



**TURUN
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

**Saksisiiran (*Sinelobus vanhaareni*) esiintyminen
rakkohaurulla (*Fucus vesiculosus*) ja leväpeitteisillä kovilla
pinnoilla.**

Eetu Lehtinen

Biologia

LuK-tutkielma

Laajuus: 8 op

2.3.2026

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

LuK-tutkielma

Pääaine: Biologia (ekologia ja evoluutiobiologia)

Tekijä(t): Eetu Lehtinen

Otsikko: Saksisiiran (*Sinelobus vanhaareni*) esiintyminen rakkohaurulla (*Fucus vesiculosus*) ja leväpeitteisillä kovilla pinnoilla.

Ohjaaja(t): Katja Mäkinen

Sivumäärä: 17 sivua

Päivämäärä: 2.3.2026

Saksisiira (*Sinelobus vanhaareni*) on saksiirojen (Tanaidacea) heimoon kuuluva Suomen rannikolla ensimmäistä kertaa vuonna 2016 havaittu vieraslaji. Tässä tutkimuksessa tutkin sen habitaattimieltymyksiä Saaristomeren litoraalityöhykkeellä. Vertailtaviksi habitaateiksi valitsin rakkohaurun (*Fucus vesiculosus*) ja leväpeitteiset kivipinnat. Havaitsin saksisiiroja kaikilla rakkohauruilla ja suurimmalla osalla kivinäytteistä. Näytteitä otettiin neljältä eri näytteenottoaikalta ja jokaiselta otospaikalta otettiin kolme rinnakkaisnäytettä. Yksilötiheyden havaittiin olevan korkeampi rakkohaurulla kuin kovapintänäytteillä, mutta paikkakohtainen vaihtelu ei ollut merkitsevää. Munia kantavia yksilöitä havaittiin kaikilla näytteenottoaikoilla, mikä viittaa siihen, että populaatiot ovat vakiintuneita ja lisääntymiskykyisiä. Korkea yksilötiheys rakkohaurulla saattaa vaikuttaa rakkohaurun ekologiaan. Korkea yksilötiheys saattaa vaikuttaa myös arvaamattomasti ravinnekiertoon ja alkuperäisten lajien esiintymiseen. Tutkielmaa voidaan soveltaa Itämeren suojelutyössä ja lajikohtaisten tutkimusten vähäisyyden takia perustana muulle lajitutkimukselle. Tutkimusta voisi laajentaa lisäämällä otospaikkoja, otoshabitaatteja ja niiden etäisyyttä toisiinsa.

Avainsanat: Itämeri, vieraslajit, saksisiira, rakkohauru

Sisällys

1	Johdanto.....	4
2	Aineistot ja menetelmät.....	7
2.1	Aineistot	7
2.2	Saksisiirujen tiheyden estimointi.....	8
2.3	Tilastolliset analyysit.....	9
3	Tulokset.....	10
4	Pohdinta	13
	Kiitokset.....	14
5	Lähteet	14

1 Johdanto

Vieraslajit ovat lajeja, jotka eivät kuulu jonkin alueen alkuperäisiin lajeihin. Vieraslajeille on tyypillistä, että se on saapunut uuteen elinympäristöön ihmisen toiminnan tuloksena. Vieraslajit tarvitsevat levitäkseen vektorin eli leviämiskeinon. Tulokaslajit ovat taas lajeja, jotka pystyvät omatoimisesti saapumaan jonnekin.

Itämeri ekosysteeminä on uniikkien piirteidensä takia altis vieraslajeille (Leppäkoski ja Olenin 2000). Se on suhteellisen nuori ekosysteemi muihin meriin verrattuna, ja sen lajisto koostuu makean, suolaisen ja murtoveden lajeista (Leppäkoski ja Olenin 2000). Itämeri koostuu suurimmaksi osaksi murtovedestä, eli sen suolapitoisuus on alhainen. Itämeren suolapitoisuus vaihtelee pohjois-etelä- ja itä-länsiakseleilla. Suolagradienetti muodostuu muun muassa lukuisten laskevien jokien ja Tanskan ja Ruotsin väliseltä Kattegat-merialueelta epäsäännöllisesti saapuvien suolapulssien takia (Leppäkoski ja Olenin 2000, Lehmann ym. 2022). Suolaisuuden vaihtelevuus tarjoaa suotuisat olosuhteet monille vieraslajeille (Leppäkoski ym. 2002). Suolapitoisuuden alhaisuus, lämpötila ja muut abioottiset tekijät toimivat myös pullonkaulana vieraslajien yleistymiselle. Nämä abioottiset tekijät saattavat estää vieraslajia lisääntymästä tai selviytymistä uudessa ympäristössä. Itämeren lajiston niukkuus myös tarkoittaa, että vieraslajit saattavat kohdata vain vähäistä kilpailua (Paavola ym. 2005).

Akvaattiset vieraslajit ovat olleet ongelma Itämerellä jo pitkään, ja ihmisen toiminta on kiihdyttänyt vieraslajien leviämistä (Leppäkoski ym. 2002). Ilmaston lämpenemisen myötä Itämeren lämpötila on noussut, ja sen ennustetaan jatkava nousuaan (Dutheil ym. 2023). Veden lämpötilan nousu saattaa avata uusia mahdollisia ekolokeroja tuleville vieraslajeille (Viitasalo ja Bonsdorff 2022). Lisääntynyt laivaliikenne on yksi suurimpia vektoreita akvaattisille vieraslajeille (Carlton 1996). Ne voivat levitä myös laivojen runkojen kasvustojen mukana (Gollasch 2002). Itämerellä vieraslajit saattavat levitä myös vapaa-ajan veneily mukana (Murray ym. 2011).

