Slutrapport för projektet ”Utveckling av metoder och kunskap för att minska ejderpredation i blåmusselodlingar

Finansierat med medel till Göteborgs Universitet från Jordbruksverket via Livsmedelsstrategin.



Mats Lindegarth, Anothai Ekelund, Per Bergström, Institutionen för Marina Vetenskaper, Göteborgs Universitet
Karl Lundström, Sveriges Lantbruksuniversitet
Anders Granhed, Scanfjord i Mollösund AB
Matti Åhlund och Jan Uddén, Naturcentrum AB

Innehåll

1. Bakgrund till projektet 3
1.1 Problembeskrivning 3
1.2 Syfte 3
1.3 Projektets aktiviteter 4
1.4 Studieområdet: havsområdena runt Orust 5
2. Översikt av metoder för att motverka fågelpredation 6
3. Dokumentation av ejderstörningar i odlingarna 9
3.1 Trender och rumsliga mönster av ejderförekomst i odlingar 2010–2017 11
3.2 Årstidsvariation 13
3.3 Dygnsvariation 13
3.4 Betydelsen av odlingarnas ålder för förekomsten av ejder 14
4. Ejderpopulationens utveckling och förekomst i områdets inre delar 16
4.1 Allmänt om arten ejder (*Somateria mollissima*) 16
4.2 Populationsutveckling och ungproduktion i området 17
4.3 Fördelning av områdets ejdrar i förhållande till musselodlingarna 19
4.4. Ejder- och musselinteraktioner: översiktliga observationer och samband 21
5. Blåmusselpopulationens utveckling och förekomst i området 22
5.1 Historiska data 23
5.2 Kvantitativa undersökningar av den ”vilda” musselpopulation 25
5.3 Uppskattning av den odlade musselpopulation i området 29
6. Effektivitet, praktiska erfarenheter och rekommendationer om åtgärder mot ejderpredation 31
6.1. Fysisk störning med båt 31
6.2. Nätmetoden 33
6.3. Erfarenheter från en workshop om hållbar förvaltning av ejderproblematiken 37
7. Referenser 39
8. Slutredovisning enligt Jordbruksverkets rubriker 40

1. Bakgrund till projektet

1.1 Problembeskrivning

Musselodlingar längs Sveriges västkust utsätts idag för hög predation utav ejder vilket leder till ett betydande ekonomiskt bortfall. I flera fall kan ejdrar ödelägga stora delar eller hela produktionen i en till synes lovande musselodling då en individ kan äta upp mot 2 kg dagligen. Förutom ekonomiskt bortfall bidrar predationen även till en ökad miljöpåverkan genom att ejdrar river ner stora mängder musslor från odlingslinor vilket ytterligare orsakar syrebrist på havsbotten där de faller ner och dör. Detta innebär även att odling av musslor som åtgärd för att minska övergödning blir betydligt mer ineffektiva och kanske till och med skadliga.

En ytterligare problematik är att musselodlingar utgör en viktig födokälla för den redan hotade och numera rödlistade ejdern. Mycket talar dessutom för att musselodlingarnas betydelse för ejdrarnas födoupptag har ökat ytterligare under senare år på grund av de naturliga musselbeståndens kraftiga tillbakagång. För att hålla borta ejdrar från musselodlingar är i dagsläget den bästa metoden ”båtjagning”. Detta är dock en kortsiktig lösning som är kostsam i både arbetskraft och bränsle och är därmed inte en hållbar metod. Dessutom kan skrämsel av ejder betraktas som etiskt tveksamt och det finns ännu inga underlag för hur denna metod påverkar ejdrarna. Eftersom ejderpopulationen i sig utgör en viktig biodiversitetskomponent, med en viktig roll i ekosystemet och med betydelse för en rad kulturella och reglerande ekosystemtjänster är det viktigt att metoderna för att bekämpa ejderpredation i musselodlingar även är etiskt acceptabla. Detta är inte minst viktigt eftersom handlingsplanens vision där *”Svenskt vattenbruk är en växande, lönsam och hållbar bransch med en etisk produktion”* inte bara bygger på ekonomisk och ekologisk hållbarhet utan även på social hållbarhet och acceptans i samhället.

1.2 Syfte

Detta projekt syftar till att bidra till ökad hållbarhet i den svenska musselnäringen genom att utveckla och testa effektiva och etiska metoder för att motverka bortfall genom predation av

ejder. Detta mål kommer att uppnås genom att (1) sammanställa befintliga data på musselproduktion samt förekomst av den naturliga mussel- och ejderpopulationen, (2) analysera dynamiken hos de enskilda komponenterna och interaktioner dem emellan under 10–20 år, samt (3) testa och utvärdera nya metoder för att minska ekonomiska förluster för musselodlare orsakade av ejder på ett sätt som är etiskt försvarbart och som inte äventyrar ejderstammens fortlevnad.

1.3 Projektets aktiviteter

Projektets vetenskapliga aktiviteter sammanfattas i tabell 1. Den första delen av projektet, kunskapssammanställningen (aktiviteterna 1–5), innebar att observationsdata (fågel och förekomst av naturliga musselpopulationer) och loggböcker (odlingsdata, data på skador och närvaro av ejder) digitaliserades. Projektets andra del omfattade storskaliga, experimentella studier av effektiviteten av två olika metoder som av odlarna anses mest lovande (aktiviteterna 6–7). Dessa var att periodvis utestänga ejder med nät (Metod 1) och genom olika typer av fysisk störning där ejdern helt enkelt skräms bort (Metod 2). Projektets sista vetenskapliga del handlade om att analysera, tolka, syntetisera och rapportera de resultaten av befintliga data och av de experimentella studierna (aktivitet 8).

Tabell 1. ***Projektets planerade vetenskapliga aktiviteter***

1.Review av vetenskaplig litteratur om predation på musselodlingar och metoder för att motverka den.
2. Digitalisering och analys av Scanfjords loggböcker på musseltillväxt, ejderskador och störningsfrekvens i området runt Orust
3. Sammanställning av Bohusläns museums data på ejderpopulationer in Havstensfjorden med omnejd
4. Sammanställning av befintligt material av naturliga blåmusselbankar och populationer*
5. Samlad analys av tidsserier och test av hypoteser om musselodlingarnas betydelse för ejderpopulationens födotillgång och populationstillväxt.
6. Experiment och uppföljning metod 1 (“Nät”)
7. Experiment och uppföljning metod 2 (“Fysisk störning”)
8. Analys och rapportskrivning

*reviderat och samordnat med Åsa Strand.

Dessutom omfattade projektet en workshop för att knyta samman praktisk och teoretisk kunskap hos odlare, marina forskare och ornitologer. Detta förespråkar en viktig betydelse inom projektet då det lämnas utrymme för diskussioner kring vetenskapligt grundade

rekommendationer för hållbar hantering av ett för musselodlingen allvarligt problem, och lämnar förutsättningar för att kunna bidra med viktiga kliv framåt för branschen.

1.4 Studieområdet: havsområdena runt Orust

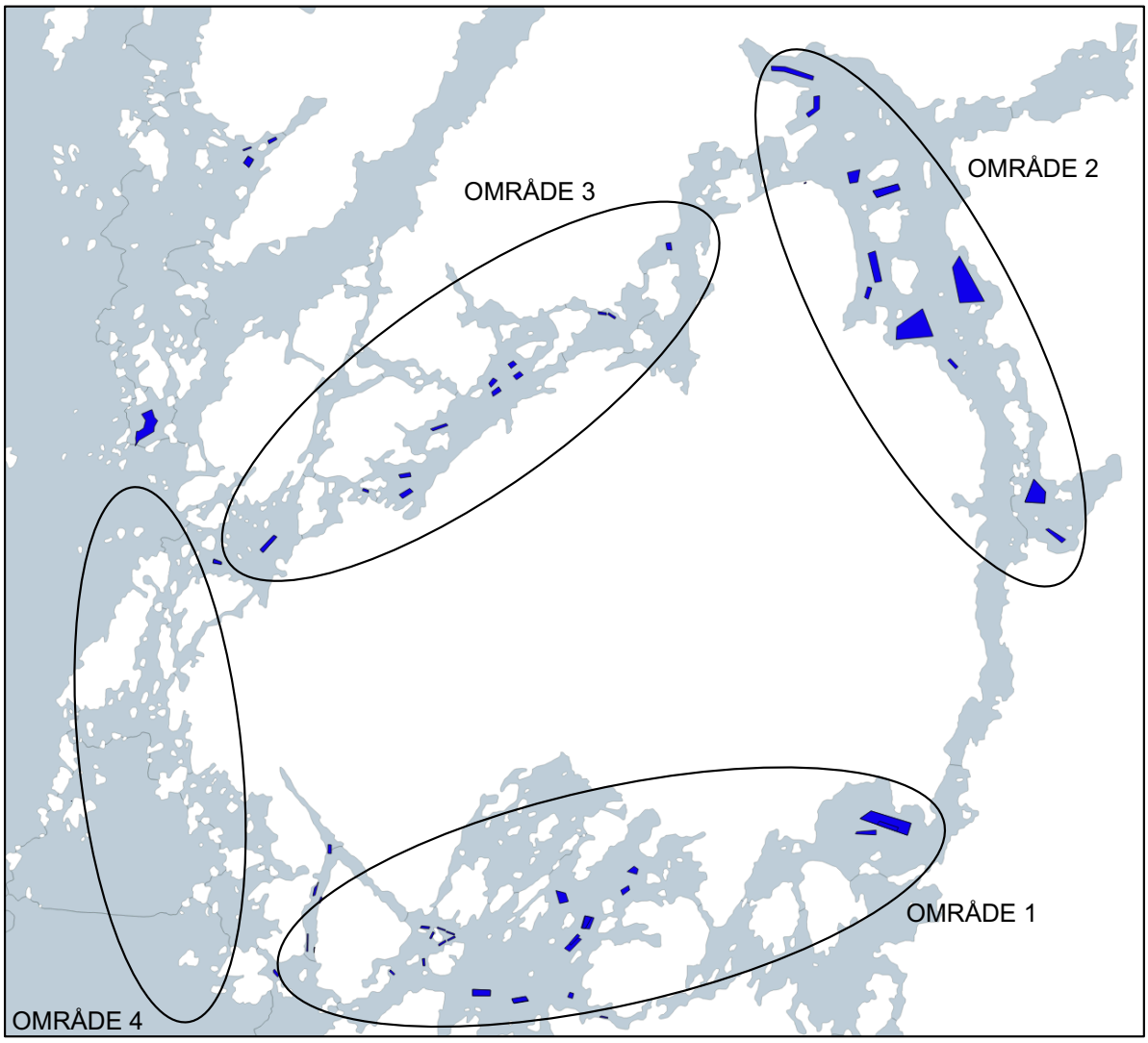
Projektet fokuserar på området runt Orust (Fig. 1). Detta är det område i Sverige som är mest utnyttjat för musselodling med ungefär femtio aktiva odlingstillstånd för blåmussla. Området uppvisar en stor variation i en rad olika miljöbetingelser, där de yttre, västra området generellt är mer exponerat för vågor, har högre salthalt och lägre temperatur, men det kan även finnas stor variation inom områden och mellan år och årstider.

Området som helhet bedöms påverkat av övergödning och de östra och norra delarna (i princip överensstämmande med område 2 och 3 i figur 1) bedömdes i den senaste statusbedömningen enligt vattendirektivet ha en ”otillfredsställande” status medan de västra och södra delarna bedömdes ha en ”måttlig” status[1]. Den viktigaste orsaken till dessa bedömningar som alltså alla ligger under miljökvalitetsnormen ”god status” är förhöjd närsaltsbelastning och en åtgärd som föreslagits i detta sammanhang är odling av s.k. ”blå fånggrödor” vilket innefattar blåmusslor[2].

Området innehåller betydande arealer av lämpliga miljöer för ejder och blåmusslor (kapitel 4 och 5). Både ejder och musslor förekommer permanent eller periodvis i miljöer som domineras av klipp- och mjukbottenstränder i hela området, men blåmusslor återfinns även rikligt på artificiella substrat, såsom pontonbryggor, och naturligtvis även på odlingar. Dessa förekomster attraherar också populationen och den rumsliga fördelningen av ejdrar i området.

