

Stillehavssøsters i Norden

Bestandsutvikling, overvåking og forvaltning



Om forfatterne



**Stein
Mortensen**



**Ane
Timenes
Laugen**



Åsa Strand



Per Dolmer



**Lars-Johan
Naustvoll**



**Anders
Jelmert**



**Jon
Albretsen**



**Göran
Broström**



**Malin
Gustafsson**



Alice Durkin



**Sevan
Esaghoolian
Khogyane**



**Hanna
Partoft**



**Mats
Bøgwald**

Stein Mortensen arbeider som seniorforsker ved Havforskningsinstituttet i Bergen, Norge. Hans forskningsområder er sykdommer hos skjell, smittespredning og forskning på østers. Han har fulgt arbeidet med stillehavsøsters siden arten dukket opp både i Norge og Sverige. Stein har ledet flere prosjekter som har vært støttet av Nordisk Ministerråd, og er prosjektleder for prosjektet "Høstbare østers" som utgir denne rapporten.

Ane Timenes Laugen er professor ved Universitetet i Agder, Kristiansand, Norge. Hun har bakgrunn i evolusjonær økologi og har siden 2006 forsket på stillehavssøsters og andre skjell gjennom prosjekter i Frankrike, Sverige og Norge og er spesielt interessert i stillehavssøstersens tilpasningskapasitet, invasjonshastighet og bidrag til økosystemtjenester. Hun inkluderer gjerne studenter i egne forskningsprosjekter og i samarbeidsprosjekter med nasjonale og regionale myndigheter.

Åsa Strand er dosent i marin økologi med fokus på marikultur på IVL Svenska Miljöinstitutet. Hennes forskningsområde inkluderer utnyttelse av marine ressurser med fokus på forvaltning og kommersiell utnyttelse blåskjell, flatøsters og stillehavssøsters, både i ville bestander og i oppdrett. Hun har arbeidet med stillehavssøsters siden 2006 i ulike prosjekter, med særlig fokus på demografisk utvikling og spredning, økosystemtjenester, utfordringer og forvaltningsspørsmål.

Per Dolmer driver rådgivningsvirksomheten Blue Research ApS. Han har rådgivningserfaring i forhold til bærekraftig utvikling av akvakultur og fiskeri, herunder etablering og drift av skjelldyrkingsanlegg, analyser av miljøeffekter fra fiskeri og akvakultur og utarbeidelse av utviklingsstrategier for fiskeri- og akvakulturbedrifter. Per har arbeidet med stillehavssøsters siden arten dukket opp i Danmark, og var en av initiativtakerne til søstersnettverket mellom de tre skandinaviske landene. Han har deltatt i en rekke nasjonale og internasjonale forskningsprosjekter om stillehavssøsters.

Lars-Johan Naustvoll er forsker ved Havforskningsinstituttet i Flødevigen utenfor Arendal, Norge. Hans er utdannet innen marin økologi med spesialisering innen mikroalger. Hans forskningsområde er primært knyttet til matvaretrygghet, med fokus på akkumulering av biotoksiner i skjell. I tillegg til matvaretrygghet har han arbeidet med kartlegging og overvåking av stillehavssøsters i Skagerrak regionen og vært del av interne og eksterne prosjekter på stillehavssøsters.

Anders Jelmert er forsker ved Havforskningsinstituttet i Flødevigen utenfor Arendal, Norge. Han er mikrobiell økolog, og har tidligere jobbet med økologiske aspekter (bakterier/bakteriebeiting) ved kultivering av tidlige livsstadier hos marine oppdrettsarter (kveite). Han har siden midten av 1990-tallet arbeidet med fremmede marine arter, og arbeidet med overvåking og kartlegging av stillehavssøsters siden 2010.

Jon Albretsen er forsker ved Havforskningsinstituttet ved Forskningsstasjonen i Flødevigen utenfor Arendal, Norge. Hans forskningsområder er primært hydrodynamisk modellering som involverer strømmodeller og biofysiske partikkelsporingsmodeller med mange ulike problemstillinger for ulike arter. Hans involvering med Stillehavssøsters har vært ulike perspektiver som involverer det fysiske miljøet.

Göran Broström er professor i oseanografi ved Institutionen för marina vetenskaper ved Göteborgs universitet. Han arbeider med høyoppløste dynamiske modeller i regional skala og for kystområdene. Studier av hvordan ulike partikler beveger seg og hvordan dette beskrives er relevant for forståelsen av spredning av søsterslarver.

Malin Gustafsson arbeider som forsker på IVL Svenska Miljöinstitutet i Sverige. Hun har bakgrunn innenfor oseanografi og spredningsmodellering og har i perioden 2018–2021 deltatt i et forskningsprosjekt der hun har utviklet spredningsmodeller for blåskjell og flatøsters.

Alice Durkin har mastergrad i kystsoneøkologi fra Universitetet i Agder, Kristiansand, Norge. Hun har bidratt i feltarbeid på utbredelse av stillehavsøsters og sammenstilt inventeringsdata for Skagerrak, Kattegat, Øresund og Bælterne fram til 2020.

Sevan Esaghoolian Khogyane har mastergrad i kystsoneøkologi fra Universitetet i Agder, Kristiansand, Norge. Han har sammenstilt informasjon om inventeringsmetoder og bidratt til utvikling av flytskjema og inventeringsprotokoller.

Hanna Partoft har mastergrad i kvantitativ økologi fra University of Glasgow, Skottland. Hun har en BSc-grad fra University of Stirling, Skottland, hvor hun arbeidet med å utvikle en tilvekstmodell for stillehavsøsters basert på feltinventeringsdata. Hanna har utarbeidet utbredelseskartene i denne rapporten.

Mats Bøgwald er PhD-stipendiat ved Havforskningsinstituttet i Bergen hvor han studerer parasitten *Marteilia pararefringens* sin livssyklus og utbredelse i norske blåskjellbestander. Som del av graden jobber han i tillegg med feltarbeid for å kartlegge spredningen av stillehavsøsters langs norskekysten, samt bidra til habitatbeskrivelser av undersøkte områder.

Om SNOK-prosjektet og rapporten

Da stillehavssøstersen etablerte seg i svenske og norske kystområder i 2007, etablerte vi et samarbeid mellom svenske, danske og norske forskere. Nettverket ble utvidet med ressurspersoner fra forvaltningsorganene og skjelldyrkere og -høstere, og fra 2011 og frem til i dag har vi gjennomført tre prosjekter med støtte fra Nordisk Ministerråd. Først beskrev vi utbredelsen og de biologiske «flaskehalsene» arten har. Dette ga oss et felles grunnlag for å kunne forstå utbredelse og dynamikken i bestandene. Deretter så vi på hvordan vi kan gjøre den til en ny nordisk ressurs. I 2019 ga vi ut en rapport som oppsummerte kunnskapen om arten i nordiske farvann, og presenterte råd og løsninger på en rekke spørsmål knyttet til håndtering og høsting av stillehavssøsters, samt grunnlaget for østersturisme (<https://www.norden.org/no/publication/hosting-av-stillehavssosters>).

Denne [filmen](#) presenterer prosjektet og prosjektgruppen.



Innhold

Om forfatterne	2
Om SNOK-prosjektet og rapporten	5
Forord	7
1. Sammendrag, konklusjoner og anbefalinger	9
2. Innledning	13
3. Datagrunnlaget	14
4. Stillehavsøstersens utbredelse i 2021	18
5. Validitet av spredningsmodellering av stillehavsøsters	21
6. Utvikling av inventeringsmetodikk og inventeringsmanual	25
7. Næringsutøvernes vurdering av ressursen	30
8. Miljøeffekter av høsting og bekjempelse	36
9. Epilog - anbefalinger for tiltak	41
Referanser	43
Vedlegg A: Inventering av grunne lokaliteter (0–1 m) med gangbar topografi/ substrat	45
Vedlegg B: Manuell inventering av grunne lokaliteter (0–1 m) med krevende/ ikke gangbar topografi/substrat	56
Vedlegg C: Inventering av dypere habitat (> 1 m)	58
Om denne publikasjon	60

Denne publikasjonen finnes også som en webtilgjengelig online-
versjon: <https://pub.norden.org/temanord2022-504>.

Forord

Stillehavssøstersen er etablert som en ny art i nordiske kystfarvann. Dette er en art som får mye oppmerksomhet, både fra potensielle næringsaktører, forvaltning og brukere av kystsonen. Folk som bruker gruntvannsområdene langs kysten oppdager stillehavssøstersen i stadig nye områder, både som fastsittende skjell på svaberg og brygger og som løse skjell i på grunt vann. På grunn av artens skarpe skallkanter og faren for kuttskader får arten mange negative medieoppslag i sommerperioden, samtidig som publikums bruk av kystsonen gir mange innrapporteringer av funn. Denne type folkeforskning gir mye informasjon som verifiseres og blir en del av kartleggingen, og gradvis får vi en bedre oversikt over stillehavssøstersens utbredelse. Fra arten etablerte seg i Norden har vårt nordiske samarbeide systematisk generert kunnskap om utbredelsen av stillehavssøsters, dynamikken i bestandene og hvilke områder som blir kolonisert.

Det er allment akseptert at stillehavssøstersen er permanent etablert i våre farvann, og stadig utvider sitt utbredelsesområde. Mange steder organiseres det ryddekampanjer, hvor man fjerner stillehavssøsters. Fjerning av østers er et viktig tiltak for å rydde spesielt viktige eller verneverdige miljø, som for eksempel badestrender og marine verneområder, men det er viktig å understreke at fjerning og ryddekampanjer ikke har noen effekt på den videre utbredelsen av stillehavssøsters i nordiske kystområder.

Stillehavssøstersen er ikke bare et problem, men også en ny ressurs. Både i Danmark, Sverige og Norge har skjellbedrifter begynt å utnytte arten. Det er etablert anlegg som kan ta imot, oppbevare og distribuere østers ut i markedene. Gradvis endres fokus fra problem til en ressurs. Stillehavssøstersen kan bli en ny, spennende nordisk matressurs. Hvis vi skal nå det målet må vi etablere en ny og tilpasset modell for høsting og bruk. Første trinn er å utrede hvordan kommersielle interesser kan bidra til at det utvikles en effektiv forvaltning av arten, hvor negative effekter reduseres og positive effekter økes. I denne rapporten går vi derfor inn i praktiske spørsmål knyttet til kartlegging, overvåking og høsting av stillehavssøsters. Vi ønsker å bygge opp kunnskap om bestandene og bidra til at det etableres en metode for å kunne vurdere hvor stor del av bestandene som er høstbare. Vi har derfor utarbeidet felles metoder for kartlegging og praktisk arbeid med stillehavssøsters.

Rapporten er en fortsettelse av, og et supplement til, vår TemaNord Rapport fra 2019: Høsting av Stillehavssøsters. Målgruppen er derfor primært nasjonale myndigheter og beslutningstagere, og sekundært forskere og bedrifter som ønsker å høste og utnytte stillehavssøsters. Vi håper og tror at rapporten også kan bidra i en prosess med å få på plass en hensiktsmessig forvaltningsmodell som kan bidra til å gjøre stillehavssøsters til en høstbar og attraktiv ressurs.



Figur 1. Vakkert fargespill, men farlig
skarp skjellkant

Foto: Stein Mortensen

Prosjektgruppen i prosjektsamarbeidet SNOK (**S**candinavian **N**etwork on **O**yster **K**nowledge) har arbeidet sammen i mer enn ti år. I arbeidet med denne rapporten har vi fått bidrag fra kolleger i det nettverket som er bygget opp i prosjektene, og fra studenter som har arbeidet med stillehavsøstersen i sine oppgaver og i feltarbeid i prosjektperioden.

Bergen, 20 desember 2021

Stein Mortensen



1. Sammendrag, konklusjoner og anbefalinger

Stillehavssøsters

Stillehavssøstersen er en av verdens viktigste oppdrettsarter. Den er blitt flyttet fra sitt opprinnelige leveområde i Asia, til nesten alle verdenshjørner. Siden 1960-årene er den blitt en viktig art i mange Mellom-Europeiske skjell dyrkingsområder. Stillehavssøstersen har spredd seg ut fra dyrkingsområdene i Frankrike og Nederland og etablert ville bestander som har bredd seg stadig nordover. Arten er invasiv, ekspansiv og svært tilpasningsdyktig. Stillehavssøstersen trives på grunt vann, og kan etablere seg i svært tette bestander. Siden stillehavssøstersen er innført til Europa er den på den norske fremmedartslisten, og er klassifisert som en art med «svært høy risiko» både i Sverige, Norge og Danmark. Det betyr at det vurderes at den kan føre til endringer i økosystemene.

Utbredelse i nordiske kystfarvann

Stillehavssøstersen ble innført til de nordiske landene som en ny akvakulturart i 1977–1979, men etablerte ikke ville bestander den gangen. Tidlig på 1990-tallet ble det funnet ville bestander i den danske delen av Vadehavet, og i 2002–2003 ble de første bestandene observert i Limfjorden. I 2007 fikk vi en massiv etablering langs kysten av Sverige og Sør-Øst-Norge. Stillehavssøstersen har siden den gang etablert reproduserende bestander og sprer seg gradvis, både nord- og sydover.

Utnyttelse av stillehavssøsters som en ny, nordisk ressurs

Nordiske skjelldyrkere og -høstere har startet høsting av vill stillehavssøsters, og det er etablert flere mottak som samler opp, renser og omsetter østers til konsum. Noen bedrifter ser også på mulighetene for å etablere «østersturisme» hvor gjester får delta på innsamling og tilberedning av østers. Vi har erfart at utvikling av næringsaktivitet basert på stillehavssøsters aktualiserer en rekke praktiske og juridiske problemstillinger, som eierskap til ressursen, høstemetoder, regler for oppbevaring og kontroll av mattryggheten. Ved fjerning av stillehavssøsters får vi

store mengder østers som av ulike grunner ikke kan gå til konsum. Det må utvikles alternative bruksområder for disse, både for å øke kostnadseffektiviteten i ryddekampanjene og sirkulariteten i produksjonssystemet.

Formålet med rapporten

I denne rapporten beskriver og evaluerer vi de verktøyene som kan anvendes til å beskrive utbredelsen av arten. Denne kunnskapen er et viktig grunnlag, både for skjellnæringen og forvaltningsmyndighetene i de nordiske landene. Siden stillehavsøsters har en stor tilpasningsevne, har den et vesentlig større utbredelsesområde enn forventet ut fra eksisterende kunnskap om artens biologi. Det er viktig å øke kunnskapsgrunnlaget om østersens tilpasningsevne, nåværende og fremtidige utbredelse, samt interaksjon med lokale arter. Metoder for høsting og bekjempelse av stillehavsøsters blir diskutert. Målgruppen er primært de nasjonale myndigheter og beslutningstakere, og sekundært forskere og bedrifter som vil utnytte stillehavsøsters som en ny, nordisk ressurs.

