

FYRSKEPPET
OFFSHORE AB



Fyrskpeppet Offshore

Liite E5: Finngrundenin alueen markitys allille
tuulivoimalan näkökulmasta

Finngründen in alueen merkitys allille tuulivoimalan näkökulmasta



AquaBiota Report 2020:06

Kirjoittajat: Leif Nilsson¹, Fabian Bergland² ja Martin Isaeus²

¹Lunds universitet, ²AquaBiota Water Research

STOCKHOLM, HUHTIKUU 2020

Asiakas:

Wpd

Kuvat:

Etusivun kuva: Leif Nilsson

Yhteystiedot:

AquaBiota Water Research AB

Osoite: Löjtnantsgatan 25, 115 50 Tukholma.

Puh: +46 8 522 302 40

Sähköposti: info@aquabiota.se

www.aquabiota.se

Laadunvarmistus:

Martin Isaeus (martin.isaeus@aquabiota.se)

Jakelu:

Raportin ja sen tulokset omistaa wpd.

Internet-versio:

Kun wpd:n hyväksyntä on saatu, raportti on ladattavissa osoitteesta www.aquabiota.se.

Viitattaukset nimellä:

Nilsson, N., Bergland, F. & Isaeus, M. Finngrundenin alueen merkitys allille tuulivoimalan näkökulmasta. AquaBiota Report 2020:06. 32 pp.

Avainsanat: Tuulivoima, Natura 2000, Avomeren matalikko, Selkämeri, *Clangula hyemalis*.

AquaBiota Raportti 2020:06

Projektin tunnusnumero: 2018030

ISBN: 978-91-89085-15-2

ISSN: 1654-7225

© AquaBiota Water Research 2020



SISÄLTÖ

Sisältö.....	3
Yhteenvedo.....	4
English summary	5
1. JOHDANTO.....	6
2. TUTKIMUSALUE	6
3. MATERIAALIT JA MENETELMÄT	8
Vesilintuinventoinnit (Alli).....	8
Pohjaeläintutkimukset	8
4. ITÄMEREN Allit – TAUSTA.....	10
5. Allien ESIINTYMINEN Finngrundeniilla.....	14
6. Allien ELINYMPÄRISTÖVALINNAT	16
Allien ravintovalinnat.....	16
Allien ravintolähteet Finngrundeniissa	17
7. KESKUSTELU.....	21
Finngrundeni allin esiintymisalueena suhteessa muuhun Itämereeni.....	21
Allin ravintolähteet Finngrundeniissa verrattuna muihin kohteisiin	21
Tulevaisuuden skenaariot.....	23
Finngrundeniin tuulivoimapuiston vaikutukset alleille.....	27
8. PÄÄTELMÄT	28
9. VIITTEET	29

YHTEENVETO

Leif Nilsson Lundin yliopistosta sekä Fabian Bergland ja Martin Isaeus AquaBiota Water Research -yrityksestä ovat wpd:n toimeksiantona tutkineet Finngrundenin merkitystä Itämeren allikantaan ja arvioineet mahdollisen tuulivoimapuiston vaikutukset alueen alleihin. Tutkimuksessa tarkasteltiin Finngrundenin merkitystä ja ravintotarjontaa alueen alleille, jota verrattiin populaation tärkeimpiin talvehtimispaikkoihin varsinaisella Itämerellä. Finngrundenin merkitystä tulevaisuudessa analysoitiin ilmastoskenaarion sekä ennustettujen lämpötilan ja suolapitoisuuden muutosten perusteella.

Johtopäätöksemme ovat seuraavat:

1. Finngrundeni on pohjoisin avomeren matalikko, jossa allit talvehtivat säännöllisesti. Kannalla on hyvin vähäinen merkitys Itämeren allikantaan.
2. Finngrundenissa esiintyy vain vähän simpukoita, jotka kuuluvat allin pääravintoon. Finngrundenin tärkeimmät ravintoresurssit alleille ovat äyriäiset ja simpukat. Finngrundenin paikallisest ravintoresurssit riittävät ainoastaan harvalukuiselle talvehtivalle allipopulaatiolle.
3. Ilmastonmuutoksen seurauksena Itämeren suolapitoisuuden väheneminen ja lämpötilan nousu johtaa todennäköisesti siihen, että Finngrundenilla on tulevaisuudessa vähemmän ravintoa alleille.
4. Allit välttää tuulivoimapuistoja. Finngrundenin merkitys alleille voi vähentyä jos alueelle perustetaan tuulivoimapuisto. Tällä ei kuitenkaan todennäköisesti ole merkitystä Itämeren allikannalle (ks. kohta 1).
5. Tuulivoimapuiston perustaminen syvemmille vesille Finngrundenin Natura 2000-alueen ulkopuolelle ei vaikuttaisi kielteisesti Finngrundenin allikantaan.

ENGLISH SUMMARY

On behalf of the wpd, Leif Nilsson at Lund University together with Fabian Bergland and Martin Isaeus at AquaBiota Water Research have investigated the significance of Finngrund for the long-tailed duck population in the Baltic Sea and assessed the effect of a potential wind farm there on the sea duck. The study has focused on the long-tailed duck's utilization of Finngrunden and the food supply in the area, which has been compared with the population's main overwintering area in the Baltic Sea. An analysis of Finngrundet's expected importance in the future has been made based on a climate scenario and forecast for changes in temperature and salinity.

Our conclusions are:

1. Finngrunden is the northernmost offshore bank with regular overwintering of long-tailed duck. The area is of very marginal importance to the Baltic Sea population.
2. The presence of mussels, the main bird's main food resource, is limited at Finngrunden. The most significant food resource on Finngrunden consists of crustaceans and gastropods. However, this food resource can only support a small number of overwintering birds.
3. Reduced salinity and increased temperature in the Baltic Sea caused by climate change will likely lead to reduced food availability for long-tailed ducks in Finngrunden in the future.
4. The long-tailed ducks avoid wind farms. The species utilization of Finngrunden may therefore decrease if a wind farm is established here. However, this should not have any significance for the Baltic long-tailed duck population (cf. item 1).
5. Establishment of a wind farm on deeper water outside the Natura 2000 area near Finngrunden would not negatively affect the long-tailed ducks on Finngrunden.

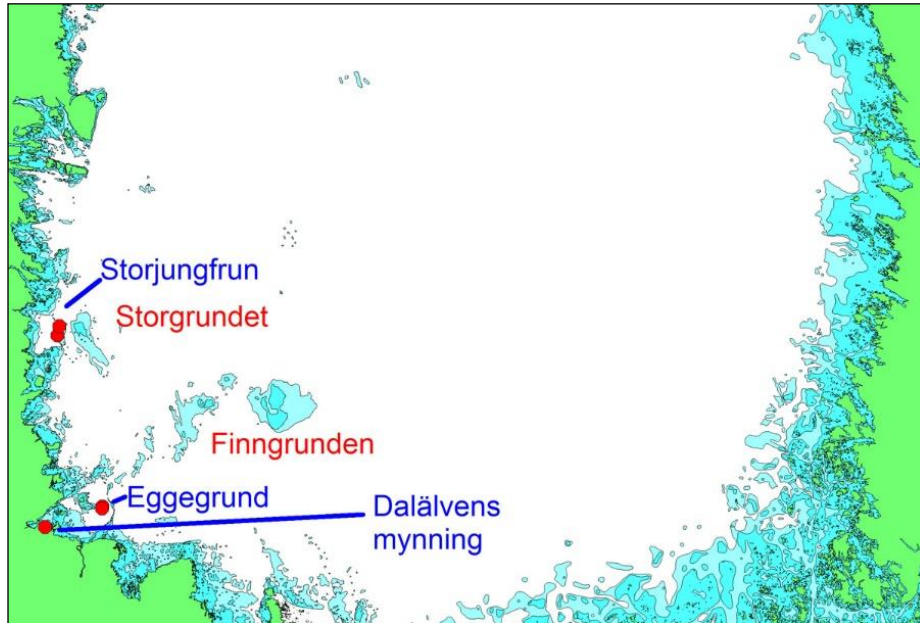
1. JOHDANTO

Finngrundenin matalikkoja on pitkään pidetty houkuttelevina alueina merituulivoiman kehittämiseksi. Asiasta on keskusteltu pitkään, ja alueen luontoarvoista ja erityisasemasta osana EU:n Natura 2000-verkostoa on esitetty vastakkaisia näkemyksiä. Perusteluina on käytetty sitä, että tuulivoima häiritsee alueen lajistoa, kuten alueella talvehtivaa allia, jonka levinneisyyteen tuulivoima vaikuttaa (Nilsson & Green 2011, Petersen *ym.* 2011). Tämä korostui erityisen ratkaisevana, kun Ruotsin Maa- ja Ympäristötuomioistuin lopulta eväsi luvan tuulivoiman rakentamiseen alueella. Tähän vaikutti osaltaan se, että allikanta on vähentynyt Itämerellä ja että tiedot lajin talvehtimisesta avomeren matalikoilla ovat puutteelliset ja epävarmat (Mark- och miljödomstolen, 2012-M 3905 | Infosoc Legal Database). On edelleen epävarmaa, onko Finngrundenin tärkeä elinympäristö talvehtivalle allille.

Tämän raportin tarkoituksena on selvittää Finngrundenin merkitystä Itämerellä talvehtiville alleille. Tarkemmin sanottuna tavoitteena on selvittää alueen ravintoresurssit suhteessa allin runsauteen ja arvioida alueen merkitystä lajin talvehtimispaikkana käytettävissä olevien ravintoresurssien valossa. Arvioimme myös Finngrundenin merkitystä allille niiden muutosten valossa, joita lämpimämpi ilmasto voi tulevaisuudessa tuoda mukanaan. Lisäksi käsitellään lähialueiden merkitystä allille.

2. TUTKIMUSALUE

Finngrunden on joukko avomeren matalikkoja Selkämeren eteläosassa Gävleborgin läänin edustalla. Ryhmä koostuu kolmesta matalikoista, jotka ovat Läntinen, Pohjoinen ja Itäinen matalikko, joista Itäinen matalikko kattaa suurimman alueen ja pohjoinen pienimmän alueen (kuva 1). Finngrundenin pohjaa on kuvattu moreeniksi, jonka materiaali koostuu hiekasta, kivistä ja lohkareista. Kaiken kaikkiaan sitä on kuvattu eroosiopohjaksi, mikä tarkoittaa, että veden liikkeet ovat huuhtoneet pohjan pinnalla olevia hienoja sedimenttejä syvemmille viereisille alueille, jonne ne ovat kerääntyneet. Veden syvyys voi olla paikoin ainoastaan 3 metriä, mutta yleensä se on tätä syvempi. Laajat alueet ovat riittävän matalia kasvillisuudelle, erityisesti Itäisellä matalikolla.



Kuva 1. Selkämeren eteläosan kartta, johon on merkitty Finngrundet ja Storgrundet.

Alueen suolapitoisuus on noin 5,17 psu (vuosikeskiarvo 2018). Kesällä veden lämpötila nousee joskus 18 celsius-asteeseen (SMHI). Kovina talvina alue on muun Selkämeren tavoin jään peittämä, jolloin alueella ei talvehdi alleja. Viimeksi näin tapahtui vuosina 2010 ja 2011.

Alueen kasvilajisto on suhteellisen monipuolinen (14 lajihavaintoa), mikä selittyy hyvistä valo-olosuhteista matalan alueen ansiosta, sekä veden suhteellisen alhaisesta ravinnepitoisuudesta. Alue on luokiteltu Natura 2000-alueeksi, ja sen luontoarvojen katsotaan olevan korkeat (Lindblad & Nikolopoulos 2010). Vesi on tyypillisesti murtovettä, ja siksi merilajien monimuotoisuus on vähäistä, mutta joidenkin limnisten lajien esiintyminen kompensoi tätä jossain määrin. Alueen kasvistoa pidetään kuitenkin merellisempänä kuin muilla Selkämeren alueilla (Lindblad & Nikolopoulos 2010).

