C:een (Czerniejewski 2009, 58; Turoboyski 1973, 311). Kesän tullessa ravut siirtyvät takaisin litoraalivyöhykkeelle, eli matalampaan rantaveteen (Turoboyski 1973, 311–312).

Hegele-Drywa & Normant (2014, 130-131) havaitsivat liejutaskurapuja runsaimmin kesä- ja heinäkuussa, veden lämpötilan ollessa 13,2-18,1°C. He kirjasiivat ylös kasvavan määrän rapuja veden lämpötilan noustessa. Kinne &

Rotthauwe (1952) huomasi liejutaskurapujen muuttuvan epäaktiivisiksi veden lämpötilan laskiessa 3-5°C:een ja vasta veden lämpötilan ylittäessä 10°C niiden aktiivisuus palautui täysin (ks. Turoboyski 1973, 311). Liejutaskurapujen suhteellinen tiheys oli tässä tutkimuksessa korkeimmillaan Kaitvedellä. Kaitveden mertakoekalastuksen ajankohta oli alkusyksystä ja on mahdollista, että muita alueita korkeampi saalismäärä selittyy liejutaskurapujen lisääntyneellä aktiivisuudella veden lämpötilan ollessa korkeampi. Lämpötilan tarkkojen vaikutusten selvittäminen liejutaskurapujen aktiivisuuteen ja liikkumiseen vaatii kuitenkin lisätutkimuksia aiheesta.

Tutkimuksissa (Norse 1977; Strathmann 1982) on havaittu sinitaskuravun (*Callinectes sapidus*) tekevän vuosittaista migraatiota vuodenaikojen ja oman kehitysvaiheensa mukaan saavuttaakseen erilaisia hyötyjä. Sinitaskuravun lisääntyminen voi onnistua paremmin sen siirtyessä syksyisin suolaisemmalle vesialueelle munimaan. Muna- ja toukkavaiheen ravut ovat herkkiä erilaisille nopeille muutoksille veden laadussa, ja alueen vaihtaminen voi myös vähentää rapuun kohdistuvaa saalistuspainetta. Lämpimien kuukausien aikaan ravut siirtyvät takaisin vähäsuolaisille alueille etsiessään ravintoa. (ks. Hines ym. 1987, 62.) Lisäksi Herrnkind (1983) toteaa, että kymmenjalkaiset ravut (Decapoda) saavuttavat useita selviytymistä lisääviä hyötyjä elinympäristöjä vaihtaessaan (ks. Hines ym. 1987, 62). Liejutaskuravun on havaittu siirtyvän isoina massoina lämpimään rantaveteen kesäkuukausina ja talven saapuessa vetäytyvän jälleen takaisin syvemmälle (Turoboyski 1973, 311–312). Tähän migraatioliikkeeseen voi vaikuttaa vähenevän ravinnon lisäksi myös veden lämpötilan lasku matalilla vesialueilla. Turoboyski (1973, 306) ei havainnut lisääntymiskaudella liejutaskuravun liikkuvan tiettyille alueille tai elinympäristöihin. Cargon (1958) mukaan joidenkin toisien rapulajien on havaittu käyttäytyvän näin (ks. Turoboyski 1973, 306). Norse (1977) ja Strathmann (1982) mainitsevat rapujen liikkumisen alueelta toiselle liittyvän mahdollisesti lisääntymisedun tavoitteluun (ks. Hines ym. 1987 62). Liejutaskuravun esiintymishuipun ja mahdollisen migraatioliikkeen ajoittaminen sekä vaikutuksien arvioiminen Saaristomerellä vaatii lisätutkimuksia.

Tämän tutkimuksen aikana ei havaittu yhtään munia kantavaa naarasta, vaikka Saaristomereltä on havaittu niitä aikaisemmin (Fowler 2013, 4). On mahdollista, että munia kantavat naaraat välttelevät keinotekoisia mertoja. Edwards (1966) huomasi laboratoriotesteissä *Cancer pagurus L.* -ravun kaivautuvan saveen tai silttiin munimaan. Tämä auttaa hänen mukaansa merkittävästi munien kiinnittymistä ravun pleopodeihin (ks. Turoboyski 1973, 306). Turoboyski toteaa, että munia kantavat liejutaskurapunaaraat saattavat kaivautua hiekkaan samasta syystä. Munimisen jälkeen naaraat hakeutuvat suojaan, kuten kuorien alle tai hiekkaan. (Turoboyski 1973, 306.)

Liejutaskuravun toukkavaiheeseen kohdistuvaa saalistusta ei tutkittu tässä tutkimuksessa, mutta Turoboyski (1973, 307) arvioi ison osan liejutaskuravun toukista joutuvan planktonia syövien kalojen ravinnoksi.

Puolan Odra-estuaarissa tehdyssä tutkimuksessa koiraiden määrän havaittiin kasvavan isoissa kokoluokissa (Czerniejewski 2009, 54–55; Czerniejewski & Rybczyk 2008, 1293). Myös Panaman Milaflores-sulkujärvissä tehdyssä tutkimuksessa havaittiin koiraiden osuuden kasvavan isoissa kokoluokissa (Roche & Torchin 2007, 157). Tämän tutkimuksen mertasaaliissa havaittu koiraiden määrän suurempi osuus isoissa kokoluokissa noudattaa näitä havaintoja.

Puolassa Gdańskinsalmessa vuosina 2006–2010 tehdyssä tutkimuksessa kerättiin 920 liejutaskurapua. Näistä koiraita oli 44 %, naaraita 40 % ja poikasia 16 % (selkäkilven leveys <4,4 mm). Populaation vuosittainen kasvu ja korkea määrä pienikokoisia sekä nuoria yksilöitä osoittaa Gdanskian populaation olevan lisääntymiskykyinen ja hyvinvoiva. (Hegele-Drywa ym. 2014, 809–817.) Tämän tutkimuksen mertasaaliin iso määrä poikasia ja nuoria rapuja sekä Fowlerin ym. (2013, 4) aikaisemmin tekemät havainnot poikasista ja munia kantavista naaraista vahvistavat Saaristomeren liejutaskurapupopulaation olevan elinvoimainen. Arviota tukevat myös vuosittaiset uudet havainnot tunnetun levinnäisyysalueen ulkopuolelta (Vieraslajiportaali 2014).