Studier og modellering av spredningen

Østers har pelagiske (frittselevende) larver, som spres med vannstrømmene. Spredningen vil derfor i hovedsak følge vannets strømmønster. Donorbestandene som slipper larver finnes i det meste av utbredelsesområdet og vil stadig forsyne nye områder med larver. Larvespredning basert på havstrømmer kan beskrives med ulike typer av oseanografiske modeller. Etablering av nye bestander er imidlertid avhengig av en rekke forhold, som hvilket dyp donorbestandene befinner seg på, når og hvor det forekommer gyting, larvenes plassering i vannmassene, overlevelse og i hvilken grad de finner (og velger) et egnet substrat (underlag) når de er klare for å feste seg. Den romlige konsentrasjonen av larver og sannsynlighet for bunnslag kan altså være påvirket av svært lokale forhold, som ofte ikke er tatt inn i spredningsmodellene. Spredningsmodeller som kun baseres på strøm og temperatur har derfor liten eller ingen verdi for å predikere spredning av stillehavsøsters inn i nye områder. Modellenes oppløsning må altså forbedres for at spredningsforholdene i grunne områder der østersen finnes skal kunne modelleres. Erfaringene fra de siste års kartlegginger viser at stillehavsøsters etablerer seg i bestemte habitater. Kartlegging av habitater og data om lokale forhold må derfor også inngå i eventuelle spredningsmodeller.

Felles nordiske metoder for kartlegging og overvåking

For å forstå stillehavsøstersens etablering, tilpasning og spredning i nordiske farvann er det viktig å utveksle erfaringer og samarbeide om å utvikle metoder for å studere bestandene i hele utbredelsesområdet. I prosjektet har vi samarbeidet om feltarbeidet, innsamling av data og beskrivelser av både etablering og biologiske «flaskehalser». I denne rapporten presenterer vi felles inventeringsmanualer (prosedyrer for overvåking og kartlegging) som kan brukes i alle sammenhenger og områder hvor man arbeider med stillehavsøsters. Manualene ligger som tre vedlegg.

Vi anbefaler at disse manualene brukes ved all overvåking, kartlegging, høsting og rydding av stillehavsøsters, og brukes for å opparbeide et felles datasett som kan gi verdifull informasjon om bestandene, både for forskere, forvaltere og næringsutøvere.

Vurdering av den høstbare delen av bestandene

For å utvikle en næring basert på høsting av ville stillehavsøsters trengs det kunnskap om bestandene i de ulike høsteområdene. Tette bestander av solitære østers på underlag av sand eller grus er enkle å høste og gir stort utbytte per innsats, mens østers som vokser på fast underlag eller sammenklumpet i rev er i mindre grad høstbare. Viltvoksende stillehavsøsters har mer variabel form og ofte tykkere skall enn dyrkede. Andelen høstbare østers avgjøres både av de individuelle østers, men også av skjellbedriftens evne til å finne markeder for ulike graderinger av østers. Skjell som vokser i klumper må enten skilles eller brukes til andre formål enn direkte konsum. Vi anbefaler at den høstbare delen av bestanden alltid beregnes og beskrives under kartlegging, ryddekampanjer og høsting. På denne måten kan det opparbeides data som kan brukes av næringen for å vurdere den høstbare delen av bestandene, kvalitet og således markedspotensial.

Miljøeffekter av høsting og fjerning

Det er ikke mulig å fjerne stillehavsøstersen helt eller begrense spredningen ved hjelp av høsting eller ryddekampanjer. Stillehavsøsters er imidlertid ikke bare et problem. Den kan også ha en positiv effekt på biodiversiteten. Bestander av stillehavsøsters kan i noen områder endre en kyststrekning uten stein eller makroalger til å bli en tredimensjonal struktur med større økologisk kompleksitet. Forekomsten av stillehavsøsters kan således både tilby et fødegrunnlag og skjulesteder for fiskeyngel og mindre fiskearter. Fjerning av stillehavsøsters fra denne type områder kan derfor bidra til at det blir færre arter og trofiske nivåer i et økosystem. Høsting med redskaper eller intensiv tilstedeværelse i et område kan også medføre negativ påvirkning på habitater og økosystem. I Sverige og Norge foregår høsting av stillehavsøsters oftest til fots eller ved snorkling på grunt vann, avhengig av bunnforholdene. På grunt vann brukes det gjerne håndholdte redskaper. Rydding av blandede skjellbanker må gjøres med forsiktighet for å unngå ødeleggelse av de hjemmehørende artene. Rydding av bløtbunnsområder krever en eller annen form for flytehjelp eller bruk av plukkeredskap fra båt, slik at bunnen ikke skades.

Næringsutøvernes vurdering av ressursen

Næringsutøverne ser et visst potensiale i å utnytte bestandene av stillehavsøsters. Produktet konkurrerer med importerte stillehavsøsters fra Frankrike og Nederland, og prissettes derfor ut fra prisen på de importerte østersene. Markedet etterspør primært østers med en størrelse på 85–100 gram. Høstede stillehavsøsters oppnår sjeldent en merpris basert på produktets historie. Det har altså foreløpig ingen eller begrenset verdi at det er snakk om en lokal og bærekraftig utnyttet råvare, at

produktet har en unik smak alt etter innsamlingslokalitet, eller at man høster og utnytter en invasiv art. Flere østersprodusenter peker på at med den gjeldende prissettingen av produktet, er det vanskelig å skape en fornuftig forretning. Prisen for produktet er ca 8–10 DKK, og denne prisen skal betale for åpning av områder i forhold til mattryggheten, innsamling for hånd, snorkling eller dykking, sortering og rensning av produktet, pakking og transport til kunden. En utfordring for omsetningen av stillehavsøsters er gyteperioden i august-september, hvor østersen ikke kan omsettes på grunn av redusert kvalitet. Disse problemstillingene kan håndteres gjennom levendelagring i landbaserte, lukkede systemer med lav vanntemperatur, som blant annet gjøres i Sverige. Næringsutøverne peker også på at tillatelser til dyrking av triploide østers vil kunne redusere omkostninger ved produksjon av stillehavsøsters, og vil kunne sikre leveranser i august-september.

Stillehavsøsters som en ny, nordisk ressurs

Utnyttelse av høstbare østers er også avhengig av forbrukernes oppfatning og preferanser. Det er gjort lite arbeid for å etablere stillehavsøsters som et nytt, nordisk produkt. Våre tester, og informasjon fra næringsutøvere, viser at den nordiske østersen har et potensiale som en ny råvare med en egen profil. På tross av at det gjøres en del produktutvikling og "branding" i regi av skjellbedriftene anbefaler vi at det gjøres et generisk arbeid med produktutvikling og utvikles en felles kvalitetsgradering og et nordisk "image". Arbeidet med å utvikle produktspekter og bruksområder bør prioriteres, slik at en størst mulig del av stillehavsøstersen blir kommersialiserbar, og dermed høstbar.

Samarbeid med forvalterne

Våre nordiske nettverksprosjekter har gjennom ti år fokusert på dialog med forvalterne i de nordiske landene. Samlet gir rapporten "Høsting av stillehavsøsters" fra 2019 og denne rapporten et oppdatert kunnskapsgrunnlag og danner en plattform for å kunne håndtere og utnytte stillehavsøsters i Nordiske kystområder. Vi har avholdt flere nettverksmøter hvor det er tatt opp en rekke tema knyttet til høsting, omsetning og forvaltning av stillehavsøstersbestandene. Denne prosessen har vært svært positiv, men det gjenstår fremdeles å finne løsninger på en del praktiske forhold som muliggjør en videre næringsutvikling. En næringsutvikling som realiserer potensialet for utnyttelsen av stillehavsøsters forutsetter en høy grad av hurtig innovasjon i forvaltningen, for eksempel når det gjelder å sikre mattryggheten for små partier av østers, etablere depotbanker, tillatelse til å bruke ulike høsteredskaper, håndtering av avfall, osv. Prosjektet vil ta initiativ til et kontaktmøte med forvalterne, for å identifisere de mest aktuelle innsatsområdene for forskningsaktivitet og videre utvikling.



2. Innledning

Stillehavssøstersen er en relativt ny art i nordiske kystområder (Wrange m fl 2010), og siden arten etablerte seg i Sverige og Norge har vi hatt et samarbeid mellom svenske, danske og norske forskere. Dette nettverket ble utvidet med ressurspersoner fra forvaltningsorganene og skjelldyrkere og -høstere, og fra 2011 og frem til i dag har vi gjennomført tre prosjekter med støtte fra Nordisk Ministerråd. I første fase beskrev vi utbredelsen og de biologiske «flaskehalsene» arten har. Dette ga oss et felles grunnlag for å kunne forstå artens utbredelse og dynamikken i bestandene og legge et grunnlag for forvaltningen (Mortensen m fl 2017). Neste spørsmål var hvordan vi kan gjøre den til en ny nordisk ressurs. I 2019 ga vi derfor ut en rapport som oppsummerte kunnskapen om arten i nordiske farvann, og presenterte råd og løsninger på en rekke spørsmål knyttet til håndtering og høsting av stillehavssøsters, samt grunnlaget for østersturisme (<https://www.norden.org/no/publication/hosting-av-stillehavssosters>).

Stillehavssøsters står på den norske Artsdatabankens fremmedartsliste fra 2018, i kategorien svært høy risiko. Arten har stort invasjonspotensiale, og middels økologisk effekt. Økt utbredelse av stillehavssøsters kan medføre tap både av biologisk mangfold og rekreasjonsverdi i kystsonen. Det er ikke mulig å bli kvitt arten, så hovedmålet er å redusere forekomsten og konsekvensene av etablerte forekomster. Kartlegging og tallrike enkeltobservasjoner viser at arten har fått fotfeste i mange områder langs kysten i Sør-Norge, fra Østfold til Vestland, og det er gjort funn helt nord til Møre og Romsdal. Både Laugen m fl (2015), Jelmert m fl (2019) og Durkin (2021) beskriver utbredelsen av stillehavssøsters langs den skandinaviske kystlinjen. Videre ser vi at arten etablerer seg stadig lengre sørover gjennom Øresund og Bælterne mot de vestlige deler av Østersjøen (Durkin 2021).

Denne rapporten er en fortsettelse av vår rapport fra 2019, og har fokus på kartlegging av stillehavssøsters og vurdering av mulighetene for å etablere kommersiell høsting. Formålet er å sammenfatte dagens kunnskap om utbredelsen av stillehavssøsters, beskrive og evaluere de verktøyene som kan anvendes til å beskrive utbredelse av arten. Innsamlede utbredelsesdata vil bli brukt til kartlegging av bestandstetthet og bankestrukturer, og dermed hvor høstbare bestandene er. Metoder for høsting og bekjempelse av stillehavssøsters blir diskutert.



3. Datagrunnlaget

Sverige

Datagrunnlaget for oversiktsbeskrivelsen av den geografiske utbredelsen langs hele den svenske vestkysten fra Strømstad til Malmø består i hovedsak av rapporter fra ulike studentprosjekter fra Gøteborgs Universitet (SE), Lunds Universitet (SE), University of Stirling (UK) og Yrkeshøgskolan Novia (FI) (Hanstén 2017). Dette datamaterialet beskriver i hovedsak forekomst eller fravær av østers, men inneholder i noen tilfeller også informasjon om bestandstettheter. I tillegg finnes upubliserte datasett fra oppfølgingsstudier til en del av de tidligere inventeringene, samt data fra målrettede studier, som overvåking av vinterdødelighet (Strand m fl 2012) og sommerdødelighet (Mortensen m fl 2016).

Detaljerte undersøkelser av utbredelse og bestandstettheter er beskrevet i kjerneområdet av artens utbredelse, fra Strømstad til Orust. Disse inventeringene (Thorngren m fl 2019; Bergström m fl 2021; Strand m fl, in prep) er gjennomført i prosjekter som har hatt hovedfokus på undersøkelser av flatøsters og/eller blåskjell, men som også har registrert forekomst og tetthet av stillehavsøsters, og som er gjennomført som en del av SNOK-arbeidet.

I Sverige kan allmuen rapportere inn funn av stillehavsøsters via artportalen.se og via "Rappen", en appbasert løsning som er koblet opp mot til havs- og vattenmyndigheten. Artportalen gir et overblikk over funn av østers, men kvaliteten på innrapporterte funn behøver verifisering, siden både skall og levende østers innrapporteres.

Danmark

I forbindelse med SNOK-projektet er det gjennomført overvåkning av stillehavsøsters på 24 stasjoner i området mellom den mer salte delen av den vestlige del av Østersjøen, hvor det forekommer stillehavsøsters, og den mere brakke delen, hvor det ikke forekommer stillehavsøsters. Formålet med overvåkingen har vært å bestemme fronten for bioinvasjonen, og fastlegge denne i forhold til saltholdighet. De undersøkte stasjonene er vist på figur 2. Det ble i alt funnet stillehavsøsters på fem stasjoner i den delen av undersøkelsesområdet som har høyest saltholdighet.

I Danmark kan publikum melde inn funn av observerte arter, inklusive stillehavsøsters, til applikasjonen Naturbasen (www.naturbasen.dk). Denne databasen gir et oppdatert overblikk over utbredelsen av stillehavsøsters i danske farvann.



Figur 2. Stasjoner som ble kartlagt i 2021, i forbindelse med SNOK-prosjektet. Blå markeringer angir stasjoner uten stillehavsøsters og røde markeringer angir stasjoner hvor det ble funnet stillehavsøsters.

Norge

Havforskningsinstituttet har arbeidet med kartlegging av stillehavsøsters siden 2008–2010. Tidlige undersøkelser var dels konsentrert om kartlegging av utbredelse langs Skagerrakkysten, men også om påvirkning fra to uvanlig kalde vintre (2009–2011). I 2010 var det registrert rundt 50 forekomster langs Skagerrakkysten (<https://fisk.no/fiskeri/2498-stillehavsostersen-en-stayer>). På Vestkysten, fra Rogaland til Sogn blir det nå gjennomført en kartlegging på utvalgte lokaliteter. Lokalitetene er basert på egne funn, innmeldte funn (citizen science), samt besøk på alle lokaliteter som ble fastlagt i DHIs rapport fra 2018 (Birkeland m fl 2018) (se kapittel 5).

Universitetet i Agder har i 2020 og 2021 kartlagt stillehavsøstersforekomster i østre deler av Agder og deler av Rogaland. Statsforvalterne i Rogaland (<https://prosjekt.temakart-rogaland.no/nn/>) og Agder (<https://fylkesmannen.maps.arcgis.com/apps/CrowdsourceReporter/index.html>) har også egne kart- og rapporteringsløsninger som er tilgjengelig for allmennheten.

I Norge kan publikum melde inn funn av fremmede arter, inklusive stillehavsøsters, til Havforskningsinstituttet via e-post eller applikasjonen Dugnad for havet (<https://dugnadforhavet.no/>). Alle funn blir registrert og noen av funnene blir fulgt opp med en synfaring eller feltarbeid på lokaliteten.

I tillegg til inventeringene som er gjort av forvaltere og forskere legges stadig nye observasjoner også til i åpne databaser som [Artsobservasjoner.no](https://artsobservasjoner.no), [Artportalen.se](https://artportalen.se), og [Naturbasen.dk](https://naturbasen.dk).



Figur 3. I forbindelse med kartlegging og fjerning er det viktig å kunne skille flatøsters (som er stedegen og mange steder bør vernes) og stillehavsøsters. Artene har forskjelling form, farge og struktur på skallet, så artsbestemmelsen er stort sett enkel. Flatøstersen (til venstre) er flat, ofte rund og har en fint fliket overflate. Stillehavsøstersen er oftest mer avlang, har dypere underskall og grov, bølget skalloverflate med skarpe skallkanter. Den har ofte mørke, brun-lilla radiære striper.