Vieraslajeja tavallisesti yhdistää r -lisääntymisstrategia, jolle tyypillistä on suuri jälkeläismäärä, niiden vähäinen hoito, nopea yksilökehitys sekä suuri poikaskuolleisuus. Vaihtoehtoisesti vieraslajien menestymisen kannalta kyky vaihtaa r - ja K -lisääntymisstrategioiden välillä saattaa olla hyödyllinen. K -lisääntymisstrategialle on vähäisempi poikastuottoa, hitaampi kehitys ja korkeampi todennäköisyys saavuttaa aikuisuutta (Sakai ym. 2001). Selviytyäkseen uudessa ympäristössä vieraslajin täytyy sietää erilaisia ympäristötekijöitä, kuten suolapitoisuutta ja lämpötilaa (Crowl ym. 2008). Useimmat vieraslajit ovat voimakkaita kilpailijoita, koska ne ovat parempia hyödyntämään resursseja kuin paikalliset lajit (Weis 2011). Ne voivat vaikuttaa arvaamattomasti paikallisen eliöyhteisön koostumukseen (Shiganova 1998). Ne saattavat olla haitaksi alkuperäiselle ekosysteemille, jossa ne voivat syrjäyttävät alkuperäisiä lajeja, vaikuttavat ravinnekiertoon ja pahimmissa tapauksissa ajavat alkuperäislajeja sukupuuttoon (Ruiz ym. 1997, Molnar ym.

2008, Anton ym. 2019). Esimerkiksi Itämerellä merirokko (*Amphibalanus improvisus*) on aiheuttanut ravinnekierron muutoksia ulappa- eli pelagiaali- ja pohjaekosysteemeissä. Ennen sen esiintymistä Itämeren pohjoisosissa on ollut liian kylmä ja suolaisuus liian alhainen toiselle siimajalkaiselle vieraslajille vaeltajasimpukalle (*Dreissena polymorpha*) (Kotta ym. 2006). Vieraslajeilla saattaa olla vaikutuksia myös ihmisiin esimerkiksi taloudellisesti (Gren ym. 2018) tai terveydellisesti (Pyšek ja Richardson 2010). Vaikka vieraslajit ovat kasvava ongelma, tutkimustieto niistä ja niiden mahdollisista vaikutuksista on vähäistä tai puutteellista (Ojaveer ym. 2021).

Valitsin tutkielmani aiheeksi Itämerelle tulleen suhteellisen uuden vieraslajin: saksisiiran (*Sinelobus vanhaareni*) (Kuva 1). Lajin alkuperää ei tunneta eli se on kryptogeeninen. Se havaittiin Euroopassa ensimmäisen kerran vuonna 2006 Alankomaissa (Van Haaren ja Soors 2009, Bamber 2014) ja Suomen rannikolla se havaittiin ensimmäisen kerran Inkoon edustalla vuonna 2016 (HELCOM 2018). Saksisiira on ensimmäisten havaintojen jälkeen levinnyt Suomenlahdelle, Saaristonmerelle, eteläiselle Selkämerelle sekä Ahvenanmaan saarille (Gagnon ym. 2022). Suomen vesistöille saksisiira on luultavasti kulkeutunut vapaa-ajan veneilyn mukana Virosta (Gagnon ym. 2022). Sen tiedetään muodostaneen lisääntymiskykyisiä populaatioita Suomen merialueille, koska hedelmöittyneitä munia kantavia naaraita kantavia naaraita on löydetty eri puolilta Suomen rannikkoa (Gagnon et al. 2022).

Saksisiira on saksisiirujen (Tanaidacea) heimoon kuuluva noin 1,5–3 mm pituinen kuoriäyriäinen (Bamber 2014). Lajin huomiota herättävin ominaisuus on saksipari, joka on suurempi koirailta kuin naarailta (Bamber 2014). Lajilta puuttuu kokonaan vapaana uiva toukkavaihe, sillä sen yksilöt eivät kehity aikuisuuteen avovedessä. Lajin poikaset kehittyvät aikuisuuteen saksisiiranaarailta olevassa sikiöpussissa (*marsupium*). Saksisiirat, kuten monet muutkin Tanaidacea-heimon lajit, kaivavat pohjaan sedimenttiputkia, joita ne käyttävät suojana (Van Haaren ja Soors 2009). Ennen tarkempaa määrittystä lajin yksilöiden oletettiin olevan silloin ainoan *Sinelobus*-suvun sukulaislajin *S. stanfordi* yksilöitä (Bamber 2014). Lajista tiedetään vähän, mutta on perusteltua olettaa, että sitä koskevat saksisiiruille tyypilliset ominaisuudet. Heimon yksilöiden tiedetään esiintyvän monissa eri elinympäristöissä kuten stromatoliiteilla (Rishworth ym. 2019), koralliriutoilla (García-Madrigal ym. 2004, Jakiel ym. 2015), levällä (Rishworth ym. 2018), puulla (Błażewicz-Paszkowycz ym. 2015), rakkohaurulla (Gagnon ym. 2022) ja pohjakasvillisuudella sekä paljaalla pohjasedimentillä (Ferreira ym. 2015).