[1] www.viss.lansstyrelsen.se

[2] Länsstyrelsen Västra Götalands län, Förslag på åtgärdsprogram för Västerhavets vattendistrikt 2015-2021, Diarienummer 537-34925-2014-3



Figur 1. *Karta över området som omfattas av projektet. Kartan visar befintliga odlingstillstånd och en områdesindelning som använts i arbetet med loggböcker och för fältobservationer. Skuggade linjer på havsytorna representerar vattenförvaltningens vattenförekomster.*

2. Översikt av metoder för att motverka fågelpredation

En inledande översikt av tidigare använda metoder för att hindra fågelpredation i musselodlingar och i andra sammanhang, visar att många olika metoder har prövats med varierande framgång (Tabell 2). Den stora diversiteten av metoder och den geografiska spridningen av studierna antyder att problematiken är omfattande, svårlöst och global. Metoderna kan delas in i olika huvudtyper och även om goda och dåliga erfarenheter finns bland de flesta typer förefaller det som om metoder baserade på (1)

störning genom mänsklig närvaro och (2) genom att man hindrar tillträde till bytet genom en barriär är de mest framgångsrika och förutsägbara.

Översikten av den vetenskapliga litteraturen stämmer också väl överens med erfarenheter inom projektet (Granhed, pers. obs.). Bland annat har tidigare försök med hydrokaustiska metoder, jakt m.m. uppvisat varierande framgång. Den dominerande och mest tillförlitliga metoden under senare år har varit att störa ejdrarna fysiskt i anslutning till odlingarna genom närvaro i båtar. Även om denna metod kan anpassas så att störningarna sker vid behov på specifika odlingar och vid vissa tidpunkter, är den naturligtvis mycket kostsam, delvis olämplig ur miljösynpunkt och etiskt diskutabel med avseende på ejdrarna. Dessutom kan den upplevas störande av allmänheten och därmed påverka acceptansen för musselodling generellt. Samtidigt är det ekonomiska bortfallet och den ökade miljöpåverkan på bottnarna som orsakas av nedfallande musslor, ett allvarligt problem för näringen som måste åtgärdas.

På grund av återkommande problem med predation och som ett resultat av dialog med ornitologer och naturvårdare har Scanfjord utvecklat metoder för att undvika predation samtidigt som ejderns behov och välbefinnande respekteras. Det är värt at notera i sammanhanget att musselodlingarna erbjuder en viktig födokälla för ejderpopulationen som på senare år uppvisat en nedgång. Mot denna bakgrund har det varit naturligt att inom projektet utvärdera de metoder som bedöms som mest effektiva och genomförbara och att utveckla dessa så att de blir så skonsamma som möjligt mot ejdern. I enlighet med den vetenskapliga sammanställningen ovan har vi valt att arbeta med fysisk störning (”Fysisk störning med båt”) och med barriär mot predation (”Nätmetoden”). Dessa metoder har utvärderats med avseende på effektivitet och med avseende på att minska lidande och dödlighet hos ejdern.

Tabell 2. Review av vetenskaplig litteratur av metoder för att motverka fågelpredation i odlingar.[3]

Typ	Metod	Målart	Byte	Effektivitet	Kommentar
Ljud	Gaskanon, blankskott, pyroteknik			Variabel	Kortsiktigt, vänjande, störningar i omgivningen
	Elektroniska stressläten, predatorläten, hydroakustik	Ejder	Blåmusslor	Bra	UPS- motorbåt
Visuellt	Mänsklig aktivitet	Skarv		Väldigt bra	Kortsiktigt
	Båt		Blåmusslor	Bra	Kortsiktigt, kostsamt
	Skrämma			Minimal	
	Flaggor, ballonger, drakar	Stare		Minimal	Ballong, kortsiktigt
	Boll med ”öga”	Gråsparv		Minimal	Kortsiktigt
	Laser			Minimal	
	Speglar, ljus, reflexer	Koltrast	Spannmål	Minimal	Reflekterande tejp
	Döda fåglar			Minimal	
	Falkenering (hök, örn)			Bra - variabel	Kostsamt, arbetsintensivt
Barriär	Nät	Ejder	Blåmusslor	Bra - variabel	Beror på nätstorlek och tjocklek på snöre
	Skyddande ”strumpa”	Dykänder	Blåmusslor	Bra - variabel	Skyddar mot änder, ökar biofouling, minskar tillväxt
	Bur på individuella linor		Blåmusslor	Bra	Arbetsintensivt, hög fouling, dyr skötsel
Dödliga metoder	Skjutande		Blåmusslor	Bra - variabel	Kortsiktigt, licens krävs
Habitat utvidgning	Offerodlingar			Variabel	Kan locka fler fåglar

[3] **Sammanställt från:**
Curtis et al., 1996 – *Overview of techniques for reducing bird predation at aquaculture facilities*
Richman, 2013 – *Sea duck predation*
Martin and Hagar, 1990 – *Bird control on containment pond sites*
Martin et al., 1998 – *Containment Basins and bird exclusion- A historical perspective*
Draulans, 1987 – *The effectiveness of attempts to reduce predation by fish-eating birds: A review*
Barras et al., 2005 – *Controlling bird predation at aquaculture facilities: Frightening techniques*

3. Dokumentation av ejderstörningar i odlingarna

För att få en ökad förståelse för problematikens omfattning, var och när åtgärder bör sättas in och hur man kan undvika konflikter i ett planerings- och tillståndsskede har tidsserier av ejderförekomst i närheten av odlingar analyserats och sammanställts i område 1, 2 och 3 (Fig. 1). I samband med störningsutflykter i Scanfjords musselodlingar har antal ejderindivider räknats och noterats i odlingarna under olika tider på dygnet och antecknats i loggböcker. Denna data har digitaliserats inom projektet för att få en uppfattning av ejderförekomst i odlingarna och därmed trender och mönster av omfattningen på störningarna. Detta resulterade i en långtidsserie med 4410 datapunkter av ejderobservationer med en frekvens av upp till en gång i veckan under den isfria säsongen mellan åren 2010–2017 (Tabell 1). Observationerna har gjorts i 22 odlingar av varierande storlek och ålder runt Orust som grupperade i tre olika områden (Fig. 1).

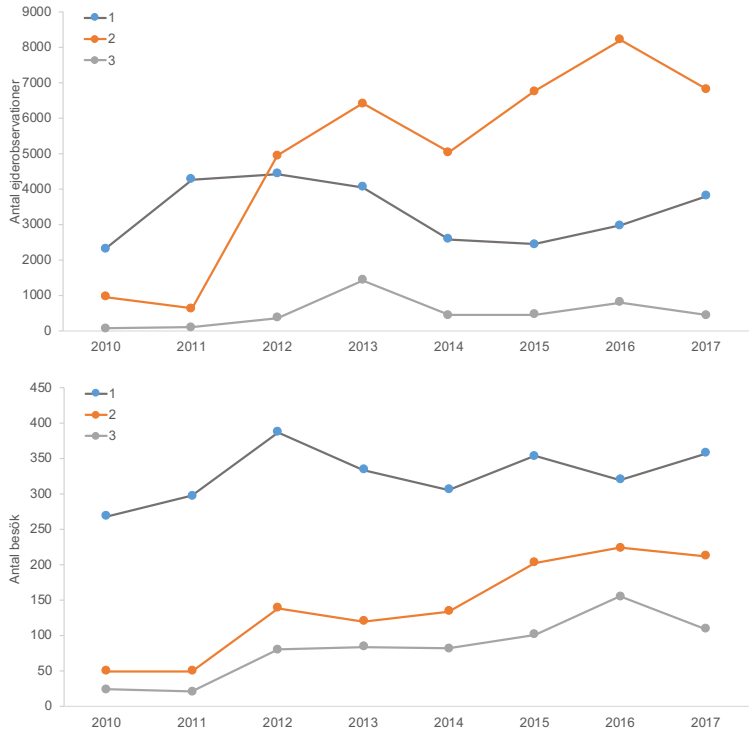
Tabell 3. Sammanställning av antalet observationer och maximalt antal observerade ejdrar vid ett tillfälle i olika odlingar under åren 2010-2017.

Odling	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Totalt besök	Max
Område 1										
Bockholmen	30	32	42	45	21	20	36	34	260	150
Boxsviks kile				4	35	39	28	35	141	150
Brandholmen	25								25	15
Brandholmen N	7	36	43	29	38	39	17	38	247	500
Brandbolmen S	4	29	50	39	36	43	30	30	261	1000
Fjordebön							42	26	68	75
Grisevik	27	35	24	11	26	36	22	33	214	352
Gulskär	30	29	36	43	34	41	35	31	279	100
Kalven	30	28	37	44	20	20	34	26	239	300
Näsholmen	31	28	49	35	35	43	28	36	285	500
Nösund	28	25	37	25					115	80
Tångeholme	29	30	35	34	34	38	32	31	263	200
Tångesund	27	25	34	25	27	34	16	37	225	75
Område 2										
Brunnefjälls kile	13	12	36	29	26	44	40	35	235	500
Hasselön	13	13	32	29	30	28	42	37	224	300
Ljungskile	11	12	34	25	27	43	40	33	225	600
Slussen							40	36	76	100
Åsebukten	13	13	37	28	27	44	22	39	223	500
Åkers kile				9	24	44	40	32	149	500
Område 3										
Kavlanda							39	36	75	50
Koljön			15	26	25	27	40	25	158	110
Morlanda	12	10	32	32	30	33	35	16	200	60
Rävsnäsbukten	12	11	33	26	27	41	41	32	223	150
Totalt	**342**	**368**	**606**	**538**	**522**	**657**	**699**	**678**	**4410**	

Under 2017 fanns det även möjlighet att sammanställa ett mer utförligt material för att studera ejdrarnas dygnsrytmik. För detta ändamål digitaliserades 2808 observationer på olika tider på dygnet (Tabell 4). Detta dataset var fördelat över årets alla månader (förutom augusti) och under dygnets alla timmar, även om tyngdpunkten ligger på förmiddagen.

Tabell 4. Sammanställning av antalet observationer på olika tider på dygnet i odlingarna under 2017

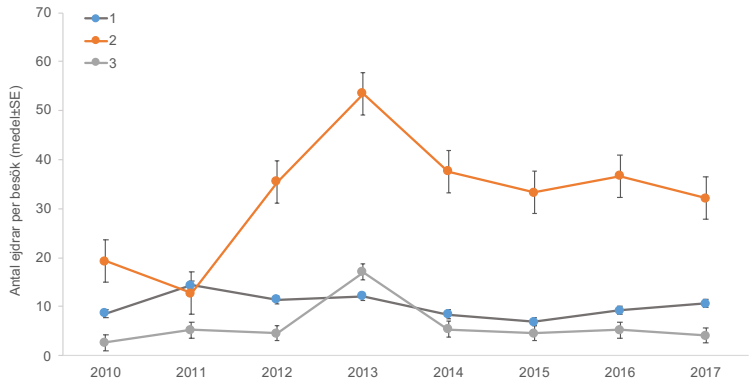
Månad	00-03	03-06	06-09	09-12	12-15	15-18	18-21	21-24	Totalt
Januari	35	38	45	40	54	17	14	36	279
Februari	53	35	58	73	60	60	18	45	402
Mars	126	89	40	57	36	89	45	135	617
April	9	9	113	116	88	85	27	53	500
Maj		10	63	62	25	32	28	21	241
Juni			20		15	7	6	1	49
Juli	20	19	32	18			10	32	131
September			30	28		8			66
Oktober			59	44	81	17			201
November	12	6	21	54	65	16	3	9	186
December			39	44	35	18			136
Totalt	**255**	**206**	**520**	**536**	**459**	**349**	**151**	**332**	**2808**



Figur 2. *Antal observerade / bortjagade ejdrar och antal besök i de tre områdena under åren 2010-2017.*