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tuloksien perusteella merkittävimmät liejutaskurapua syövät kalalajit ovat härkäsimppu, ahven ja särki. Näistä kalalajeista erityisesti härkäsimppu söi liejutaskurapua. Uusia havaintoja liejutaskuravusta saatiin säynen ja kiisken kohdalla. Käytetyllä menetelmällä pyrittiin saamaan useita erilaisia kalalajeja saaliiksi ja koska pyyntimääriä ei koskaan voi täysin ennakoida, ei täyttä aineistoa saatu kerättyä jokaisen kalalajin kohdalla. Tämän vuoksi vahvoja päätelmiä liejutaskuravusta kalojen ravinnossa ei voitu tehdä kaikille liejutaskurapua syöneille kalalajeille.

Liejutaskuravun osuus mahan sisällöstä sitä syöneillä kaloilla oli korkea, keskimäärin 80%. Lisäksi liejutaskurapua syöneet kalat olivat suurimmassa osassa tapauksia syöneet useamman kuin yhden liejutaskuravun. Liejutaskuravun korkea osuus mahan sisällöstä ja useat rapulöydökset yksittäisistä mahoista osoittavat, etteivät ravut ole vain satunnaisia ravintokohteita. Liejutaskuravusta näyttää muodostuneen merkittävä osa näiden kalojen ravintoa.

Liejutaskurapua syöneiden kalayksilöiden koolla ei havaittu olevan yhteyttä syötyjen rapujen määrään.

Kalojen ravinnosta löydettiin melkein kaikenkokoisia liejutaskurapuja. Ainoastaan isoimmista (yli 20,1 mm) ja pienimmistä (alle 7 mm) liejutaskuravuista ei tehty havaintoja. On mahdollista, että pienikokoiset ravut sulavat nopeammin kalojen ravinnossa tai että ne puuttuvat jostain muusta syystä. Kalan suuaukon koko voi rajoittaa isokokoisten liejutaskurapujen syömistä. Ravun suuri koko saattaa toimia suojakeinona liejutaskuravuille. Tätä havaintoa tukee se, ettei isokokoisista ravuista tehty yhtään havaintoa kalojen ravinnossa, vaikka tällaisia rapuja oli useita mertasaaliissa.

Kaikilla tutkimusalueilla, joissa havaittiin härkäsimpua ja liejutaskurapua, havaittiin myös liejutaskurapua härkäsimpujen mahanäytteissä. Rapuja löydettiin yleensä useita jokaisesta härkäsimpun mahanäytteestä ja liejutaskuravun osuus mahan sisällöstä oli korkea. Liejutaskurapujen merkitys härkäsimpujen ravintokohteena näyttäisi olevan merkittävä. On myös mahdollista, että härkäsimpun kaltaiset, pohjasta ravintoon hankkivat lajit siirtyvät nopeammin käyttämään liejutaskurapua ravintonaan.

Liejutaskuravulla näyttäisi olevan merkitystä myös muiden kalalajien ravintokohteena. Ahvenilla ja särjillä liejutaskurapua havaittiin usein. Ahvenet olivat syöneet pääosin yksittäisiä liejutaskurapuja, mutta niiden osuus mahan sisällöstä oli korkea. Särkien kohdalla liejutaskuravun kappalemäärien ja osuuksien laskeminen oli vaikeaa, sillä särkien nieluhampaiden hienontamasta massasta rapujen kappaleiden löytäminen oli erittäin haastavaa ja on mahdollista, että liejutaskurapuhavaintoja jäi tekemättä tämän vuoksi. Liejutaskuravun osuus ja määrät voivat olla suurempia nieluhampaisilla kaloilla (särki, pasuri, säyne) kuin tutkimuksen tuloksista voi päätellä.

Mertatutkimuksen tulokset tukevat aiemmin tehtyjä päätelmiä liejutaskuravun elinvoimaisuudesta ja levinneisyydestä Saaristomerellä. Ulkosaariston Nötön tutkimusalueelta ei saatu yhtään liejutaskurapuhavaintoa mertakoekalastuksen yhteydessä tai kalojen mahanäytteistä. Nötöstä saadusta kalasaaliista iso osa oli liejutaskurapua todennäköisesti syöviä härkäsimpuja. On mahdollista ettei liejutaskurapua esiinny vielä Nötön merialueella. Saaristomeren ulko-osien suolapitoisuus tai lämpötila eivät ole esteenä ravun leviämiseksi, joten on mahdollista, että rapu leviää tai sen osuus kasvaa näissä osissa, mikäli jokin muu tekijä ei muodostu esteeksi sen leviämiseksi. Lisäksi tämän ja muiden tutkimuksien liejutaskurapuhavainnot hyvin erityyppisistä elinympäristöistä ovat osoitus ravun hyvästä sopeutumiskyvystä. Tarkastelemalla liejutaskuravun ominaisuuksia ja leviämishistoriaa vieraslajina on todennäköistä, että tulevaisuudessa sen leviäminen jatkuu edelleen kohti Saaristomeren ulko-osia.

Liejutaskurapukantojen jatkuva kasvu ja leviäminen voi johtaa liejutaskurapua syövien kalalajien kantojen muutoksiin. On kuitenkin mahdollista, että

liejutaskuravun kanta Saaristomerellä asettuu luontaisten prosessien, kuten muiden lajien aiheuttaman saalistuksen, myötä kestäväälle tasolle.

Tarkkojen vaikutuksien arvioiminen kalakantoihin ei tämän tutkimuksen tiedoilla ole mahdollista eikä tarkoituksenmukaista. Tällaisten arvioiden tekeminen vaatisi liejutaskurapujen tiheyden tarkempaa määrittämistä, ja laajempaa sekä pitkäaikaisempaa tutkimusta eri kalalajien liejutaskurapuun kohdistamasta saalistuksesta.