3. MATERIAALIT JA MENETELMÄT

Vesilintuinventoinnit (Alli)

Loppupalvella ja keväällä 2007 Finngrundenin ja Storgrundetin alueella tehtiin kolme lentoa osana Green & Nilssonin (2007) raportoimaa laajaa linnustoselvitystä. Yksi lennoista tehtiin toukokuussa, mikä on vähämerkityksellisempi kuukausi allikartoitusten kannalta. Lisäksi Finngrundenin alleja kartoitettiin lentokoneella keväällä 2009 ja 2016 osana kansainvälistä ohjelmaa, jolla kartoitettiin talvehtivat merilinnut koko Itämerellä (Nilsson 2012, 2016, Skov ym. 2011).

Vuoden 2007 tutkimuksissa kyseiset alueet kartoitettiin 2 kilometrin välein tehdyillä kartoituslinjoilla (ks. **kuva 8**). Lisätietoja löytyy raportista Green & Nilsson (2007). Vuosien 2009 ja 2016 tutkimuksissa noudatettiin samoja kartoituskäytäntöjä kuin Ruotsin kansallisessa ohjelmassa, jossa kartoituslinjojen väli on 4 km (Nilsson 2016).

Lennot suoritettiin CESSNA 337 Skymaster -koneella, joka tarjoaa hyvän näkyvyyden tarkkailijoille. Ilma-alus seuraa kiinteää kurssia (GPS-navigointi) noin 180 km/h nopeudella 70 metrin korkeudessa. Kaksi tarkkailijaa laskee lintuja 200 metrin säteellä lentokoneen molemmin puolin ja nauhoitti havainnot sekä havaintoajan nauhuriin. Suuremmat parvet, jotka olivat kauempana lentokoneesta, kirjattiin ylös lisätietona. Lentokoneen sijainti kirjattiin GPS-laitteella 10 sekunnin välein, joten koneen todellinen sijainti määritettiin noin 500 metrin välein. Lintuhavainnot ja lentokoneen sijainti tallennettiin GIS-analyysejä varten mukautettuun tietokantaan. Lentolaskentoja tehtiin vain suotuisissa sääolosuhteissa.

Kerättyjen tietojen ja tutkimuslinjojen tiheyden perusteella laskettiin eri alueilla lepäilevien yksilöiden lukumäärä. 40 metrin pituinen sektori lentolinjan molemmin puolin suoraan lentokoneen alapuolella ei ollut tarkkailijoiden nähtävissä, joten tutkittu päävyöhyke oli 320 metriä leveä. Kun linjojen välinen etäisyys oli 2 km, tämä tarkoittaa, että 16 % alueesta katettiin, ja kunkin alueen lintujen kokonaismäärän arvioimiseksi käytettiin korjauskerrointa 6,25. Kun linjojen välinen etäisyys oli 4 km, käytettiin muuntokerrointa 12,5.

Pohjaeläintutkimukset

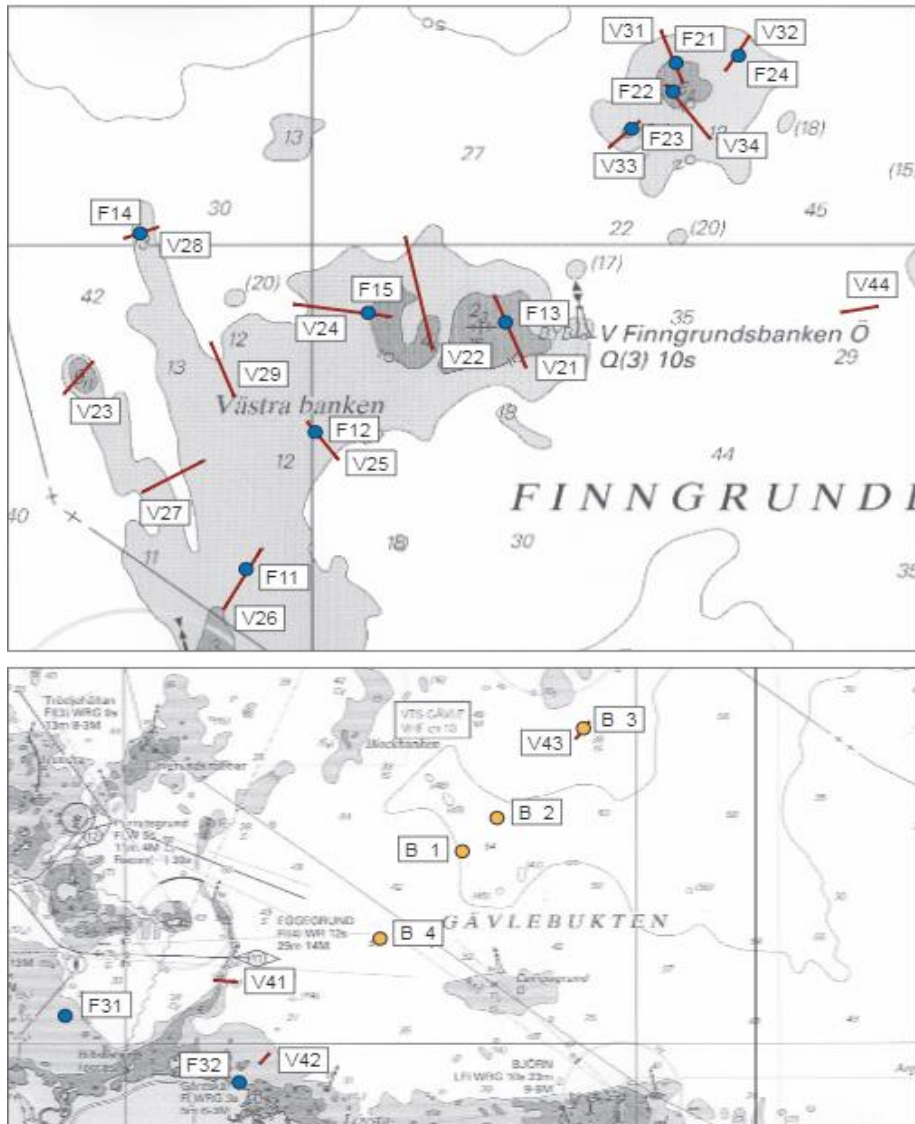
Tietojen kokoaminen allien ravintolähteistä alueella on haettu käytettävissä olevista lähteistä. Yksi lähteistä koskee Storgrundetia, mutta sitä voidaan pitää edustavana myös Finngrundenin osalta, koska se on maantieteellisesti lähellä. Tiedot ovat luonteeltaan erilaisia, joskus laadullisia ja harvemmin määrällisiä. Sen vuoksi tietoja on tulkittu, sovitettu ja muotoiltu tekstiksi, jotta tiedot ovat vertailukelpoisia ja ne voidaan yhdistää allin ravinnon saatavuuteen alueella.

Tämän raportin laatimisessa on käytetty seuraavia pohjaeläintutkimuksia:

- Sukelluskartoitus, videotutkimus Finngrundenin Läntisessä ja Pohjoisessa matalikossa sekä pohjanäytteitä suunnitellussa kaapelikäytävässä matalikon reuna-alueella (Hammar, Andersson & Asplund 2007) (Kuva 2).
- Itäisen matalikon kartoitus (Isaeus, Lindblad & Grip 2006)
- Finngrundenista otetut raaputusnäytteet (Isaeus, Lindblad ja Grip 2006; Lindblad & Nikolopoulos 2010).
- Raaputusnäytteitä läheisestä Storgrundetista

Lisäksi käytettiin seuraavaa neljää lähdettä, tutkiakseen mahdolliset tulevaisuuden muutokset alueen ravinnon saatavuudessa ja verratakseen muutoksia muihin avomeren matalikkoihin.

- Suolapitoisuuksia ja lämpötiloja koskevat tulevaisuuden skenaariot (SMHI 2017)
- Biomassa ja eläimistö Itämeren suolagradientin eri kohdissa (Sandman & Kautsky 2003)
- Raaputusnäytteitä Gotlannin Hoburgista (SHARKdata - Ruotsin meri- ja vesihallintovirasto ja SMHI).
- Raaputusnäytteitä Klockgrundetista (Isaeus, Lindblad ja Grip 2006; Lindblad & Nikolopoulos 2010)



Kuva 2. Finngrundenin pohjatutkimusten näytteenottoaikat. Kartta sisältää Marine Monitoringin wpd:n toimeksiannosta vuonna 2007 tekemät tutkimukset. Punaiset viivat kuvaavat videotutkimuslinjojen laajuutta, oranssit pisteet ovat pohjatutkimuskohteita ja siniset pisteet ovat kohteita, joilla tehtiin sukellustutkimuksia.

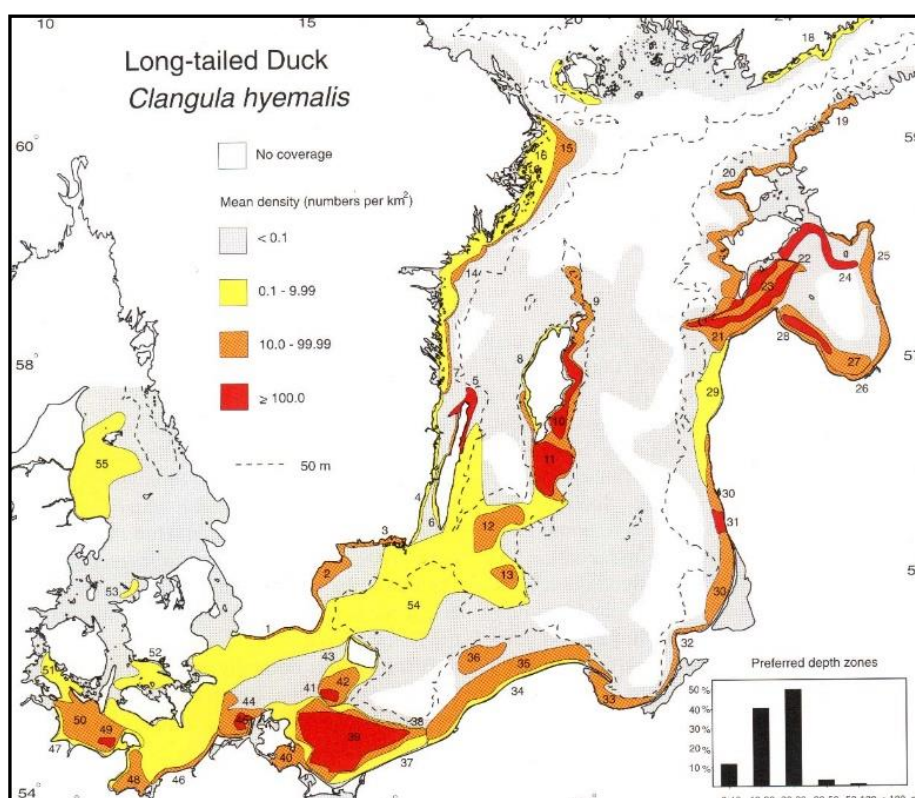
4. ITÄMEREN ALLIT – TAUSTA

Ensimmäinen kattava Itämeren talvehtivien merilintujen kartoitus tehtiin talvina 1992 ja 1993 (Durinck ym. 1994). Tärkeimmät avomerialueet tutkittiin veneillä, mutta joitakin alueita voitiin tutkia myös ilmateitse. Näiden tutkimusten perusteella arvioitiin, että koko Itämeren alueella oli 4 272 000 allia. Ylivoimaisesti suurimmat allikannat havaittiin kolmella alueella (**kuva 3**), nimittäin Hoburgs Bank – Midsjöbankarna, Pommerinlahti sekä Irbensalmi ja Riianlahti. Alleja havaittiin myös hajanaisesti Ruotsin rannikolla Upplannin rannikolta Skåneen asti. Gävlenlahtea ja Finngrundenia ei voitu ottaa mukaan tähän tutkimukseen.