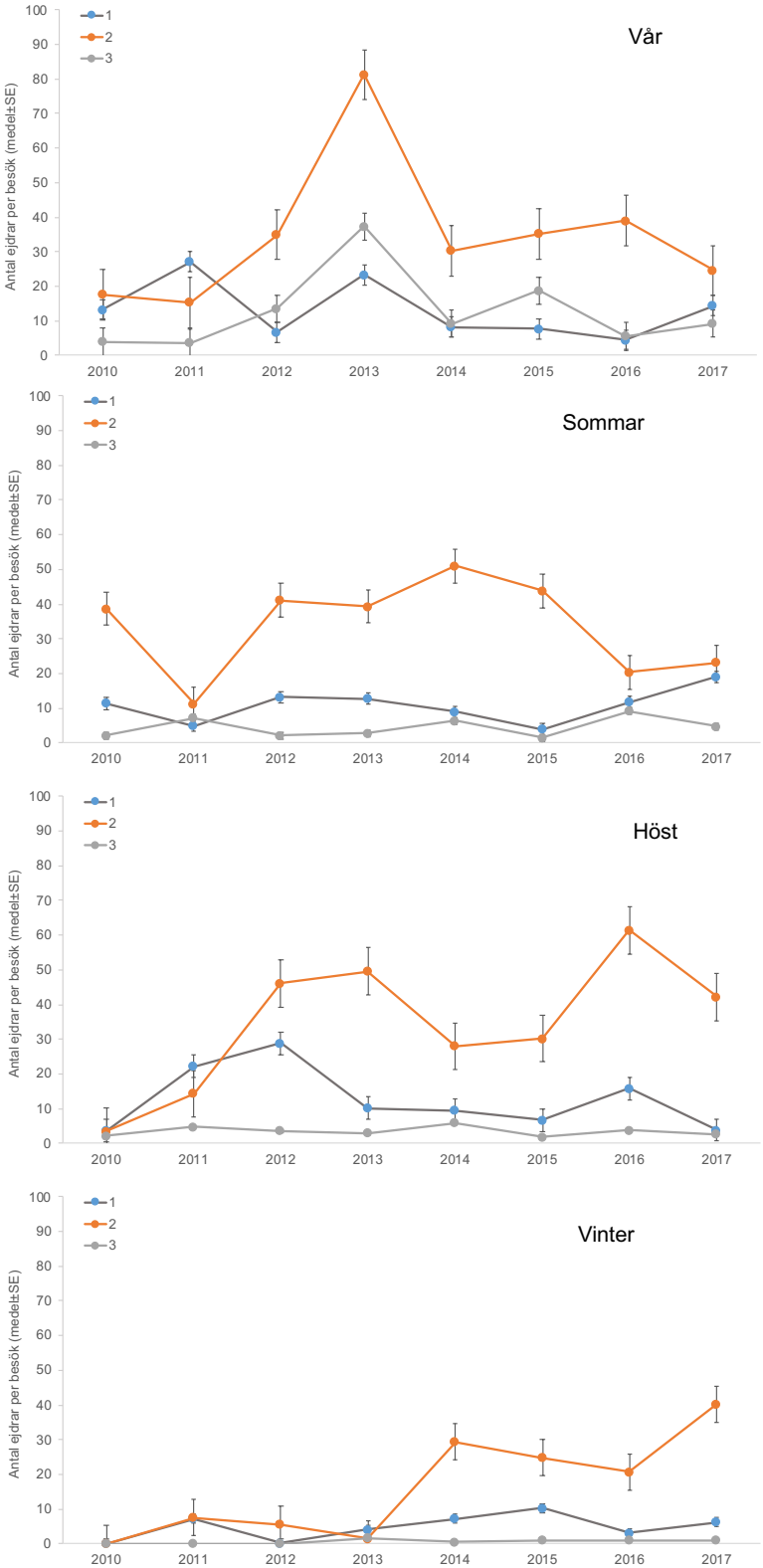
3.1 Trender och rumsliga mönster av ejderförekomst i odlingar 2010–2017

I område 1 och 3 låg det totala antalet observerade och bortskrämda ejdrar relativt konstant mellan åren 2010 och 2017 (Område 1: 2000-4000 och Område 3: 50-1500), medan en betydande ökning observerades från cirka 1000 till 8000 i område 2 (Fig. 2). Notera dock att trender i det totala antalet påverkas av antalet besök och antalet odlingar som finns i området (Fig. 2). Detta gör det lite svårt att tolka skillnader mellan områden och år, men icke desto mindre ger det en bild av problemens omfattning så som dom påverkar odlaren. Antalet besök per område påverkas i sin tur av antalet odlingar och besöksfrekvens. Under perioden har antalet besök legat konstant högt i område 1, medan det ökat i område 2 och 3. Detta beror huvudsakligen på det stora antalet odlingsenheter i område 1.



Figur 3 *Medelantal ± SE av ejdrar per besök under hela året 2010–2017.*

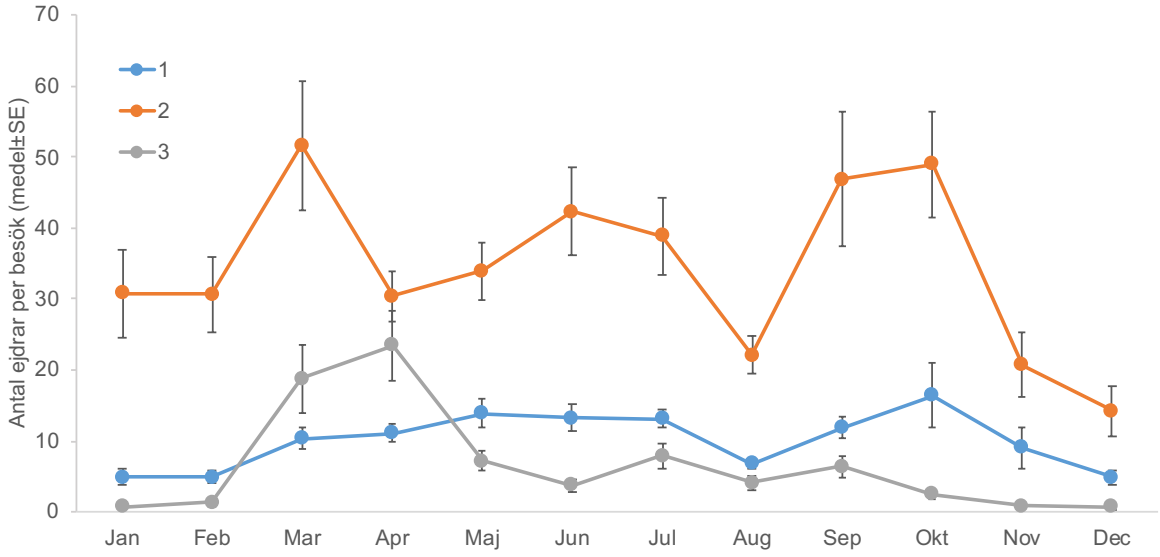
Genom att beräkna medelantalet ejdrar per besök får man en annan bild av hur störningen i enskilda odlingar ser ut och utvecklas (Fig. 3). I likhet med det totala antalet observerade individer, kan man urskilja en ökning av antalet ejdrar per besök öster om Orust i område 2 om man betraktar medelantalet under hela året. Speciellt sker en ökning från 2011 till 2013 från cirka 15 till 50 individer, för att sedan stabiliseras på ungefär 30 individer under resten av perioden. I de andra områdena ligger störningen på 5-10 individer per besök förutom en topp på knappt 20 i område 3 under 2013. Om man studerar trenderna för varje årstid separat framträder en bild där våren 2013 uppvisade mycket höga koncentrationer av ejder, speciellt i område 2 men även i område 3, men i övrigt finns inga tydliga trender under våren och inte heller under sommaren (Fig. 4). Däremot förefaller det under senare år ha skett en ökning i koncentrationen av ejder i område 2 under hösten och vintern, men det finns också mycket variation mellan år och inte under någon årstid eller område finns det någon tydlig tendens till minskning av medelantalet ejder per besök.



Figur 4 *Medelantal ± SE av ejdrar per besök under enskilda årstider 2010–2017. Vår: mars-maj, Sommar: juni-augusti, Höst: september-november, Vinter: december-februari*

3.2 Årstidsvariation

Förutom långsiktiga trender och skillnader mellan områden, visar den långsiktiga tidsserien också att medelantalet ejdrar i odlingarna varierar under året (Fig. 5). Även om årstidsvariationen skiljer sig mellan år, och även om den skiljer sig något mellan områden, är en genomgående tendens i alla områden att det är färre ejdrar i odlingarna under november-februari, samt under augusti. Mars, september och oktober är de månader som i medeltal är mest utsatta.

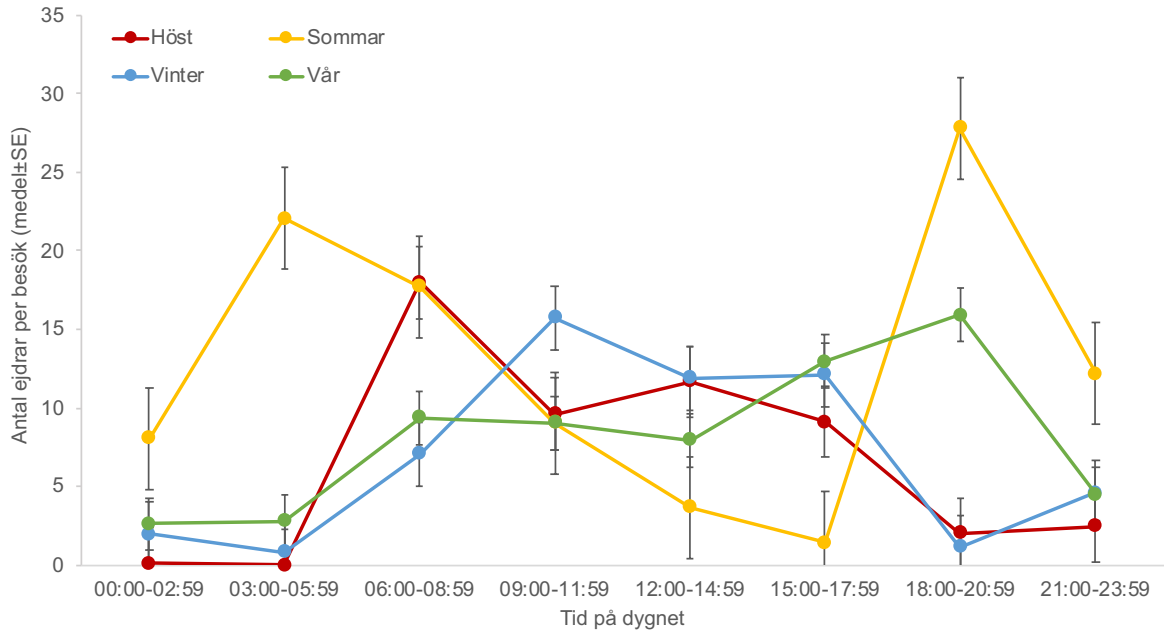


***Figur 5**. Medelantal av ejdrar per besök i de tre områdena; Stigfjorden (område 1), norra och södra Havstensfjord (område 2) och Koljöfjorden (område 3).*

3.3 Dygnsvariation

Eftersom det fanns betydligt fler observationer från 2017 än andra år, användes denna data för att analysera under vilka tider på dygnet som ejdrarna är mest aktiva (närvarande) i odlingarna (Fig. 6). Analysen visar att förekomsten av ejder under olika tider på dygnet varierar mellan årstider. Under vintern är aktivitet är högst mitt på dagen och mycket låg mellan 18 och 06. Under sommaren är aktiviteten låg mitt på dagen och i viss mån runt midnatt, men högre i skymning och gryning. Under vår och höst är aktiviteten låg under natten men som högst under kvälls- (vår) och morgontimmarna (höst). Orsakerna till varför dessa skillnader i aktivitet uppträder kan vi bara spekulera kring, men sannolikt är skillnader i dagslängd en bidragande faktor eftersom ljuset påverkar fåglarnas möjligheter till födosök

och deras förmåga att upptäcka fiender. En annan faktor som åtminstone teoretiskt kan påverka är skillnader i antalet fritidsbåtar som är aktiva, framför allt under sommaren. Detta skulle möjligen kunna vara en förklaring till den förhållandevis låga aktiviteten mitt på dagen under denna period.