Foto: Stein Mortensen

Vi har lagt ut en [video](#) som viser forskjellene.





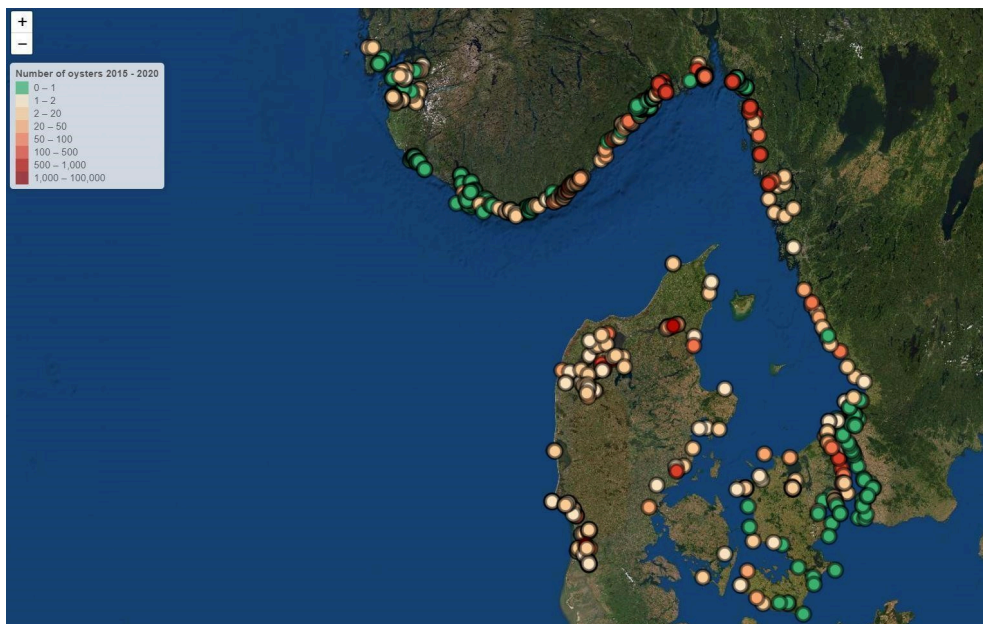
4. Stillehavssøstersens utbredelse i 2021

Utbredelse av stillehavssøsters i Skandinavia

Stillehavssøstersen er etablert langs det meste av den skandinaviske kystlinjen med unntak av Østersjøen (Figur 4). Det har bygget seg opp en rekke reproduserende bestander. Gytingen er styrt av miljøforhold, særlig temperatur, men saltholdigheten kan også påvirke reproduksjonspotensialet. Utbredelsen i kjerneområdene (Gøteborg — Kristiansand) er stabil. Selv om den noen år påvirkes av perioder med økt naturlig dødelighet forårsaket av kalde vintre (Strand m fl 2012), sykdomsutbrudd (Mortensen m fl 2016) eller blir fjernet fra badestrender av frivillige dugnadsinnsatser (Marcussen m fl, in prep), påvirkes den totale biomassen (Reamon m fl, in prep) og gjennomsnittstettheten (Tangen 2017–2021) relativt lite.

Artens nordlige invasjonsfront ligger i dag i Vestland på vestkysten av Norge og den østlige fronten ligger i den østlige del av Danmark og i Øresund mellom Sverige og Danmark. Vi samarbeider om kartlegging og beskrivelse av etablering av stillehavssøsters i disse frontene. Studier i disse områdene tyder på at etableringen er i en tidlig fase (Durkin 2021).

På vestkysten av **Norge** er det mange, men spredte, funn i ytre strøk, og typisk registreringer på grunne, strømrrike hardbunnsområder. Opphavet til søstersene er ukjent, men registreringene ligger i midtre/ytre strøk, primært påvirket av kyststrømmen. Spredning av funnene tyder på at spredningen er mer eller mindre tilfeldig, og at lokale forhold og habitattype er avgjørende for hvor larvene bunnsår. Vi viser til diskusjonen om spredning i kapittel 5. På noen lokaliteter ser det ut til å bygge seg opp små, lokale bestander. Disse lokalitetene vil bli fulgt opp, og den innsamlede informasjonen brukes som bakgrunn for både lokale planer og en felles forvaltningsplan og -tiltak.



Figur 4: Stillehavssøstersen er utbredt langs det meste av den skandinaviske kystlinjen. Mot syd-øst ser arten ut til å være begrenset av vannets saltholdighet, og forekommer ikke – eller med få individer – i det sydøstlige Danmark inn i Østersjøen. Mot nord er arten i en etableringsfase hvor det nå bygger seg opp bestander i Rogaland, mens funnene nordover i Vestland er mer spredd. Prosjektet innsamler data fra hele utbredelsesområdet for å kunne oppdatere utbredelseskartet fortløpende.

[Lenke til interaktivt kart](#)

I **Danmark** er stillehavssøsters utbredt i samtlige kystområder unntatt i de mest brakke områdene. I den østligste delen av smålandsfarvannet, den østligste del av Femern Bælt og fra Køge Bugt og sydover, samt omkring Bornholm er det ikke observert stillehavssøsters. Enkelte steder, som i Vadehavet og ved Agger Tange i den vestligste delen av Limfjorden er arten revdannende. Ellers er det hovedsakelig mindre aggregater av sammenvokste stillehavssøsters og solitære individer. De største forekomstene finnes på lokaliteter med gode strømforhold, som i munninger av sund og på spissen av havnemoloer. Forekomstene av stillehavssøsters har i liten grad gitt negative sosioøkonomiske effekter. Forekomsten av stillehavssøsters har derimot skapt en stor interesse i befolkningen for østers som mat, og det er etablert både høsting og turismeaktiviteter som har bidratt til å skape arbeidsplasser og økonomisk vekst utenfor byområdene.

I **Sverige** er stillehavssøstersen utbredt fra norskegrensen til Malmö (Durkin 2021). De største bestandstetthetene forekommer i områdene nord for Göteborg. Her finnes bestandene i skjærgården, i grunne vik og sund. Vi ser tydelige habitatpreferanser, for eksempel størst forekomst på 0–4 meters dyp, ved lavt innhold av grus i substratet og i områder med saltholdighet over 18 ppt, samt økende forekomster med avtagende bølgeeksponering (Bergström m fl 2021). Stillehavssøstersen har en del negative effekter på friluftsliv, vanngjennomstrømming og danner blandede skjellbanker med lokale skjellbestander. Samtidig forekommer også lokal høsting av ville stillehavssøsters til privat forbruk og salg til kunder og restauranter.

Den relativt bratte salinitetsgradienten og kystlinjens beskaffenhet gjør at forekomster og tettheter avtar jo lenger sør langs svenskekysten vi beveger oss. De

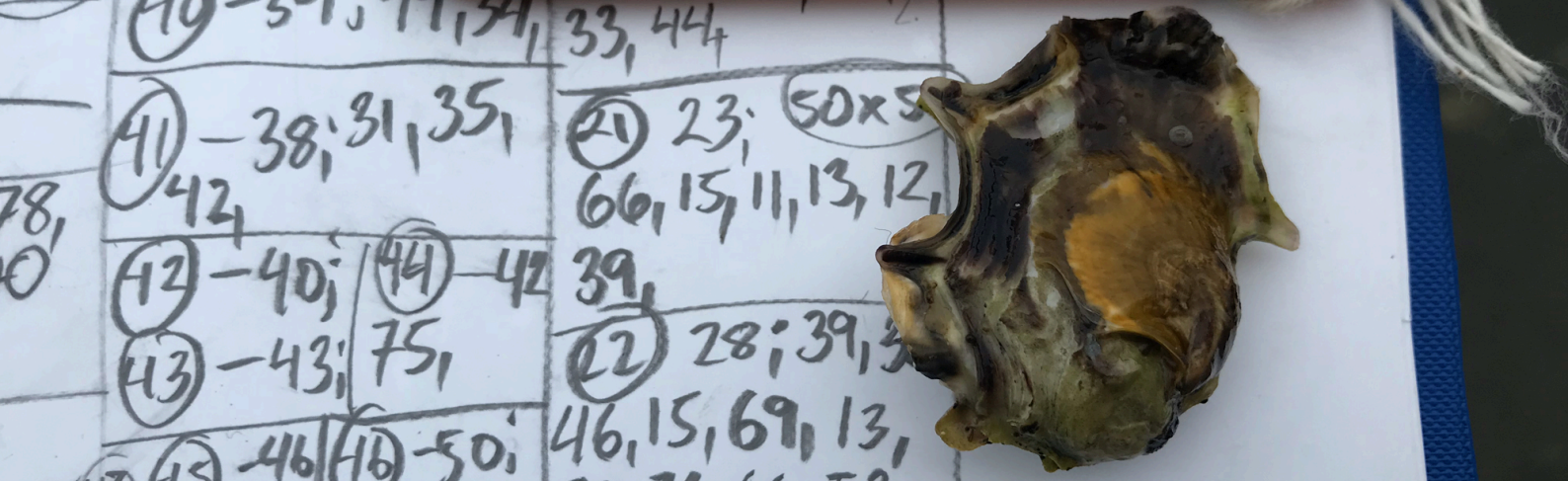
siste fem årene har det blitt funnet flere større bestander i nordre deler av Halland, og endel lokalt forekommende ryddetiltak på populære badestrender er igangsatt av privatpersoner. Lenger sørover langs den svenske vestkysten finnes lite eller ingen skjærgård. Her vokser stillehavsøsters stort sett inne i havner og helst på steiner eller innsiden av moloer. Ett unntak er Hallands Väderö på grensen mellom Halland og Skåne der det finnes en relativt stor bestand i en skjermet vik.

Strømforholdene i Øresund og Bælterne gjør at stillehavsøstersen vokser lenger sør i Danmark enn i Sverige. Den sørlige grensen ser å ut til å være definert ved en salinitet på ca. 10 ppt. Det nystartede, svenske prosjektet *DynamO - Dynamisk forvaltning av det invasive Stillehavsøstronet* (<https://www.ivl.se/english/ivl/project/dynamo/about-the-project.html>) kommer til å fortsette kartlegging og overvåking av stillehavsøstersforekomster langs hele den svenske vestkysten.



Figur 5. Feltarbeidet gir mange fine opplevelser i naturområder på grunt vann. Her fra arbeid i den nordlige delen av Faxe bugt i 2021.

Foto: Per Dolmer



5. Validitet av spredningsmodellering av stillehavsøsters

I kapittel 4 beskrev vi dagens utbredelse av stillehavsøsters i Nordiske kystområder. Siden den fasen i etableringen som startet i 2006 har vi sett en ekspansjon av bestandene, både sydover langs svenskekysten mot Øresundsområdet og nordover langs den norske vestkysten. Under gytingen kan én enkelt stillehavsøsters slippe opptil 200 millioner egg i vannmasene. Arten har derfor et enormt reproduksjonspotensial. I tillegg har østerslarver en utviklingstid på flere uker før de slår seg ned på et fast underlag (bunnslår). Larvene kan derfor spres langt bort fra gyteområdet.

Kyststrømmen som går helt fra indre Skagerrak til Barentshavet langs hele norskekysten dannes av Jyllandsstrømmen som frakter vann fra sørlige Nordsjøen vest for Danmark og inn i Skagerrak, Østersjøvann som strømmer nordover gjennom Kattegat og lokale vannkilder fra elvene som renner ut langs den svenske vestkysten og langs hele norskekysten. Kyststrømmen er lagdelt og går forholdsvis nært kystlinjen. Denne kyststrømmen fungerer som et transportbelte som kan frakte østerslarver over store avstander. Kyststrømmen danner tidvis virvler som bringer vann fra kyststrømmen i direkte kontakt med land, på samme måte som pålandsvind vil trekke hovedstrømmene nærmere land. Ettersom de dynamiske forutsetningene for hurtig spredning er oppfylt, så vil de mest avgjørende faktorene for spredning av arten, og dermed også invasionsfronten, være knyttet til larvenes overlevelse, tilgang til egnede nedslagssubstrat og artens biologiske tilpasning til områdets klima.

En metode for å analysere et mulig spredningspotensial for invasive arter er å gjøre en oseanografisk spredningsmodellering. Det finnes flere studier hvor kunnskap om vannstrømmer er brukt for å modellere spredning og identifisere områder med en særlig fare for kolonisering av østers. I Laugen m fl 2015 ble en oseanografisk modellering brukt for å vurdere om naturlig transport av larver kunne være en spredningsvei til Sverige. Arbeidet viste at partikler (for eksempel østerslarver) teoretisk sett skulle kunne følge strømmene fra Limfjorden i Danmark til den svenske vestkysten, derifra videre nordover mot Oslofjorden og siden langs norskekysten nord- og vestover. Spredningspotensialet fra Danmark og mellom Sverige og Norge ble også analysert av Rinde m fl 2016. Også her var konklusjonen at en spredning fra Danmark til Sverige og Norge var mulig. I rapporten er det inkludert en analyse av temperaturutvikling over tid i vårt område. Vi ser at forutsetningene for overlevelse

av stillehavsøsterslarver har økt over tid, på grunn av høyere vanntemperaturer.

Flere ulike studier er også gjennomført for å studere spredning i mer lokal skala, for eksempel Birkeland m fl (2018). Målet med dette arbeidet var å legge et kunnskapsgrunnlag for spredning og mulig etablering av stillehavsøsters på den norske vestkysten, fra Rogaland til Møre og Romsdal. Modelleringen hadde også som mål å se på hvor det kan bli etablert nye stillehavsøstersbestander, hvilke områder som særlig kan bidra til spredning av arten, samt identifisere spredningsbarrierer. De brukte en økologisk modell med informasjon om habitatpreferanser (strømshastighet, sommertemperatur, dyp og bølgeeksponering, tid for nedslag av larver, antall larver per kvadratmeter østershabitat samt larvedødelighet). I studien ble sannsynlige områder med reproduksjonspotensial, samt bidrag fra disse områdene til videre spredning av larver kartfestet.

Antallet lokaliteter hvor stillehavsøstersen var forventet å kunne etablere seg og reproducere avtok i forhold til temperaturforholdene, og få områder var antatt å kunne bidra i stor grad til en forventet larvespredning. I både Rinde m fl og Birkeland m fl diskuteres det at den nordlige grensen for hvor østersen kan reproducere beveger seg nordover over tid i et slags "stepping-stone pattern" der nyetablerte lokaliteter fungerer som kilder for nye larver, men også på grunn av predikerte økninger i vanntemperaturen for nordlige områder (se også Dolmer m fl 2014).