# KIITOKSET

Haluaisin kiittää erityisesti opinnäytetyön ohjaajiani Olli Loistaa ja Raisa Kääriää, kenttätöissä auttaneita ja erinomaisia neuvoja antaneita Juha Niemeä ja Jussi Laaksonlaitaa. Kiitokset myös työtaakkaa jakaneille opinnäytetyötovereille Eetu Savilahdelle ja Henri Kääriälle sekä opinnäytetyön oponoineelle opiskelijatoverilleni Arttu Koskiselle. Haluaisin kiittää lisäksi tilastollisissa analyyseissä avustaneita Omar Badawiehiä ja Arto Huhtaa. Kiitokset myös Turun yliopistolle tutkimusmertojen lainaamisesta, yhteistyöstä ja avustamisesta tutkimustyön alkuvaiheessa.

# LÄHTEET

Aaltojenalla. Saaristomeri. Viitattu 3.2.2015 [http://www.aaltojenalla.fi/cgi-bin/bsbw/search.cgi?loc=1&20=20&lang=fin&file=Elinymparistot&mark=&tm=universal\\_1&tm\\_d=content\\_1&menu=menu3](http://www.aaltojenalla.fi/cgi-bin/bsbw/search.cgi?loc=1&20=20&lang=fin&file=Elinymparistot&mark=&tm=universal_1&tm_d=content_1&menu=menu3)

Alvarez, F.; Hines, A. & Reaka-Kudla, M. 1995. The effects of parasitism by the barnacle *Loxothylacus panopaei* (Gissler) (Cirripedia: Rhizocephala) on growth and survival of the host crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) (Brachyura: Xanthidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 192.

Bacevičius, E. & Gasiūnaitė, Z. 2008. Two crab species-Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* Edw.) and mud crab (*Rhithropanopeus harrisi* (Gould) ssp. *tridentatus* (Maitland) in the Lithuanian coastal waters, Baltic Sea. *Transitional Waters Bulletin. TWB, Transit. Waters Bull.* 2(2008), 63-68. Viitattu 28.8.2014 <http://siba-ese.unile.it/index.php/twb/article/download/462/331>

Bax, N.; Williamson, A.; Aguero, M.; Gonzalez, E. & Geeves, W. 2003. Marine invasive species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy* 27.

Biology Online. 2015. Opportunist. Viitattu 13.1.2015 <http://www.biology-online.org/dictionary/Opportunist>

Boyle, T.; Keith, D. & Pfau, R. 2010. Occurrence, reproduction, and population genetics of the estuarine mud crab, *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) (Decapoda, Panopidae) in Texas freshwater reservoirs. *Crustaceana* 83(4): Viitattu 5.12.2014 <http://booksandjournals.brillonline.com/content/journals/10.1163/001121610x492148>

Buitendijk, A. & Holthuis, L. 1949. Note on the Zuiderzee Crab, *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) Subspecies *tridentatus* (Maitland). *Zoologische Mededelingen* 30(7).

Cargo, D. G. 1958. Migration of adult female blue crabs. *Callinectes sapidus* Rathbun, in the Chincoteague Bay and adjacent waters. *J. mar. Res.* 16.

Carlton, J. & Geller, J. 1993. Ecological roulette: the global transport and invasion of nonindigenous marine organisms. *Science* 261. Viitattu 10.11.2014 [http://www.marinebiotech.net/program/marinescience/background\\_sci\\_lit/Invasive\\_Species\\_Transport.pdf](http://www.marinebiotech.net/program/marinescience/background_sci_lit/Invasive_Species_Transport.pdf)

Carlton, J. & Hodder, J. 1995. Biogeography and dispersal of coastal marine organisms: experimental studies on a replica of a 16th-century sailing vessel. *Marine Biology* (1995) 121. Viitattu 10.10.2014 <https://wikis.uit.tufts.edu/confluence/download/attachments/21923745/carlton%2Band%2Bhodder%2B1995-2.pdf>

Charles, H. & Dukes J. 2007. Impacts of Invasive Species on Ecosystem services. *Ecological Studies*, Vol. 193 W. Nentwig (Ed.) *Biological Invasions* © Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Viitattu 6.10.2014 [http://globalecology.stanford.edu/DGE/Dukes/Charles\\_Dukes\\_inpress.pdf](http://globalecology.stanford.edu/DGE/Dukes/Charles_Dukes_inpress.pdf)

Christiansen, M. & Costlow, J. 1975. The Effect of Salinity and Cyclic Temperature on Larval Development of the Mud-Crab *Rhithropanopeus harrisi* (Brachyura: Xanthidae) Reared in the Laboratory. *Marine Biology* 32. Springer-Verlag. Viitattu 12.1.2015 <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00399201>

Czerniejewski, P. & Rybczyk, A. 2008. Body weight, morphometry, and diet of the Mud Crab, *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* (Maitland, 1874) In the Odra estuary. Poland. *Crustaceana* 81 (11). Viitattu 18.10.2014

[http://www.researchgate.net/profile/Przemystaw\\_Czerniejewski/publication/233564282\\_Body\\_weight\\_morphometry\\_and\\_diet\\_of\\_the\\_mud\\_crab\\_Rhithropanopeus\\_harrisi\\_tridentatus\\_%28Maitland\\_1874%29\\_in\\_the\\_Odra\\_estuary\\_Poland/links/54180ce0cf203f155ad8cb4](http://www.researchgate.net/profile/Przemystaw_Czerniejewski/publication/233564282_Body_weight_morphometry_and_diet_of_the_mud_crab_Rhithropanopeus_harrisi_tridentatus_%28Maitland_1874%29_in_the_Odra_estuary_Poland/links/54180ce0cf203f155ad8cb4)

Czerniejewski, P. 2009. Oceanological and Hydrobiological Studies International Journal of Oceanography and Hydrobiology, Vol XXXVIII, No. 4: Some aspects of population biology of the mud crab, *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in the Odra estuary. Poland.

Daugherty, S. J. 1969. Aspects of the ecology, life history and host-parasite relationship of *Loxothylacus panopaei* (sacculinidae) in Chesapeake Bay. College of William and Mary.

Davis, M. 2003. Biotic Globalization: Does Competition from Introduced Species Threaten Biodiversity? *Bioscience* Vol. 53. No. 5. Viitattu 30.8.2014 <http://www.macalester.edu/~davis/davisbioscience.pdf>

De Man, J.G. 1892. Carcinological studies in the Leyden Museum, Notes Leyden Mus.