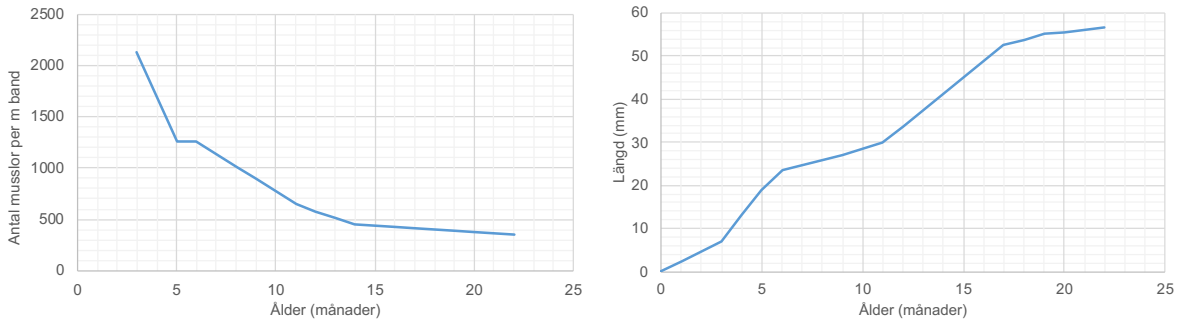


Figur 6. *Medelantal av ejdrar per besök under olika årstider och tider på dagen.*

3.4 Betydelsen av odlingarnas ålder för förekomsten av ejder

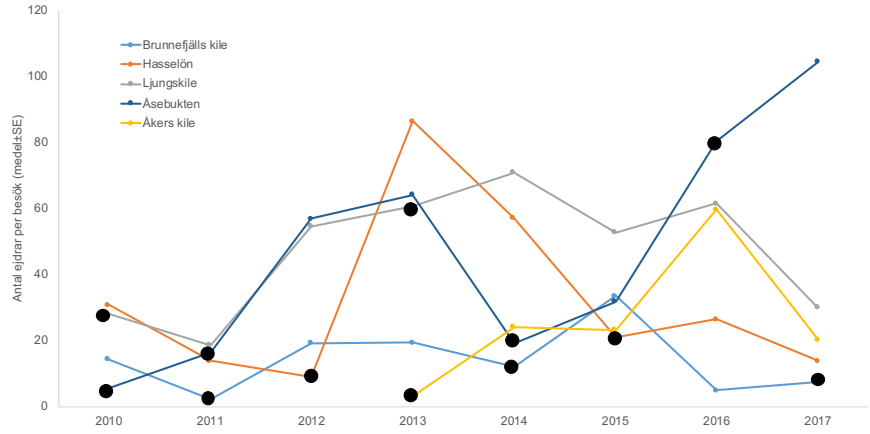
Även om analyserna ovan visar att odlingarna i det inre fjordområdet speciellt under senare år varit mest utsatta för ejder, visar de också att det finns stora skillnader mellan närliggande odlingar och mellan år inom en specifik odling. Detta är inga nyheter utan känt av odlare sedan länge. Det är också allmänt känt att födosökande ejdrar gör aktiva val av vad dom skall äta. Ejdrarnas preferenser påverkas av vad som finns tillgängligt och förändras under året. Det är därför inte alldeles enkelt att säga exakt vilken storlek dom föredrar. Flera studier har dock visat att dom väljer med avseende på storlek, skaltjocklek och energiutbyte (Bustnes 1998, Hamilton et al. 1999, Hilgerloh & Pfeifer 2002) och en generell slutsats är att dom väljer musslor som har lite och tunt skal i förhållande till köttinnehållet. Ofta innebär detta att de allra minsta och största musslorna väljs bort och preferenser mellan 10 och 50 mm har rapporterats (Hilgerloh & Pfeifer 2002). Eftersom musslor på odlingar dessutom är

mycket abundanta, snabbt växande och därför har förhållandevis tunna skal, kan man rent allmänt anta ejdrarna föredrar odlade musslor framför bottenlevande. Med tanke på att mängden musslor och storleken varierar med odlingens ålder (Fig. 7), kan man också anta att odlingens ålder påverkar ejdrarnas benägenhet att vara i en specifik odling och därmed förklara den stora lokala variationen mellan odlingar.

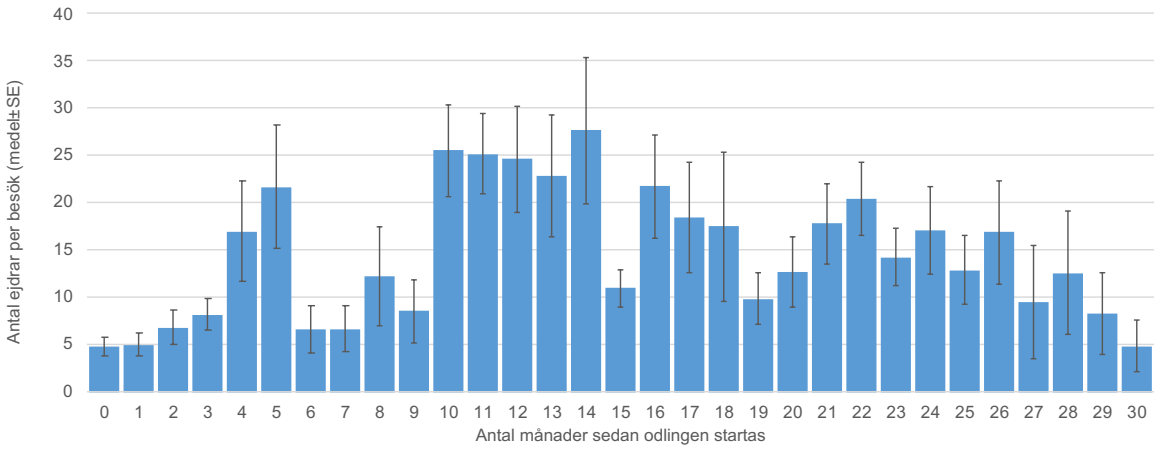


Figur 7. *Antal musslor och medellängd som funktion av odlingens ålder. Odlingarna etableras i allmänhet under maj månad, dvs månad 0 = maj Modifierat efter Loo och Rosenberg (1983).*

Ett sätt att undersöka detta är att studera hur förändringen i antalet ejdrar sammanfaller med etableringen av en odling (Fig. 8). Om man studerar variationen i odlingarna i område 2 ser man att i princip vid varje tillfälle som en ny odling etableras, blir närvaron högre nästkommande år (Fig. 8). Endast vid en av tolv registrerade nyetableringar under perioden sker det ingen ökning.



Figur 8. *Medelförekomst av ejdrar under 2010-2017 i odlingarna i område 2. Svarta punkter representerar vilket år musselodlingen är isatt.*



Figur 9. *Antalet ejdrar som funktion av odlingens ålder i månader. Månad 0 = maj.*

Ett mer detaljerat sätt att undersöka detta är att se ur hur antalet ejdrar förändras med odlingens åder (Fig. 9). Denna analys visar att antalet ejdrar ökar successivt under sommaren – hösten första året, för att sedan minska under vintern. Närvaron är sedan som högst under våren andra året då då musslorna kan förväntas vara 3 – 4 cm. Man ser även en viss ökning under våren tredje året, men då på en lägre nivå än året innan. Även om det finns mycket variation och att flera faktorer inverkar, visar dessa analyser att odlingens ålder har stor betydelse och att åtgärder är speciellt viktiga under odlingens första och andra år, speciellt på våren och hösten.

4. Ejderpopulationens utveckling och förekomst i områdets inre delar

4.1 Allmänt om arten ejder (*Somateria mollissima*)

Ejdern häckar i stort sett längs hela den svenska kusten. Det svenska beståndet ökade fram till mitten av 1990-talet, därefter har det minskat betydligt. Minskningstakten har varit så hög att gränsvärdet för rödlistekategorin ”sårbar” (VU) har överstigits. Exempelvis mer än halverades det svenska beståndet mellan åren 2001 och 2012. Det häckande beståndet är dock fortfarande så stort att gränsvärdet för rödlistning enligt kriteriet för populationsstorlek inte uppfylls. 2008 beräknades det svenska beståndet omfatta omkring 150 000 par. Flertalet av de svenska ejdrarna övervintrar i danska vatten. Hanarna lämnar oftast häckningsområdena och samlas i ytterskärgården några veckor efter att honorna börjat ruva. Flyttningen till vinterkvarteren äger rum i september till oktober, men en del ejdrar blir kvar

i hemmavattnen. Ejdern föredrar musslor som föda och då framför allt blåmusslor (i storleken 20-40 mm), men även kräftdjur och tagghudingar finns ofta på matsedeln. De små ungarna äter kräftdjur, små mollusker och insekter i grunda vatten.

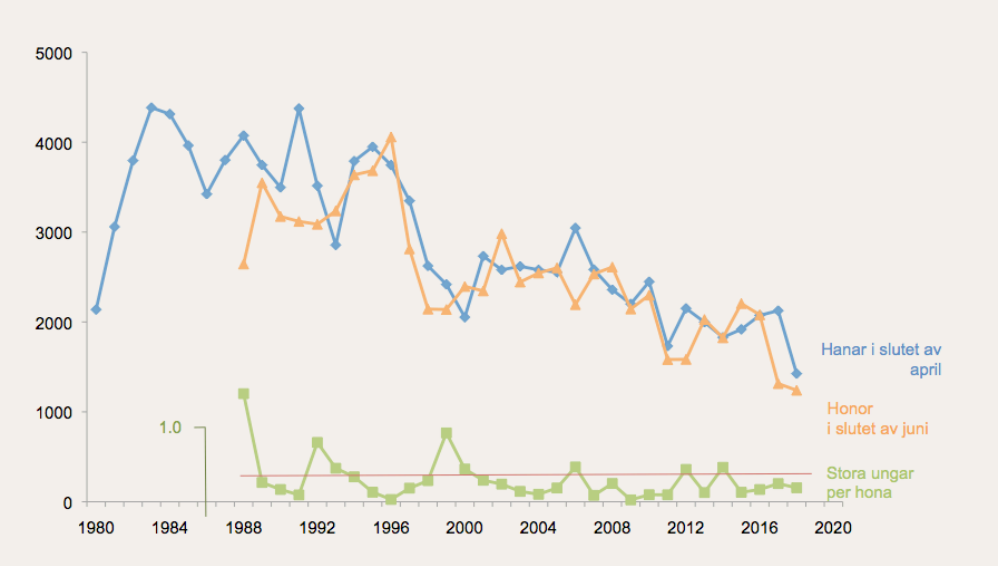


Figur 10. *Ejdrar utanför en musselodling i Bohuslän (Foto: Karl Lundström)*

4.2 Populationsutveckling och ungproduktion i området

Ejderbeståndet i fjordarna mellan Orust och Uddevalla har följts under de senaste 40 åren (för stora delar av området finns också data från 1967 och 1975). Antalet hanar har taxerats och karterats i slutet av april årligen sedan 1980 genom båtinventeringar och enstaka flyginventeringar. Sedan 1988 har honor och ungar räknats och karterats från båt i slutet av juni för att få ett mått på ungproduktionen. Dessutom har antalet ejderbon på alla öar i området inventerats med 4–6 års mellanrum sedan 1979. Nedan redovisas en inledande analys av rumsliga mönster och tidstrender.

Populationsutvecklingen i området liknar den i övriga Sverige. Beståndet har mer än halverats sedan mitten av 1990-talet och är nu nere nästan i nivå med förhållandet i slutet av 1960-talet (Fig. 11). Produktionen av ungar har varit låg under så gott som hela perioden: endast under 9 av de 31 åren mellan 1988 och 2018 har produktionen överstigit det värde som beräknats vara nödvändigt för att upprätthålla en stabil population (0,4 stora ungar per hona). Många ungar kläcks fram, men dödligheten under de första två veckorna är hög.



Figur 11 *Antal vuxna fåglar och ungproduktion hos ejder i fjordarna mellan Uddevalla och Orust. Den röda linjen i kurvan för ungproduktion visar nivån som behövs för att upprätthålla en stabil population.*

Ejderhonor kan avstå från att häcka under år med ogynnsamma förhållanden. Tillgång på föda i tillräcklig mängd och kvalitet under tiden före häckningsstart är sannolikt avgörande för om en hona ska gå till häckning eller inte. Honorna behöver äta upp sig ordentligt inför äggläggning och följande fyra veckors ruvning, då de endast lämnar boet korta stunder och inte hinner äta ordentligt. I figur 12 jämförs beståndsuppskattningarna från taxeringarna av hanar och honor med antalet funna bon. Fram till slutet av 1990-talet verkar så gott som alla honor påbörjat häckning, medan omkring hälften av honorna avstått från att häcka under 2000-talet. Det låga antalet honor jämfört med antalet hanar 2017 antyder att många honor lämnat området redan i slutet av juni detta år eller möjligen avlidit under ruvningen (se nedan).