Selv om de tre publiserte studiene i prinsippet bruker like metoder (hydrodynamisk modellering koblet til en biologisk/økologisk modell) skiller de seg fra hverandre når det gjelder tilnærming og hvilke parametre som inngår. Modellene er hensiktsmessige for å belyse problemstillinger rundt spredning (kan partikler (larver) teoretisk sett spres fra område A til område B, hvilke områder kan bidra mye til spredning, hvilke områder har potensial for å ta imot larver fra mange områder, osv) i større geografiske områder, men anvendeligheten for å identifisere nye lokaliteter/habitater for østers i lokal målestokk er begrenset. Dagens oseanografiske modeller har altså klare begrensninger, både i et teknisk og et biologisk perspektiv:

- Modellene har ofte stor målestokk, noe som gir begrensninger i oppløsning både når det gjelder geografisk utbredelse og dybdeutbredelse. Et gjennomgående problem er at grunnlagsdataene, det vil si data fra de hydrodynamiske (strøm/sirkulasjons)-modellene, er simulert på et beregningsgitter som ikke løser opp dynamikken i de mest vanlige habitatområdene, spesielt gruntvannsområder. Selv de aller best oppløste strømmodellene vil ikke løse opp retensjonsegenskapene til habitatområdet eller den finskala sirkulasjonen som er avgjørende for å studere import og eksport av egg og larver. Østershabitatene i Sverige og Norge er fragmenterte og domineres hovedsakelig av små lokaliteter som vanskeliggjør modellering. I tillegg til den horisontale modellopløsningen vil også de fleste sirkulasjonsmodeller ha utfordringer knyttet til den vertikale representasjonen av beskyttede farvann. Dybdeutbredelse er en kritisk faktor siden østersen ofte finnes svært grunt, i miljøer som enten ikke er inkludert i modellene eller er dårlig oppløst i modellene.
- Det finnes også stor variasjon i oseanografisk sirkulasjon mellom år, noe som gjør det viktig å velge både representative og ekstreme år for å få et dekkende bilde av spredningspotensialet, spesielt i forhold til reproduksjon som skjer i en kort periode i sommersesongen.
- Den biologiske kunnskapen om østersens reproduksjon i nordiske farvann og larvenes skjebne er begrenset. Det finnes modeller som med god sikkerhet kan

forutsi når østersen er gyteklar, men dette er ikke tilstrekkelig for å kunne forutsi når gytingen faktisk skjer. Det finnes også modeller som beregner larvenes utviklingstid ut fra temperatur, men larvenes valg av bunnslåing er komplekst, og bunnslaget kan utsettes i opp til syv dager hvis de ikke finner et egnet underlag/substrat. I tillegg mangler det kunnskap om når larvene er i pelagisk fase, spesielt med hensyn på egenvekt og egenbevegelse, larvenes plassering i vannsøylen osv. Alle disse forholdene vil kunne ha stor innvirkning på spredning ettersom strømforholdene endrer seg mye med dypet.

- Hvis vi skal modellere antallet larver må størrelsesfordeling og tetthet av donorpopulasjonen være kjent. I tillegg trengs det funksjoner for beregning av larvedødelighet i forhold til temperaturforhold og predasjon. Dette mangler i dag. Østersen har allerede etablert seg over store områder, og det finnes et høyt antall reproduserende bestander. Dette gjør det vanskelig å modellere større områder siden det vil være behov for et svært omfattende datagrunnlag for å oppnå gode prediksjoner av larveforekomster.
- Substratet er en viktig faktor for en vurdering av habitatets egnethet for østersen. Det er også sannsynlig at østerslarvene foretrekker områder hvor det finnes østers fra før, fremfor å bunnslå på områder uten østers. Selv om det finnes noe data på habitatpreferanser så finnes det ikke noe datagrunnlag for å kunne inkludere substrat i modelleringer.



Figur 6. Typiske stillehavsosterslokaliteter i Sverige. Områdene er grunne og det kreves svært god oppløsning på batymetriske data for at slike miljø skal kunne inkluderes i oseanografiske modeller.

Foto: Åsa Strand

Konklusjonen er at det er vanskelig å studere lokale prosesser som for eksempel spredning i grunne og heterogene områder med en varierende topografi med oseanografisk modellering og forutsi nye etableringer. Forsøkene på å modellere import og eksport av østerslarver med hjelp av spredningsmodellering vil altså kun simulere et svært overordnet og ufullstendig spredningspotensial. Så lenge man ikke kjenner alle habitatene samt kan beregne hvor stor andel av larvene som holdes tilbake i hvert habitat (retensjon), så vil spredningsmodelleringen mangle vesentlig kunnskap. Det vil da ha begrenset verdi å kartfeste hvilke områder som ut fra strømforholdene kan importere mange larver fra et angitt østershabitat, når andre uidentifiserte habitater også vil eksportere larver til andre lokaliteter. En viktig forutsetning for å modellere spredning av østerslarver - i tillegg til et velfungerende modellsystem - er derfor at alle viktige østershabitater er identifisert. Forskningshullene rundt habitatmodellering og biologisk kunnskap om østerslarvene når de oppholder seg i frie vannmasser og rundt bunnslåing er derfor viktige å tette før man studerer spredningspotensialet.

Det har vært diskutert hvorvidt modelleringen som ble gjort av DHI (Birkeland m fl 2018) kunne brukes til å predikere nye etableringer. I dette arbeidet ble det ikke gjort noen validering av modellerte områder basert på faktiske funn av stillehavsøsters. Inventeringsdata ble derfor samlet inn av Havforskningsinstituttet og Universitetet i Agder under feltarbeid i 2020 og 2021. I løpet av feltarbeidet ble samtlige lokaliteter som var kartfestet i DHI-rapporten besøkt. En foreløpig gjennomgang av resultatene viser at det ikke er registrert flere funn eller etableringer av lokale østersbestander på de lokalitetene som ble kartfestet i modellen enn på andre lokaliteter i de undersøkte områdene.

Konklusjonen er at de eksisterende spredningsmodellene kan fungere for å gi et bilde av et teoretisk spredningspotensial, men at de generelt har inkorporert for få komponenter og har for grov oppløsning til å kunne predikere spredning og etablering av lokale gytebestander av østers. For å bedre modellene er det behov for bedre oppløsning (både geografisk og i dyp), tilpasset østersens livsmiljø. Vi trenger mer kunnskap om reproduksjon og larvefasen under våre forhold. Dette tilsier at modellene må valideres med data fra inventeringsarbeidet før de kan brukes som grunnlag for forvaltningstiltak.

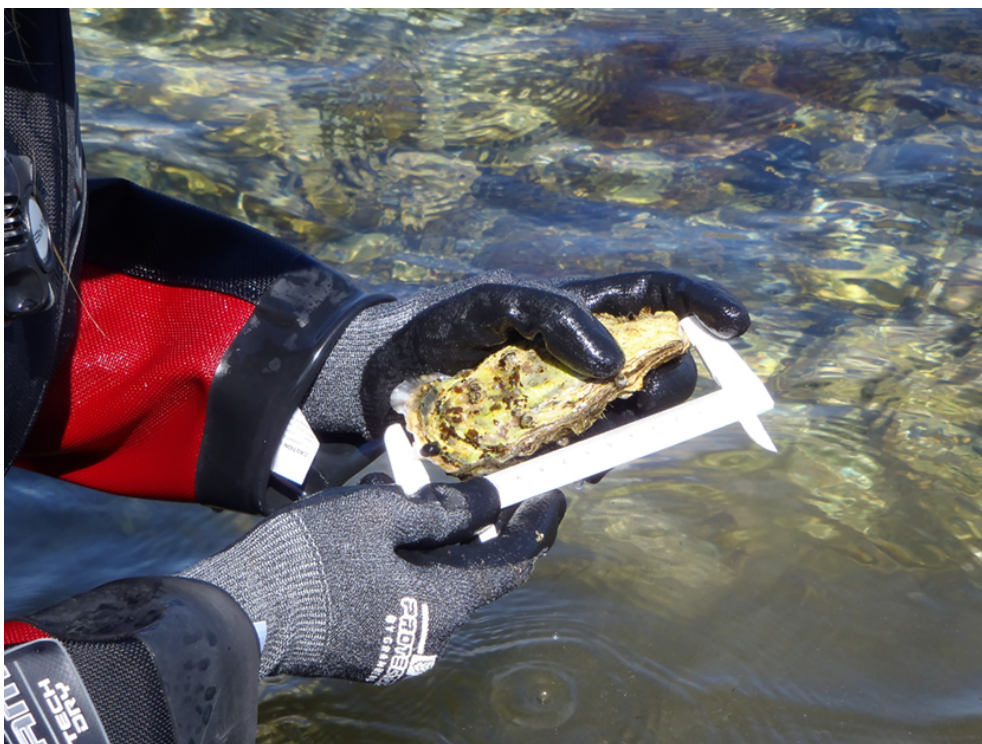


6. Utvikling av inventeringsmetodikk og inventeringsmanual

Skjellbestander er ofte sterkt påvirket av antropogene aktiviteter som forurensing, habitatødeleggelse og overfiske. Samtidig har de høy verdi i både akvakultur og marine økosystemer. På tross av skjellenes bidrag til økosystemtjenester finnes det relativt lite systematikk og standardisering av metoder for kartlegging og overvåking av bestander og trusler mot bestandenes velbefinnende. De samme utfordringene finner vi også i arbeidet med den invasive stillehavsøstersen, som i stor grad har overlappende økologiske nisjer og habitatpreferanser med de lokale artene blåskjell og flatøsters (Reamon m fl, in prep).

En gjennomgang av senere års litteratur (Khogyane 2021) deler eksisterende inventeringsmetodikk inn i fire hovedkategorier, basert på hensikt og mål med studiene;

1. kartlegging av geografisk utbredelse og områder med høy tetthet,
2. bestemmelse av bestandenes genetiske opprinnelse og konnektivitet mellom bestander,
3. overvåking av utvikling i bestandsparametere som rekruttering, overlevelse, bestandstetthet, størrelsesfordeling og helsestatus, og
4. forutsi fremtidige utbredelse.



Figur 7. Måling av østers under detaljinventering

Foto: Åsa Strand

Bruk av kommersielle høsteredskaper, manuelle inventeringer (vading/snorkling) og ulike typer videoopptaksutstyr er vanlige feltteknikker for å samle inn data om forekomster og bestandsparametre (1 og 3). Dette er også metoder som brukes for kartlegging av stillehavsøstersens nåværende utbredelse i Norden (se kap 4). Molekylærgenetiske metoder (Faust m fl 2017) og spredningsmodeller kan være nyttige verktøy for å bestemme hvor nye bestander stammer fra og finne genetisk konnektivitet mellom lokaliteter (se kapittel 5; Validitet av spredningsmodellering av stillehavsøsters, for en diskusjon om ulike typer av modelleringsverktøy).

Stillehavsøsters har en rekke egenskaper (vide tålegrenser for salinitet og temperatur, høy fruktbarhet, lang planktonisk larvefase og lang levetid) som gir muligheter for rask populasjonsvekst og stor spredning (Laugen m fl 2015). Samtidig har arten en egenskap som fremmer diskrete og lokalt tette bestander: larvene av stillehavsøsters er synkroniserte og svært tallrike i larvefasen. Ved bunnslåing har larvene en preferanse for (levende og døde) artsfrender (Reise m fl 2017). Dette gjør at stillehavsøstersens utbredelse er utfordrende å forutsi, kartlegge og overvåke.

Marine miljøer kjennetegnes av høy konnektivitet. Både teori og praksis har vist at det generelt er svært vanskelig å utrydde marine fremmede arter (Giakoumi m fl 2019) og stillehavsøsters er intet unntak (Mortensen m fl 2017). Å gjennomføre en storskala utryddelse av stillehavsøsters vil være svært kostbart, og uten sannsynlighet for å lykkes. Det kan derimot være aktuelt å sette inn lokale ryddetiltak for å begrense effekten av stillehavsøstersen, for eksempel i områder med høy naturverdi, eller i områder hvor forekomsten av stillehavsøsters vil komme i konflikt med andre interesser (f.eks. langs badestrender og friluftsområder). Det kan også være hensiktsmessig å unngå fortetting av stillehavsøsters i områder med verneverdige flatøstersbestander. Forvaltningen trenger dermed kunnskap/data om

områder med forekomst av stillehavsøsters for å kunne vurdere eventuelle lokale tiltak og hvordan stillehavsøsters eventuelt spres inn i nye områder. Nesten like viktig som kunnskap om forekomster er kunnskap om områder der stillehavsøstersen foreløpig ikke finnes, slik at tiltakene kan fokuseres på habitattyper og områder der innsatsen har størst virkning.

Der hvor det drives kommersiell høsting av stillehavsøsters vil næringsaktørene ha behov for best mulig kunnskap om forekomster, vokseform og størrelsesfordeling for å kunne optimalisere høsting til ulike markeder. Forvaltningen vil i så fall ha behov for mer detaljert kunnskap om bestandstettheter, størrelsesfordeling og antall for å kunne regulere slik næringsvirksomhet. De forskjellige forvaltningsmålene vil styre hva slags data som er nødvendige, hva slags presisjon og nøyaktighet, og hva slags geografisk fordeling datainnsamlingen skal ha (Khogyane 2021).



Figur 8. Fra detaljinventering av østerslokalitet for overvåking av tettheter og størrelsesfordeling av østers.

Foto: Åsa Strand

Som forventet er det ingen universell metode som kan brukes i alle typer undersøkelser, siden hver enkelt har sine fordeler og ulemper avhengig av habitatkarakteristikker og studiemål. Manglende metadata som substrat og vanddybde i mange studier svekker også muligheten til å sammenligne resultater mellom ulike undersøkelser. Vi har derfor utarbeidet et flytskjema for å veilede forskere og forvaltere til å velge den best egnede feltteknikken basert på miljøforhold (Figur 9). Protokollen kan også bidra til å forbedre samarbeid og dataintegrasjon mellom forvaltning og forskere nasjonalt og internasjonalt.