Dictionary 2015a. Swimmeret. Viitattu 13.1.2015 <http://dictionary.reference.com/browse/swimmeret>

Dictionary 2015b. Euryhaline. Viitattu 13.1.2015 <http://dictionary.reference.com/browse/euryhaline>

Dowell, K. 2011. *Rhithropanopeus harrisi*, Estuarine mud crab or Harris mud crab. Fish 423. Viitattu 31.8.2014 [http://depts.washington.edu/oldenlab/wordpress/wp-content/uploads/2013/03/Rhithropanopeus-harrisi\\_Dowell.pdf](http://depts.washington.edu/oldenlab/wordpress/wp-content/uploads/2013/03/Rhithropanopeus-harrisi_Dowell.pdf)

Edwards, E. 1966. Mating behavior in the European edible crab (*Cancer pagurus* L.) *Crustaceana* 1966 (10).

EQUIPCO 2014. Viitattu 10.11.2014  
[http://www.equipcoservices.com/images/products/rentals/models/wildco\\_standard\\_grab\\_sampler\\_large.jpg](http://www.equipcoservices.com/images/products/rentals/models/wildco_standard_grab_sampler_large.jpg)

Eunmi, L. 2002. Evolutionary genetics of invasive species. *TRENDS in Ecology & Evolution* Vol.17 No.8 August. Viitattu 15.10.2014  
<http://www.duluth.umn.edu/~jetterso/Ecological%20Genetics/documents/Leeevolutionofinvasivespecies2002.pdf>

Euroopan komissio 2013a. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi haitallisten vieraslajien tuonnin ja leviämisen ennaltaehkäisemisestä ja hallinnasta. Viitattu 6.7.2014  
[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2013\)0620\\_/com\\_com\(2013\)0620\\_fi.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2013)0620_/com_com(2013)0620_fi.pdf)

Euroopan komissio 2013b. Euroopan unionin strategia Itämeren aluetta varten. Viitattu 26.8.2014  
<http://formin.finland.fi/public/download.aspx?ID=127975&GUID=%7BB68CADBB-4719-420A-B6D9-4C1410B4AAE6%7D>

Euroopan komissio 2014. Kestävä kasvu – resurssitehokkaampi, vihreämpi ja kilpailukykyisempi talous. Viitattu 6.9.2014  
[http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/priorities/sustainable-growth/index\\_fi.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/priorities/sustainable-growth/index_fi.htm)

Filuk J. & Żmudziński L. 1965. Feeding of the ichthyofauna of the Vistula Lagoon. Pr. MIR, 14A.

Forman, J. 2003. The introduction of American plant species into Europe: issues and consequences. Julk. Child LE, Brock JH, Brundu G, Prach K, Pysek P, Wade PM, Williamson M (toim.) Plant invasions: Ecological threats and management solutions. Backhuys Publishers. Alankomaat.

Fowler, A.; Forström, T.; Numers, M. & Vesakoski, O. 2013. Aquatic Invasions (2013) Volume 8: The North American mud crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in newly colonized Northern Baltic Sea: distribution and ecology. REABIC. Viitattu 25.8.2014  
[http://www.aquaticinvasions.net/2013/AI\\_2013\\_1\\_Fowler\\_etal.pdf](http://www.aquaticinvasions.net/2013/AI_2013_1_Fowler_etal.pdf)

Global Biodiversity Information Facility. 2014. *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841). Viitattu 22.9.2014  
<http://www.gbif.org/species/2227663>

Global Invasive Species Database. 2008. Viitattu 11.10.2014  
<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1217&fr=1&sts=sss&lang=EN>

Gollasch, S. & Nehring, S. 2006. National checklist for aquatic alien species in Germany. Aquatic Invasions 1(4). Viitattu 25.9.2014  
[http://www.aquaticinvasions.net/2006/AI\\_2006\\_1\\_4\\_Gollasch\\_Nehring.pdf](http://www.aquaticinvasions.net/2006/AI_2006_1_4_Gollasch_Nehring.pdf)

Gonçalves, F.; Ribeiro, R. & Soares, A. 1995. *Rhithropanopeus harrisi* (Gould), An American Crab In The Estuary Of The Mondego River, Portugal. Journal Of Crustacean Biology, 15(4).

Gordon, D. 1998. Effects of Invasive, Non-Indigenous Plant Species on Ecosystem Processes: Lessons from Florida. Ecological Applications, 8(4). The Ecological Society of America. Viitattu 7.9.2014  
<http://www.esf.edu/EFB/Schulz/Seminars/Gordon.pdf>

Grabowski, M.; Krzysztof, J. & Konopacka, A. 2005. Alien Crustacea In Polish Waters – Introduction and Decapoda. Oceanological and Hydrobiological Studies Vol. XXXIV, Supplement 1. Viitattu 28.8.2014  
[http://www.researchgate.net/publication/215701043\\_Alien\\_Crustacea\\_in\\_Polish\\_waters\\_\(Part\\_I\)\\_Introduction\\_and\\_Decapoda/file/9fcfd50bb8bfee7fe8.pdf](http://www.researchgate.net/publication/215701043_Alien_Crustacea_in_Polish_waters_(Part_I)_Introduction_and_Decapoda/file/9fcfd50bb8bfee7fe8.pdf)

Green, P.; O'Dowd, D.; Abbott, K.; Jeffery, M.; Retallick, K. & Nally, R. 2011. Invasional meltdown: Invader-invader mutualism facilitates a secondary invasion. Ecology, 92(9). Ecological Society of America.

Grosholz, E.; Ruiz, M.; Dean, C.; Shirley, K.; Maron, J. & Connors, P. 2000. The Impacts of a Nonindigenous Marine Predator in a California Bay. Ecology, 81(5). Ecological Society of America. Viitattu 7.9.2014  
[http://serc.si.edu/labs/marine\\_invasions/publications/PDF/Grosholz\\_et\\_al\\_2000\\_Ecology.pdf](http://serc.si.edu/labs/marine_invasions/publications/PDF/Grosholz_et_al_2000_Ecology.pdf)

Hänninen, J. & Vuorinen, I. 2004. Saaristovyöhykkeet – veteen piirrettyjä viivoja. Teoksessa Walls, M. & Rönkä, M. (toim.), 108. Edita Publishing Oy. Helsinki.