Vissa år har många honor hittats döda (oskadade) på bo på enstaka öar. Vid inventeringen av bon på alla öar 1997 påträffades 167 döda honor (varav två öar svarade för 101 av dessa); vid inventeringen av tio öar 1998 låg 145 honor döda på bo (varav två andra öar svarade för 81 av dessa). SVA analyserade åtta av honorna från 1998 och konstaterade att de sannolikt dött av fågelkolera. Utbrott av denna sjukdom konstaterades hos övervintrande och häckande ejdrar i sydvästra Kattegatt 1996 och 2001.



Figur 12. *Antal bon, samt antal honor (i slutet av juni) och hanar (i slutet av april) hos ejder i fjordarna mellan Uddevalla och Orust de år då boräkning genomförts.*

4.3 Fördelning av områdets ejdrar i förhållande till musselodlingarna

Ejdrarnas fördelning i området styrs av flera faktorer som dessutom delvis är olika för hanar, honor och ungar. Hanarna i slutet av juni behöver bara tänka på att skaffa föda och återfinns rimligen på platser där tillgången på föda är god, även om störningar från båtlivet också påverkar fördelningen. Hanarna i slutet april är fortfarande till stor del knutna till honorna, som föredrar att uppehålla sig så nära sina häckningsöar som möjligt. I slutet av juni måste honorna som har ungkullar ta hänsyn till ungarnas behov av föda och skydd. Andelen honor med ungar har dock varit liten under flertalet år och flertalet av ungarna är vid den så stora att de mer eller mindre övergått till vuxendiet (musslor i första hand).



***Figur 13**. Fördelningen av honor i juni i förhållande till musselodlingarna i område 2 under 1994 då inga odlingar fanns i området, och 2014 då fyra tillstånd var aktiva (rastrerade ytor).*

Innan 1994 fanns i princip ingen odling av musslor i Havstensfjorden (Fig. 13). Tjugo år senare fanns fyra aktiva tillstånd (i vissa fall med flera odlingsenheter). En kvalitativ jämförelse visar att fördelningen av ejder under 1994 har en tyngdpunkt i de norra delarna av Havstensfjorden och i Byfjorden, medan samma analys under 2014 antyder större koncentrationer de mellersta och södra delarna i närheten av Ljungskile. Ett generellt intryck är att ejderpopulationen under 2014 har blivit mer aggregerad jämfört med 1994.

Tabell 5. *Antal ejdrar inom 500 m och 1000 m från odlingsområden eller blivande odlingsområden. Siffrorna visar medelvärden för perioderna 1980–1984 och 2008–2018. Inom parentes anges medelvärdet av andelen individer inom respektive avstånd för de olika kategorierna.*

Närhet till odling	Period	Hanar april	Hanar juni	Honor juni	Unga juni
500 m	1980/90-tal	221 (6%)	1 (5%)	123 (4%)	28 (2%)
	2008-2018	29(14%)	56 (28%)	337(17%)	55 (16%)
1000 m	1980/90-tal	1169 (34%)	3 (15%)	718 (21%)	237 (14%)
	2008-2018	623 (31%)	128 (67%)	797 (40%)	100 (34%)

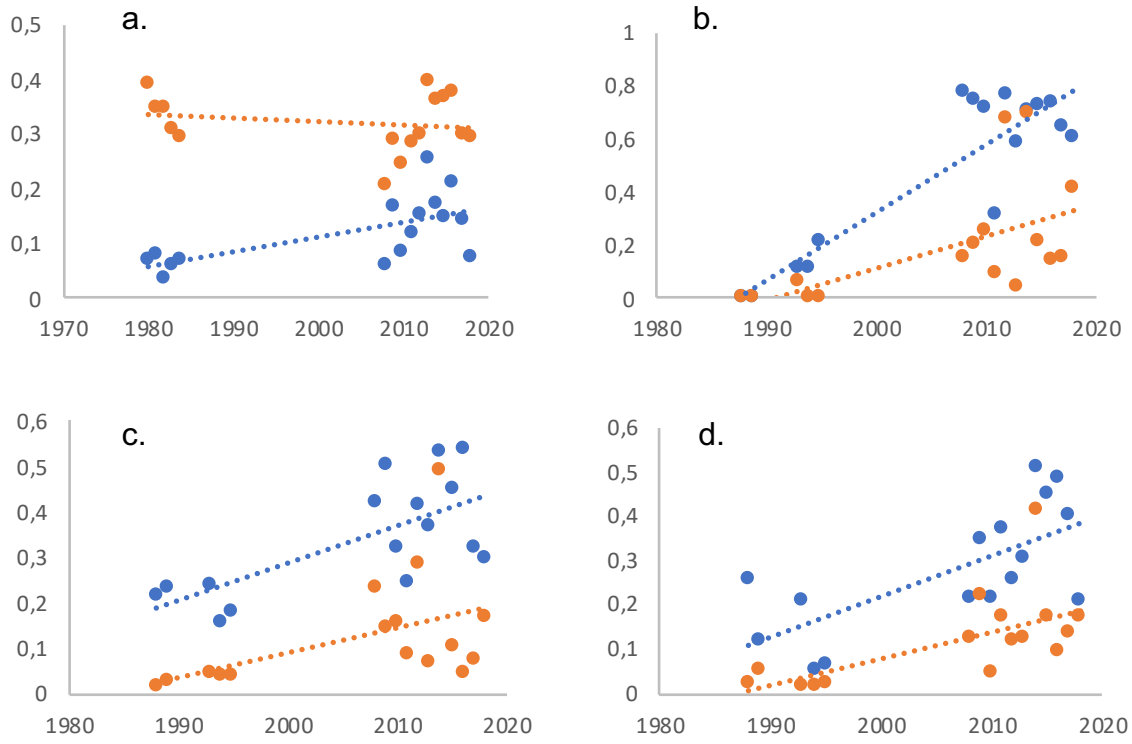
Detta intryck stärks om man analyserar ejdrarnas fördelning kvantitativt i förhållande till de platser som numer har odlingstillstånd (Tabell 5; Fig. 14). Trots att ejderbeståndet i området mer än halverats från 1980/90-talet till 2008-2018, återfinns numera fler ejdrar av alla kategorier inom 500 m från odlingsområdena, än på 1980- och 1990-talet. På 1980-talet fanns endast enstaka hanar kvar i området under sommaren. Nu är de betydligt fler. Även andelen individer av den totala populationen i området som befinner sig inom 500 m från odlingsområden har ökat över åren för alla kategorier av ejdrar. Detsamma gäller för andelen inom 1000 m från odlingsområden utom för kategorin "hanar i april". Särskilt tydligt är resultatet för hanar i juni då nu för tiden omkring 70% av alla finns inom 1000 m från odlingsområden. Motsvarande andel för honor i juni ligger på omkring 40%. Tendenserna är tydliga trots att hänsyn inte tagits till odlingarnas ålder (ettåriga odlingar attraktivast, se avsnitt 3.4) och att brukaren regelbundet försökt hålla ejdrarna borta från attraktiva odlingar genom störningar med båt.

4.4. Ejder- och musselinteraktioner: översiktliga observationer och samband

Mycket tyder på att tillgången på vilda blåmusslor har minskat dramatiskt i studieområdet sedan 1980-talet (även om hårda data på detta saknas, se avsnitt 5). Intrycket från observationer i samband med ovan beskrivna ejderinventeringar är att det tidigare fanns blåmusslor i stort sett överallt, inte minst som stora bankar på mjukbottnar. Detta intryck stöds av det faktum att dessa bankar länge utnyttjades av fiskare som skrapade upp musslorna, men att detta fiske nu har upphört på grund av brist på musslor.

En påtaglig del av ejderbeståndets tillbakagång och rumsliga fördelning kan förmodligen förklaras av minskande tillgång på blåmusslor av lämplig storlek och kvalitet (gäller även förhållandena i övervintringsområdena). Kring 1980 låg ejdrarna i april samlade så nära häckningsöarna att antalet gudingar kring öarna i stort sett motsvarade antalet bon på respektive ö, förmodligen för att föda kunde hämtas i omedelbar närhet av öarna. Ett tydligt sådant samband mellan antal hanar och bon saknas idag. I stället befinner sig en allt större andel av områdets ejdrar i närheten av musselodlingar, vilket inte är konstigt då mer än hälften av alla blåmusslor i området nu återfinns i odlingar (se avsnitt 5.3).

Ett annat tecken på dålig tillgång på blåmusslor syns på de klippor där trutar och kråkor släpper skalförsedda blötdjur. Tidigare dominerade blåmussla, nu är platserna i stället vita av skal från japanska jätteostron. Vidare samlades åren kring 1980 mellan 2000 och 3000 honor och ungfåglar längst in i Byfjorden varje sensommar och höst, rimligen framför allt för att tillgången på föda där var mycket god. De senaste tio åren har antalet ejdrar som vistats i inre Byfjorden motsvarande tid på året inte överstigit 200.



Figur 14. *Andelen ejderhanar i närheten av områden med nuvarande odlingstillstånd (blå=500 m, röd=1000 m): (a) hanar i april; (b) hanar juni; (c) honor juni; (d) ungar juni (OBS. Olika skalor på y-axeln.)*

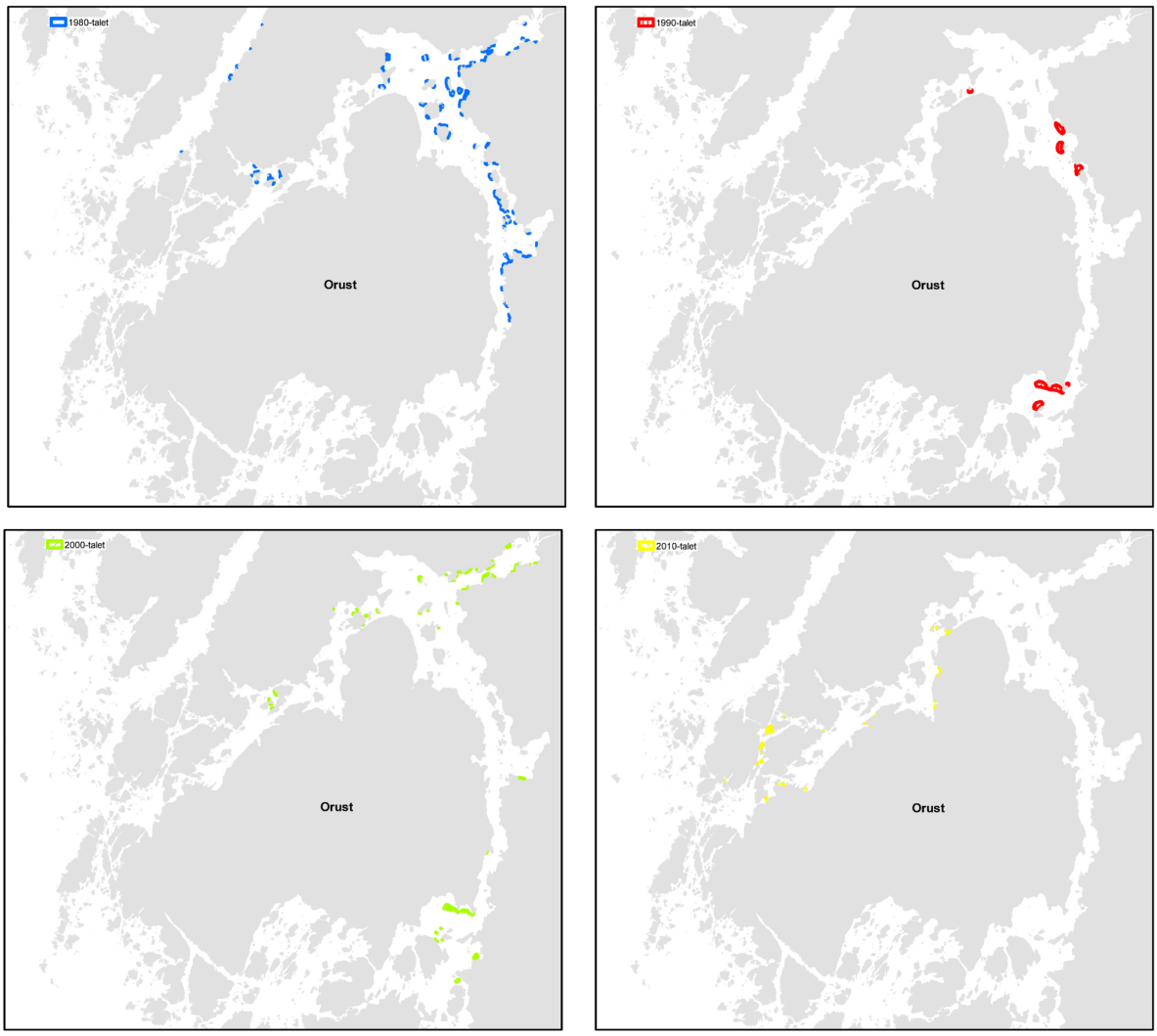
5. Blåmusselpopulationens utveckling och förekomst i området

Eftersom blåmusslor sprids och rekryteras via frisimmande larver som kan slå sig ner både på odlingar och i naturliga habitat, och eftersom ejdern äter både odlade och ”vilda” musslor kan man förvänta sig att den ömsesidiga samverkan mellan musselodlingar och ejder påverkas även av den naturliga förekomsten av musslor. Även om blåmusslor förekommer både på sediment- och hårdbottnar, samt på artificiella strukturer såsom bryggor och pålar, antas de mest betydelsefulla miljöerna vara grunda mjukbottnar.