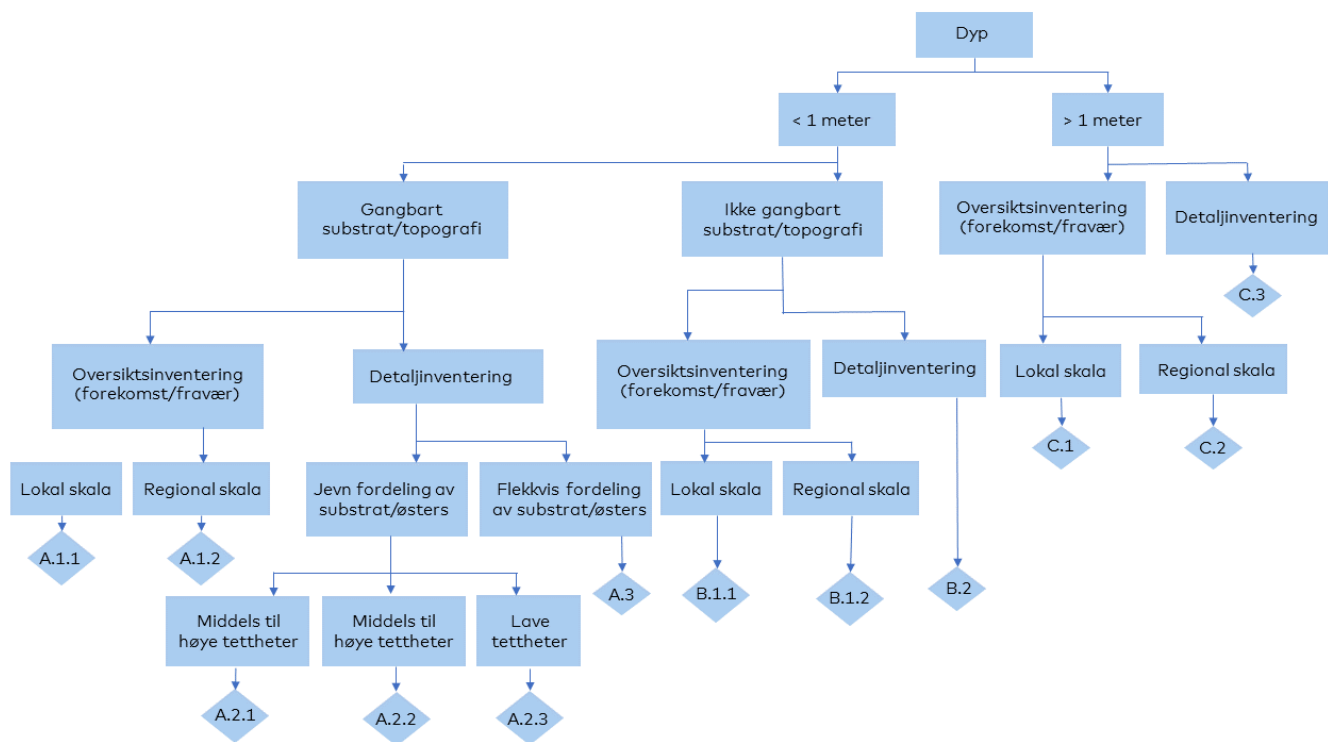
Inventeringsmanual for skandinaviske farvann

Dagens kunnskap om utbredelse og spredningspotensial hos stillehavsesters bærer preg av mangel på samkjøring mellom regionale, nasjonale og internasjonale aktører. Siden spredning av marine arter ikke tar hensyn til administrative grenser er det åpenbart behov for koordinering av innsats og samkjøring av inventeringsprotokoller. Det er gjennom prosjektet derfor utviklet et sett med inventeringsprotokoller som gir muligheter for å velge strategi, blant annet basert på formål og ønsket presisjon/nøyaktighet for undersøkelsen, topografi og bunnforhold på lokaliteten, værforhold og tilgang til båt, droner, dykkere og støttende teknologi. For å identifisere områder med høye tettheter kan ulike automatiserte metoder anvendes, for eksempel droner/UAS (Unmanned Aerial Systems). Slike teknikker passer særlig godt for grunt vann (og ved lavvann) og med god sikt, lav turbiditet og lite vind. Det arbeides for tiden med maskinlæring for en rekke forskjellige områder, og vi vil forvente at brukbare algoritmer i nær fremtid vil bli tilgjengelig også for stillehavsesters. Men metodene vil ha begrenset oppløsning, og små østers (for eksempel yngelpåslag) vil neppe bli registrert med tilstrekkelig nøyaktighet. Slike metoder bør derfor valideres og kalibreres mot "klassisk feltarbeid" med jevne mellomrom.

For kartlegging av større geografiske områder er det hensiktsmessig å benytte en kombinasjon av feltinventeringer og modellering. Gjennom et utvalg av tilfeldig utvalgte prøvetakingspunkter og SDM (Species Distribution Modelling) kan en analysere østersens habitatpreferenser. Disse kan projiseres ved hjelp av GIS (Geografiske Information System) for å identifisere områder med høy sannsynlighet for forekomst av østers. Feltinventeringer kan siden anvendes for å detaljinventere spesifikke områder eller for å validere modellresultatene. Inventeringsprotokollene er gitt (også som en "printbar feltmanual") i vedlegg A-C.

I flytskjemaet under er det inkludert følgende aspekter som påvirker inventeringen:

- dyp (grunnere eller dypere enn 1 meter)
- substrat (mulig eller ikke mulig å gå på)
- formål (oversiktsinventering/Kartlegging eller detaljinventering)
- skala (regional eller lokal inventering)
- fordeling av substrat (flekvis eller jevnt fordelt)



Figur 9. Flytskjema for å finne rett inventeringsprotokoll basert på kriterier som undersøkelsens formål og geografiske omfang, vanddyb, substrattype og forekomster av skjell.



7. Næringsutøvernes vurdering av ressursen

I en vurdering av den høstbare andelen av stillehavsøsters er det viktig å innhente erfaringer fra de bedriftene som høster denne ressursen. Dette kapittelet presenterer informasjon fra intervjuer med bedrifter som høster stillehavsøsters i Danmark, Sverige og Norge.

Det kan være hensiktsmessig å starte med en diskusjon om hvilke kvaliteter av stillehavsøsters som kan skape en verdi. En premiss for denne diskusjonen er at stillehavsøsters er en ny ressurs, og at markedet ennå ikke er utviklet for denne arten. Det er derfor sannsynlig at nye forretningsmodeller, med nye måter å utnytte stillehavsøsters på, vil bli modnet i fremtiden. I forhold til den kommersielle verdien av stillehavsøsters i dag, er den mest innlysende verdi salg av stillehavsøsters som mat. Dette har hittil vært dominert av stillehavsøsters til direkte konsum, som har erstattet de østersene som i dag importeres, primært fra Frankrike og Irland. Der er imidlertid i ferd med å etablere seg et marked for større østers, som ikke oppfyller de "vanlige" kvalitetskravene for konsumøsters. Disse kan brukes som ingrediens i matlaging, som smakstilsetning eller østersskum/emulsjon, eller som råstoff for andre produkter, som eksempelvis østerssaus. Stillehavsøsters kan også ha verdi hvis bestandene kan danne grunnlag for utvikling av turisme. I både Sverige, Norge og Danmark er det etablert turisme hvor opplevelsen av å spise østers inngår som et element i turismen.



Figur 10. I restaurantbransjen i Sverige øker interessen for lokalt produserte østers. Disse østersene ble servert på en workshop arrangert av SNOK i Göteborg 2019.
Foto: Åsa Strand

Stillehavsøsters kan bli en viktig ressurs i Skandinavia. Med en utbredelse som i de fleste kystområder er begrenset ned til to meters dybde, og hvor ikke alle habitattyper er resilliente overfor en mekanisk høsting, trengs det utvikling av skånsomme høstemetoder. Det mest aktuelle er håndplukking med vading ved lavvann eller med snorkling og dykking ved høyvann eller litt større dyp. I den danske delen av Vadehavet er det beregnet en bestand på 72 000 tonn stillehavsøsters, og det har vært flere forsøk på å utvikle et fiskeri med skrapere. Dette har ennå ikke lyktes, på grunn av den forvaltningsmessige risiko for å påføre området en negativ påvirkning. En preliminær undersøkelse av potensialet for håndplukking på østersbanker øst for Rømø viste at det kunne høstes ca 100 kg østers av konsumkvalitet per person-time, men at det var en tidsmessig begrensning i forhold til tidevannet som utgjorde 3–4 timer på hvert lavvann, samt at det ville være dager hvor det ikke ville være mulig å høste på grunn av ugunstige værforhold med høy vannstand.

Bedriften Rømø Seafood A/S høster stillehavsøsters i Vadehavet, og selger dem primært til restauranter i København. Eieren av bedriften opplyser at de har tre vesentlige utfordringer: Ved høsting av stillehavsøsters skal det tas prøver som testes for algetoksiner. Prisen for disse analysene er ca 8 000 DKK. Dvs de første 1500 østers som høstes må dekke utgiftene til prøvetakning. Det er derfor viktig at produksjonen oppskaleres, slik at utgifter til sikring av mattryggheten utgjør en relativ liten del av bedriftens driftsutgifter. En annen vesentlig utfordring for Rømø Seafood er krav til fiskeredskaper. Det er et krav at det fartøyet som brukes under høstingen av stillehavsøsters ikke drives fram av en motor under høstingen. Det betyr at selv om det brukes et lett redskap er det hårdt fysisk arbeid. Myndighetene har arbeidet for å fjerne fysisk harde arbeidsrutiner i andre fiskerier, men altså ikke i fiskeriet av en invasiv art i Vadehavet. Den tredje viktige årsaken til manglende oppskalering er prissettingen av produktet. Med en prosess som omfatter åpning av

område, fiskeri, sortering og rensning, oppbevaring i godkjent mottak, pakking og distribusjon er det vanskelig å selge stillehavsøsters til en pris på under 10 DKK/stk. Denne prisen er ikke konkurransedyktig mot dyrkede østers fra Frankrike, Irland og Nederland. Et salg forutsetter derfor at kunden er villig til å betale en høyere pris for stillehavsøsters fra Vadehavet på grunn av smak, at østersen er lokalt produsert, ledd i bekjempelse av en invasiv art, eller et annet argument.

Det er gjort et intervju med **Per Christian Hoelfeldt Lund fra Sørskjell AS** ved Grimstad i Norge. Hoelfeldt Lund driver et firma hvor det dels dyrkes blåskjell, og høstes, renses og selges stillehavsøsters, flatøsters og hjerteskjell. Sørskjell leverer stillehavsøsters til restauranter og spesialforretninger, og det er viktig for forretningskonseptet at det kan leveres flere arter av skalldyr. Han opplyser at markedet for stillehavsøsters vokser med ca. 20 % årlig. Markedet etterspør stillehavsøsters av størrelse 2–4, det vil si østers med en vekt på 50–100 gram, og med en regulær form. Særlig for de store restaurantene skal produktet være lett å åpne og fremstå ensartet. Sørskjell får ikke tilbakemeldinger på matinnholdet i østersen. Smak er heller ikke viktig for omsetningen. For en del restauranter er det en del av fortellingen om produktet at stillehavsøsters er en invasiv art, og at man deltar i en bekjempelse ved å spise den. Sørskjell selger en del store stillehavsøsters som ingrediens til restauranter. Noen restauranter vil imidlertid heller bruke store flatøsters fordi smaken på disse er mer mineralisk. Sørskjell vurderer at høstede stillehavsøsters ville kunne utgjøre ca. en tredel av det norske markedet, men på grunn av den store variasjonen i form vil høstet stillehavsøsters ikke kunne erstatte dyrkede stillehavsøsters. En utfordring er at ville stillehavsøsters har en lav kvalitet i august-september og at det derfor ikke kan leveres til markedet i dette viktige tidsvinduet. Sørskjell har derfor en stor interesse i å kunne dyrke stillehavsøsters, idet dette både vil gi et mer ensartet produkt, og resultere i en vesentlig høyere grad av forsyningssikkerhet.

Orust Shellfish ligger i skjærgården nord for Göteborg. Eieren; Adriaan van der Plasse opplyser at bedriften selger forskjellige skalldyr, herunder stillehavsøsters til restauranter og grossister. Stillehavsøsteren skal ha en «premium» kvalitet med en vekt på 85–100 g (størrelse 2–3), og smaken er viktig for salget. Selve matinnholdet er ikke så viktig for hvordan produktet prissettes. Bedriften produserer ca. 60 000 østers årlig, og vurderer at markedet vokser med 5–10 % per år. De svenske østersene konkurrerer med dyrkede østers fra Frankrike og Nederland, og dette definerer prisen. Selve prosessen med håndplukking, rensning og pakking gjør det vanskelig å konkurrere. Videre resulterer gytingen om sommeren at de svenske østersene er utelukket fra markedet i en viktig periode. For å løse dette har Orust shellfish investert i et landbasert levendelager hvor østers kan holdes i kaldt sjøvann om sommeren. Dette gjør at østersen ikke gyter og holder en høy kvalitet. Orust shellfish mener også at dyrking av triploide østers er en forutsetning for å få en større markedsandel. Orust shellfish arbeider med markedsføring gjennom ulike kanaler, dels som "Bohuslänsk pärla" – villhøstede stillehavsøsters fra området, samt gjennom varemerket "Made in Bohuslän".



Figur 11. Noen produsenter har laget sin egen produktprofil.

Foto: Adriaan van de Plasse

Johan Nielsen høster stillehavsøsters i Limfjorden ved snorkling. I 2021 vil han ha høstet ca. 15 tonn stillehavsøsters. Markedet er vesentlig større, men i et vannområde i Limfjorden kan det ikke høstes flere stillehavsøsters av kommersiell verdi, fordi markedet stiller store krav til kvaliteten på de høstede østersene. Alle høstede stillehavsøsters i Limfjorden har et høyt matinnhold og kan selges under kvalitetskriteriet Special. De prisene som oppnås ved salg av østers til rensestasjon avhenger av kvaliteten, og den beste kvaliteten oppnår en pris på 25 DKK/kg (størrelse 2–3). Prisen ved videresalg er 8 DKK/stk, som tilsvarer prisen for østers fra Frankrike og Nederland.



Figur 12. Turer ut på skjellbankene med påfølgende matlaging og østerssmaking kan være et attraktivt produkt for skjellbedriftene.

Fotos: Jonas Magnusson (mannaminnnet.se)

Hvordan kan en høsting planlegges og gjennomføres?

Høsting av stillehavsøsters forutsetter flere forhold, som skal være til stede for å drive en økonomisk bærekraftig forretning. For det første skal det være et marked som vil betale en pris som overstiger produksjonsomkostningene. Ved salg av små partier vil omkostningene til sikring av mattryggheten og mobilisering av fartøyer og personer som høster være høy. Derneest skal det være kjennskap til og dokumentasjon av adgangen til stillehavsøsters av den ønskede kvalitet, og området skal åpnes i forhold til mattrygghetshensyn. Endelig skal det være etablert en godkjent mottakssentral som kan motta, rense, pakke og forsende østersen.

I de områdene som er utpekt som beskyttede Natura 2000-områder eller på annen måte er beskyttet, må det foreligge en konsekvensvurdering av hvilke økosystemeffekter høstingen forventes å ha – hvis formålet var å fjerne stillehavsøsters. Dette skal sikre at fjerningen ikke har en negativ påvirkning som er større enn den økosystemforbedringen som oppnås ved fjerningen. For selve høstingen må det være en viktig forutsetning at det dels finnes tilstrekkelig kunnskap om forekomstene og at effekten av fjerningen av stillehavsøsters dokumenteres. Denne dokumentasjonen skal både omfatte målarten stillehavsøsters, men også andre økosystemkomponenter.



Figur 13. Østersen kan legge grunnlaget for en økt biodiversitet og høsting og rensing bør skje på en slik måte at området ønskede økologiske verdier bevares.

Foto: Ane Timenes Laugen



8. Miljøeffekter av høsting og bekjempelse

Stillehavssøstersen som karbonfanger

Danmark har et klimamål om 70 % reduksjon av utslippet av CO₂ innen 2030 og klimanøytralitet i 2050. De samme talene for Sverige er 63 % reduksjon innen 2030 og klimanøytralitet i 2045. Norge har et mål om 50–55 % reduksjon innen 2030 og en 80 % reduksjon innen 2050. Reduksjonen skal skje i forhold til basisåret 1990, altså før det ble observert stillehavssøsters i Skandinavia. For alle landene i Norden er det viktig å bemerke at oppnåelse av klimamålene er utfordrende, og at fokus på økosystemfunksjoner ved CO₂-binding er viktig, hvis disse funksjonene kan gjøres til en del av regnskapet. Her har spesielt etablering av ålegressenger og rev av stillehavssøsters en viktig betydning. Rev med stillehavssøsters kan derfor ha verdi i et klimaregnskap. Skall fra stillehavssøsters består i hovedsak av kalsiumkarbonat (CaCO₃), og skaldannelsen binder dermed karbon. 10 000 tonn skall binder ca 3 000 tonn CO₂. Markedsprisen på CO₂-klimakvoter er steget voldsomt og er nå på ca. 60 EUR/450 DKK pr. tonn CO₂. Fjerning av 10 000 tonn stillehavssøsters, hvor skallene utgjør over 80 % av vekten, vil således ha en verdi på 3.6 millioner DKK.