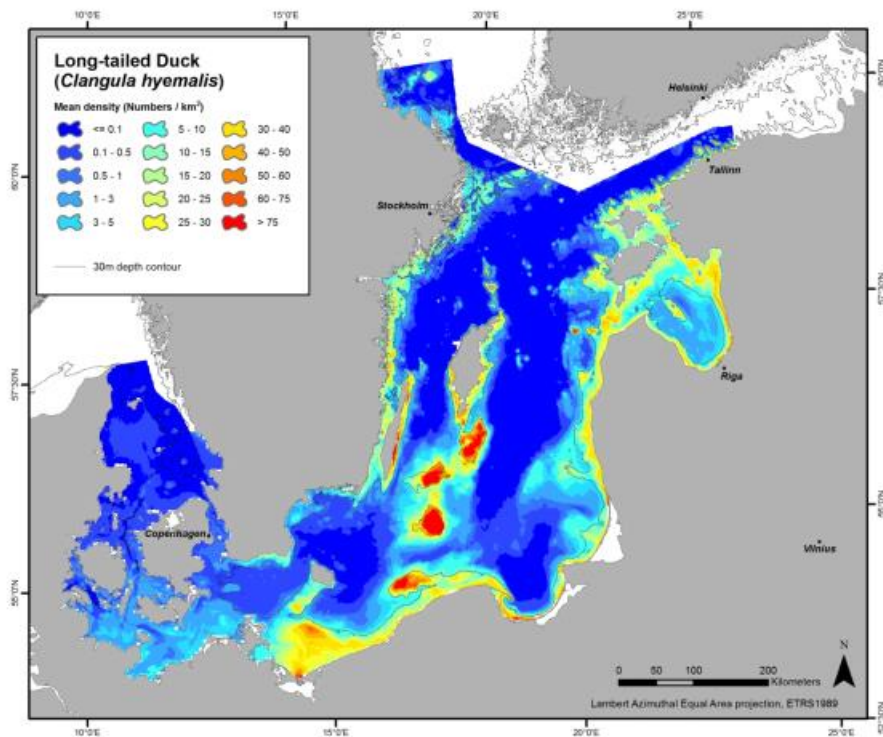
Toinen kattava Itämeren talvehtivien merilintujen kartoitus tehtiin vuosina 2007-2009 (Nilsson 2012, Skov ym. 2011). Tämän tutkimuksen perusteella Itämeren talvehtivaksi allikannaksi arvioitiin 1 870 000 yksilöä. Vaikka näiden kahden tutkimuksen menetelmät eivät ole täysin vertailukelpoisia, on selvää, että Itämeren talvehtiva populaatio pieneni hyvin merkittävästi näiden kahden tutkimuksen välillä. Levinneisyyskuvio on kuitenkin periaatteessa sama (**kuva 4**), mutta laji on vähentynyt kaikilla tutkimuskohteilla.

Allin levinneisyys riippuu luonnollisesti voimakkaasti alueen talviolosuhteista, erityisesti jääolosuhteista. Tämä havaittiin SOWBAS-tutkimusten aikana, kun Ruotsin vesillä tehtiin lisäkartoituksia allien levinneisyydestä talvina 2010 ja 2011, jotka olivat ankarat jäätalvet ja jolloin rannikkovesillä oli hyvin vähän avovettä. Erityisesti vuonna 2010 Hoburgsin rannikolla havaittiin erittäin suuria määriä alleja, kun taas alueet Tukholman eteläisestä saaristosta Viroon asti olivat täysin jääpeitteisiä.

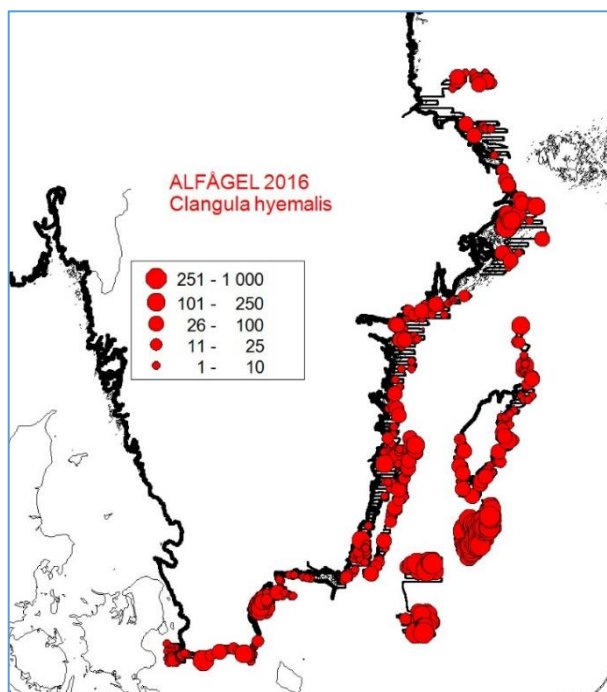
Itämeren talvehtivia merilintuja koskeva kolmas suuri tutkimus tehtiin talvella 2016, mutta kerättyä aineistoa ei ole vielä analysoitu kokonaisuutena. Ruotsin tutkimukset on käsitelty ja tulokset julkaistu Nilsson (2016). Ruotsin vesillä levinneisyyskuvio oli periaatteessa sama kuin vuonna 2009, ja erityisen suuria keskittymiä oli Hoburgs Bankin ja Midsjöbankarnan edustalla (**kuva 5**).



Kuva 3. Allin levinneisyys Itämerellä vuosina 1992-1993 tehdyn ensimmäisen kattavan tutkimuksen mukaan (Durinck et a. 1994).

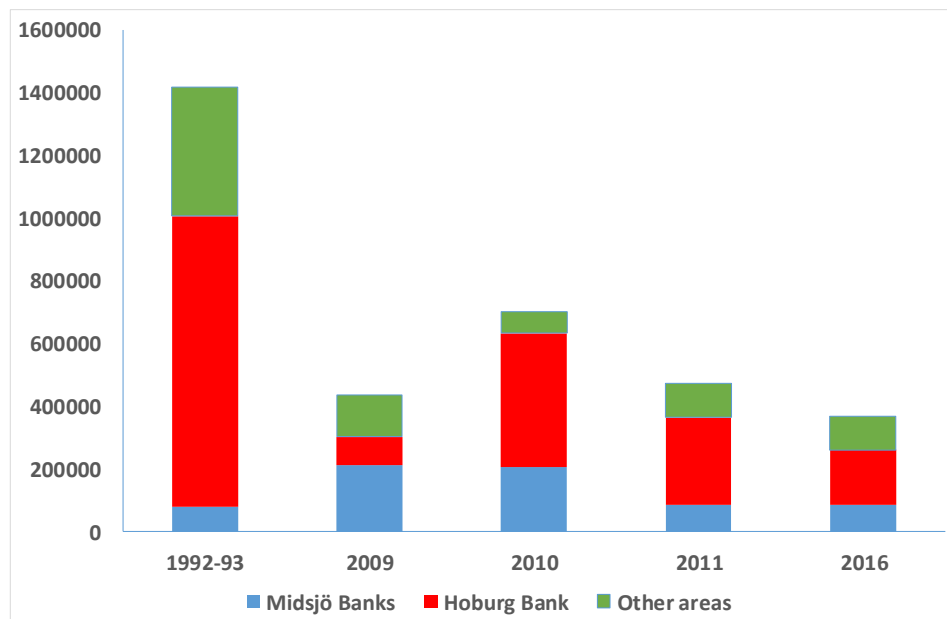


Kuva 4. Allin levinneisyys talvella Itämerellä SOWBAS-inventoinnin 2007–2009 mukaan (Skov ym. 2011 mukaan).



Kuva 5. Allin runsaus Ruotsin vesillä talven 2016 tutkimuksissa. Mustilla viivoilla on merkitty tutkimuslinjat (ks. lisätietoja Nilsson 2016).

Ruotsin vesillä suurten tutkimusten aikana esiintyneiden allien määrä on esitetty **kuvasa 6**. Vuosien 2009-2011 tutkimukset perustuvat Itämeri-yhteistyön puitteissa kehitettyyn standardisoituun ilmatutkimusmenetelmään, kun taas vuosien 1992-93 arviot perustuvat Durinckin ym. (1994) arvioon joka perustuu eri kartoitusmenetelmään. Kuvassa näkyy selvästi vuoteen 2009 ulottuva suuri lasku, joka toistuu useammissa alueellisissa analyyseissä (ks. Nilsson 1980, 2012 ja 2016). Selvää on myös Hoburgs Bankin suuri kasvu allien määrässä jäätalvella 2010, mikä johtui todennäköisesti siitä, että Riianlahti oli jääpeitteinen. Vuosien 2009 ja 2016 tutkimusten välillä on kuitenkin vain vähäisiä eroja.



Kuva 6. Ruotsin vesillä talvehtivien allien arvioitu määrä eri suurten tutkimusten perusteella (ks. tarkemmin Nilsson 2016).

5. ALLIEN ESIINTYMINEN FINNGRUNDENILLA

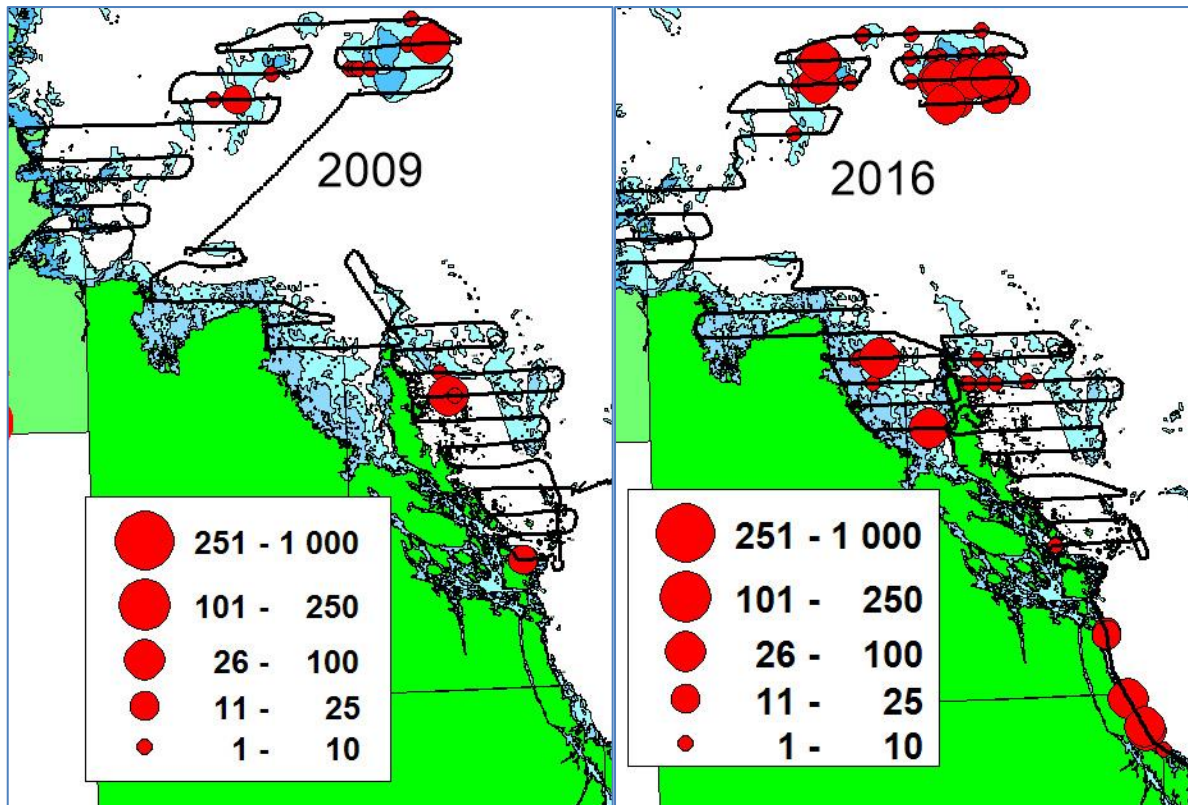
Taulukko 1. Finngrundenin lentolaskentojen aikana tutkimuslinjoilla laskettujen allien määrä sekä allien arvioitu määrä ja tiheys Läntisellä ja Itäisellä matalikoilla vuosina 2007–2016.