Hegele-Drywa, J. & Normant, M. 2009, OCEANOLOGIA, 51 (3): Feeding ecology of the American crab *Rhithropanopeus harrisi* (Crustacea, Decapoda) in the coastal waters of the Baltic Sea. Institute of Oceanology PAS. Poland.

Hegele-Drywa, J. & Normant, M. 2014. Non-native crab *Rhithropanopeus harrisi* – a new component of the benthic communities in the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea). *Oceanologia*, 56(1). Polish Academy of Sciences, Institute of Oceanology. Viitattu 25.11.2014 <http://iopan.gda.pl/oceanologia/561drywa.pdf>

Hegele-Drywa, J.; Normant, M.; Szwarc, B. & Podlaska, A. 2014. Population structure, morphometry and individual condition of the non-native crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841), a recent colonizer of the Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea). *Oceanologia*, 56 (4). Polish Academy of Sciences, Institute of Oceanology.

Heinimaa, S. & Pursiainen, M. 2010. Joki- ja täpläravun elinkierto ja levinneisyys. Riista- ja kalatalous – selvityksiä 6/2010. Viitattu 1.2.2015 [http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/selvityksia\\_6\\_10\\_web.pdf](http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/selvityksia_6_10_web.pdf)

HELCOM 2012. Baltic Sea Environment Fact Sheet. Viitattu 11.10.2014 <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/>. | <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/biodiversity/observed-non-indigenous-and-cryptogenic-species-in-the-baltic-sea>

Herrnkind, W. F. 1983. Movement patterns and orientation. *The biology of Crustacea*, Vol. 7, Behavior and ecology. Academic Press. New York.

Hines, A. H.; Lipcius, R. & Haddon M. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex, and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. *Marine Ecology - Progress Series*. Vol. 36. Smithsonian Environmental Research Center. Viitattu 19.11.2014 <http://www.int-res.com/articles/meps/36/m036p055.pdf>

Hines, A.; Alvarez, F. & Reed, S. 1997. Introduced and Native Populations of a Marine Parasitic Castrator: Variation in Prevalence of the Rhizocephalan *Loxothylacus panopaei* in Xanthid Crabs. *Bulletin of Marine Science*, 61 (2). Viitattu 18.1.2015 [https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/17860/serc\\_Hines\\_etal\\_1997\\_BMarSci\\_61\\_197\\_214.pdf?sequence=1](https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/17860/serc_Hines_etal_1997_BMarSci_61_197_214.pdf?sequence=1)

Hines, A.; Haddon, A. & Wiechert, L. 1990. Guild structure and foraging impact of blue crabs and epibenthic fish in a subestuary of Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 67. Viitattu 7.9.2014 <http://www.int-res.com/articles/meps/67/m067p105.pdf>

Hynes, H. B. N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 19. Department of Zoology. University of Liverpool. Viitattu 3.12.2014 [http://www.britishecologicalsociety.org/100papers/100\\_Ecological\\_Papers/100\\_Influential\\_Papers\\_068.pdf](http://www.britishecologicalsociety.org/100papers/100_Ecological_Papers/100_Influential_Papers_068.pdf)

Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. J. Fish Biol. Biology Department, Open University, Walton Hall, Milton Keynes MK7 4AA, Buckinghamshire, England.

Ilmatieteenlaitos 2015. Kumpuaminen. Viitattu 13.1.2015 <http://ilmatieteenlaitos.fi/kumpuaminen>

Itämeriportaali 2010a. Uusi taskurapulaji on asettumassa Suomen vesille. Viitattu 14.4.2014 [http://www.itameriportaali.fi/fi/ajankohtaista/itameri-tiedotteet/2010/fi\\_FI/uusi\\_taskurapu/](http://www.itameriportaali.fi/fi/ajankohtaista/itameri-tiedotteet/2010/fi_FI/uusi_taskurapu/)

Itämeriportaali 2010b. Merirokko. Viitattu 6.10.2014 [http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/sanakirja/fi\\_FI/merirokko/](http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/sanakirja/fi_FI/merirokko/)

Itämeriportaali 2014a. ”Lajiruletti” halutaan kuriin myös Itämerellä. Viitattu 14.4.2014 [http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/uhat/vieraslajit/fi\\_FI/lajiruletti/](http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/uhat/vieraslajit/fi_FI/lajiruletti/)

Itämeriportaali 2014b. Villasaksirapu, satunnainen tulokas Kaukoidästä. Viitattu 17.8.2014 [http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/uhat/vieraslajit/fi\\_FI/villasaksirapu/](http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/uhat/vieraslajit/fi_FI/villasaksirapu/)

Jensen, K. 2010. NOBANIS. Invasive Alien Species Fact Sheet. Rhithropanopeus harrisi. Identification key to marine invasive species in Nordic waters. Viitattu 28.8.2014 <http://www.nobanis.org/files/factsheets/Rhithropanopeus%20harrisi.pdf>

Jørgensen, L.L. 2013. NOBANIS. Invasive Alien Species Fact Sheet – Paralithodes camtschaticus. Viitattu 26.8.2014 [http://www.nobanis.org/files/factsheets/Paralithodes\\_camtschaticus.pdf](http://www.nobanis.org/files/factsheets/Paralithodes_camtschaticus.pdf)

Kansallinen vieraslajistrategia 2012. Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 23.8.2014 <http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/vieraslajiseminaari9.12.2009/67MLG2Hn1/Vieraslajistrategia.pdf>

Karhilahti, A. 2010. Taskurapu tarttui pyydykseen. Suomen luonto 4.

Katajisto, T.; Lehtiniemi, M. & Setälä, O. Liejutaskurapu (Rhithropanopeus harrisi). Vieraslajiportaali. Viitattu 29.8.2014 <http://www.vieraslajit.fi/lajit/MX.53034/show>

Kinne, O. & Rotthauwe, H.W. 1952. Biologische Beobachtungen und Untersuchungen über die Blutkonzentration an Heteropanope tridentatus Maitland (Dekapoda). Kieler Meeresforsch.