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää saksisiiran levinneisyyttä sekä habitaattimieltymyksiä Saaristonmeren välivyöhykkeessä. Valitsin aiheen, koska lajikohtainen tieto ja tutkimukset saksisiirasta ovat vähäisiä, ja aikaisempaa tutkimustietoa on tarjolla vain Gagnon ym. (2022) julkaisussa. Vertailtaviksi habitaateiksi valitsin rakkohaurun (*Fucus vesiculosus*), joka on haurujen (Fucaceae) heimoon kuuluva *Fucus*-suvun ruskolevä, ja leväpeitteiset kivet. Tutkimuksen vertailtaviksi habitaateiksi valittiin rakkohauru ja leväpeitteiset kivet, koska saksisiiran on havaittu esiintyvän molemmilla habitaateilla aikaisemmissa tutkimuksissa (Rishworth ym. 2018, Gagnon ym. 2022). Rakkohauru on

Itämerellä avainlaji eli laji, jolla on todella suuri vaikutus sen ympäristöön ja muihin lajeihin sen runsauteen suhtautettuna. Rakkohauruun kohdistuvia muutoksia on siksi tärkeää seurata, koska siihen kohdistuvat muutokset vaikuttavat moneen muuhunkin lajiin. Gagnon ym. (2022) havaintojen perusteella oletan, että saksisiira suosisi enemmän rakkohaurukasvustoja kuin leväpeitteisiä kivipintoja.



Kuva 1. Seilin lähistöltä kerätty saksisiira yksilö. Ruumiinpituus n. 3 mm. Kuva: Eetu Lehtinen

2 Aineistot ja menetelmät

2.1 Aineistot

Keräsin kaikki näytteet 4.8.2025 neljästä eri näytteenottoaikaista (Högholmen, Kirkkonieni, Pohjoiskärki ja Katava) (Kuva 2). Keräsin jokaisesta näytteenottoaikaista rakkohauru- ja kiviäytteet. Molemmille näytetyypeille keräsin kolme rinnakkaisnäytettä. Rakkohauru- ja kiviäytteet valittiin satunnaisesti noin vyötärön syvyydestä vedestä. Näytteenottoaikat sijaittivat Seilin saaren (Parainen, Saaristomeri) läheisyydessä ja liikuin niiden välillä pienmoottoriveneen avulla. Paikat valittiin logistisista syistä ja niillä tiedettiin esiintyvän rakkohaurua. Näytteenottoaikoilta mittasin myös lämpötilan ja suolapitoisuuden YSI ProQuatro 30 -mittarin avulla.



Kuva 2. Näytteenottoaikat Seilin saaren ympärillä. (Karttatiedot © OpenStreetMap, <https://www.openstreetmap.org>)

Keräämisen jälkeen säilöin näytteet kylmiössä. Käsittelin näytteet 4.-8.8.2025 välisenä aikana. Huuhtelin rakkohauru- ja kivinäytteet käsisiivikon avulla yksi kerrallaan saavissa muutamia kertoja, minkä jälkeen suodatin veden käsisiivilän läpi (silmäkoko 200 µm). Jaoin siivilöihin jääneen aineksen petrimaljoihin, minkä jälkeen kävin petrimaljat huolellisesti läpi Zeiss Stemi 305 - stereomikroskoopin avulla (suurennos noin 40x). Laskin näytteistä yksilömäärät kappalelaskurin avulla, ja säilöin lasketut yksilöt denaturoituun 70% alkoholiin. Sama toimenpide toistettiin kaikilla näytteillä. Punnitsin rakkohaurun märkäpainon yläkuppivaa'an avulla. Punnitsemisen jälkeen kuivasin rakkohaurunäytteen 70°C:seen lämmitetyssä uunissa noin 24 tuntia. Punnitsin kuivuneiden rakkohaurunäytteiden kuivapainon (g) ja kivinäytteet.

2.2 Saksisiirujen tiheyden estimointi

Tulosten vertailukelpoisuuden takia ja koska pinta-ala on yksilötiheyden kannalta olennainen tekijä, muunsin näytteiden painot pinta-aloiksi. Kivillä tein oletuksen, että ne kaikki ovat pallon muotoisia ja graniittia. Näiden oletusten perusteella pystyin laskemaan kivien tiheyden ja painon avulla ensin kivien tilavuudet ja tämän jälkeen pystyin laskemaan niiden pinta-alan. Rakkohaurunäytteiden painot arvioitiin punnitsemalla kaksi eri rakkohaurunäytettä, mittaamalla niiden pinta-alat ja muodostamalla pinta-alan ja painon osamäärien keskiarvosta, jonka avulla varsinaisten näytteiden painot muunnettiin vastaamaan niiden pinta-aloja. Rakkohaurun pinta-alan arvioimiseksi kuvasin näytteet ensin valopöydällä käyttäen Nikon Z6II kameraa ja Nikkor Z 24-70/4s objektiivia. Analysoin pinta-alat kuvista ImageJ (v1.54g; Rasband 2025) -ohjelman avulla (Kuva 3). Ohjelman avulla saatujen pinta-alamittojen avulla pystyin arvioimaan omien näytteideni pinta-alat. Saksisiirujen yksilömäärät suhteutettiin pinta-alamittoihin, jotta sain yksilötiheydet (yksilöä/cm²). Rakkohauruilla näytteiden yksilömäärä suhteutettiin myös kuivapainoon (yksilöä/g).