Økosystemeffekter

En sammenfatning av miljøeffekter av høsting og fjerning av stillehavssøsters ble oppsummert i vår rapport Høsting av stillehavssøsters i 2019 (<https://www.norden.org/no/publication/hosting-av-stillehavssosters>). Søsters er økosystemingeniører som skaper og forandrer habitatet der de vokser. Forandring av områdets naturlige tilstand er ett av problemene stillehavssøstersen som invasiv art forårsaker, men endringene kan også ha en positiv effekt i form av økt biodiversitet. Den kan endre en kyststrekning uten stein eller makroalger til en tredimensjonal struktur med en større økologisk kompleksitet. Forekomsten av stillehavssøsters kan dermed tilby både føde og skjulesteder for bunnlevende dyr, fiskeyngel og mindre fiskearter. Fjerning av stillehavssøsters fra slike områder ved høsting eller bekjempelse kan dermed resultere i redusert biodiversitet og færre trofiske nivåer i økosystemet.



Figur 14. Stillehavsøsters bidrar med komplekse tredimensjonale strukturer som skaper viktige levemiljø for mange ulike arter.

Fotos: Åsa Strand, nede til venstre: Ane Timenes Laugen

Dette betyr at i områder hvor det skal høstes eller fjernes stillehavsøsters så er det ikke bare den fysiske påvirkningen av høsteredskapen eller ferdsel på høsteområdene som må vurderes, men også hva som endres om østersen fjernes. Dette er kompliserte avveininger, og for å adressere problemstillingene er det viktig å være tydelig på hva som er målsetningen med høsting/fjerning, og kriterier for valg av område:

- Er det forvaltningsmessig eller kommersiell høsting som står i fokus? Kriteriene for valg av lokaliteter er forskjellig mellom disse kategoriene og det er viktig at målet med høsting/rensning er tydelig.
- Før forvaltningsmessig høsting eller rensning er det avgjørende å vurdere hvilke negative effekter av østers man vil unngå.
- Hvilken økologisk status hadde lokaliteten før stillehavsøstersen etablerte seg, og hvordan har de oseanografiske og habitatsmessige forholdene endret seg? Dette er et vanskelig spørsmål, siden det ofte mangler bakgrunnsinformasjon om hvordan det så ut før østersen etablerte seg. For å vurdere situasjonen kan nærliggende miljø undersøkes for å vurdere hvor stor forandringen på lokaliteten er.
- Hvilke egenskaper på lokaliteten vil man bevare? Hvis for eksempel biodiversitet er en nøkkelfaktor bør østersens egenskap som økosystemingeniør vektlegges og andre lokaliteter renses i stedet. Om det er nedslamming av grunne vik og sund som er hovedfokus og østersen befinner seg i et grunt sund så kan det gi grunnlag for fjerning.
- Kan det lokale økosystemet påvirkes så sterkt av klimaendringer at hjemmehørende vannfiltrerende organismer forsvinner? Kan vi i så fall ha større

aksept for at en fremmed art som er tilpasset de (nye) klimatiske betingelsene kan overta denne økosystemfunksjonen?

Det nest siste spørsmålet, samt lokalitetens beskaffenhet, kommer altså i stor grad til å avgjøre strategien for høsting eller rensing. Ulike teknikker vil ha ulike effekter på ulike lokaliteter på bakgrunn av substrattype, dybdeforhold og strømforhold, men påvirkes naturligvis også av hvilken type av økosystem/hvilke arter som finnes på stedet. Høsting med redskaper eller ved intensiv tilstedeværelse i et område kan medføre en påvirkning, i verste fall en skade, på økosystemet. Er det påvirkede økosystemet ikke resilient eller er et beskyttet naturområde kan høsting dermed være uhensiktsmessig.



Figur 15. Eksempel på en østerstang som brukes til å høste østers fra båt.

Foto: Ane Timenes Laugen

Effekt av bekjempelse på utbredelsen av stillehavsøsters

Det er ikke mulig å bekjempe stillehavsøsters gjennom forvaltningsmessig høsting, selv om det kan være hensiktsmessig å fjerne stillehavsøsters fra spesielle, verneverdige områder og badestrender.

Det eneste som kan påvirke ville bestander i en slik utstrekning at vi får en effekt på bestandssutviklingen er kommersiell høsting. Å starte opp og drive høsting i en skala som påvirker bestanden er fullt mulig. Det finnes flere eksempler internasjonalt der ville østersbanker ble utnyttet i en slik målestokk at bestandene kollapset, men det er usannsynlig at dette er mulig i Norden, på grunn av spørsmålene knyttet til eiendomsrett og kravene til kontroll av mattrygghet. Man må også spørre seg om dette er ønskelig, da slik storskala høsting sannsynligvis ville ha en stor påvirkning på

grunne kystøkosystemer. Vi havner igjen i avveining av ulike interesser. Hva er det verd (i form av påvirkning på økosystemet) å bekjempe en invasiv art?

Habitatbasert tilgang til høsting

I de fleste habitater hvor det er grunnlag for en kommersiell høsting av stillehavsøsters, vil ikke høstingen ha noen irreversibel påvirkning av verken habitatet eller bestanden av stillehavsøsters. Vurdering av risikoen for at stillehavsøsters bygger opp tette bestander i forskjellige skandinaviske habitater viser at det generelt er størst risiko for en biomasseoppbygging i habitater som er eksponert for strøm eller bølgeenergi (se kap. 4 og Dolmer m fl 2014, Mortensen m fl 2017)). Det kan derfor forventes at kommersiell høsting av stillehavsøsters vil foregå i disse habitatene. De samme habitatene vil, på grunn av de hydrodynamiske forholdene, være forholdsvis motstandsdyktige overfor den påvirkningen som høsting av stillehavsøsters vil ha.

Høsting av stillehavsøsters kan brukes som et strategisk tiltak for å fjerne stillehavsøsters i mindre områder. En slik fjerning vil imidlertid kun redusere tettheten av stillehavsøsters ned til et visst nivå, da det kun er store stillehavsøsters, eller østers som har en kommersiell verdi, som vil bli fjernet. Rekoloniseringen av ryddete lokaliteter går også raskt. På ett til to år kan østersen være reetablert i samme tettheter som før høstingen. Forvaltningen har derfor to muligheter hvis målet er at flest mulig stillehavsøsters skal fjernes i forbindelse med en kommersiell høsting:

1. myndighetene kan stille krav om at alle østers fjernes i et område, som betaling fra bedriften for å få rettigheter til å høste i området. Ved en tillatelse som gjelder over flere år kan høsteren ha en interesse i å høste alle østers, slik at der skjer en reetablering av stillehavsøsters som har lik størrelse og som vil ha en større kommersiell verdi.
2. myndighetene kan betale en dusør for at høsteren rydder opp i bestanden for å fjerne alle østers i et avgrenset område.

Disse vurderingene bygger på at det ikke finnes noen utnyttelse av østers som ikke går til humant konsum. Det nystartede *DynamO*-prosjektet skal utrede alternativ utnyttelse av østersen. Dette er en forutsetning for ressurseffektivitet både i forvaltning og i kommersiell virksomhet og åpner opp for nye muligheter for de kommersielle aktørene.



Figur 16. Et eksempel på hvordan ville østers vokser. Disse østersene er ikke attraktive i dagens kommersielle marked, og for å få dem bort fra et område trengs det forvaltningsbasert høsting med krav/formål om fjerning.

Foto: Ane Timenes Laugen



9. Epilog - anbefalinger for tiltak

I 1987 ga Brundtlandkommisjonen ut rapporten *Our Common Future*. Rapporten var den første av sitt slag med fokus på global bærekraft og som inkluderte både sosiale, økonomiske og miljømessige aspekter. En bærekraftig utvikling ble av Kommissjonen definert som: "*En utvikling, som oppfyller de nåværende behov, uten å sette fremtidige generasjoners muligheter for å oppfylle sine behov i fare.*"

Definisjonen er i dag grunnleggende for våre tanker om bærekraft, men den er ikke særlig anvendelig i mer komplekse vurderinger. Stillehavsøsters kan på mange plan bidra til den nødvendige overgangen til en ny bærekraftig måte å leve på og et nytt forhold til biodiversitet, matvareproduksjon og klima. Stillehavsøsters kan med tredimensjonale rev skape levesteder for andre organismer, og dermed bidra til en større biodiversitet i skandinaviske kystområder. Samtidig bringer den inn nye utfordringer. Nye arter kan introdusere nye sykdommer og parasitter i skjellbestandene. Det vil derfor bli behov for en helseovervåking av stillehavsøsters. Vi vet for eksempel at nordisk stillehavsøsters kan være smittet med ostreid herpesvirus (OsHV-1)(Mortensen m fl 2016). I 2020 ble skallparasitten *Polydora websteri* oppdaget i bestander på den svenske vestkysten (Wrange m fl in prep), men det finnes indikasjoner på at den har vært til stede i flere år uten å få allmenn oppmerksomhet. Denne arten kan få negative effekter på en gryende næring og bør overvåkes tett de kommende årene.

Høsting av stillehavsøsters kan bidra med sunne råvarer, som er kortreiste og kan produseres med et lavt klimaavtrykk. Rev av stillehavsøsters binder store mengder CO₂, og bidrar dermed med en klimarelevant økosystemtjeneste. I en situasjon der våre fosforreserver - som er nødvendige for jordbruket - blir begrenset, så kan høsting av østers også bidra til å tilbakeføre fosfor fra hav til land, og på denne måten bidra til økt sirkularitet i produksjonssystemene. Østers kan også bidra til levende lokalsamfunn gjennom nye arbeidsplasser og ved å holde på en kulturell identitet i tidligere fiskerisamfunn der det i dag er færre muligheter for næringsvirksomhet knyttet til kyst og hav. Med andre ord så kobler forvaltningsmessig høsting av stillehavsøsters flere av de bærekraftsmålene som er definert i Agenda 2030 (for eksempel levende hav, reduserte klimaendringer, bærekraftig produksjon og konsum).

Stillehavsøsters er ennå en forholdsvis ny art i Skandinavia, og der er fortsatt behov

for kunnskapsoppbygging om artens betydelse. Samlet skal rapporten "Høsting av stillehavsøsters" fra 2019 og denne rapporten gi et oppdatert kunnskapsgrunnlag og danne en plattform for å kunne håndtere og utnytte stillehavsøsters i Nordiske kystområder. Gjennom prosjektperioden har vi sett at både lovgrunnlag, forvaltningsmodeller og kulturelle forhold er ulike i de nordiske landene, men arbeidet har også gitt oss muligheten for å løfte frem og diskutere "de gode løsningene". Det vil i etterkant av prosjektet bli tatt initiativ til et møte med forvalterne som fokuserer på de sentrale forvaltningsutfordringene som er løftet frem i prosjektperioden.

Stillehavsøstersen er permanent etablert i vår fauna. Vi har beskrevet utbredelsen og arbeider med å forstå dynamikken i den videre spredningen av denne arten, både nord- og sydovert. Det er behov for et videre samarbeid om forskning og utvikling for å forstå dynamikken i artens utbredelse i våre farvann. Utbredelsen er naturligvis grenseoverskridende, og det er et klart behov for å ta vare på det nordiske nettverket som er etablert.

Stillehavsøstersen er en ny, nordisk ressurs. For å nytte det potensialet denne arten gir er det både nødvendig og hensiktsmessig å arbeide videre for å utnytte den optimalt, både som matvare og som råstoff i andre sammenhenger. Dette er kun mulig hvis det gjøres avveininger mellom ulike interesser, verdien av østersen forsøkes økt og at de positive økosystemtjenester som arten bidrar med erkjennes, på tross av at arten betraktes som invasiv.

Referanser

- Bergström P, Thorngren L, Strand Å, Lindegarth M (2021). Identifying high-density areas of oysters using species distribution modelling: Lessons for conservation of the native *Ostrea edulis* and management of the invasive *Magallana* (*Crassostrea*) *gigas* in Sweden. *Ecology and Evolution*, 11(10), 5522–5532. <http://doi.org/10.1002/ece3.7451>
- Bertolini C, Brigolin D, Porporato EMD, Hattab J, Pastres R, Tiscar PG (2021). Testing a Model of Pacific Oysters' (*Crassostrea gigas*) Growth in the Adriatic Sea: Implications for Aquaculture Spatial Planning. *Sustainability* 2021, 13, 3309. <https://doi.org/10.3390/su13063309>
- Birkeland MJ, Møhlenberg F, Arenas JA, Brinchmann K (2018). Risk Modelling - Dispersion Potential and Propagation of Pacific Oyster: Hydrodynamic and dispersion modeling of propagation and dispersion potential of Pacific oyster along the coast from Rogaland in the South to Møre & Romsdal in the North. Norwegian Environment Agency.
- Dolmer P, Holm MW, Strand Å, Lindegarth S, Bodvin T, Norling P, Mortensen S (2014). The invasive Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Scandinavian coastal waters: a risk assessment on the impact in different habitats and climate conditions, *Fisken og havet* 2, 2014, 67 pp.
- Durkin A (2021). Mapping the invasion: spatiotemporal distribution of the Pacific oyster in Scandinavia. MSc thesis Coastal Ecology, University of Agder. <https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/bitstream/handle/11250/2778933/Alice%20Durkin.pdf>
- Faust E, André C, Meurling S., Kochmann J, Christiansen H, Fast Jensen L, Charrier G, Laugen AT, Strand Å (2017). Origin and route of establishment of the invasive Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in Sweden and Norway. *Marine Ecology Progress Series*, 575: 95–105.
- Giakoumi S, Katsanevakis S, Albano PG, Azzurro E, Cardoso AC, Cebrian E, Deidun A, Edelist D, Francour P, Jimenez C, Mačić V, Occhipinti-Ambrogi A, Rilov G, Sghaier YR (2019). Management priorities for marine invasive species. *Science of the Total Environment*, 688, 976–982.
- Hanstén M (2017). Harvesting wild Pacific oysters, *Crassostrea gigas* – developing methods for locating and live-storing marketable individuals. BSc thesis Sustainable Coastal Management, Yrkeshøgskolan Novia
- Jelmert A, Espeland SH, Ohldieck MJ, van Son TC, Naustvoll L-J (2019.) Kartlegging av Stillehavsosters (*Crassostrea gigas*) – Bestandskartlegging Karmøy - Svenskegrensa 2017 – 2019. Havforskningsinstituttet, Rapport fra Havforskningen 2020-50, <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2020-50>
- Khogyane, SE (2021). Methods for studying coastal bivalves in a changing world: A review and implications for management. MSc thesis Coastal Ecology, University of Agder. <https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/bitstream/handle/11250/2778939/Khogyane%20Sevan%20Esaghlian.pdf>