Klassen, G & Locke, A. 2007. A Biological Synopsis of the European Green Crab, *Carcinus maenas*. Fisheries and Oceans Canada, Gulf Fisheries Centre. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2818. Viitattu 7.9.2014 <http://www.dfo-mpo.gc.ca/library/330845.pdf>

Kotta, J. & Ojaveer, H. 2012. Estonian Journal of Ecology , Vol. 61, No. 4: Rapid Establishment of the Alien Crab *Rhithropanopeus Harrisii* (Gould) in the Gulf of Riga. Estonian Journal of Ecology. Viitattu 14.4.2014 <http://www.uestia.com/library/journal/1G1-316796593/rapid-establishment-of-the-alien-crab-rhithropanopeus>

Lawiński, L. & Pautsch, F. 1969. A succesful trial to rear larvae of the crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) subsp. *tridentatus* (Maitland) under laboratory conditions. Zoologica Pol. 19.

Leppäkoski, E. 2004. Tulokaslajit – vesiemme vapaamatkustajat. Teoksessa Walls, M. & Rönkä, M. (toim.). Edita Publishing Oy. Helsinki.

Lounais-Suomen Aluetietopalvelu 2014. Etusivu > Kartta > Aineistot > Lounaispaikan luokat > JGS 158 – teemat > Ympäristö > Aluevesien sameus

Luonnontila 2013a. VL1 Itämeren vieraslajit. Viitattu 6.10.2013  
<http://www.luonnontila.fi/fi/indikaattorit/vieraslajit/vl1-itameren-vieraslajit>

Luonnontila 2013b. VL1 Itämeren vieraslajit. Viitattu 6.10.2014  
<http://www.luonnontila.fi/site/images/luonnontila/images/stories/indikaattorit/vieraslajit/vl1-itameren-vieraslajit.gif>

Luonnontila 2014. Biodiversiteetti. Viitattu 13.1.2015 <http://www.luonnontila.fi/fi/biodiversiteetti>

Luontoportti 2014a. Liejutaskurapu. Viitattu 6.9.2014  
<http://www.luontoportti.com/suomi/fi/itameri/liejutaskurapu>

Luontoportti 2014b. Merirokko. Viitattu 6.10.2014 <http://www.luontoportti.com/suomi/fi/itameri/merirokko>

Maitland, R. 1874. Naamlijst van Nederlandsche Schaaldieren. Tijdschr. ned. dierk. Vereen. 1.

Masatsugu, I.; Otani, M. & Kimura, T. 2007. First Record of an Introduced Crab *Rhithropanopeus harrisi* (Crustacea: Brachyura: Panopeidae) in Japan. *Japanese Journal of Benthology* 62.

Morgan, S.; Goy, J. & Costlow J. 1983. Multiple Ovipositions from Single Matings in the Mud Crab *Rhithropanopeus harrisi*. *Journal of Crustacean Biology* Vol. 3, No. 4 (Nov., 1983). Viitattu 17.12.2014  
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/1547949?sid=21105610414083&uid=4&uid=2&uid=3737976>

Myrberg, K. & Raateoja, M. 2014. Itämeren peruskuvaukset. Itämeriportaali. Viitattu 14.4.2014  
[http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/yleiskuvaus/peruskuvaukset/fi\\_FI/peruskuvaukset/](http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/yleiskuvaus/peruskuvaukset/fi_FI/peruskuvaukset/)

Myrberg, K.; Leppäranta, K. & Kuosa, H. 2006. Itämeren fysiikka, tila ja tulevaisuus. Yliopistopaino 2006.

Naantalin sataman vuosikertomus 2007. Viitattu 6.10.2014  
[http://www.naantali.fi/satama/fi\\_FI/julkaisut/\\_files/79658793373794372/default/NaSa\\_Annual07\\_www.pdf](http://www.naantali.fi/satama/fi_FI/julkaisut/_files/79658793373794372/default/NaSa_Annual07_www.pdf)

Nehring, S. 2000. Zur Bestandssituation von *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in deutschen Gewässern: die sukzessive Ausbreitung eines amerikanischen Neozoons (Crustacea: Decapoda: Panopeidae). *Senckenbergiana Maritima* 30.

Norse, E. A. 1977. Aspects of the zoogeographic distribution of *Callinectes* (Brachyura: Portunidae). *Bull. mar. Sci.* 27.

Paavola, M.; Olenin, S. & Leppäkoski, E. 2005. Are invasive species most successful in habitats of low native species richness across European brackish water seas? *Estuarine, Coastal Shelf Science* 64. Viitattu 7.10.2014  
[http://www.researchgate.net/publication/222546902\\_Are\\_invasive\\_species\\_most\\_successful\\_in\\_habitats\\_](http://www.researchgate.net/publication/222546902_Are_invasive_species_most_successful_in_habitats_)