	2007-03-28	2007-04-13	2007-05-08	2009-04-02	2009-05-12	2016-03-16
Läntinen matalikko						
Laskettu	61	96	0	18	0	80
Arvioitu kanta	380	600	0	112	0	1000
Tiheys (yksilö/km ²)	4,5	7,1	0	1,3	0	11,4
Itäinen matalikko						
Laskettu	360	288	51	96	0	386
Arvioitu kanta	2250	1800	320	600	0	4630
Tiheys (yksilö/km ²)	13,7	11	2,0	3,6	0	28,9

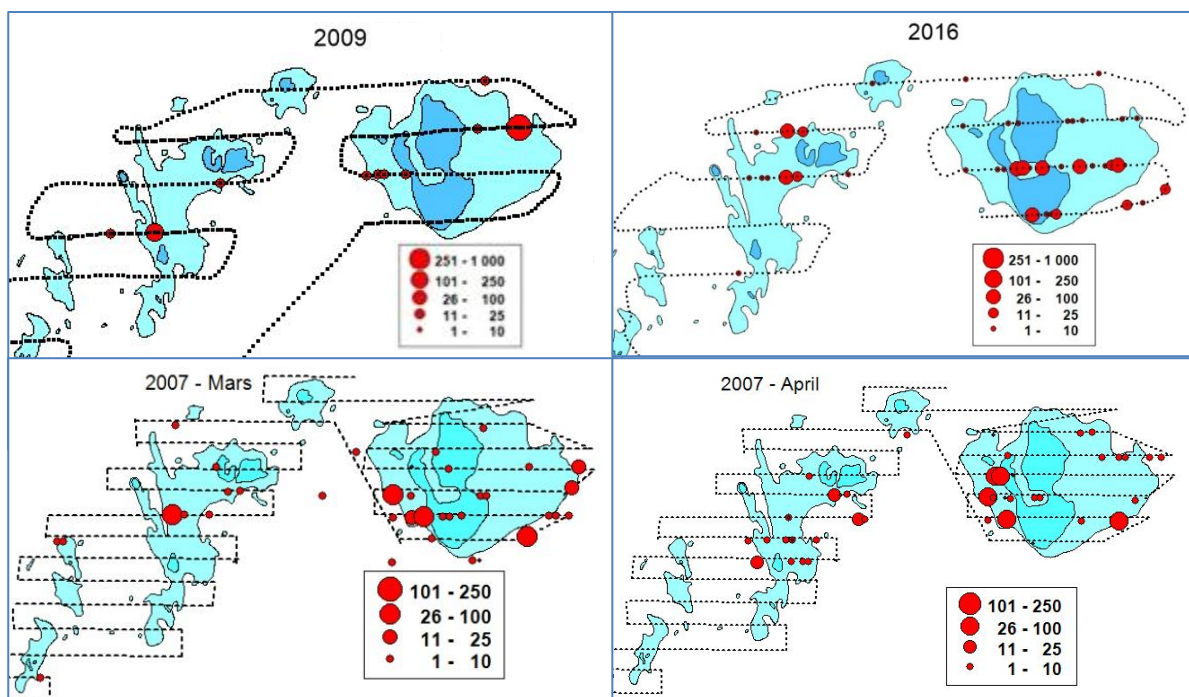
Finngrundenin aluetta on tutkittu ilmasta käsin yhteensä kuusi kertaa, joista kolme kertaa tuulivoimahankkeen esiselvitysten yhteydessä (Green & Nilsson 2007). Neljä lentolaskelmaa tehtiin aikana, jolloin allin voidaan olettaa käyttävän aluetta. Kummallakin matalikolla arvioitiin olevan yhteensä vähintään noin 700 ja enintään 5600 yksilöä. Ääriarvot havaittiin valtakunnallisten tutkimusten aikana vuosina 2009 ja 2016. Alleja esiintyi sekä Länsi- että Itämatalikolla, mutta Itämatalikolla niiden tiheys oli suurempi.

Finngrundenista puuttuvat vanhempia tutkimuksia lukuun ottamatta paria merivartioston partioveneellä 1970-luvulla tehtyä tutkimusta, jolloin havaittiin pieniä määriä alleja.

Finngrunden on luultavasti Ruotsin rannikon pohjoisin paikka, jossa tavataan säännöllisesti alleja. Finngrundenin kartoitusten aikana vuonna 2007 tehtiin ilmakuvauksia samoina päivinä myös Storgrundetissa (Nilsson & Green 2007), mutta siellä ei havaittu yhtään allia. Finngrundenin eteläpuolella talvehtivia alleja tavataan kohtuullisen paljon Upplannin rannikolla (**kuva 7**), ja esiintyminen jatkuu yhtäjaksoisesti etelään saaristoa pitkin. Kansainvälisten keskitalvella tehtyjen merilintuselvitysten yhteydessä on Gästriklandin, Hälsinglandin ja Medelpadin rannikoilla nähty satunnaisesti maalta käsin alleja (Haas & Nilsson 2019).



Kuva 7. Allien levinneisyys Finngrundena ja Upplannin pohjoisrannikolla valtakunnallisten merilintukartoitusten aikana vuosina 2009 ja 2016.



Kuva 8. Allien jakautuminen Finngrundena maaliskuussa 2007, 2009 ja 2016 sekä huhtikuussa 2007 tehtyjen lentolaskentojen aikana. Lentolinjat on merkitty katkoviivoilla. Mars=maaliskuu, april=huhtikuu.

6. ALLIEN ELINYMPÄRISTÖVALINNAT

Allien ravintovalinnat

Nilsson (1972) tutki allien ravinnonvalintaa kahdella alueella Etelä-Ruotsin rannikolla, Skånen etelärannikolla ja Blekingen saaristossa Sölvesborgin ympärillä. Etelärannikolla ravinto koostui lähes täysin sinisimpukasta (*Mytilus edulis*). Joissakin yksilöissä esiintyi myös itämerensimpukka *Limecola baltica*. Ravinnossa esiintyi useita eri äyriäislajeja, kuten *Gammarus* sp., *Idothea* ja *Mysis*. Sölvesborgin alueella sinisimpukat ja äyriäiset *Idothea* ja *Gammarus* olivat yhtä yleisiä joulukuussa kerätyissä linnuissa, kun taas keväällä ravinto koostui lähinnä sinisimpukoista ja itämerensimpukoista.

Hanöbuktenissa tutkittiin myös allien ruokailukäyttäytymistä vertaamalla alueen pohjanäytteenottojen tuloksia ja lentotutkimuksia (Nilsson ym. 2016). Tässäkin tutkimuksessa havaittiin vahva korrelaatio allin suuren tiheyden ja *Mytilus edulis* -lajin suuren tiheyden välillä.

Itämerellä allin tärkein ravinnonlähde on selvästi *Mytilus edulis*. Hoburgs bankilta löydettyjen hukkuneiden allien ruumiinavaukset ovat osoittaneet, että 95 prosenttia allien ravinnosta koostuu simpukoista (Kjell Larsson pers. com.).

Laajat tutkimukset Liettuan rannikolla Itämeren kaakkoispuolella osoittavat, että suurimmat allien tiheydet ovat kovilla pohjilla, joilla on tiheä *Mytilus edulis* -lajin populaatio, mutta alleja havaittiin myös muilla pehmeän pohjan elinympäristöillä, mutta paljon pienempinä tiheyksinä (Zydelis & Ruskyte 2005). Näillä pehmeillä pohjilla allit söivät erilaisia äyriäisiä, erityisesti kilkkiä (*Saduria entomon*), mikä viittaa allin valikoivan energiapitoisia äyriäisiä ravinnonhankintaan alueilla, joissa ei ole tiheitä ja ravintorikkaita simpukkapohjia.

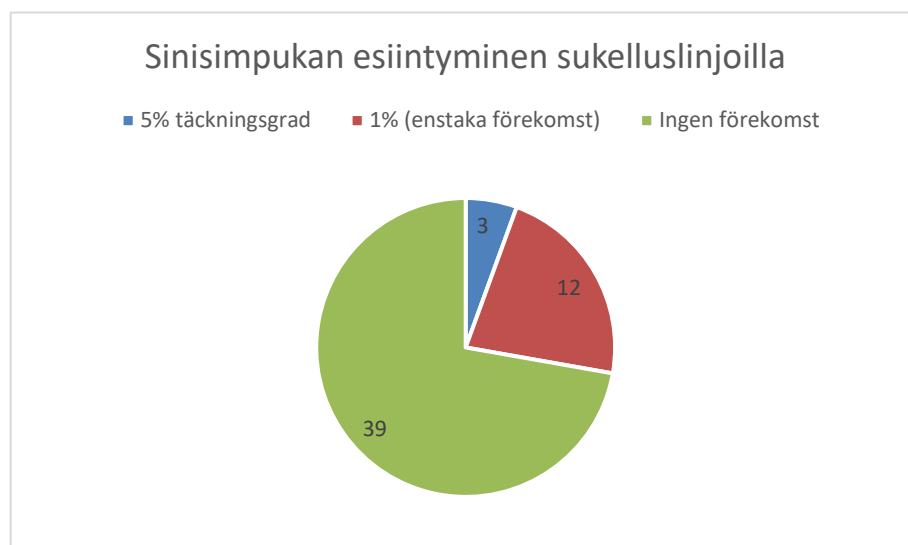
Allin pääasiallinen ravinnonlähde vaihtelee huomattavasti talvehtimisalueiden välillä. Kotilot (gastropoda) olivat pääasiallinen ravinnonlähde New Hampshiressä, Yhdysvalloissa (Stott & Olsson 1973) ja Pohjois-Norjassa (Bustnes & Systad 2001) tehdyissä tutkimuksissa. Allin ravinto koostui eniten erilaisista äyriäisistä Michiganjärvellä (Peterson & Ellarson 1977), Brittiläisen Kolumbian rannikolla (Vermeer & Levings 1977) ja Hudsoninlahdella (Jamiesson ym. 2001), kun taas sinisimpukat olivat pääasiallinen ravinnonlähde Itämerellä (Madsen 1954, Nilsson 1972, Stempniewicz 1995, Kube 1996 Zydelis & Ruskyte 2005).

Useat kirjoittajat ovat sitä mieltä, että allit käyttäytyvät opportunistisesti ravinnonhankinnassa (Peterson & Ellarson 1977, Goudie & Ankney 1986, Bustnes & Systad 2001). Vaikka sinisimpukat olivat Itämerellä vallitseva ravintokohde, Stempniewicz (1995) havaitsi, että Gdanskien edustalla yli 20 metrin syvyydessä ruokailevien allien urokset saalistivat kilkkiä (*Saduria entomon*). Tuoremmat tutkimukset Nantucket Shoalsista, jota pidetään Pohjois-Amerikan tärkeimpänä allien talvehtimisalueena, osoittivat, että *Gammarus* oli lajin tärkein ravinnonlähde erilaisten

simpukoiden ohella (White & Veit 2019). Edellä mainittujen ravintokohteiden lisäksi allit hyödyntävät myös kalanmätiä joillakin alueilla (Stempniewicz 1995).

Allien ravintolähteet Finngrundennis

Sukelluslinjojen aineistojen perusteella (ks. **kuva 2**) havaittiin, että simpukoita esiintyi hyvin vähän Finngrundennis. Useimmissa tapauksissa simpukoita ei havaittu lainkaan (39 kappaletta 54:stä), muutamissa tapauksissa 5 prosentin peittävyys (3 kappaletta 54:stä) ja toisissa tapauksissa vain pieni yhden prosentin peittävyys (12 kappaletta 54:stä) (**kuva 9**). Tutkimus koski ainoastaan alustaan kiinnittynyttä eläimistöä ja kasvillisuutta, joten siitä ei saatu tietoa muista mahdollisista ravintoresursseista allikannalle.