Blåmusslor har en viktig ekologisk roll i svenska kustområden då de förbättrar siktdjup genom filtrering och stabiliserar sedimentbottnar vilket reducerar erosion. Dessutom bidrar blåmusslor till en livsmiljö och är en viktig födokälla för många arter, såsom ejder. En målsättning med detta projekt var att sammanställa historiska data på förekomsten av blåmusslor i området för att analysera trender och samverkande trender med ejderpopulationen. På grund av bristande täckning av historiska data, otydliga metodbeskrivning, samt att parallellt projekt hade likande mål (Åsa Stand, IVL), beslutades att analysen av historiska data skulle göras kvalitativt och att mer fokus skulle läggas på att ta fram en beskrivning av nuläget.

5.1 Historiska data

Mycket tyder på att den naturliga populationen av blåmusslor har minskat de senaste åren. Detta gäller både i Europa och i Sverige (Herlyn & Millat 2000, OSPAR commission 2008, Jenneborg 2007, Havs- och Vattenmyndigheten 2019). Trots att det finns relativt omfattande inventeringar från olika decennier (Fig. 15) och trots ”rapporter från allmänheten” och inslag i media, är det vetenskapliga underlaget ofullständigt och ofta svårtolkat. Detta beror bland annat på att det är otydligt hur en ”musselbädd” har definierats, med vilken noggrannhet positioner bestämts och på grund av skillnader i inventeringarnas omfattning mellan år / årtionden (Svedberg 2019).



Figur 15. *Sammanställning av inventerade musselbankar i området runt Orust under olika årtionden*

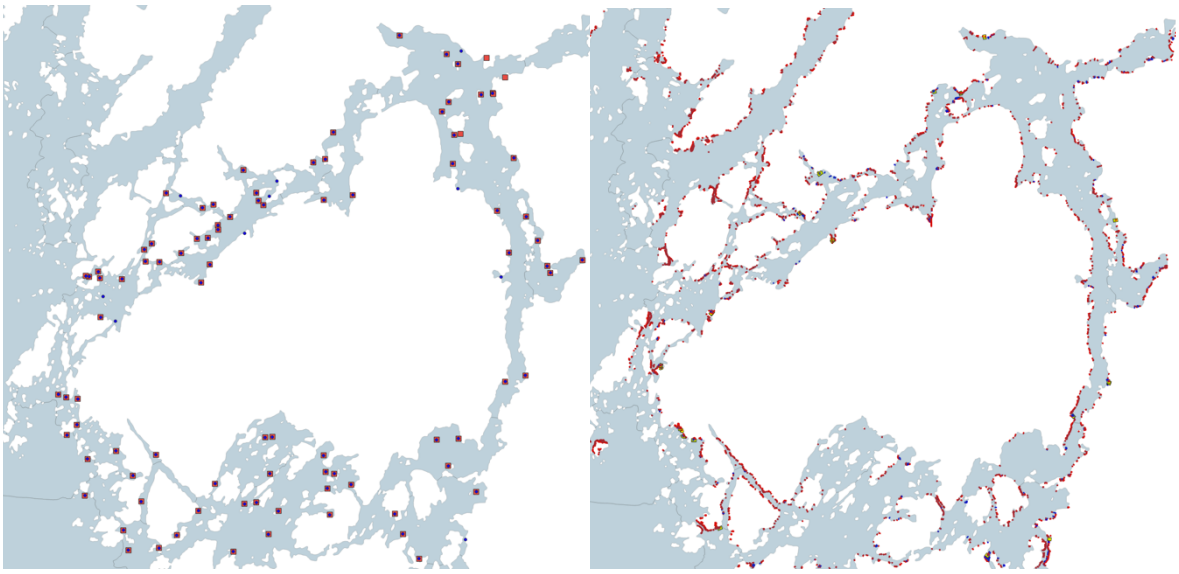
Trots dessa tillkortakommanden i det vetenskapliga underlaget, finns det förmodligen skäl att anta att populationen verkligen har minskat i jämförelse med exempelvis 1980-talet (se även avsnitt 4.4). Detta grundas på observationer från allmänheten, men kan i viss mån spåras i inventeringsmaterialet där framförallt data från Havstensfjorden antyder att allt mindre arealer definieras som musselförekomster (Fig. 15). Även minskade landningar av vildfångade musslor i nordväst-Europa sedan 1970-talet och i Skagerrak sedan mitten av 2000-talet ger stöd för uppfattningen att musselbestånden minskat (Havs- och Vattenmyndigheten 2019). Att utreda vilka faktorer som ligger bakom denna förmodade minskning i det aktuella området ligger utanför ramarna för detta projekt, men minskande övergödning och tiaminbrist är mekanismer kopplade till näringsintaget som föreslagits. En

annan möjlig orsak är utfiskning till följd av det omfattande fisket med bottenskrap som förekom under 2000-talet (Granhed, pers. komm.).

5.2 Kvantitativa undersökningar av den ”vilda” musselpopulation

För att få ett bättre underlag kring den nuvarande naturliga blåmusselpopulationen i området och för potentiella restaureringsprojekt av arten, planerades och genomfördes en kvantitativ undersökning av de ”vilda” musselbestånden i området. Eftersom ejdrarna äter av både ”vilda” och odlade musslor kan detta också bidra till att ge en djupare förståelse kring variationer i ejderproblematiken i anslutning till musselodlingar. Syftet med denna inventering är att skatta hur många musslor det finns runt Orust samt var i området och vilka miljöer de förekommer i. För att få en uppfattning om hur stor del av det totala antalet som finns på odlingar har det naturliga musselbeståndet jämförts med Scanfjords nuvarande produktion i området, som står för merparten av produktionen (men inte hela) i området och i Sverige. I undersökningen användes tre olika metoder för att skatta tätheten av musslor i olika miljöer som definierats med hjälp av tidigare erfarenheter och via en inledande pilotstudie. Baserat på skattade tätheter, samt GIS-information om (1) den areella utbredningen av olika djupstrata från digitala sjökort och (2) förekomsten av bryggor i området, beräknades slutligen mängden musslor äldre än 1 år på naturliga och artificiella ytor. Dessa jämfördes slutligen med beräkningar av antalet musslor på odlingar beräknade från Scanfjords varulager.

För att undersöka förekomsten i djupare områden (0.5–6 m djup) filmades två 20 x 0,8 m transekter på vardera av 96 slumpmässigt valda lokaler (Fig. 16) enligt metoden som användes av Thorngren mfl. (2017). Tidigare observationer har visat att förekomst av musslor i Bohuslän på större djup än 6 m är mycket ovanliga. Däremot är förekomsten som högst i grunda områden och för att skatta mängden musslor i dessa provtogs 92 lokaler (vanligtvis i samma område som videotransekten) med 1 x 1 m rutor i grunda områden (0–0,5 m). Ovan nämnda pilotstudie visade att denna metod var praktiskt användbar för att undersöka grunda mjukbottnar men även häll- och blockbottnar som ofta är övervuxna med makroalger. Pilotstudien visade också att fem rutor per lokal resulterade i en precision där standardfelet (SE) var cirka 25% av medelvärdet, vilket ansågs acceptabelt.



Figur 16. *Sammanställning av provtagningslokaler (vänster) med video (blå punkt) och rutor (röd ruta) och Metrias GIS-lager med bryggor (höger). Provtagna pontonbryggor (gult), övriga pontonbryggor (blå) och andra bryggor och kajer (röd).*

Eftersom blåmusslor ofta förekommer på artificiella ytor, såsom pontonbryggor, kajer och pålar undersöktes även betydelsen av dessa miljöer. Inledande observationer och ytberäkningar pekade på att speciellt undersidan av pontonbryggor utgör ett betydelsefullt musselhabitat. För att skatta förekomsten på undersidan av pontonbryggor filmades 24 slumpmässigt utvalda pontonbryggor från Metrias GIS-lager över bryggor (Fig. 16). Pilotstudien visade att tätheter på upp emot 1000 m^{-2} var vanliga i dessa miljöer och att skattning med fem bilder (area=230 cm^2) även i detta fall resulterade i ett SE=25% av medelvärdet. Eftersom GIS-lagret inte innehåller information om huruvida bryggorna är pålade eller flytande, identifierades typen av brygga och potentiella provtagningslokaler med hjälp av satellitbilder i Google Earth. Totalt innehåller GIS-lagret cirka 4000 objekt (sammanlagt 93 500 m) i det aktuella området och av dessa identifierades 10% (20% av sammanlagda brygglängden) som pontonbryggor. Även om lagret innehåller information om bryggornas längd, observerades att flytkropparna sällan motsvarar pontonbryggornas fulla längd. Därför mättes även flytkropparnas area på de provtagna bryggorna i fält.

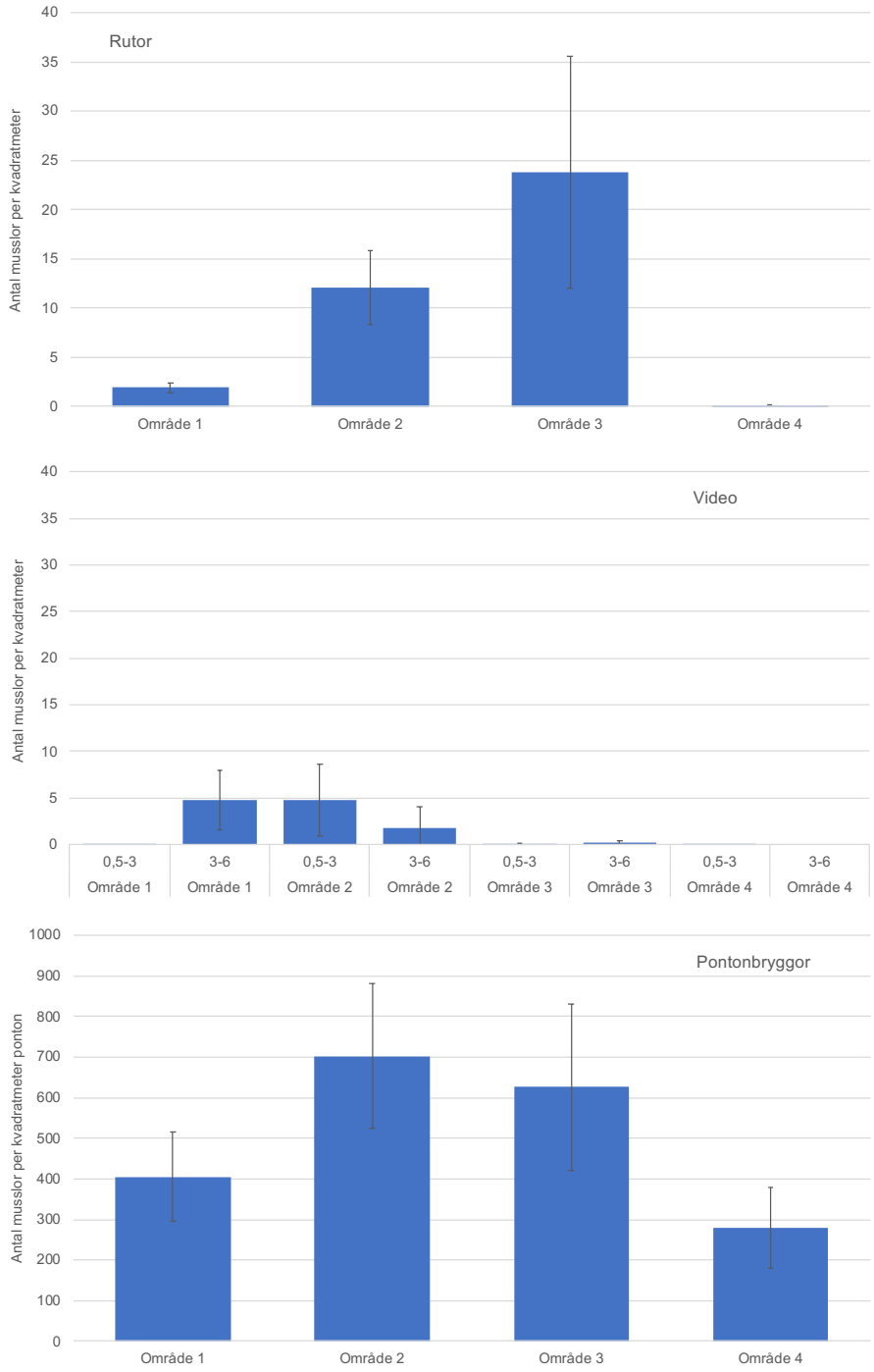
Resultaten visar att tätheten av musslor skiljer sig avsevärt mellan miljöer och områden (Fig. 17). I alla områden är tätheterna störst på de artificiella miljöerna under pontonbryggorna där