Kuva 3. Valokuvasin levän mitan kanssa (vasen yläkuva), käytin ImageJ-ohjelmaa erottaakseni levän muusta taustasta (oikea yläkuva), ja määrittäkseni levän ulkoreunat (alakuva), joiden sisäpuolisen pinta-alan ohjelma määrittä mittakaavan perusteella.

2.3 Tilastolliset analyysit

Kirjasin saamani paino-, yksilömäärä- ja pinta-alatulokset taulukko-ohjelmaan sekä laskin paikka- ja habitaattikohtaiset keskiarvot ja keskihajonnat. Analysoin tulokset käyttäen RStudio-ohjelmaa (v2024.9.0.375; Posit Software 2024). Aluksi tarkistin aineiston normaalijakautuneisuuden. Koska aineisto ei ollut normaalijakautunut (Shapiro-Wilk testi, $W = 0.74$, $n = 12$, $p < 0.001$) käytin paikka- sekä habitaattikohtaisten tiheyserojen selvittämiseksi ei-parametristä Mann-Whitneyn U-testiä. Tein lisäksi aineistoja havainnollistavat kuvaajat.

3 Tulokset

Saksisiiran havaittiin esiintyvän kaikissa muissa näytteenottoaikoissa paitsi Högholmenista kerätyistä kivinäytteistä. Siiratiheyksissä oli suurta vaihtelua habitaattien välillä (Taulukot 1-2). Myös munia kantavia naaraita havaittiin kaikissa näytteissä.

Taulukko 1. Rakkohaurunäytteiden keskiarvot \pm keskihajonta näytteenottoaikoittain.

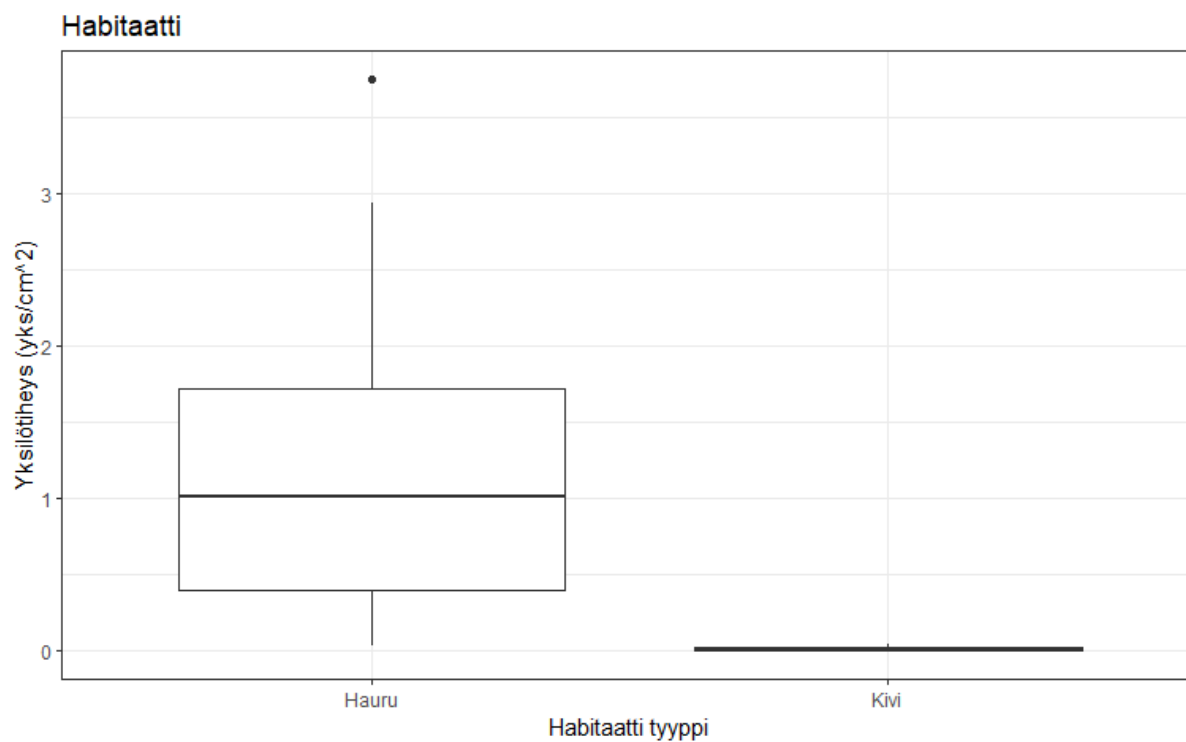
Paikka	Levän paino (g)	Siirujen kappalemäärä	Levän pinta-ala (cm ²)	Siirujen tiheys (yks./cm ²)
Högholmen	29,53 \pm	39 \pm	2833,53 \pm	1,51 \pm
	19,10	21,93	1832,63	0,55
Kirkkoniemi	58,13 \pm	7 \pm	5577,52 \pm	0,26 \pm
	36,93	6,08	3543,02	0,37
Pohjoiskärki	36,8 \pm	28,67 \pm	3530,72 \pm	1,51 \pm
	29,83	18,56	2862,21	1,94
Katava	133,6 \pm	183,33 \pm	12818,06 \pm	1,83 \pm
	89,35	74,10	8572,42	1,02

Saksisiiran yksilötiheys oli rakkohaurulla korkeampi kuin kovapintanäytteillä (Mann-Whitney U-testi: $V=28$, $n=24$, $p=0.02$), eli habitaattikohtaisten yksilötiheysien välillä on merkitsevä ero (Kuva 4).