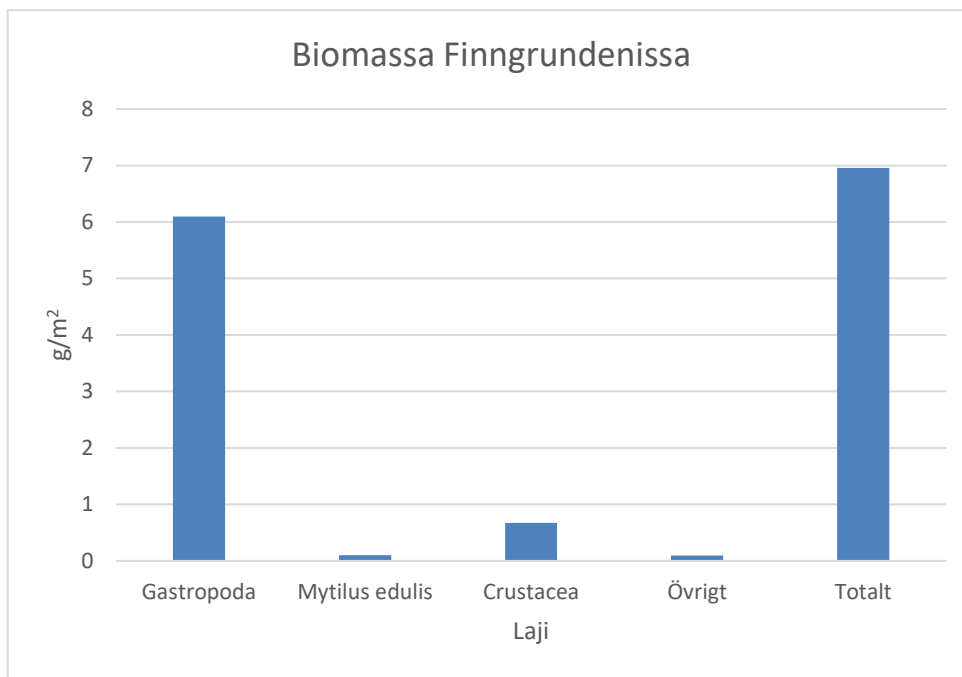


Kuva 9. Sinisimpukan (*Mytilus edulis*) esiintyminen alueen sukelluslinjoilla (yhteensä 54 sukelluslinjaa). Sininen = 5 % peittävyys, punainen = 1 % peittävyys, vihreä = ei havaintoa.

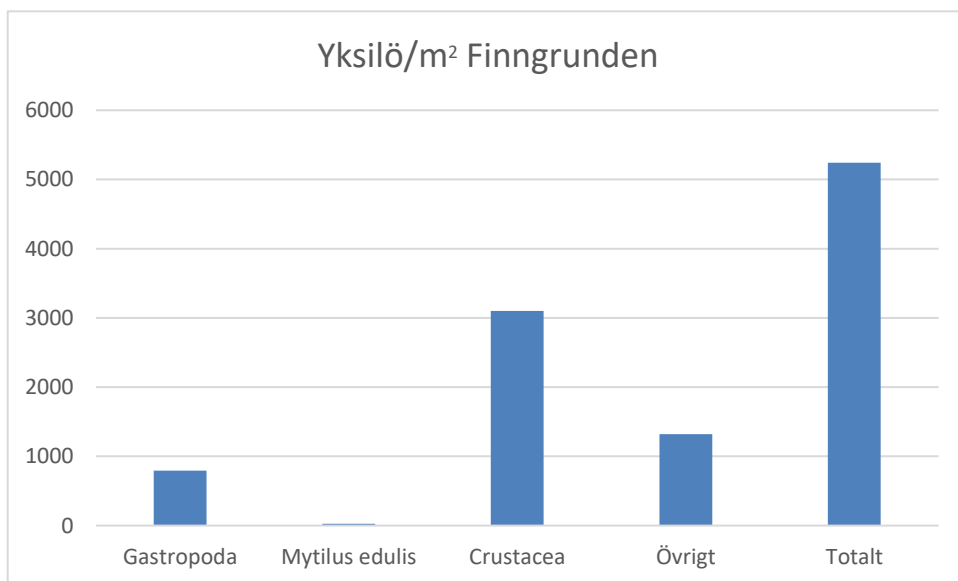
Sinisimpukoita ei löytynyt videotutkimuksissa, mikä voi johtua siitä, että pienet simpukat eivät näy videolla. Ainoat selkärangattomat, jotka videotutkimuksessa havaittiin, olivat kilkit (*Sadurina entomon*) ja merirokko (*Balanus improvisus*). Näistä kahdesta havaitusta lajista kilkki on potentiaalinen ravinnonlähde alleille.

Yhteensä kahdeksan pohjanäytettä on otettu Finngrundenin reuna-alueilta, suunnitelluista kaapelikäytävistä. Näin ollen pohjanäytteet on otettu suhteellisen suurista syvyyksistä. Koska näytteet otettiin pehmeästä pohjasta, sinisimpukat puuttuivat kokonaan. Kilkillä oli suurin biomassa (81 g/m² ja 80 yksilöä/m²) yhdellä yksittäisellä nostokerralla, mutta muilla nostokerroilla biomassa oli paljon pienempi, mikä viittaa epätasaiseen levinneisyyteen. Aineisto on kuitenkin melko rajoitettu. Itämerensimpukalla (*Limecola baltica*) oli suurin keskimääräinen biomassa, 18,68 g/m² ja 54 yksilöä/m². Lisäksi valkokatka (*Monoporeia affinis*) esiintyi myös suhteellisen korkeassa yksilömäärässä ja korkealla biomassalla, keskimäärin 11,74 g/m² ja 1986 yksilöä/m². Kokonaisbiomassa oli keskimäärin 55 g/m² ja enintään 133 g/m².

Finngrundenin raaputusnäytteet osoittavat, että kotilot (gastropoda) ovat yleisiä ja edustavat suurinta biomassaa alueen eläinryhmistä. Toiseksi runsain ryhmä oli äyriäiset (crustacea), joihin kuuluvat *Gammarus*, *Idotea* ja *Jaera*. Luokkaan "muut" kuuluu pienissä biomassoissa esiintyvää eläimistöä, kuten sukkulamatoja ja monisukasmatoja.



Kuva 10. Pohjaeläinten biomassa Finngrundenin pohjan raaputusnäyteissä (övrigt=muut, totalt=yhteensä).

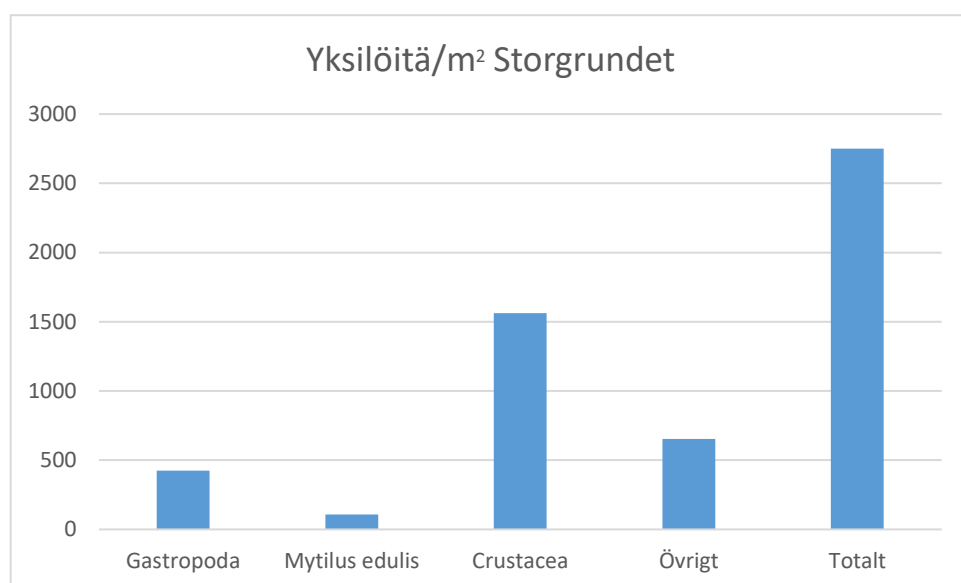


Kuva 11. Pohjaeläinten runsaus Finngrundenin raaputusnäyteissä (övrigt=muut, totalt=yhteensä).

Taulukko 2. Yleiskatsaus Finngrundenin allien mahdollisista ravintolähteistä.

Taksoni	Merkitys allien ravintona	Esiintyminen Finngrundenisissa
Varsinaiset katkat (<i>Gammaridae</i>)	Pienikokoisia katkoja mutta voivat toimia allien ravintona kun esiintyvät suurissa määrissä.	Esiintyy suurissa määrissä, (noin 2600 yksilöä/m ²), kostuu eri katka lajeista kuten <i>Gammarus oceanicus</i> , <i>Gammarus zaddachi</i> jne.
Sinisimpukka (<i>Mytilus edulis</i>)	On Itämeren talvehtivien allien tärkein ja yleisin ravinnonlähde. Eteläisen Itämeren suuret ja tiheät populaatiot tarjoavat vakaan ravinnonsaannin.	Hyvin rajallinen ja harvalukuinen alhaisen suolapitoisuuden vuoksi (ei muodosta biogeenisiä riuttoja kuten Hoburgs Bankissa).
Kilkki (<i>Saduria entomon</i>)	Energiapitoinen ja suhteellisen suuri selkärangaton pohjaeläin. Muissa tutkimuksissa todettu tärkeäksi ravinnoksi alleille.	Useissa tutkimuksissa raportoitu esiintyvyys alueella.
Gastropodit (<i>Theodoxus fluviatilis</i> ja <i>Lymnaea peregra</i>).	Gastropodien on kuvattu kuuluvan allin ruokavalioon.	Raaputusnäytteissä Gastropodien kokonaisbiomassa oli suurin.
Siirat (<i>Idotea</i> ja <i>Jaera spp.</i>)	Ovat kuten muutkin äyriäiset mahdollinen ravinnonlähde	Raaputusnäytteissä havaittu melko runsaasti (noin 60 ind./m ²).
Infauna (<i>Mya arrenaria</i> , <i>Limecola baltica</i>).	Pohjaan kaivautuneita eläimiä, jotka luultavasti välttävät allilta saalistuksen	Esiintyivät kohtuullisesti pohjanäytteissä.
Muu eläimistö	Ravintoa voivat tarjota muun muassa seuraavat taksonit: <i>Oligochaeta</i> , <i>Chironimidae</i> .	Levâyhteisöön liittyviä pieniä eläimiä esiintyy vähän.
Kalanmäti	Voi muodostaa suuren osan allin ravinnosta kutuaikana.	On epätodennäköistä, että silakan kutu ajoittuisi samaan ajankohtaan kuin allien talvehtiminen Finngrundeniilla.

Edellä mainittujen tutkimusten lisäksi voidaan mainita läheisyydessä sijaitsevan Storgrundetin raaputus tutkimusten tulokset. Kooste kattaa merkitykselliset eläinryhmät, ja perustuu 30 raaputusnäytteeseen (kukin 0,2*0,2 m). Äyriäiset ovat runsain ryhmä, ja sinisimpukoiden (*Mytilus sp.*) esiintyminen on edelleen vähäistä muiden tutkimusten mukaisesti. Kilkkejä ei ole raportoitu yhdessäkään raaputusnäytteessä, ja laji todennäköisesti välttyy näytteenotolta. Storgrundetissa ei ole kirjattu biomassaa, mutta tulos kuvastaa hyvin samanlaisia suhdemääriä kuin Finngrundetissa, ja biomassan voidaan olettaa noudattavan samaa kaavaa. Eläimiä on kuitenkin hieman vähemmän.



Kuva 12. Eri pohjaeläinten yksilöitiheys Storgrundetin raaputus pohjanäytteissä (övrigt=muut, totalt=yhteensä).

Yhteenvedona voidaan todeta, että pohjaeläintutkimukset osoittavat, Finngrundetin ravintotarjonnan olevan vähäistä allille. Pääasiassa leväeläimistöön kuuluvia lajeja voisivat olla ravintoa allille, mutta on vaikea tietää, missä määrin. Ravintona merkittävimminä pidetyt ryhmät ovat kilkit (Žydelis & Ruškýté 2005), varsinaiset katkat (White & Veit 2020) ja kotilot (gastropoda). Vähäiset sinisimpukkaesiintymät saattavat edistää jonkin verran ravintosaatavuutta, mutta ne eivät todennäköisesti tarjoa vakaata ravintopohjaa, kuten eteläisen Itämeren avomeren matalikot tarjoaa. Itämerensimpukkaa on hyödynnetty myös ruokailevien allien keskuudessa Skånen etelärannikolla ja Sölvesborgissa Blekingessä (Nilsson 1972).