vi fann i medeltal 500 musslor per kvadratmeter i området som helhet. I de naturliga i hård- och mjukbottenmiljöerna på grunt vatten 0-0,5 m (rutor) fann vi i medeltal cirka 10 musslor per kvadratmeter medan vi i de djupare områdena på 0,5-6 m djup (video) observerade i medeltal 1 mussla mer kvadratmeter. Genomgående för alla miljöerna var att de lägsta tätheterna observerades i det yttre exponerade området (Område 4; Fig. 17). De inre områdena inklusive Havstensfjorden hade generellt relativt höga tätheter i alla miljöer, område 3 norr om Orust hade höga tätheter under pontoner och i grunda naturliga miljöer och det södra området inklusive Stigfjorden hade betydande tätheter främst på pontonerna och i djupa miljöer.

Även om det finns övergripande skillnader mellan miljöer och områden skiljer sig således den relativa fördelningen mellan områden. Detta är observationer som möjligen kan förklaras med hjälp av skillnader i förekomst av lämpliga substrat, vattenströmmar, salthalt och vågexponering mm.. Vidare analyser är föremål förkommande studentarbeten (Meijerbom, Lindegarth, Bergström och Strand pågående arbete). Det huvudsakliga syftet var dock att erbjuda en möjlighet att uppskatta musselpopulationens storlek i området som helhet. Detta låter sig göras eftersom provtagningen gjorts för att åstadkomma ett representativ urval i hela området och för samtliga betydande naturliga och artificiella livsmiljöer, för vilka nu abundans och areaskattningar är tillgängliga.

Tabell 6. Beräkning av den totala populationsstorleken av blåmusslor inom det aktuella området och för de undersökta miljöerna.

Miljö	N	Area (m^2)	Täthet (m^{-2})	Varians	Population	Proportion	SE / medel
0-0,5 m	89	3 783 572	10,3	36,63	38 970 796	0,25	0,58
0,5-6 m	96	86 783 119	1,36	0,29	118 025 042	0,75	0,40
Pontoner	21	80 000	479	78525	38 303 030	0,24	0,59
Totalt	**185**	**90 566 692**	**2,16**	**71,17**	**195 298 869**	**1,00**	**0,29**



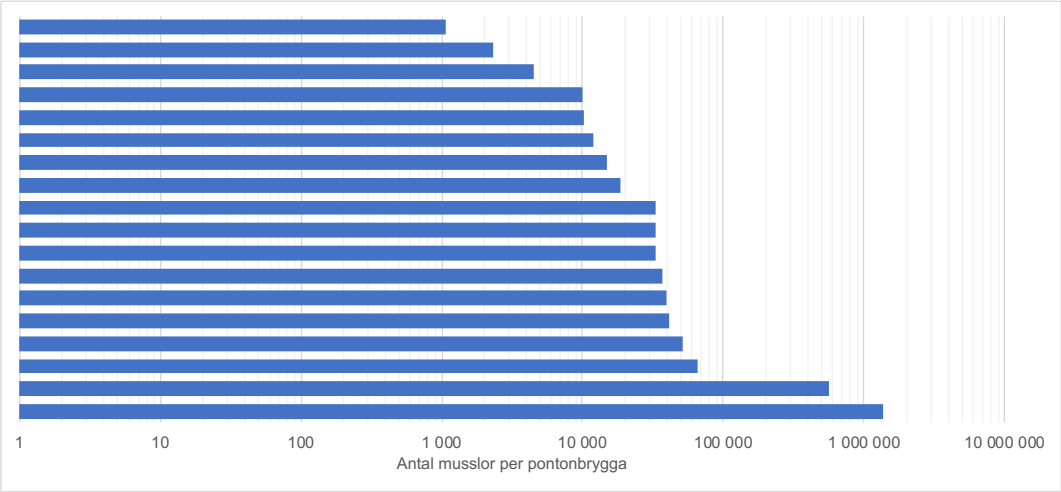
***Figur 17**. Genomsnittlig abundans ± SE av musslor med olika metoder i olika miljöer i områdena 1-4 (se Figur 1).*

Totalt sett uppskattar vi den vilda populationen av blåmusslor äldre än 1 år till 195 miljoner (Tabell 6). Trots att tätheten är tio respektive trehundra gånger lägre än i de grundare områdena och på pontonbryggorna, uppskattar vi att cirka 50% av dessa finns på bottnar på

0,5-6 m djup. Detta beror naturligtvis på att arealen de olika miljöerna skiljer sig upp till tusen gånger. Resterande 50% av musslorna återfinns i ungefär lika andelar på områden grundare än en halv meter och växande på undersidan av pontonbryggor. Även om tätheterna är generellt höga på bryggorna, varierar storleken på bryggan, vilket leder till att mängden musslor på de besökta bryggorna varierar mellan cirka 1000 och 1 miljon (Fig. 18). Detta trots att ytan av de senare utgör mindre än en promille av den totala arealen. Naturligtvis finns det också en viss osäkerhet i denna populationsskattning (Cochran 1977). Detta beror på att förekomsten varierar samtidigt som vi inte kan räkna alla musslor utan måste använda oss av stickprov (sammanlagt besöktes 185 lokaler). Troligen tillkommer även felkällor relaterat till areaskattningarna, men om vi tar hänsyn till den rumsliga variationen och det begränsade stickprovet uppgår standardfelet till ±30% av den totala populationen (dvs. cirka ±57 miljoner). Sammanfattningsvis kan vi konstatera att blåmusslorna som är ejdrarnas viktigaste födokälla, huvudsakligen finns i utspädd form på djupare områden, medan koncentrationen av föda i grunda miljöer och speciellt på artificiella ytor är avsevärt mer koncentrerade.

5.3 Uppskattning av den odlade musselpopulation i området

Uppskattningen av de naturliga musselbeståndens storlek utgör en viktig bakgrund för att förstå odlingarnas betydelse som födosöksområde och -resurs för ejdrarna och för odlingarnas betydelse för filtrering och rekrytering i området. För att uppskatta odlingarnas potentiella betydelse användes Scanfjords s.k. ”varulager” som används för att ge en indikation på företagets tillgångar i form av volym av musslor på odlingarna (Granhed pers. komm.). Vid det aktuella tillfället hösten 2018 fanns musslor på 73 av företagets odlingsenheter (Tabell 7). Majoriteten av dessa fanns i område 1 och 2, medan område 4 inte innehöll några aktiva odlingar. Område 1 innehöll betydande mängder av alla åldersklasser medan område 2 framför allt innehöll musslor 3 och 4 somrar gamla vid det aktuella tillfället. Fyrtio av de aktiva odlingarna hade musslor äldre än 1 år (notera att odlingar som ägs av andra företag i området ej inkluderats). Antalet musslor på enskilda odlingar varierar och beror på rekryteringsframgång, predation, odlingens ålder, hur mycket som skördats mm., men hösten 2018 varierade det mellan cirka 1 och 8 miljoner musslor (Fig. 19).

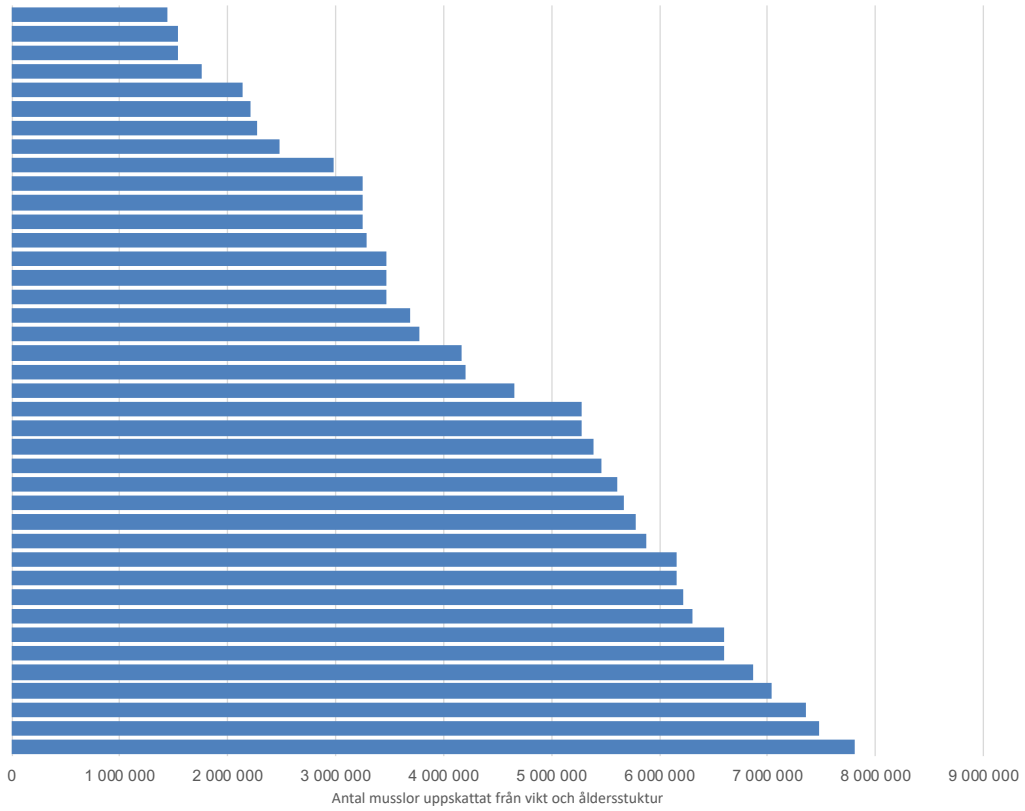


***Figur 18**. Uppskattat antal musslor på individuella pontonbryggor i området under hösten 2018.*

Totalt uppskattar vi att det fanns drygt 180 miljoner musslor äldre än ett år (Tabell 7) och mer än 50% av dessa var drygt två år (3 somrar). Detta innebär sannolikt att populationen av vuxna, odlade musslor i området är åtminstone lika stor som den ”vilda”. Dessutom framgick det i avsnitt 3 att redan på hösten efter en sommar är musslorna åtråvärda som föda för ejdrarna. Om även dessa musslor inkluderas ökar antalet med cirka 30% och många fler odlingar blir tillgängliga. Sammanfattningsvis visar dessa beräkningar att musselodlingarna utgör ett mycket betydande tillskott till populationen av musslor som i princip fördubblar ejdrarnas födobas. Födan förekommer också i mycket hög koncentration i jämförelse med naturligt förekommande musslor och det är därför föga förvånande att odlingarna är mycket attraktiva för födosökande ejdrar.