- Laugen A, Hollander J, Obst M, Strand Å (2015). The Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*) invasion in Scandinavian coastal waters in a changing climate: impact on local ecosystem services. In Clode, J.C. (Ed.) Biological Invasions in Changing Ecosystems-Vectors, Ecological Impacts, Management and Predictions. De Gruyter Open, Berlin. Pp. 230–252.
- Mortensen S, Bodvin T, Strand Å, Holm MW, Dolmer P (2017). Effects of a bio-invasion of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in five shallow water habitats in Scandinavia. *Managing Biological Invasions* 8: 543–552.
- Mortensen S, Strand Å, Bodvin T, Alfjorden A, Skår CK, Jelmert A, Aspán A, Sælemyr L, Naustvoll L-J, Albretsen J (2016). Summer mortalities and detection of ostreid herpesvirus microvariant in Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Sweden and Norway. *Diseases in Aquatic organisms*. 117: 171–176.
- Reise K, Buschbaum C, Büttger H, Rick J, Wegner KM (2017). Invasion trajectory of Pacific oysters in the northern Wadden Sea. *Marine Biology* 164:68 DOI 10.1007/s00227-017-3104-2
- Rinde E, Hjermann DØ, Staalstrøm A (2016). Larvae drift simulations of the Pacific oyster in Skagerrak – influence of climate change on larvae development, survival and dispersal. Norwegian institute for water research, report 7016, <http://hdl.handle.net/11250/2386876>.
- Strand Å, Blanda E, Bodvin T, Davids JK, Fast Jensen L, Holm-Hansen TH, Jelmert A, Lindegarth S, Mortensen S, Moy FE, Nielsen P, Norling P, Nyberg C, Christensen HT, Vismann B, Wejlemaan Holm M, Winding Hansen B, Dolmer P (2012). Impact of an icy winter on the Pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg, 1793) populations in Scandinavia. *Aquatic Invasions* 7: 433–440.
- Tangen JE (2017). Overvåking og kartlegging av Stillehavssøsters i kommunene Kragerø, Bamble og Porsgrunn, Telemark 2017 (pp. 1–63).
- Tangen J E (2018). Stillehavssøsters. Overvåking og kartlegging i kommunene Kragerø, Bamble og Porsgrunn, Telemark. 2018., 1–92.
- Tangen JE (2019). Stillehavssøsters. Telemark Rapport 2019, 1–62.
- Tangen, J E (2020). Stillehavssøsters. Vestfold og Telemark. Rapport 2020, 1–55.
- Tangen, J E (2021). Stillehavssøsters i Telemark. Kommunene Kragerø, Bamble og Porsgrunn. Rapport 2021, 1–59.
- Thorngren L, Dunér Holthuis T, Lindegarth S, Lindegarth M (2017). Developing methods for assessing abundance and distribution of European oysters (*Ostrea edulis*) using towed video. *PLoS ONE*, 12(11), e0187870–20. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0187870>
- Wrange AL, Valero J, Harkestad LS, Strand Ø, Lindegarth S, Christensen HT, Dolmer P, Kristensen PS, Mortensen S (2010). Massive settlements of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Scandinavia. *Biological Invasions* 12 (5): 1145–1152 (DOI : 10.1007/s10530-009-9535-z).

Vedlegg A: Inventering av grunne lokaliteter (0–1 m) med gangbar topografi/substrat

A.1 Oversiktsinventering (forekomst-fravær)

A.1.1 Lokal skala

Utstyr

- Vannfast papir
- Blyant
- Skriveplate
- GPS/telefon for registrering av koordinater
- Vadebukser/våt-drakt/tørr-drakt

Protokoll manuell inventering:

1. Avhengig av topografi (er lokaliteten langgrunn, er terrenget fremkommelig på land mm.) og turbiditet i vannet (hvor stor del av bunnen kan man se fra der man befinner seg), gå enten langs stranden eller i vannet.
2. Om inventeringen skjer i vannet, bruk vadebukser, våt-drakt eller tørr-drakt og vannkikkert.
3. Noter startpunkt (dato, WGS84 koordinater (format 58.875643, 11.145759)
4. Inspiser området ca 1 m ut til hver side fra et tenkt transekt fra strandlinjen til 1 m dyp, noter antall (evt 0) individer.
5. Gå 100 m langs strandlinjen.
6. Gjenta punkt 3–5.

Om flere personer/grupper deltar i inventeringen kan disse få ulike strekninger å dekke inn.

Ved dårlig sikt og på dyp nær 1 m kan man (ved behov) benytte droppkamera for å identifisere østers. For dyp mellom 0.5–1 m kan også undervannsdrone/ROV (remotely operated vehicle) benyttes for å identifisere østers.

A.1.2 Regional skala

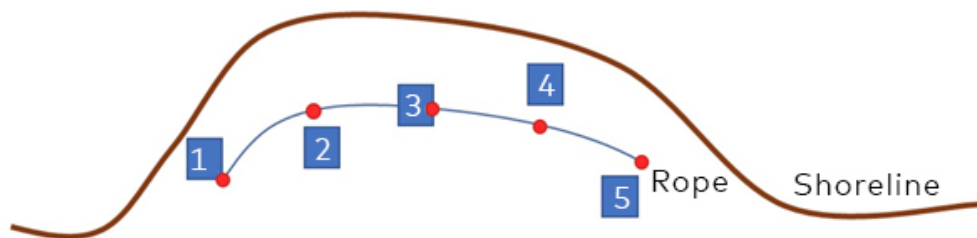
Utstyr:

- Liste med koordinater for tilfeldig valgte koordinater
- GPS/Telefon for koordinater
- 40-meter tau med markering ved 10, 20 og 30 m, Alternativt: målesnor og 5 påler som markerer start, stopp og de mellomliggende avstandene.
- Ruter på 0.5 x 0.5 m og 0.25 x 0.25m (gjærne aluminium). Det er hensiktsmessig å feste en lett synlig markeringsflottør med tau til hver av rutene.
- Metermål (i cm)
- Vannkikkert
- Båt

Gjennomføring:

Hver utvalgte lokalitet skal besøkes.

1. Ved ankomst til lokalitet, undersøk om det i det hele tatt er mulig å inventere stedet. Hvis ikke, noter substrattype og skift til nærliggende lokalitet med samme substrat. Velg eventuelt alternative lokasjoner FØR det sjekkes for østers (for å unngå skjevutvalg).
2. Ved valgt koordinat: sjekk vannivå i henhold til geografisk posisjon:
I Sverige: <https://www.smhi.se/vadret/hav-og-kust/vattenstand-og-vagor#>
I Norge: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>
I Danmark: <https://www.dmi.dk/maalingen-seneste-24-timer/>
3. Plasser 40-m tauet med midten på den utvalgte koordinaten og legg tauet parallelt med strandlinjen på 25 cm dyp (Justert til det rådende vannivået – se Tabell 1). Alternativt kan man bruke et målebånd og stenger/påler for hver 10-meter (også parallelt med strandlinjen).



Tabell 1. Justering av tauet og eksempler på posisjonering av rutene for å oppnå 25 cm dyp i prøvetakingen.

Om vanddyppet er...	...plasser ruter på følgende dyp
+20 cm	0.45 m
-20 cm	0.05 m
<25 cm	Ved strandlinjen
>50cm	Velg dype plasseringer (eks 2 & 5)

4. Plasser ruten (1 x 1 m) langs (parallelt med) begynnelsen på tauet halvveis mellom tauet og strandlinjen.
 - a. Bruk en av de mindre rutene (0.5 x 0.5 or 0.25 x 0.25m) ved høye tettheter, eller hvis det er vanskelig topografi (bratt fjell).
 - b. For hver rute noteres:
 - i. Lokalitet #/ID
 - ii. Koordinater (WGS84, DD) for hver rute (senter)
 - iii. Dato
 - iv. Tid
 - v. Rutenummer
 - vi. Rutestørrelse
 - vii. Dyp (aktuelt vannivå i henhold til punkt 2 ovenfor)
 - viii. Dekningsgrad av alle *M. edulis*, *C. gigas*, *O. edulis*, og levende *M. edulis*, *C. gigas*, *O. edulis*
 - ix. Antall levende *M. edulis*, *C. gigas*, *O. edulis* (individer over 15 mm i.e. ignorer 0+).
 - x. Notér substrat: % forekomst av: Soft, Sand, Gravel, Shell hash, Shell, Rock. Dokumenter gjerne sedimenter med bilde. Eksempel: 30 % gravel, 30 % shell, 40 % rock)
 - xi. % dekning av of bar bunn
 - xii. % dekning av alger ved normalt vannivå. Notér om det er filamentøse eller makroalger.
 - xiii. % dekning av *Zostera*
5. Plasser rute 2 i linje med 10-metersmerket halvveis mellom tauet og 0.5 meters dyp (korrigert for nåværende vannstand). Notér samme data som i punkt 4b
6. Plasser rute 3 på tauets 20-metersmerke. Notér samme data som i punkt 4b
7. Plasser rute 4 i linje med 30-metersmerke halvveis mellom tauet og strandlinja. Notér samme data som i punkt 4b
8. Plasser rute 5 i linje med 40-metersmerket, halvveis mellom tauet og 0.5 meters dyp (korrigert for nåværende vannstand). Notér samme data som i punkt 4b

Definisjoner av substrattyper

SOFT: Mud-like substrate usually coarser and more humid than sand.

SAND: Granular material composed of finely divided rocks and minerals, finer than gravel and coarser than silt.

GRAVEL: Loose aggregation of rock fragments ranging from 2mm to 5cm.

SHELL_HASH: Loose shell accumulations with a median particle size of 2mm to <64mm. Shells may be broken or whole.

ROCK: Rocks larger than 5 cm loosely aggregated within the square.

CLIFF: Mass of rock in an almost vertical position. Cannot be moved/part of mainland.

Kommentar

Under inventering av forekomst/fravær registreres bare dette i rutene. Metoden kan også brukes for å dokumentere individuelle data som skalldimensjoner og individuell dødelighet.

A.2. Detaljinventering — jevn fordeling av substrat/østers

A.2.1 Middels til høye tettheter av østers — ruteinventering

Utstyr

- Vannfast papir
- Blyant
- Skriveunderlag
- GPS/telefon for koordinater
- Vaderbukser/våtdrakt/tørdrakt
- Skyvelær
- Metermål (i cm)
- Tau (10 m alt. 40 m, om 10 m, ta også med 4 pinner til å merke ut hjørner med)
- Små ruter i metall eller annet materiale (0.5 x 0.5 m og 0.25 x 0.25 m). Det er hensiktsmessig å feste en lett synlig markeringsflottør med tau til hver av rutene.



Gjennomføring

- Identifiser den høyeste tettheten på lokaliteten
- Merk ut en 10 x 10 m rute med sentrum i den tetteste delen av østersbanken/forekomsten
- Forbered en protokoll med følgende informasjon:
 - Dato
 - Lokalitetsnavn og evt nummer
 - Koordinater for hvert hjørne
 - Starttid
 - Dyp i hvert hjørne av 10x10-metersruten
 - Vannstand
- Kan alle østers telles og måles? Hvis ja, gjør det.
 - Noter for alle østers i ruten:
 - Lengden (fra "spissen" (umbo) til lengste avstanden på skallet) i mm (bilde 1), bredden (på det bredeste delen av skallet), og dybden/høyden (på det høyeste delen av skallet). Stillehavsøsters former seg ofte etter substratet og populasjonstetthet og det kan derfor være krevende å måle skalldimensjoner på en standardisert måte. Millimeternøyaktighet er derfor ikke påkrevd; det viktigste er å få et noenlunde godt forhold mellom lengde, bredde og høyde.
 - Levende eller (nylig) død. Levende østers lukker sammen skallene når man plukker dem opp. Om østersen ikke lukker seg (eller bare består av en skalldel) så er det dødt. Om østersen er død: er skallhalvdelene hvite på innsiden eller grønnaktige/matte/med sediment: dette viser om østersen nylig har dødt eller om det er en stund siden. For små nydøde østers kan skallhalvdelene ramle fra hverandre i løpet av noen dager; for større østers kan skallhalvdelene sitte sammen i flere år etter de har dødd.
 - OBS! Tenk på at østersen kan vokse på hverandre, så det kan sitte mange små østers på ett stort, eller flere små eller store som sitter i klumper.
- Om østersene er for mange for at telling og måling av alle er mulig; gjør en sub-sampling innenfor 10x10-metersruten
 - Om østerstettheten er for høy for å kunne telle/måle alle østers men lav nok for å kunne telle/måle alle østers i en 0.5 x 0.5-metersrute, bruk denne
 - Om østerstettheten er for høy for å kunne telle/måle alle østers i 0.5 x 0.5 metersruten, bruk 0.25 x 0.25 m ruten.
 - Noter for hver rute:
 - Rutenummer
 - Tid
 - Dyp i cm
 - Rutestørrelse
 - Alle østers lengde, bredde, og høyde/dyp
 - Om østersen er levende eller døde
 - Om østers vokser i klumper/kluster eller er solitære

Kommentar: Om man kun ønsker å måle tettheter så behøves ingen målinger av skalldimensjoner. Likeså kan antall døde østers utelates om dødelighet ikke etterspørres. For registrering av tettheter skal alltid antall LEVENDE østers registreres. For dyp nær 1 m kan snorkling være nødvendig for innsamling/ registrering av østers. Om det ikke er revdannelse på større dyp så kan østers ofte tas opp med hov eller metallrive, som alternativ til snorkling.

Alternativ metode for inventering og måling av moderate til høye tettheter.



- Lokalitetens posisjon noteres
- Arealet på lokaliteten beregnes (dette kan evt gjøres som etterarbeid i egnet kartverktøy)
- En benytter 1 x 1 m aluminiumsramme som «kastes blindt» (f.eks over skulderen).
- Dyp noteres.
- Østersene innenfor ruten telles og måles (og registreres som levende/døde)
- Hvis ønskelig kan andre arter også registreres (f.eks. flatøsters, blåskjell)
- Ved store tettheter anvender en 0.5 x 0.5 m ramme.

A.2.2 Middels til høye tettheter – transekter

Utstyr:

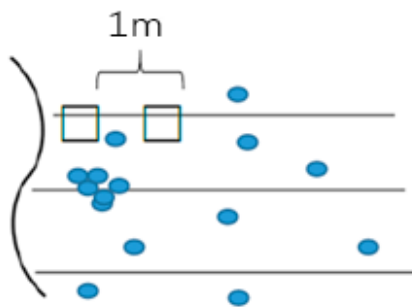
- Vannfast papir
- Blyant
- Skriveunderlag
- GPS/Telefon for å registrere koordinater
- Vadere/våtdrakt/tørdrakt
- Skyvelær
- Målestokk
- Tau
- Små ruter i metall eller annet materiale (0.5 x 0.5 m og 0.25 x 0.25 m). Det er hensiktsmessig å feste en lett synlig markeringsflottør (isopor, plastflaske med kork etc.) med tau til hver av rutene.

Gjennomføring:

- Forbered en protokoll med følgende informasjon:
 - Dato
 - Lokalitetsnavn og evt nummer
 - Koordinat
 - Starttid, sluttid
- Inspiser lokaliteten for å identifisere tetteste området med østers og hvor langt lokalen strekker sig i begge retninger (hvor langt til hver side + dybde finnes forekomster av østers).
 - Notér lokalitetens utbredelse (x meter lang, y meter bred)
- Legg ut en synkeline fra vannkanten og rakt ut fra stranden tvers over den tetteste delen av bestanden. Fortsett utover til det blir for dypt (>1 m om man ikke vil snorkle), til forekomsten av østers bli mer glissen eller tar slutt (avhengig av dyp), eller til en kommer over til andre siden (f.eks. i smale, grunne sund).
- Plasser en 0.5 x 0.5 meters rute for hver meter langs linja (dvs. plasser ruta først ved vannkanten, tell og mål østers i ruta, "rull" ruta to ganger (=1m), legg ruta ned, tell og mål østersen i ruta, etc.
- Noter for hver rute:
 - Transektnummer
 - Rutenummer
 - Tid
 - Dyp i cm
 - Rutestørrelse
 - Avstand mellom ruter
 - Lengden på alla østers i ruta (se protokoll A.2.1)
 - For hver østers om det lever eller er dødt (se protokoll A.2.1).
 - OBS! Tenk på at østers kan vokse på hverandre så det kan sitte mange små østers på ett stort, eller flere små eller store som sitter i klumper.
- Legg ett nytt transekt til høyre for det første og ett transekt til venstre for det første. Transektene skall ligge ca. like langt fra midttransektet som fra ytterkanten av lokaliteten (dvs. der det ikke finnes flere østers). Notér avstanden mellom transektene. Gjenta prosedyren med rutene på samme vis som for det første transektet.