7. KESKUSTELU

Finngrundens allin esiintymisalueena suhteessa muuhun Itämereen

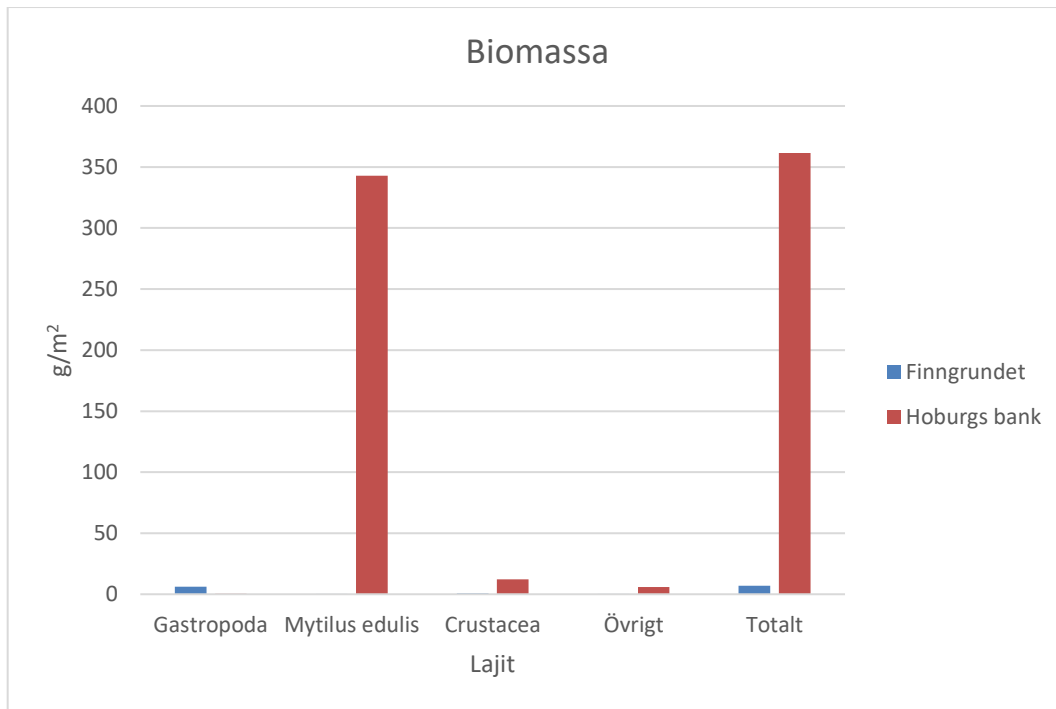
Itämeren laajassa SOWBAS-tutkimuksessa (Skov ym. 2011) arvioitiin, että talven aikana havaittiin 1,48 miljoonaa allia, mikä merkitsee huomattavaa laskua verrattuna ensimmäiseen Itämerellä suoritettuun tutkimukseen vuosina 1992/93 (Durinck ym. 1994), jolloin populaation määräksi arvioitiin noin 4,7 miljoonaa yksilöä. Valitettavasti vuoden 2016 tutkimuksen kokonaisarvioita ei ole vielä saatavilla, mutta Ruotsin tutkimukset eivät osoita suuria muutoksia vuoden 2009 tutkimukseen verrattuna (Nilsson 2016, ks. edellä), minkä vuoksi voidaan olettaa, että Itämerellä talvehtiva allikanta on 1,4 miljoonaa yksilöä.

Finngrundensin eri selvitysten aikana havaittiin 700-5 600 allia. Tämä vastaa 0,05-0,4 % koko Itämeren allikannasta. Näin ollen voidaan päätellä, että alueen merkitys alleille on hyvin vähäinen. Myöhään kevätkaudella tehdyt selvitykset osoittivat myös, että alueella ei ole merkitystä lajille kevätkuunon aikana, joka suuntautuu Viron ja Suomenlahden yli koilliseen.

Tutkimukset viittavat, että Finngrundens on ainakin Selkämeren pohjoisin allien talvehtimispaikka Ruotsissa. Storgrundetissa vuonna 2007 tehdyissä rinnakkaistutkimuksissa ei havaittu alleja.

Allin ravintolähteet Finngrundensissa verrattuna muihin kohteisiin

Finngrundensin ravintoresursseja voidaan verrata Hoburgs bankiin, joka yhdessä Midsjöbankarnan kanssa on Itämeren kaksi suosituinta allien talvehtimispaikkaa (Kuva 6). Hoburgs bankilta ei valitettavasti ole saatavissa aineistoa pohjaeläinten ympäristönseurannasta, mutta Gotlannin rannikkoalueilta otetut näytteet osoittavat, että kokonaisbiomassassa on valtava ero Finngrundensiin verrattuna. Tämä ei ole yllättävää, koska alueella on tiheitä sinisimpukkapohjia, jotka puuttuvat lähes kokonaan Finngrundensista (Kuva 13). Tiheitä sinisimpukkapohjia on vähintään samassa määrin myös Varsinaisen Itämeren rannikon edustalla, jossa linnut talvehtivat.



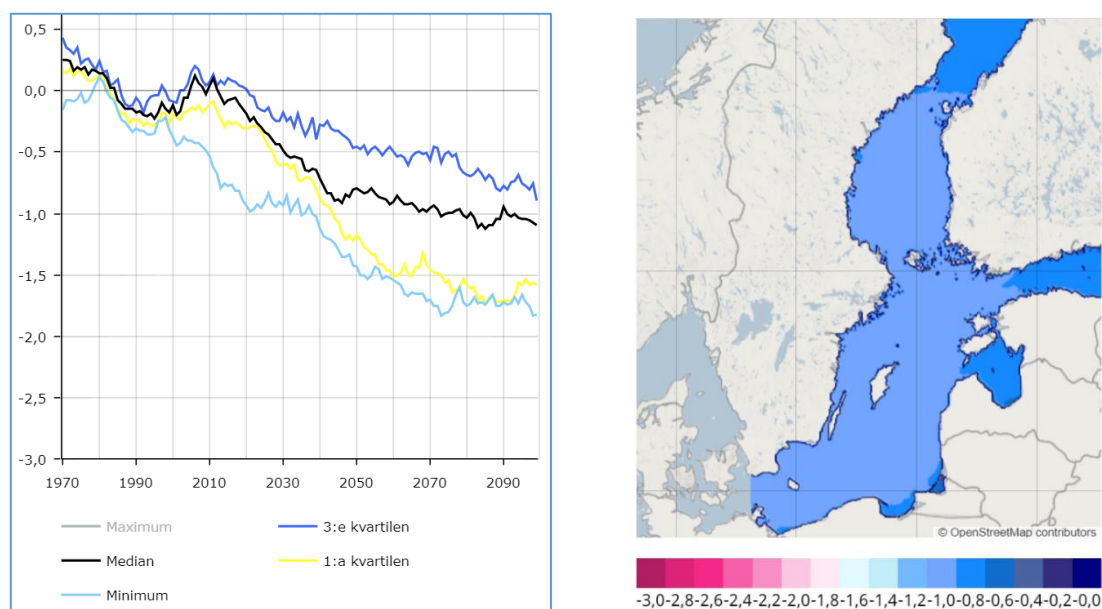
Kuva 13. Finngrundenin (Selkämeri) ja Hoburg Bankin (Itämeri) raaputusnäytteiden biomassojen vertailu (övrigt=muut, totalt=yhteensä).

Hoburgs bankilla on merkkejä siitä, että allit kuluttaa ja supistaa simpukkakantoja (Kautsky 2000). Jos allin voidaan olettaa vaikuttavan tällä tavalla eteläisen Itämeren suuriin simpukkapopulaatioihin, on vaikea kuvitella, että pohjoisemmissa paikoissa, kuten Finngrundeninissä esiintyvät harvalukuiset simpukkapopulaatiot voisivat olla allipopulaatioita ylläpitäviä. Siksi on mahdollista, että Finngrundeninissä oleskelevalla allilla on oltava vaihtoehtoinen ravintostrategia. Jos tiheitä simpukkapopulaatioita ei ole, allit omaksuvat vaihtoehtoisen ravintostrategian ja käyttävät ravinnokseen runsaasti energiaa sisältäviä äyriäisiä kuten kilkit, kotilot ja/tai varsinaiset katkat (Žydelis & Ruškytė 2005; White & Veit 2020). Žydelisin & Ruškytėn (2005) tutkimus on hyvä esimerkki siitä, mitä suhteellisen vähäisen eläinten biomassasta voi merkitä allille, ja sitä verrataan allin ravinnonhankintakäyttäytymiseen tuottavammassa elinympäristöissä, joissa on runsaasti simpukoita. Tutkimus osoittaa, että linnut ovat hyvässä kunnossa molemmissa elinympäristöissä, mutta vähemmän tuottavissa elinympäristöissä on vähemmän lintuja.

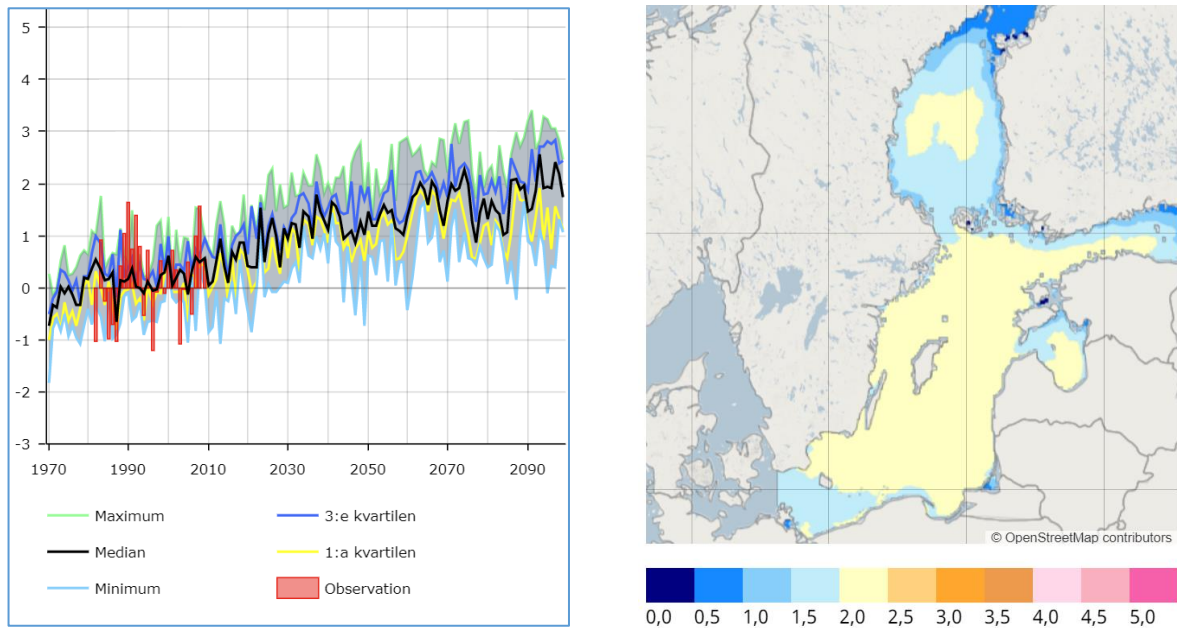
Yhteenvedon voidaan todeta, että sinisimpukoita esiintyy Finngrundeninissä vain vähän verrattuna muihin Itämeren alueisiin, joita allit käyttävät useammin. Erilaisia äyriäisiä ja kotiloita on kuitenkin jonkin verran saatavilla Finngrundeninissä. Tämä ravinnonlähde tarjoaa ravintopohjan talvehtiville alleille, mutta ei todennäköisesti riitä ravintopohjaksi suuremmalle määrälle alleja alueella. Pienet äyriäiset sinänsä ovat energiarikkaita, mutta ne antaa kokonaisuudessa vähemmän energiaa verrattuna tiheisiin sinisimpukkapohjiin. Ravinnon saatavuus todennäköisesti rajoittaa määrää alleja jotka pystyvät talvehtimaan Finngrundeninissä.