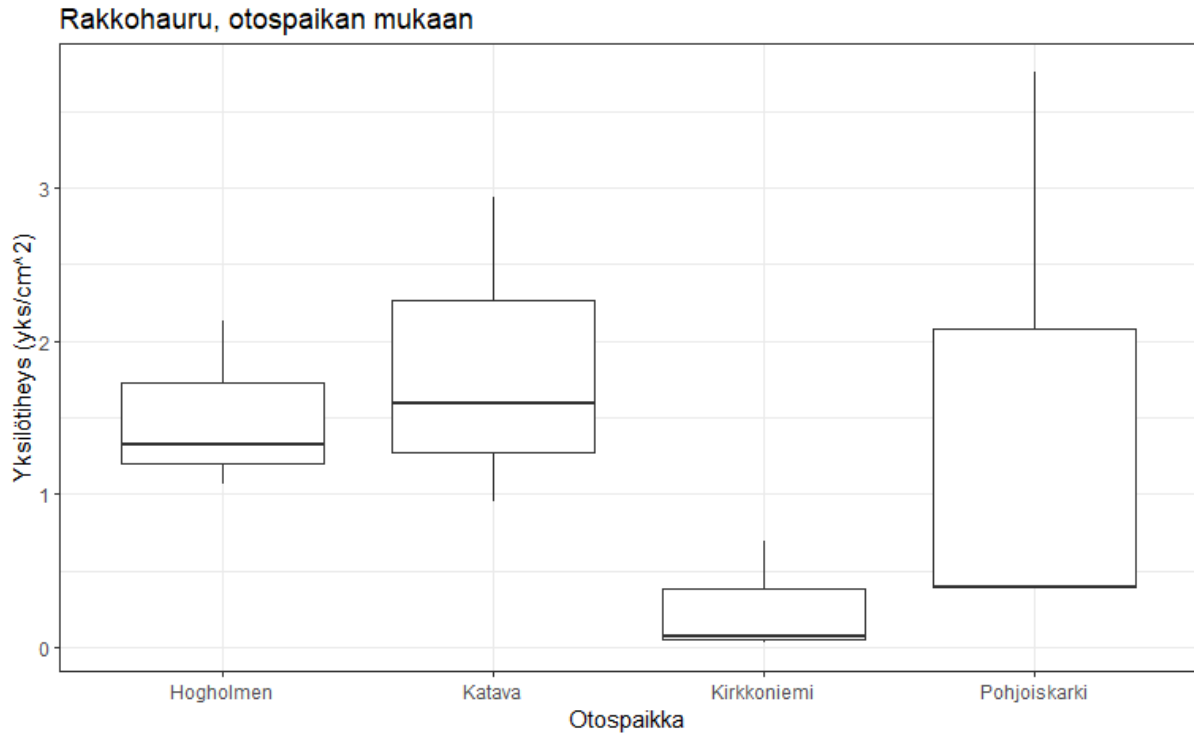
Rakkohaurulla korkein siiratiheys mitattiin Katavassa ja alhaisin Kirkkoniemissä (Taulukko 1). Kivipintanäytteillä Pohjoiskärjessä ei havaittu ollenkaan siiroja ja korkein yksilötiheys havaittiin Högholmenissa (Taulukko 2). Saksisiirujen paikkakohtaisella esiintymisellä ei havaittu merkitseviä eroja rakkohaurulla ($V=10$, $n=12$, $p=0,10$) (Kuva 5) eikä kivipintanäytteillä ($V=6$, $n=12$, $p=0,18$) (Kuva 6).

Taulukko 2. Kivi pintanäytteiden keskiarvot \pm keskihajonnat näytteenottoaikoittain.

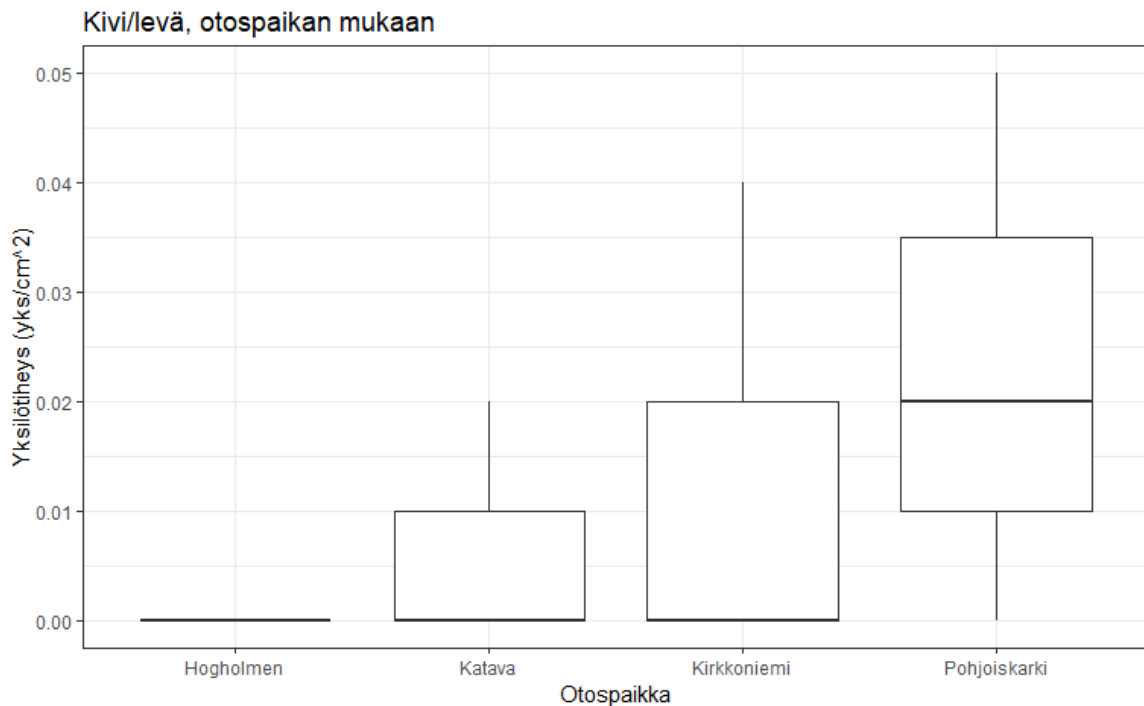
Paikka	Kiven paino (g)	Siirujen kappalemäärä	Kiven pinta-ala (cm)	Siirujen tiheys (yks./cm ²)
Högholmen	1045,27 \pm	23,33 \pm	877,97 \pm	0,02 \pm
	248,99	29,14	143,51	0,02
Kirkkoniemi	839,93 \pm	4,33 \pm	757,03 \pm	0,01 \pm
	252,22	7,51	154,14	0,01
Pohjoiskärki	823,87 \pm		742,26 \pm	0,00 \pm
	348,57	0 \pm 0	213,87	0
Katava	657,33 \pm	10,33 \pm	636,60 \pm	0,01 \pm
	288,88	17,90	199,88	0,02