- of\_low\_native\_species\_richness\_across\_European\_brackish\_water\_seas/links/0fcfd50817d9c747b6000000.pdf
- Patton, T.; Newman, C.; Sager, C. & Mauck, M. 2010. Occurance of Harris mud crab *Rhithropanopeus harrisi* in Oklahoma (Lake Texoma), the furthest inland report to date. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 90.
- Perttilä, M. Itämeren muoto, ala ja tilavuus. Itämeriportaali. 2014. Viitattu 4.12.2014 [http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/yleiskuvaus/peruskuvaus/fi\\_FI/muoto\\_ala\\_tilavuus/](http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/yleiskuvaus/peruskuvaus/fi_FI/muoto_ala_tilavuus/)
- Pitkänen, H. 2008. Itämeren rehevöityminen – onko mitään tehtävissä? 2008. *Tieteessä tapahtuu* 5/2008. Viitattu 1.2.2015 <http://ojs.tsv.fi/index.php/tt/article/viewFile/534/451>
- Rahel, F. & Olden, J. Assessing the Effects of Climate Change on Aquatic Invasive Species. *Conservation Biology* Volume 22, No. 3, 2008.
- Rasmussen, E. 1958. Emigranter i Københavns Sydhavn. *Naturens Verden*.
- Reisser, C. & Forward, R. Effects of Salinity on Osmoregulation and Survival of a Rhizocephalan Parasite, *Loxothylacus panopaei*, and Its Crab Host, *Rhithropanopeus harrisi*. 1991. *Estuaries* Vol. 14, No. 1. Duke University Marine Laboratory. Viitattu 15.1.2015 <http://link.springer.com/article/10.2307%2F1351987#page-2>
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2011. Itämeren vieraslajit tulevat heikosti esiin seurantaohjelmistamme. Viitattu 13.10.2014 [http://www.rktl.fi/tiedotteet/itameren\\_vieraslajit\\_tulevat.html](http://www.rktl.fi/tiedotteet/itameren_vieraslajit_tulevat.html)
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2014a. Kiiski. Viitattu 19.11.2014 [http://www.rktl.fi/kala/tietoa\\_kalalajeista/kiiski/](http://www.rktl.fi/kala/tietoa_kalalajeista/kiiski/)
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2014b. Säyne. Viitattu 19.11.2014 [http://www.rktl.fi/kala/tietoa\\_kalalajeista/sayne/](http://www.rktl.fi/kala/tietoa_kalalajeista/sayne/)
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Suomuja, luita, otoliitteja. Viitattu 1.2.2015 [http://www.rktl.fi/kala/kalavarat/ianmaaritys\\_suomuarkisto/suomuja\\_luita\\_otoliitteja.html](http://www.rktl.fi/kala/kalavarat/ianmaaritys_suomuarkisto/suomuja_luita_otoliitteja.html)
- Roche, D. & Torchin, M. 2007. Established population of the North American Harris mud crab, *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) (Custacea: Brachyura: Xanthidae) in the Panama Canal. *Aquatic Invasions* (2007) Volume 2, Issue 3.
- Roche, D.; Torchin, M.; Leung, B. & Binning, S. 2009. Localized invasion of the North American Harris mud crab, *Rhithropanopeus harrisi*, in the Panama Canal: implications for eradication and spread. *Biol Invasions* 11. Springer Science+Business Media B.V. Viitattu 20.9.2014 [http://biology.mcgill.ca/faculty/leung/articles/Roche\\_etal\\_09\\_InvasionBiology.pdf](http://biology.mcgill.ca/faculty/leung/articles/Roche_etal_09_InvasionBiology.pdf)
- Romanuk, T. & Kolasa, J. 2005. Resource limitation, biodiversity, and competitive effects interact to determine the invasibility of rock pool microcosms. *Biological Invasions* 7. Viitattu 7.9.2014 [http://www.biology.mcmaster.ca/fcl/kolasa/www/2005\\_Romanuk\\_Kolasa\\_\\_BioInv\\_.pdf](http://www.biology.mcmaster.ca/fcl/kolasa/www/2005_Romanuk_Kolasa__BioInv_.pdf)



- Rönnerberg, C. & Bonsdorff, E. 2004. Baltic Sea eutrophication: area-specific ecological consequences. *Hydrobiologia* 514. Viitattu 24.8.2014 [https://www.abo.fi/fakultet/media/16577/ronnerbergbonsdorff2004\\_hydrobiologia514.pdf](https://www.abo.fi/fakultet/media/16577/ronnerbergbonsdorff2004_hydrobiologia514.pdf)
- Roos, P.J. 1979. Two stage life cycle of a *Cordylophora* population in the Netherlands. *Hydrobiologia* 62.
- Ruiz, M.; Carlton, J. ; Grosholz, E. & Hines, A. 1997. Global Invasions of Marine and Estuarine Habitats by Non-Indigenous Species: Mechanisms, Extent, and Consequences. Smithsonian Environmental Research Center.
- Ryan, P. 1956. Observations on the life histories on the distribution of the Xanthidae (mud crabs) of Chesapeake Bay. *American Midland Naturalist* 56(1). Viitattu 7.9.2014 <http://dx.doi.org/10.2307/2422450>
- Ryttäri, T. Vieraslajiportaali 2014. Jättiputket (*Heracleum persicum*- ryhmä). Viitattu 22.9.2014 <http://www.vieraslajit.fi/lajit/MX.41695/show>
- Sakai, K.; Allendorf, F.; Holt, S. ym. 2001. Annual Review of Ecology and Systematics Volume 32: The Population Biology of Invasive Species.
- Salmi, J. 2007. Kuhan ravinto Saaristomeren sisäosissa kasvukauden aikana. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.
- Schubert, K. 1936. *Pilumnopus tridentatus* Maitland, eine neue Rundkrabbe in Deutschland, *Zool. Anz.*, vol. 116, figs. 1, 2.
- Setälä, O. & Lehtiniemi, M. 2014. Selvitys meriteitse Suomeen kulkeutuvien vieraslajien saapumisreiteistä. SYKE. Viitattu 24.8.2014 <http://www.vieraslajit.fi/sites/default/files/SYKE%20MK%20raportti%20merilevi%C3%A4misreiteist%C3%A44.pdf>
- Stachowicz, J.; Fried, H.; Osman, R. & Whitlatch, R. 2002. Biodiversity, Invasion Resistance, and Marine Ecosystem Function: Reconciling Pattern and Process. *Ecology*, 83(9). The Ecological Society of America.
- Strathman, R. R. 1982. Selection for retention or export of larvae in estuaries. In: Kennedy, V S. (ed.) *Estuarine comparisons*. Academic Press. New York.
- Streftaris, N.; Zenetos, A. & Papathanassiou, E. 2005. Globalisation in marine ecosystems: the story of non-indigenous marine species across European seas. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 43.. Viitattu 17.9.2014 <http://www.nobanis.org/files/Streftaris%20et%20al%202005.pdf>
- Suomen Ympäristökeskus 2014. Vieraslajit Suomessa. Viitattu 17.8.2014 <http://www.ymparisto.fi/vieraslajit>
- Tarleton State University. Occurrence of the Estuarine Mud Crab, *Rhithropanopeus harrisi*, in Texas Reservoirs. Viitattu 7.2014 <http://www.tarleton.edu/Faculty/dekeith/MudCrab.html>
- Tieteen termipankki 2015a. Habitaatti. Viitattu 13.1.2015 <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:habitaatti>

Tieteen termipankki 2015b. Ekologinen lokero. Viitattu 13.1.2015  
[http://tieteentermipankki.fi/wiki/Biologia:ekologinen\\_lokero](http://tieteentermipankki.fi/wiki/Biologia:ekologinen_lokero)

Tieteen termipankki 2015c. Litoraali. Viitattu 13.1.2015 <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Biologia:litoraali>

Turoboyski, K. 1973. Biology and ecology of the crab *Rhithropanopeus harrisi* ssp. *tridentatus*. *Marine Biology* 23.