Tulevaisuuden skenaariot

Ilmastonmuutoksen eri skenaarioita kuvaillaan Representative Concentration Pathways:illa (RCP), joka perustuu Yhdistyneiden Kansankuntien ilmastonmuutospaneelin (IPCC) kehittämiin skenaarioihin. Ne perustuvat ihmisen toimintaan ja hiilidioksidipäästöihin. Toisin sanoen RCP kuvaa, miten asiat voisivat kehittyä politiikan ja ilmastopolitiikan osalta tulevaisuudessa. Skenaariot on nimetty sen mukaan, kuinka paljon ihmisen aiheuttamaa säteilypakotetta on vuoteen 2100 mennessä verrattuna vuoteen 1750 (teollistumisen alku). SMHI on kehittänyt RCP-skenaarioihin perustuvia vastaavia malleja, jotka kuvaavat, miten Itämeren vesi muuttuu tulevaisuudessa lämpötilan ja suolapitoisuuden osalta (SMHI 2017). Malli osoittaa muutoksen suuruusluokan vaihteluvälin (**Kuva 14-15**). Tässä tutkimuksessa käytettiin SMHI:n RCP=4,5W/m² mukaisesti rakennettua mallia, joka on välivaiheen skenaario, jossa oletetaan vahva ilmastopolitiikka, hiilidioksidipäästöjen huipentuma ja sen jälkeinen väheneminen noin vuonna 2040.



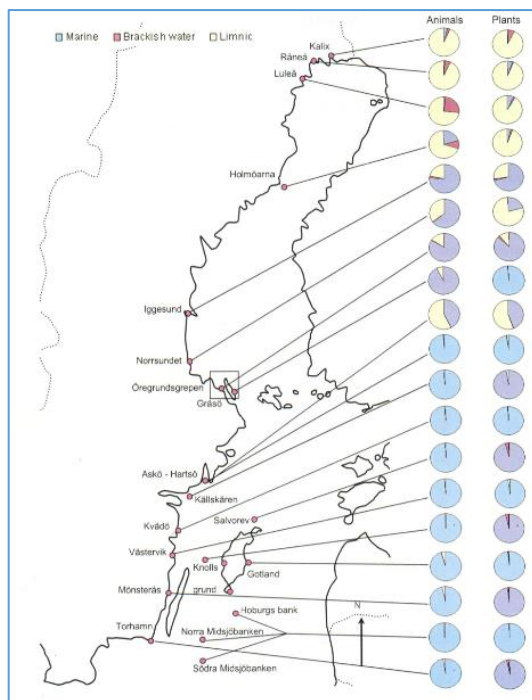
Kuva 14. Itämeren suolapitoisuuden mallinnetut muutokset SMHI:n mukaan vuoteen 2090 asti (median=mediaani, 1:a kvartilen=ensimmäinen kvartiili, 3:e kvartilen=kolmannes kvartiili).



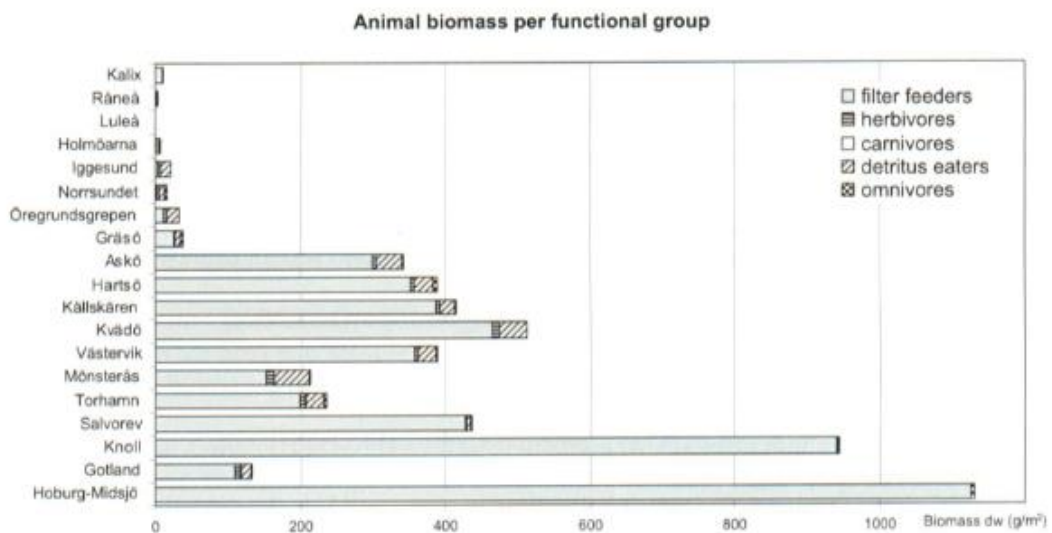
Kuva 15. Itämeren lämpötilan mallinnettu muutos vuoteen 2090 asti graafisesti ja karttamuodossa (median=mediaani, 1:a kvartilen=ensimmäinen kvartiili, 3:e kvartilen=kolmannes kvartiili, observation=havainto).

Käytetyn skenaarion (RCP=4.5) mukaan suolapitoisuuden odotetaan laskeneen vuoteen 2090 mennessä noin 1 promillea (Practical salinity unit=psu). Finngrundenin tapauksessa tämä tarkoittaisi, että pintaveden suolapitoisuus on tulevaisuudessa noin 4 psu vuosikeskiarvona. Jotta ymmärrettäisiin, miten suolapitoisuuden muutos vaikuttaa Finngrundenin elämistöön, vertailualueena on käytetty elämistöä paikasta, jonka nykyinen suolapitoisuus vastaa 4 psu. Tämä vertailualue on Holmöarna, mitä verrataan Gräsön kanssa, mikä on Finngrundenia lähin sijaitseva asema SKB:n raportissa (Sandman & Kautsky 2003) (**Kuva 16**). Kartta havainnollistaa myös sitä, miten merellisten ja limnisten lajien välinen suhde muuttuu yhä enemmän limnisten lajien suuntaan suolapitoisuuden laskiessa.

Lisäksi voidaan odottaa kokonaisbiomassan vähenevän tulevaisuudessa (**kuva 17**). Eri asemien välinen biomassan ero koostuu pääasiassa suodattajien funktionaalisesta ryhmästä, minkä voidaan olettaa heijastavan sinisimpukoiden läsnäoloa. Tulevaisuudessa tapahtuva muutos merkitsee näin ollen todennäköisesti kokonaisbiomassan vähenemistä, koska sinisimpukoiden pohjoisinta levinneisyyttä rajoittaa suolaisuusgradientin siirtyminen. Alla oleva kuva (**kuva 17**) osoittaa myös minkä valtavan eron sinisimpukoiden läsnäolo tekee elämistön kokonaisbiomassaan. Etelämpänä sijaitsevilla asemilla on huomattavasti suurempi biomassa, mikä johtuu sinisimpukoiden runsaudesta.

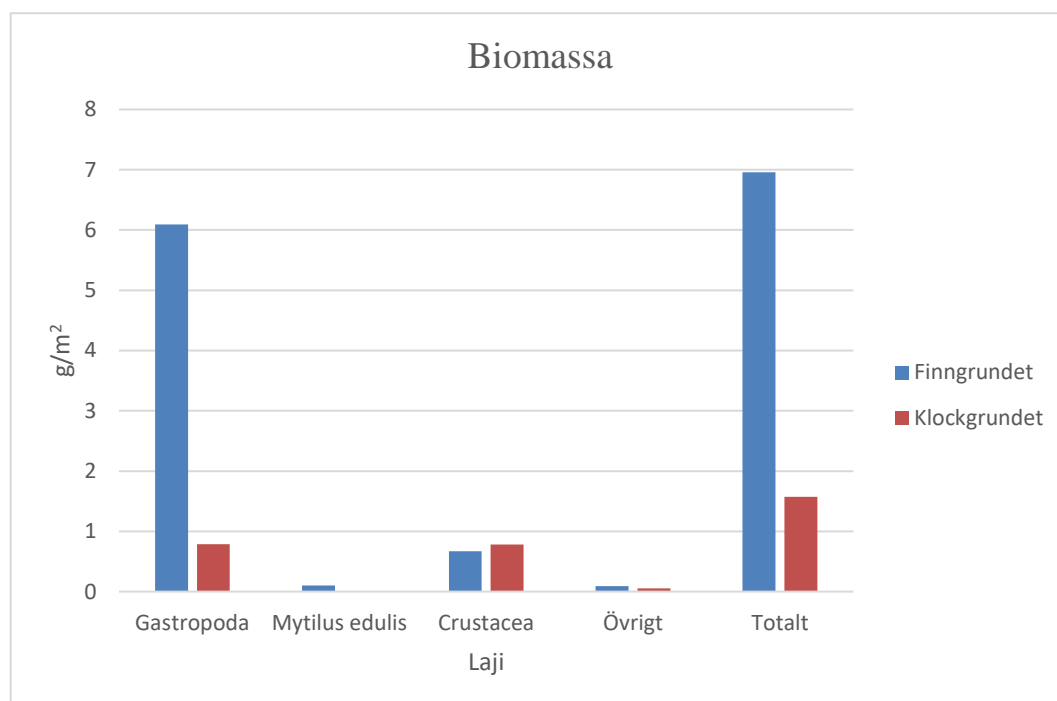


Kuva 16. Merellisien-, limnisten- ja murtovesilajien osuudet eri kohteilla Itämerellä. Korostettu alue osoittaa Finngrundenin sijainnin.



Kuva 17. Eri funktionaalisten ryhmien biomassat edellä olevassa kuvassa esitetyillä kohteilla. Gräsö voi kuvastaa Finngrundenin nykyistä biomassaa ja Holmöarna kuvastaa mahdollista tulevaisuuden skenaariota.

Tämän vertailun lisäksi Finngrundenista otettuja raaputusnäytteitä on verrattu Pohjanlahden Klockgrundetista otettuihin raaputusnäytteisiin (**kuva 18**). Tämä saattaa edustaa Finngrundenin kokonaiseläinbiomassan mahdollista tulevaisuutta, kun suolapitoisuus tulevaisuudessa laskee. Kaaviossa esitetty yhteenvedo eläimistöä koostu keskiarvosta 44 raaputusnäytteestä (26 Finngrundenista ja 18 Klockgrundetista). Biomassa on skaalattu g/m^2 , koska raaputusnäytteiden kehyksen pinta-ala on 400 cm^2 . Gastropoda-ryhmään kuuluvat *Lymnea sp.* ja *Theodoxus fluviatilis*, Crustacea-ryhmään kuuluvat *Gammarus*, *Idothea* ja *Jaera sp.* ja "muut" sisältää pienissä biomassoissa esiintyvän eläimistön, kuten sukkulamadot ja monisukasmadot. Tulokset voivat viitata merenpohjan eläimistön tulevaan kehityssuuntaukseen suolapitoisuuden laskiessa. Eläinryhmä, joka ei ole pienempi Klockgrundetissa, on Crustacea, mikä viittaa siihen, että äyriäiset saattavat säilyttää biomassansa suolapitoisuuden laskemisesta huolimatta.



Kuva 18. Finngrundetin (Selkämeri) ja Klockgrundetin (Pohjanlahti) kaavintanäytteiden vertailu (övrigt=muut, totalt=yhteensä).

Finngrundetin yleisin laji, *Gammarus oceanicus*, on tutkimuksissa osoittanut osmoottista stressiä alhaisemmissa suolapitoisuuksissa (Normant, Schmolz & Lamprecht 2004). Siksi sen tulevaisuus Finngrundenissa on epävarma. Näyttää kuitenkin siltä, että alueella on olemassa muita katkalajeja, jotka voivat korvata *Gammarus oceanicus*-lajin häviämisen mahdollisessa alhaisemmassa suolapitoisuudessa.

Malli ennustaa myös, että veden lämpötila nousee, mikä puolestaan voi vähentää sinisimpukoiden todennäköisyyttä toimia ravintona allille. Tämä liittyy siihen, että simpukoiden pehmytkudos pienenee suhteellisesti, kun simpukat hengittää enemmän lämpiminä talvina. Tämä tarkoittaa, että simpukoista tulee huonompilaatuista ravintoa

linnuille ja että simpukoiden selviytymismahdollisuudet huononee (Waldeck & Larsson 2013).