Kuva 4. Saksisiirujen yksilötiheydet (yks./cm²) Saaristomerellä elokuussa 2025 kerätyissä rakkohauru- (n=12) ja kiviäytteissä (n=12). Mediaani (vaakaviiva), kvartiilit (suorakaide) sekä minimi- ja maksimiarvot (pystyviivat).



Kuva 5. Saksisiirujen yksilötiheydet (yks./cm²) Saaristomereltä elokuussa 2025 kerätyissä rakkohaurunäytteissä (n=12). Mediaani (vaakaviiva), kvartiilit (suorakaide) sekä minimi- ja maksimiarvot (pystyviivat).



Kuva 6. Saksisiirujen yksilötiheydet (yks./cm²) Saaristomereltä elokuussa 2025 kerätyissä kivinäytteissä (n=12). Mediaani (vaakaviiva), kvartiilit (suorakaide) sekä minimi- ja maksimiarvot (pystyviivat).

4 Pohdinta

Tässä tutkielmassa tutkin saksisiiran esiintymistä rakkohaurulla ja leväpeitteisillä kivillä Saaristomeren välivyöhykkeellä. Saksisiiroja havaittiin kaikissa paitsi Pohjoiskärjen kivinäytteissä. Yksilötiheys oli huomattavasti korkeampi, keskimäärin 120 kertaa suurempi rakkohaurulla. Suurempi yksilömäärä rakkohaurunäytteillä saattaa selittyä monella tavalla.

Rakkohaurunäytteillä siiratiheys oli joillakin näytteenottopaikoilla todella suuri. Näytteistä löydetty sikiöpussilliset naaraat viittaavat siihen, että saksisiira on kyennyt perustamaan lisääntymiskykyisiä populaatioita. Saaristomerellä saksisiiran lisääntymisaika todennäköisesti sijoittuu todennäköisesti heinä-syyskuulle (Gagnon ym. 2022). Vaikka paikkakohtainen vaihtelu ei ollut merkitsevää voidaan havaita, että yksilömäärältään eniten siiroja laskettiin Katavan rakkohaurunäytteistä. Yhdeksi selittäväksi tekijäksi korkeille yksilötiheyksille saattaa olla näytteenottopaikan sijainti Seiliin kulkevan yhteysalusreitien lähellä, koska saksisiiran epäillään leviävän laivojen pohjan päällä kasvavien kasvustojen mukana (Brzana ym. 2019). Kuten Gagnon ym. (2022) mainitsevat tutkimuksessaan, saksisiiran leviämispotentiaali on huono sen vapaasti uivan toukkavaiheen puutteen takia. Kuitenkin sikiöpussista vapautuneet yksilöt ovat todella pieniä ($>0,5$ mm), joten ne voivat mahdollisesti levitä rakkohaurusta irtoavien palasten ja koviin virtausten mukana. Gagnon ym. (2022) ehdottavat tutkimuksessaan yhdeksi saksisiiran leviämiskeinoksi vapaa-ajan veneilyä. Seilin ympärillä, kuten koko Saaristomerellä, vapaa-ajan veneily on melko yleistä, joten tämä voi myös vaikuttaa saksisiirujen leviämiseen.