Turun sanomat 2013. Liejutaskurapu rymsteeraa Itämeren uusiksi. Viitattu 19.10.2014  
<http://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/508726/Liejutaskurapu+rymsteeraa+Itameren+uusiksi>

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011. Kirkkaasta sameaan – Meren kuormitus ja tila Saaristomerellä ja Ahvenanmaalla. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisu 6/2011. Viitattu 10.10.2014 [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/82536/Varsinais-Suomen\\_ELY-keskuksen\\_julkaisu\\_6\\_2011.pdf?sequence=1](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/82536/Varsinais-Suomen_ELY-keskuksen_julkaisu_6_2011.pdf?sequence=1)

Vieraslajiportaali 2014. Havaintokartta liejutaskuravun levinneisyydestä.  
<http://ws.luomus.fi/Balticdiversity/map?target=liejutaskurapu&time=-3560/-0&limit=4000&locale=fi&area=suomi&area=finland>

Virtanen, K. 2013. Saaristomeri base map. Map is created from open street map using Maperitive and Inkscape. [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saaristomeri\\_pohjakartta\\_\(laaja\).svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saaristomeri_pohjakartta_(laaja).svg)

Wikipedia 2015a. Evolutionary pressure. Viitattu 13.1.2015  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Evolutionary\\_pressure](http://en.wikipedia.org/wiki/Evolutionary_pressure)

Wikipedia 2015b. Estuaari. Viitattu 13.1.2015 <http://fi.wikipedia.org/wiki/Estuaari>

Wikipedia 2015c. Biological opportunism. Viitattu 13.1.2015  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Opportunism#Biological\\_opportunism](http://en.wikipedia.org/wiki/Opportunism#Biological_opportunism)

Wikipedia 2015d. Rysä. Viitattu 13.1.2015 <http://fi.wikipedia.org/wiki/Rys%C3%A4>

Wikipedia 2015e. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d8/Saaristo.png/300px-Saaristo.png>

Wiktionary 2015a. Detritus. Viitattu 13.1.2015 <http://fi.wiktionary.org/wiki/detritus>

Wiktionary 2015b. Patogeeni. Viitattu 13.1.2015 <http://fi.wiktionary.org/wiki/patogeeni>

Wiktionary 2015c. Jata. Viitattu 13.1.2015 <http://fi.wiktionary.org/wiki/jata>

Wiktionary 2015d. Otoliiitti. Viitattu 13.1.2015 <http://fi.wiktionary.org/wiki/otoliitti>

Williams, A. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press. Viitattu 20.10 <http://decapoda.nhm.org/pdfs/11393/11393-001.pdf>

Windell, J. 1971. Food analysis and the rate of digestion. In *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. (Ricker W, ed.), Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Windell, J. T. & Bowen, S. H. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. In *Methods for the Assessment of Fish Production in Fresh Waters*, 3rd edn, (T. Bagnel, ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Wiszniewska, A.; Rychter, A. & Szaniawska A. 1998, Energy value of the mud crab *Rhithropanopeus harrisi* ssp. *tridentatus* (Crustacea, Decapoda) in relation to season, sex and size, *Oceanologia*, 40 (3). Viitattu 5.10.2014 [http://www.iopan.gda.pl/oceanologia/OC\\_40/OC40\\_3-5\\_Wwiszniewska.pdf](http://www.iopan.gda.pl/oceanologia/OC_40/OC40_3-5_Wwiszniewska.pdf)

With, K. 2004. Assessing the risk of invasive spread in fragmented landscapes. *Risk Anal* 24(4). Division of Biology, Kansas State University.

World Register of Marine Species 2014. Viitattu 30.11.2014 <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/19963957/synonym/19969880>

YLE 2012. Vauhdilla leviävä liejutaskurapu uhkana kaloille. Viitattu 19.10.2014 [http://yle.fi/uutiset/vauhdilla\\_leviava\\_liejutaskurapu\\_uhkana\\_kaloille/6310013](http://yle.fi/uutiset/vauhdilla_leviava_liejutaskurapu_uhkana_kaloille/6310013)

Ympäristöhallinto 2013a. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Saaristomeri. Etusivu > VELMU > Inventoinnit ja inventointialueet > Saaristomeri. Viitattu 14.9.2014 [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/VELMU/Inventoinnit\\_ja\\_inventointialueet/Saaristomeri](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/VELMU/Inventoinnit_ja_inventointialueet/Saaristomeri)

Ympäristöhallinto 2013b. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Saaristomeri. Etusivu > VELMU > Erillishankkeet > FINMARINET > Tutkimusalueet > Saaristomeri. Viitattu 14.9.2014 <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/VELMU/Erillishankkeet/FINMARINET/Tutkimusalueet/Saaristomeri>

Ympäristöministeriö 2013. Mitä on kestävä kehitys. Viitattu 6.9.2014 [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava\\_kehitys/Mita\\_on\\_kestava\\_kehitys](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava_kehitys/Mita_on_kestava_kehitys)

Zaiko, A.; Olenin, S.; Daunys, D. & Nalepa, T. 2006. Vulnerability of benthic habitats to the aquatic invasive species. *Springer Science + Business Media B.V.*

# LIITTEET

Liite 1. Kokonaissaaliin kalalajien jakautuminen alueellisesti

		Paikka									
		Kaitvesi	Kuusiston salmi	Maisaari	Naantali	Nötö	Paimionlahti	Parainen	Ruissalo	Selli	Vepsä
Laji	Ahven	399	1	11	15	0	5	20	9	6	72
	Hauki	5	3	0	3	0	0	2	2	0	2
	Härkäsimppu	0	0	20	0	56	0	0	0	18	13
	Kampela	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
	Kiiski	22	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	Kuha	129	1	1	4	0	6	21	1	0	10
	Kuore	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Lahna	8	8	2	1	0	2	3	4	7	3
	Pasuri	43	0	0	0	0	3	0	0	1	1
	Piikkikampela	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Salakka	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Siika	0	0	1	0	14	0	0	0	1	0
	Silakka	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
	Sorva	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Suutari	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Särki	54	4	12	7	0	23	17	22	25	45
	Säyne	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Liite 2. Mahanäytteistä löytyneiden mittauskelpoisten liejutaskurapujen määrä ja niiden osuus mahan sisällöstä