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Finngrundenin pohjaeläinten kokonaisbiomassat ovat tulevaisuudessa todennäköisesti pienemmät. Jo nyt vähälukuiset sinisimpukat vähenevät todennäköisesti yhä enemmän, ja tulevaisuudessa niillä ei todennäköisesti ole enää juurikaan merkitystä allin ravinnonlähteenä. Myös kotilot voivat vähentyä merkittävästi Klockgrundetiin tehdyn vertailun perusteella, vaikka tätä kehitystä pidetäänkin epävarmempana. Äyriäiset voivat hyvinkin olla edelleen runsaslukuisia, mutta todennäköisesti erilaisella lajistolla, jolla on enemmän limninen luonne kuin nykyään.

Finngrundenin tuulivoimapuiston vaikutukset alleille

Merituulivoimapuistojen yhteydessä esiintyvien allien käyttäytymistä on tähän mennessä tutkittu kahdessa tuulivoimapuistossa, Lillgrundissa Etelä-Öresundissa (Nilsson & Green 2011) ja Nystedissä Tanskassa (Petersen ym. 2011). Molemmille näille alueille on ominaista, että ne ovat enemmänkin allien toissijaisia esiintymisalueita verrattuna Itämeren keskiosassa sijaitseviin suuriin ja tärkeisiin avomeren matalikkoihin. Näin ollen niitä voidaan verrata Finngrundeniin, koska niillä on vain marginaalinen merkitys alleille.

Sekä Lillgrundissa että Nystedissä havaittiin, että allit välttelevät erittäin laajasti sekä itse tuulivoimapuistoa että tuulivoimapuistoa jopa 2 kilometrin säteellä. Lillgrundissa havaittiin, että allien tiheyksiin ei ollut vaikutuksia tämän säteen ulkopuolella. Tässä yhteydessä voidaan todeta, että ainakin Lillgrundissa on laajoja alueita, joilla on samankaltaisia elinympäristöjä, minkä vuoksi tässä yhteydessä ei ollut merkitystä alueen alleille että ne jäivät pienemmältä alueelta pois tuulivoimapuiston läheisyydestä (Nilsson & Green 2011).

Valitettavasti on epäselvää jos allit voivat tottua tuulivoimapuistoihin, koska tutkimukset koskien puistoja jotka ovat toimintavaiheessa ovat kestäneet liian lyhyen ajan. Lillgrundissa tutkimuksia tehtiin yhteensä neljä vuotta puiston perustamisen jälkeen. Tällä ajalla ei havaittu allin tottumista tuulivoimapuistoon (Nilsson & Green 2011), mutta sen sijaan tukkakoskelon havaittiin tottuvan.

Yleisesti ottaen voidaan päätellä, että tuulivoimapuisto Finngrundenilla vaikuttaisi alleihin ja johtaisi siihen, että ainakin osa talvehtivista alleista välttäisi aluetta. Toisaalta, kuten aiemmin mainittu, tällä ei ole merkitystä Itämeren talvehtivalle allipopulaatiolle, koska Finngrundenin merkitys lajille on marginaalinen.

Allit etsivät ravintoa mieluiten kohtuullisen syvissä vesissä, ja Itämerellä ne sukeltavat harvoin syvemmälle kuin 20 metriin, ellei sinisimpukoita ole runsaasti tarjolla. Finngrundenissa simpukkakeskittymä (mikäli sen sellaiseksi voi tunnistaa) löytyi matalilta matalikoilta. Suuremmat syvyydet aiheuttavat suuremman

energiankulutuksen allin sukeltamiseen, ja ne ovat kannattavia vain siellä, missä on tiheä simpukkapohja, kuten Hoburgs Bankissa. Tuulivoimapuiston rakentaminen syvempiin syvyyksiin, esimerkiksi 2 kilometrin puskurivyöhykkeellä Finngrundenin matalista alueista, ei vaikuttaisi kielteisesti Finngrundenin alleihin.

8. PÄÄTELMÄT

1. Finngrundeni on pohjoisin avomeren matalikko, jossa allit talvehtivat säännöllisesti. Kannalla on hyvin vähäinen merkitys Itämeren allikantaan.
2. Finngrundeniissa esiintyy vain vähän simpukoita, jotka kuuluvat allin pääravintoon. Finngrundeniin tärkeimmät ravintoresurssit alleille ovat äyriäiset ja simpukat. Finngrundeniin paikallisest ravintoresurssit riittävät ainoastaan harvalukuiselle talvehtivalle allipopulaatiolle.
3. Ilmastonmuutoksen seurauksena Itämeren suolapitoisuuden väheneminen ja lämpötilan nousu johtaa todennäköisesti siihen, että Finngrundeniilla on tulevaisuudessa vähemmän ravintoa alleille.
4. Allit välttää tuulivoimapuistoja. Finngrundeniin merkitys alleille voi vähentyä jos alueelle perustetaan tuulivoimapuisto. Tällä ei kuitenkaan todennäköisesti ole merkitystä Itämeren allikannalle (ks. kohta 1).
5. Tuulivoimapuiston perustaminen syvemmille vesille Finngrundeniin Natura 2000-alueen ulkopuolelle ei vaikuttaisi kielteisesti Finngrundeniin allikantaan.

9. VIITTEET

- Bustnes, J.O. & Systad, H. 2001. Comparative feeding ecology of Steller's Eider and Long-tailed Ducks in winter. *Waterbirds* 24:407-412.
- Durinck, J., Skov, H., Jensen, F.P. & Pihl, S. 1994. *Important Marine Areas for Wintering Birds in the Baltic Sea*. Ornis Consult, Copenhagen, Denmark.
- Goudie, R. I. & Ankney, C.D. 1986. Body size, activity budgets, and diets of sea ducks wintering in Newfoundland. *Ecology* 67:1475-1482.
- Green, M. & Nilsson, L. 2007. Rastande och flyttande fåglar vid Finngrundén 2007. En förstudie inför etablering av vindkraftverk till havs. Rapport Ekologiska Institutionen, Lunds Universitet, Lund.
- Green, M. & Nilsson, L. 2015. The importance of offshore areas in southern Öresund, Sweden for staging and wintering sea ducks. *Ornis Svecica* 25:24-39.
- Haas, F. & Nilsson, L. 2019. Inventering av sjöfåglar och gäss i Sverige. Årsrapport för 2018/19. Rapport Biologiska Institutionen, Lunds Universitet, Lund.
- Hammar L, Andersson S, Asplund M. 2007. Marine Monitoring vid Kristineberg AB Fiskebäckskil, Sweden. 2007:24.
- Isaeus M, Lindblad C, Grip K 2006. (Kapitel 3.3: Marin biologi) pp 22-32 i Naturvårdsverket, (2006). *Inventering av marina naturtyper på utsjöbankar*. Rapport: 5576
- Jamiesson, S.E., Robertson, G.J. & Golchrist, H. G. 2001. Autumn and winter diet of Long-tailed Duck in the Belcher Islands, Nunavut, Canada. *Waterbirds* 24:129-132.
- Kautsky H. 2000. Hoburg och Midsjö bankar - naturreservat eller vindmöllepark i utsjön. *Österjö 2000*: 34-35.
- Kube, J. 1996. The ecology of macrozoobenthos and sea ducks in the Pomeranian Bay. Marine Science Reports no 18. Baltic Sea Research Institute, Warnemünde, Germany.
- Lindblad C, Nikolopoulos A. 2010. Naturvårdsverket (2010) *Undersökning av utsjöbankar: inventering, modellering och naturvärdesbedömning*. Rapport: 6385
- Madsen, J. F. 1954. On the food habits of diving ducks in Denmark. *Danish Revue of Game Biology* 2:157-266.
- Mark- och miljödomstol, 2012-M 3905 | Infosoc Rättsdatabas.

- Meteorologiska institutet 2018. *Isvintern på Östersjön*. Stockholm.: <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/isvintern-pa-ostersjon> [2020-04-05].
- Nilsson, L. 1972. Habitat Selection, Food Choice and Feeding Habits of Diving Ducks in Coastal Waters of South Sweden during the Non-Breeding Season. *Ornis Scandinavica* 3: 55–78.
- Nilsson, L. 1980. De övervintrande alfåglarnas *Clangula hyemalis* antal och utbredning längs den svenska kusten. *Vår Fågelvärld* 39: 1–14.
- Nilsson, L. 2012. Distribution and numbers of wintering sea ducks in Swedish offshore waters. *Ornis Svecica* 22:39-59.
- Nilsson, L. 2016. Changes in numbers and distribution of wintering Long-tailed Ducks *Clangula hyemalis* in Swedish waters during the last fifty years. *Ornis Svecica* 26:162-176.
- Nilsson, L. & Green, M. 2007. .Rastande och flyttande fåglar vid Storgrundet 2007. En förstudie inför etablering av vindkraft till havs. Rapport från Ekologiska Institutionen, Lunds Universitet. Lund.
- Nilsson, L. & Green, M. 2011. Birds in southern Öresund in relation to the windfarm at Lillgrund. Final report of the monitoring program 2001-2011. Rapport från Biologiska Institutionen, Lunds Universitet.
- Nilsson, L., Ogonowski, M. & Staveley, T.A.B. 2016. Factors affecting the local distribution of the Long-tailed Duck *Clangula hyemalis* in Baltic offshore waters. *Wildfowl* 66:142-158.
- Normant M, Schmolz E, Lamprecht I. 2004. Heat production rate of the Baltic amphipod *Gammarus oceanicus* at varying salinities. *Thermochimica Acta*;415:135–9.
- Petersen, I. K., MacKenzie, M., Rexstad, E., Wisz, M.S. & Fox, A. D. 2011. Comparing pre- and post-construction distributions of long-tailed ducks *Clangula hyemalis* in and around Nysted offshore wind farm, Denmark: a quasi-designed experiment accounting for imperfect detection, local surface features and autocorrelation. CREEM Tech Report 2011.1-
- Peterson, S. & Ellarson, R.S. 1977. Food habits of Oldsquaws wintering on Lake Michigan. *Wilson Bulletin* 89:81-91.
- Sandman, A & Kautsky H. 2003. Plant and animal communities along the Swedish Baltic Sea coast..

- Skov, H., Heinänen, S., Zydalis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., Durinck, J., Garthe, S., Grishanov, G., Hario, M., Kieckbusch, J.J., Kube, J., Kuresoo, A., Larsson, K., Luigujoe, L., Meissner, W., Nehls, H.W., Nilsson, L., Petersen, I.K., Roos, M., Pihl, S., Sonntag, N., Stock, A. & Stipniece, A. 2011. *Waterbird Population and Pressures in the Baltic Sea*. Tema Nord 2011: 550.
- SMHI 2017. Havet och klimatet. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarioer-for-hav#scenario=rcp85,season=year,param=temperature>. Nedladdat 2020-03-19.
- Stempniewicz, L. 1995. Feeding ecology of the Long-tailed Duck *Clangula hyemalis* wintering in the Gulf of Gdansk (southern Baltic). *Ornis Svecica* 5:133-142.
- Stott, R.E.S. & Olson, D.P. 1973. Food-habitat relationships of sea ducks in the New Hampshire coastline. *Ecology* 54:996-1007.
- Vermeer, K. & Levinge, C.D. 1977. Populations, biomass and food habitats of ducks on the Fraser Delta intertidal area, British Columbia. *Wildfowl* 28:49-60.
- Waldeck P, Larsson K. Effects of winter water temperature on mass loss in Baltic blue mussels: Implications for foraging sea ducks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 2013;**444**:24–30.
- White, T. P. & Veit, R.R. 2019. Spatial ecology of long-tailed ducks and white-winged scoters wintering on Nantucket Shoals. *Ecosphere* 00(00):e0302.10.1002/ecs2.3002.
- Zydalis, R. & Ruskyte, D. 2005. Winter foraging of Long-tailed Ducks (*Clangula hyemalis*) exploiting different benthic communities in the Baltic Sea. *Wilson Bulletin* 117:133-141.

www.aquabiota.se