Tutkielman tulokset myötäilevät Gagnon ym. (2022) tuloksia. Molemmissa tutkimuksissa siiratiheydet ovat korkeampia rakkohaurulla kuin kovapintanäytteillä. Tämä saattaa selittyä sillä, että rakkohaurulla on muun muassa paremmin suojaa saalistajilta ja ravintoa saatavilla. Saksisiiran uskotaan syövän kasviainesta (Rishworth ym. 2018), joten rakkohaurusta irtoavat palaset ja sen haarojen pinnalla kasvava levä tarjoaa saksisiiralle paremmat ravinnonsaannin mahdollisuudet kuin kivipintanäytteillä. Rakkohauru on rakenteeltaan enemmän suojaa antava kuin suurimmaksi osaksi paljaasta kivistä ja levätupsusta muodostuva kivipintanäyte. Kuitenkin lajikohtaisten tutkimuksien vähäisyyden takia on vaikea arvioida, miksi laji suosii rakkohaurua kivipintanäytteiden sijaan. Saksisiiran on havaittu esiintyvän isojen kiviin pinnalla kaapimisotannalla (*Kautsky sampling*) (Brzana ym. 2019). Verrattaessa leväsiiran (*Idotea sp.*) nuoriin yksilöihin on niiden havaittu esiintyvän enemmän rihmalevällä, koska se voi olla helpommin käytettävissä ravintona ja kiinnittyä pienikokoisille yksilöille (Leidenberger ym. 2012). Aikuiset leväsiirat suosivat rakkohaurua sen pinnalla kasvavan levän ja sen suojaa antavan rakenteen takia (Orav-Kotta ja Kotta 2004).

Tutkielman otoskoko oli kohtuullisen pieni, johtuen aikarajoitteista ja vaadittavasta työmäärästä. Suuremmalla otoskoolla olisi mahdollisesti saanut merkitseviä tuloksia myös paikkakohtaisille eroille. Rakkohaurun ja kivien pinta-alan tarkka mittaaminen oli haasteellista ja pinta-alojen arvioimiseksi käytetyt menetelmät vaikuttavat tiheyksien tarkkuuteen. Kuitenkin tiheys eron ollessa näin suuri voidaan saksisiirtojen korkeampaa tiheyttä rakkohaurulla pitää luotettavana.

Tutkielmassa siis havaittiin siira tiheyden olevan huomattavasti korkeampi rakkohaurulla kuin kivipinnoilla. Tutkielmassa voidaan seuraavaksi laajentaa otossyvyyksiä ja tutkittavien habitaattien määrää. Pohjasedimenttinäytteet toisivat lisätietoa saksisiirtojen esiintymisestä, koska ne kaivavat pohjaan sedimenttiputkia. Tutkielman tuloksia voidaan soveltaa Itämereen liittyvässä suojelutyössä. Koska rakkohauru on tärkeä avainlaji Itämerellä, siihen kohdistuvat muutokset vaikuttavat moneen muuhunkin lajiin. Saksisiirattiheyksien noustessa korkeiksi rakkohaurulla tämä voi todennäköisesti vaikuttaa ravinnekiertoon. Oletuksena saksisiira käyttää ravintonaan kasviainesta, mikä estää sitä vajoamasta pohjaan ja pääsemästä normaaliin ravinnekiertoon. Tämä voi vaikuttaa mahdollisesti pohjasedimentin koostumukseen sekä lajistoon. Tämä vaatisi kuitenkin jatkotutkimuksia ja tarkempaa lajikohtaista tietoa.

Kiitokset

Kiitokset Katja Mäkiselle kandidattutkielman ohjaamisesta ja Nea Lindstenille näytteenottoavusta. Tutkielman toteuttamisessa hyödynnettiin FINMARI-infrastruktuuria Saaristomeren tutkimuslaitoksella.

5 Lähteet

- Anton, A., Gherini, N. R., Lovelock, C. E., Apostolaki, E. T., Bennett, S., Cebrian, J., Krause-Jensen, D., Marbà, N., Martinetto, P., Pandolfi, J. M., Santana-Garçon, J. and Duarte, C. M. 2019. Global ecological impacts of marine exotic species. - *Nature Ecology & Evolution* 3: 787–800.
- Bamber, R. N. 2014. Two new species of *Sinelobus* Sieg, 1980 (Crustacea: Tanaidacea: Tanaididae), and a correction to the higher taxonomic nomenclature. - *Journal of Natural History* 48: 2049–2068.
- Błażewicz-Paszkowycz, M., Kobylecka, E. and Jennings, R. N. 2015. Redescription of wood-associated tanaidacean *Protanais birsteini* (Kudinova-Pasternak, 1970) and its

- relationship within the Tanaididae. - Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 111: 333–342.
- Brzana, R., Marszewska, L., Normant-Saremba, M. and Blazewicz, M. 2019. Non-indigenous tanaid *Sinelobus vanhaareni* Bamber, 2014 in the Polish coastal waters - an example of a successful invader. - Oceanological and Hydrobiological Studies Stud. 48: 76–84.
- Carlton, J. T. 1996. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. - Biological Conservation 78: 97–106.
- Crowl, T. A., Crist, T. O., Parmenter, R. R., Belovsky, G. and Lugo, A. E. 2008. The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. - Frontiers in Ecology and the Environment 6: 238–246.
- Dutheil, C., Meier, H. E. M., Gröger, M. and Börgel, F. 2023. Warming of Baltic Sea water masses since 1850. - Climate Dynamics 61: 1311–1331.
- Ferreira, A., Ambrosio, E. and Rodrigues Capítulo, A. 2015. Population ecology of *Sinelobus stanfordi* (Crustacea: Tanaidacea) in a temperate southern microtidal estuary. - New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 49: 462–471.
- Gagnon, K., Herlevi, H., Wikström, J., Nordström, M., Salo, T., Salovius-Laurén, S. and Rinne, H. 2022. Distribution and ecology of the recently introduced tanaidacean crustacean *Sinelobus vanhaareni* Bamber, 2014 in the northern Baltic Sea. - Aquatic Invasions 17: 57–71.
- García-Madrigal, M. del S., Heard, R. W. and Suárez-Morales, E. 2004. Records of and Observations on Tanaidaceans (Peracarida) from Shallow Waters of the Caribbean Coast of Mexico. - Crustaceana 77: 1153–1177.
- Gollasch, S. 2002. The Importance of Ship Hull Fouling as a Vector of Species Introductions into the North Sea. - Biofouling 18: 105–121.
- Gren, I.-M., Nyström Sandman, A. and Näslund, J. 2018. Aquatic invasive species and ecosystem services: Economic effects of the worm *Marenzelleria* spp. in the Baltic Sea. - Water Resources and Economics 24: 13–24.
- HELCOM (2018). Trends in arrival of new non-indigenous species. HELCOM core indicator report. Online. (siteerattu: 29.1.2026) ISSN 2343-2543
- Jakiel, A., Stępień, A., Józwiak, P., Serigstad, B. and Błażewicz-Paszkowycz, M. 2015. First record of Tanaidacea (Crustacea) from a deep-sea coral reef in the Gulf of Guinea. - Zootaxa 3995: 203–228.