Kommentarer:

- Om antallet østers er for mange for å kunne telle og måle alle, bruk sub-sampling gjennom å bruke en 0.25 x 0.25 metersrute i stedet for den større ruta (0.5 x 0.5 m).
- Om en lokalitet er veldig stor så kan man bruke 2 eller 3 m mellom hver rute i stedet for 1 m. Det er derfor viktig å notere rutestørrelse og avstand mellom rutene.
- Om en bare ønsker tettheter så kan skallmåling ignoreres. Likeså kan antall døde østers utelukkes om mortalitet ikke skal registreres.
- For registrering av tettheter skal alltid antall LEVENDE østers registreres.
- Ved dyp nær 1 m kan snorkling behøves for innsamling av østers. Om revdannelse ikke finnes på større dyp så kan østers ofte plukkes opp med håv eller rive som alternativ til snorkling.
- På dyp mellom 0.5 og 1 m kan også slepvideo eller ROV (remotely operated vehicle) – brukes i stedet for manuell registrering av østers. I så fall brukes protokoll C2/C3.



A.2.3 Lave tettheter – vannkikkert-transekter

Lave tettheter, god til middels god sikt. Topografisk avgrenset lokalitet som kan inventeres med vading/vassing.

Utstyr:

- Vannfast papir
- Blyant
- Skriveplate
- GPS/Telefon for koordinater
- Vadebukser/våt-drakt/tørr-drakt



En går et transekt i "rektangulært "sikksakk"-mønster. Start ved strandlinjen og gå vinkelrett ut mot 1m koten. Dreier 90 ° og går ca. 2 m langs 1m koten, går vinkelrett inn mot strandlinjen og fortsetter på samme måte til en har dekket lokaliteten.

Ved god til moderat sikt (lite vind) har en god sikt ca. 1 m til hver side. Med litt trening klarer en å ta skritt på 0.5m lengde, og undersøker dermed 1 m² pr skritt.

- Noter lokalitetens posisjon (sentralt i lokaliteten)
- Beregne arealet på lokaliteten (dette kan gjerne gjøres i egnet kartverktøy i etterkant).
- Noter totalt antall østers på lokaliteten, noter levende/døde (det er betydelig usikkerhet i levende /døde -data ved metoden) og beregn tetthet (antall østers/m²)
- Om størrelsesfordeling behøves kan en samle inn alle østers på lokaliteten og måle skalldimensjoner.
- A.3 Detaljinventering — flekkvis forekomst av habitat/østers

For inventering av områder der substrat og/eller østers forekommer flekkvis (f.eks. sandstrand med utsprede steiner/klipper) finnes to ulike metoder

Enten kan en bruke protokoll A.2.1 med følgende modifisering: plasser rutene rundt området med steiner der østersene sitter. Noter også om det finnes østers på steiner utenfor rutene.

Alternativt kan protokoll A.2.3 brukes.

Vedlegg B: Manuell inventering av grunne lokaliteter (0–1 m) med krevende/ikke gangbar topografi/substrat

B.1 Oversiktsinventering

B.1.1. Lokal skala

Avhengig av forholdene på lokaliteten så kan man behøve å bruke en kombinasjon av ulike metoder, alternativt en avgrensning av dyp/bredelse eller avstand fra stranda. Grunnprinsippet for denne type lokalitet er å enten observere fra land (området man kan undersøke er begrenset), eller å gjøre inventeringen fra/i vannet. Det siste krever en eller annen form for flytehjelp (SUP, kajakk, liten båt) eller snorkling. For alle disse metodene vil det være vanskelig å inventere områder som er grunnere enn 0.5 m.

Utstyr:

- Vannfast papir
- Blyant
- Skriveplate
- GPS/telefon for registrering av koordinater
- SUP/kajakk/liten båt/snorklingsutstyr (om inventeringen skjer fra/i vannet)

Protokoll inventering fra strand:

1. Noter startpunkt (WGS84, desimalgrader, dvs. følgende format: 58.875643, 11.145759)
2. Inspiser området så langt ut i vannet som mulig, noter forekomst eller fravær av østers samt hvor langt ut fra stranden som bunnen kan undersøkes. Beregne eller mål dypet.
3. Gå 100 m langs strandlinjen.
4. Gjenta punkt 1–3.

Protokoll inventering fra vannet:

1. Noter startpunkt (WGS84, desimalgrader, dvs. følgende format: 58.875643, 11.145759)
2. Inspiser området fra 1m dyp og in mot land så langt det går, noter forekomst eller fravær av østers samt hvilket dypintervall som undersøkes.
3. Svøm/padle 100 m langs strandlinjen.
4. Gjenta punkt 1–3

Kommentarer:

- Ved dårlig sikt og på dyp nær 1 m kan (ved behov) ett dropkamera senkes ned for å identifisere østers. På dyp mellom 0.5 og 1 m kan også en ROV (remotely operated vehicle) brukes til å identifisere østers. Ved arbeid fra liten båt kan vannkikkert brukes for undersøkelse av bunnen på dyp nær 1 meter.
- For å identifisere kun høytetthetsområder så kan ulike automatiserte metoder brukes, f.eks. drone/UAS (Unmanned Aerial System) brukes. Disse teknikkene passer for grunde områder og god vannkvalitet/siktdyp men har begrenset oppløsning i form av identifikasjon av enkelte eller små østers. Det er viktig å notere at selv for disse teknikkene bør både forekomst og fravær av østers registreres med regelmessige mellomrom.

B.1.2 Regional skala

Bruk en kombinasjon av protokoll A.1.1, A.1.2, og B.1.1

B.2 Detaljinventering

Grunnprinsippet for denne type lokalitet er å enten observere fra land (området man kan undersøke er begrenset), eller å gjøre inventeringen fra/i vannet. Det siste krever en eller annen form for flytehjelp (SUP, kajakk, liten båt) eller snorkling. For alle disse metodene vil det være vanskelig å inventere områder som er grunnere enn 0.5 m. Bruk protokoll A.2.1 eller A.2.2 men begrensn dyptbredningen till >0.5 m dyp. For dyp mellom 0.5 og 1 m kan også slepvideo eller ROV (remotely operated vehicle) – brukes etter protokoll C.2.

Ved inventering av bratte områder, f.eks. klippevegger eller sider av steinpirer/-moloer og/eller cementfundament kan man kombinere protokoll A.1 og A.3. En ruta, 10 m lang og 0.5–1 m dyp (dvs. fra vannflata til maksimalt 1 m dyp) plasseres parallelt med vannflata. Om alle østers inne i ruta kan telles og måles så gjør det (OBS. østersen sitter fast på substratet og må måles der den er). Ellers plasseres en 0.5 x 0.5 rute hengende fra kanten (eller visualiseres med hjelp av målestokk eller annet passende hjelpemiddel) og alle østers inne i ruta telles og måles. Plasser 1 rute for hver meter. Om det finnes for mye østers til at man kan telle dem, byttes til en mindre rute

Kommentar:

- Om en bare ønsker tettheter så kan skallmåling ignoreres. Likeså kan antall døde østers utelukkes om mortalitet ikke skal registreres.
- For registrering av tettheter skal alltid antall LEVENDE østers registreres.
- Ved dyp nær 1 m kan snorkling behøves for innsamling av østers. Om revdannelse ikke finnes på større dyp så kan østers ofte plukkes opp med håv eller rive som alternativ til snorkling.

Vedlegg C: Inventering av dypere habitat (> 1 m)

C.1 Kartlegging lokal skala

Registrering av forekomster og fravær kan gjennomføres gjennom snorkling på 1–3 m dyp med protokoll B1.1 – inventering via vannet. For alternativer for dypere miljø, se protokoll C.2.

C.2 Kartlegging regional skala (slepvideoinventering)

Utstyr:

- Liste/kart med koordinater for tilfeldig valgte lokaliteter
- GPS/Telefon for registrering av koordinater
- Video kamera/GoPro
- ekstra minnekort
- ekstra GoPro batterier
- tavle (Whiteboard) + tusj
- Slede
- Tau
- Båt
- Elektrisk motor (eller 50 + meter tau til å dra inn sleden manuelt)

Metode:

- Planlegg turen ved hjelp av Google Maps eller annet kartverktøy. Sjekk værforholdene for å være sikker på at feltarbeidet skjer i områder med gunstige vindforhold
- Pakk alt utstyr i båten. Husk ekstra minnekort, batterier, etc.
- Ved ankomst til videotrasektlokasjon: sjekk vindretning og planlegg retningen på transektet; kjør mot vinden
- Sjekk GPS start- og sluttpunkter GPS for å finne rett dyp for filming.
- Snu båten og bakke mot startpunkt (enten med elektrisk motor eller med vanlig motor).
- Når man er nært startpunktet og på rett dyp: start kameraet og vis fram tavla med lokasjonsnavn for kameraet
- Slipp sleden ned i vannet. Den pleier å legge seg på en grei måte om en forsøker å få ut all luft ut av rørene før man slipper den. Slipp ut like mye tau som 2,5 x dypet (ved 3 m dyp slipp ut minst 7 meter tau).
- Press "mark" for å lagre startpunktet for transektet. Dette bør skje når tauet er stramt og kameraet har begynt å bevege seg langs bunnen.
- Kjør båten langs transektet mot sluttpunktet
- Sjekk at båten følger høydekurvene på bunnen (bruk draft eller kartplotter). Siden byp er den viktigste forklaringsvariabelen i modellen som skal genereres er

det viktigere å få transekt i rett dybde enn å kjøre i en rett linje

- Lagre sluttpunktet etter 40 meter
- Hal sleden raskt opp for å tydelig vise på filmen hvor transektet er slutt. Slå av kameraet.

For hvert transekt, notér

- Lokasjonsnavn
- Dato
- Start- og stopp-koordinater
- Dyp (notér om dypet varierer gjennom transektet)

Kommentarer:

- Under visse forhold ønskes bare forekomst-fravær
- Metoden kan brukes til å registrere tettheter og individuelle data
- I stedet for å bruke el-motor kan man senke sleden, kjøre 40 meter og så langsomt dra sleden gjennom transektet manuelt.
- ROV kan også brukes i stedet for slede/GoPro, men standardisering av transekter kan bli krevende under visse forhold (mye tang, mye strøm etc).

C.3 Detaljinventering

Bruk protokoll C2, men registrer antall individer, levende/døde og evt. størrelse på østers på de filmede videotransektene. ROV kan brukes i stedet for slede med GoPro-kamera, men avhengig av miljøforhold kan det være utfordrende å standardisere transektene

Om denne publikasjon

Stillehavssøsters i Norden

Datainnsamling og bestandsvurderinger som grunnlag for forvaltning og høsting av nordiske bestander av stillehavssøsters, Crassostrea gigas.

Stein Mortensen, Ane T. Laugen, Åsa Strand, Per Dolmer, Lars-Johan Naustvoll, Anders Jelmert, Jon Albretsen, Göran Broström, Malin Gustafsson, Alice Durkin, Sevan Esaghoolian Khogyane, Hanna Partoft, Mats Bøgwald

ISBN 978-92-893-7239-8 (PDF)

ISBN 978-92-893-7240-4 (ONLINE)

<http://dx.doi.org/10.6027/temanord2022-504>

TemaNord 2022:504

ISSN 0908-6692

© Nordisk ministerråd 2022

Forsidefoto: Åsa Strand

Toppfotos:

Kap 1: Ane T. Laugen

Kap 2: Mats Bøgwald

Kap 3: Stein Mortensen

Kap 4: Mats Bøgwald

Kap 5: Ane T. Laugen

Kap 6: Ane T. Laugen

Kap 7: Jonas Magnusson (mannaminnet.se)

Kap 8: Ane T. Laugen

Kap 9: Per Dolmer

Publisert: 7.3.2022

Ansvarserklæring

Denne utgivelsen ble finansiert av Nordisk ministerråd. Innholdet gjenspeiler imidlertid ikke nødvendigvis Nordisk ministerråds synspunkter, meninger, holdninger eller anbefalinger.

Rettigheter og tillatelser

Arbeidet er gjort tilgjengelig under den internasjonale Creative Commons Attribution 4.0-lisensen (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Oversettelser: Hvis du oversetter dette arbeidet, vennligst inkluder følgende ansvarserklæring: Denne oversettelsen er ikke produsert av Nordisk ministerråd og må ikke oppfattes som offisiell. Nordisk ministerråd kan ikke holdes ansvarlig for oversettelsen eller noen feil i denne.

Bearbeidelser: Hvis du bearbeider dette arbeidet, vennligst inkluder følgende ansvarserklæring sammen med krediteringen: Dette er en bearbeidelse av et originalt arbeid fra Nordisk ministerråd. Det er utelukkende bearbeideren som er ansvarlig for synspunktene og meningene som uttrykkes i teksten. Synspunktene og meningene i denne bearbeidelsen har ikke blitt godkjent av Nordisk ministerråd.

Tredjepartsinnhold: Nordisk ministerråd eier ikke nødvendigvis hver enkelt del av dette arbeidet. Nordisk ministerråd kan dermed ikke garantere at gjenbruk av tredjepartsinnhold ikke krenker tredjeparts opphavsrett. Hvis du ønsker å gjenbruke tredjepartsinnhold, bærer du selv risikoen som er forbundet med slike rettighetsbrudd. Du er selv ansvarlig for å avgjøre om det er behov for å skaffe tillatelse for bruk av tredjepartsinnhold, og i så fall for å skaffe tillatelse fra rettighetshaveren. Eksempler på tredjepartsinnhold kan omfatte, men er ikke begrenset til, tabeller, figurer eller bilder.

Fotorettigheter (ytterligere tillatelser kreves for gjenbruk):

Henvendelser om rettigheter og lisenser rettes til:

Nordisk ministerråd/PUB

Nordens Hus
Ved Stranden 18
DK-1061 København
pub@norden.org

Det nordiske samarbeidet

Det nordiske samarbeidet er en av verdens mest omfattende regionale samarbeidsformer. Samarbeidet omfatter Danmark, Finland, Island, Norge og Sverige samt Færøyene, Grønland og Åland.

Det nordiske samarbeidet er både politisk, økonomisk og kulturelt forankret, og er en viktig med-spiller i det europeiske og internasjonale samarbeidet. Det nordiske fellesskapet arbeider for et sterkt Norden i et sterkt Europa.

Det nordiske samarbeidet ønsker å styrke nordiske og regionale interesser og verdier i en global omverden. Felles verdier landene imellom bidrar til å styrke Nordens posisjon som en av verdens mest innovative og konkurransekraftige regioner.

Nordisk ministerråd

Nordens Hus
Ved Stranden 18
DK-1061 København
www.norden.org

Les flere nordiske publikasjoner: www.norden.org/no/publikasjoner