- Kotta, J., Kotta, I., Simm, M., Lankov, A., Lauringson, V., Põllumäe, A. and Ojaveer, H. 2006. Ecological consequences of biological invasions: three invertebrate case studies in the north-eastern Baltic Sea. - *Helgoland Marine Research* 60: 106–112.
- Lehmann, A., Myrberg, K., Post, P., Chubarenko, I., Dailidiene, I., Hinrichsen, H.-H., Hüsey, K., Liblik, T., Meier, H. E. M., Lips, U. and Bukanova, T. 2022. Salinity dynamics of the Baltic Sea. - *Earth System Dynamics* 13: 373–392.
- Leidenberger, S., Harding, K. and Jonsson, P. R. 2012. Ecology and Distribution of the Isopod Genus *Idotea* in the Baltic Sea: Key Species in a Changing Environment. - *Journal of Crustacean Biology* 32: 359–389.
- Leppäkoski, E. and Olenin, S. 2000. Non-native Species and Rates of Spread: Lessons from the Brackish Baltic Sea. - *Biological Invasions*: 151–160.
- Leppäkoski, E., Olenin, S. and Gollasch, S. 2002. The Baltic Sea — A Field Laboratory for Invasion Biology. - In: Leppäkoski, E. et al. (eds), *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. -Springer Netherlands: 253–259.
- Molnar, J. L., Gamboa, R. L., Revenga, C. and Spalding, M. D. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. - *Frontiers in Ecology and the Environment* 6: 485–492.
- Murray, C. C., Pakhomov, E. A. and Therriault, T. W. 2011. Recreational boating: a large unregulated vector transporting marine invasive species: Transport of NIS by recreational boats. - *Diversity and Distributions* 17: 1161–1172.
- Ojaveer, H., Kotta, J., Outinen, O., Einberg, H., Zaiko, A. and Lehtiniemi, M. 2021. Meta-analysis on the ecological impacts of widely spread non-indigenous species in the Baltic Sea. - *Science of The Total Environment* 786: 147375.
- Orav-Kotta, H. and Kotta, J. 2004. Food and habitat choice of the isopod *Idotea baltica* in the northeastern Baltic Sea. - *Hydrobiologia* 514: 79–85.
- Paavola, M., Olenin, S. and Leppäkoski, E. 2005. Are invasive species most successful in habitats of low native species richness across European brackish water seas? - *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 64: 738–750.
- Pyšek, P. and Richardson, D. M. 2010. Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. - *Annual Review of Environment and Resources* 35: 25–55.
- Rishworth, G. M., Perissinotto, R., Bird, M. S. and Pelletier, N. 2018. Grazer responses to variable macroalgal resource conditions facilitate habitat structuring. - *Royal Society Open Science* 5: 171428.

- Rishworth, G. M., Perissinotto, R. and Błażewicz, M. 2019. *Sinelobus stromatoliticus* sp. nov. (Peracarida: Tanaidacea) found within extant peritidal stromatolites. - *Marine Biodiversity* 49: 783–794.
- Ruiz, G. M., Carlton, J. T., Grosholz, E. D. and Hines, A. H. 1997. Global Invasions of Marine and Estuarine Habitats by Non-Indigenous Species: Mechanisms, Extent, and Consequences. - *American Zoologist* 37: 621–632.
- Sakai, A. K., Allendorf, F. W., Holt, J. S., Lodge, D. M., Molofsky, J., With, K. A., Baughman, S., Cabin, R. J., Cohen, J. E., Ellstrand, N. C., McCauley, D. E., O’Neil, P., Parker, I. M., Thompson, J. N. and Weller, S. G. 2001. The Population Biology of Invasive Species. - *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 305–332.
- Shiganova, T. A. 1998. Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure. - *Fisheries Oceanography* 7: 305–310.
- Van Haaren, T. and Soors, J. 2009. *Sinelobus stanfordi* (Richardson, 1901): A new crustacean invader in Europe. - *Aquatic Invasions* 4: 703–711.
- Viitasalo, M. and Bonsdorff, E. 2022. Global climate change and the Baltic Sea ecosystem: direct and indirect effects on species, communities and ecosystem functioning. - *Earth System Dynamics* 13: 711–747.
- Weis, J. S. 2011. Invasion and predation in aquatic ecosystems. - *Current Zoology* 57: 613–624.