Tabell 7. Antal odlingar och musslor för olika åldersklasser i de fyra områdena. Data från ett tillfälle i september 2018. Antalet musslor skattades genom antagandet att 1 kg musslor motsvarar 70, 55 respektive 35 musslor för 2, 3 och 4-somriga musslor. Antalet musslor beräknades utan de som är <1 år gamla för jämförelse med fältundersökningarna men eftersom även 6 månader gamla musslor utnyttjas av ejdrarna beräknades även antal med 1-somriga musslor under det konservativa antagandet att 1 kg motsvarar 70 musslor.

Område	Antal odlingar	1 sommar	2 somrar	3 somrar	4 somrar	Totalt
1	36	23 100 000	13 650 000	69 300 000	14 350 000	120 400 000
2	23	5 320 000	20 300 000	33 440 000	30 135 000	89 195 000
3	14	14 280 000	-	-	-	14 280 000
4	0	-	-	-	-	-
Totalt utan 1 somriga	40		33 950 000	102 740 000	44 485 000	181 175 000
Totalt	73	42 700 000	33 950 000	102 740 000	44 485 000	223 875 000



***Figur 19**. Uppskattat antal musslor på individuella odlingsenheter i området under hösten 2018. Endast odlingar med musslor äldre än 1 år visas.*

6. Effektivitet, praktiska erfarenheter och rekommendationer om åtgärder mot ejderpredation

En viktig del av projektet var att föreslå och utvärdera åtgärder som kan användas för att motverka predation av ejder på ett etiskt, hållbart och effektivt sätt. Som beskrivits i avsnitt 2 beslutades inledningsvis att projektet skulle fokusera på att utvärdera och utveckla (1) en mer etisk metod för ”Fysisk störning med båt” och (2) en metod som bygger på att man sätter upp en barriär mot predation ”Nätmetoden”.

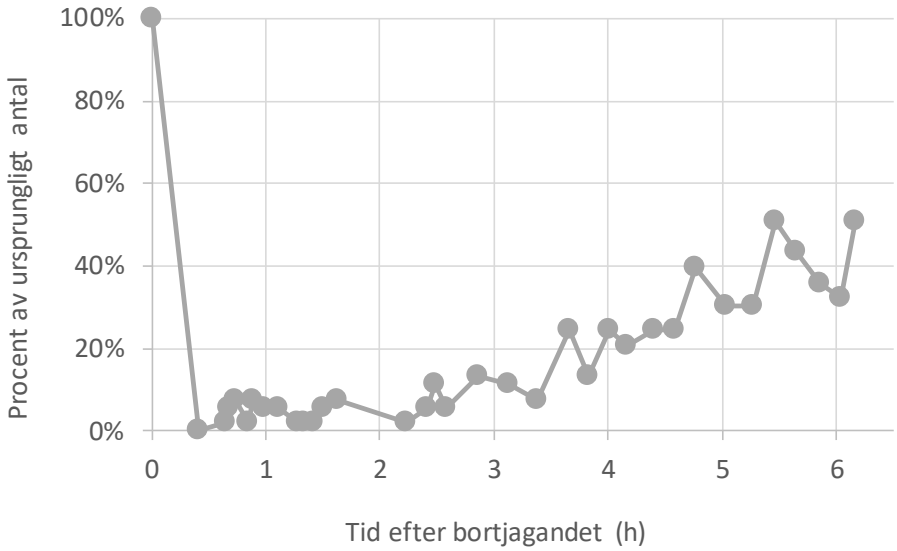
6.1. Fysisk störning med båt

Att skrämma bort ejder genom mänsklig aktivitet är en av de få metoder som hittills har visat sig kunna minska förlusterna orsakade av fåglarnas konsumtion av musslor från odlingarna. Att köra med båt i närheten av odlingarna anses av många musselodlare vara ett effektivt sätt att bli av med fåglarna i odlingarna, och detta tillvägagångssätt används även för att minska

problemen med andra musselätande fåglar i odlingar i andra länder (Galbraith, 1992, Ross and Furness, 2000, Ross *et al.*, 2001, Erikstad *et al.*, 2006). Det är också den metod som använts av Scanfjord under en rad år.

Effekterna är dock som regel kortvariga och fåglarna återvänder snart till odlingarna. Det kan därför krävas upprepade besök under perioder med mer omfattande problem och metoden blir därmed vanligtvis resurskrävande i form av arbetstid och bränsleförbrukning och följaktligen ofta kostsam. Eftersom ejdrarna jagas bort kan metoden dessutom vara stressande för dem och även annat djurliv, samt människor i närområdet, kan störas. Tidigare undersökningar från Skottland har visat att effekterna av att jaga bort ejdrar från musselodlingar med båt oftast är kortvariga. I dessa studier återvände de första fåglarna till odlingen inom 15-30 minuter, och efter 4 timmar var antalet ejdrar i odlingarna lika många som innan de jagades bort (Ross och Furness 2000, Ross *et al.* 2001).

Dessa tidigare erfarenheter stämmer i viss mån överens med observationer som gjordes inom projektet i en odling i Kalvöfjorden i april 2019 (Fig. 20). Varaktigheten av bortjagandet i Kalvöfjorden var längre än i tidigare undersökningar. Således var antalet ejdrar fortfarande efter 6 timmar ungefär 50% av det när ejdrarna jagades bort. Det faktum att problemen med ejder i odlingarna låg på en förhållandevis låg nivå under tiden för försöket skulle åtminstone delvis skulle kunna förklara skillnaden mot tidigare experiment. Ytterligare två besök gjordes vid odlingen i Kalvöfjorden, men antalet fåglar bedömdes vara för få för att motivera nya försök att jaga bort fåglarna från odlingen. Scanfjords erfarenheter från musselodlingar där man patrullerar med båt mellan odlingarna för att övervaka och, vid behov, skrämma bort ejder är att fåglarna vanligtvis återvänder inom 30 minuter under perioder med stora problem. Under sådana perioder behöver man åka runt från odling till odling för att jaga bort ejdrarna, och när problemen varit som allra störst har detta gjorts även nattetid för att försöka minska förlusterna i odlingarna (Granhed, pers. komm.).



Figur 20. *Varaktigheten av bortjagande av ejder från en musselodling i Kalvöfjorden i april 2019.*

Även om de experimentella resultaten kring metodens effektivitet är lite otydliga och delvis skiljer sig från tidigare experiment och praktiska erfarenheter från verksamheten, visar de samlade erfarenheterna att effektiviteten är kortvarig men också svår att förutsäga beroende på yttre omständigheter. Metoden har, förutom att den är dyr och potentiellt störande även för allmänheten, även den nackdelen att den riskerar att skada och påverka individuella ejdrar på ett oönskat sätt. Icke desto mindre har den länge upplevts vara den enda tillgängliga metoden för seriösa odlare och således har ornitologer inom projektet utvecklat en rad olika rekommendationer som kan användas som en checklista av personal som är sysselsatta med att jaga bort ejder (Tabell 8). För att minska negativa effekter i den dagliga verksamheten på Scanfjord har dessa rekommendationer även kommunicerats till ett antal av de personer som arbetar med att observera och, vid behov, jaga bort ejder från musselodlingar.

6.2. Nätmetoden

Under oktober 2017 sattes satte Scanfjord upp det första av en ny typ av heltäckande nät över en av två musselodlingsriggar vid Brandholmen i Stigfjorden (Fig. 21). Nätet täcker och skyddar hela odlingen på ovansidan och cirka 5 meter ner på sidorna. Nätet sattes ut efter det att ejdrar förekommit i stort antal och visat stort intresse för odlingen.

Tabell 8. Checklista över rekommendationer vid störning av ejder med båt i musselodlingar

1.	Håll avstånd, minst 100 m, från öar vid transport till och från musselodlingar. Detta gäller i synnerhet fågelskyddsområden och kända fågelöar (ofta skoglösa).
2.	Inga andra fågelarter än ejder ska störas i onödan.
3.	Stanna och spana med kikare hur ejdrarna ligger i odlingen innan du kör fram till/in i odlingen.
4.	Kör inte fram med full fart. Tillåt fåglarna att få tid för att hinna flyga iväg istället för att dyka. Ännu viktigare att köra fram till odlingen med låg hastighet när det blåser och går höga vågor.
5.	Kör absolut inte efter uppskrämda ejderflockar. Låt dem landa där de anser sig få vara i fred. Ejdrarna måste få en chans att lära sig var det finns frizoner.
6.	Tänk på att det kan finna honor med nykläckta ungar inne i eller runt odlingarna fr.o.m. maj.

Initial hade nätet olika maskstorlek i olika delar (30, 40, och 50 mm). Sektioner med olika maskstorlek fördelades lika i nätets längd för att utröna vilken maskstorlek som eventuellt skulle fånga ejder eller andra fåglar. Testen visade snart att ejder fastnade i 50 mm maska och även i 40 mm men i mindre omfattning. Däremot visade det sig att nät med 30 mm maskstorlek inte fångade ejdrar. Som ett resultat av detta avlägsnades det första nätet och ersattes av två nya nät med 30 mm maska i mitten av november, dessa låg sedan på och skyddade två odlingar till i slutet av juni och mängden musslor undersöktes med videokamera under våren (se nedan).



Figur 21. *Odling övertäckt med skyddande nät (Foto: Anders Granhed)*

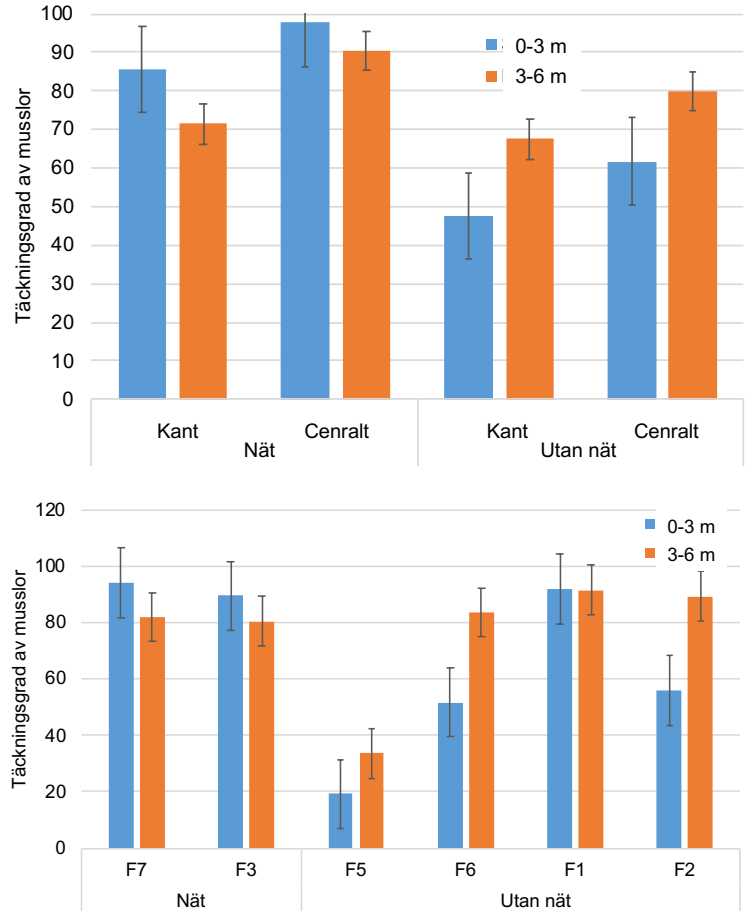


Figur 22. *Kran och nätrullar som används för bärgning och hantering av de tunga näten (Foto: Anders Granhed)*

Erfarenheter från testen med de första näten har inneburit underlag för att vidareutveckla näten och metoder och utrustning för att hantera dom (Fig. 22). Exempelvis bärgades näten med kran med vissa svårigheter då de var kraftigt överväxta med alger och småmusslor. Vikten per nät uppskattades till cirka 5.6 ton. För att hantera näten utvecklades en prototyp till vinsch med löstagbara trummor som rymmer ett nät. Även om det behövs ytterligare arbete med detta system, har det inneburit en bra hanteringslösning för näten då dessa kan ställas undan upprullade på trummor ett och ett och då behov föreligger sättas ut direkt från trummorna (Fig. 22). Även nätens utformning har modifierats under projektets gång. Förutom finjusteringar med maskstorleken som beskrivits ovan, har vi ökat tyngden på nätens sänklinor så att de skyddar bättre.

För att analysera nätens effektivitet i att motverka predationsskador i odlingarna, utfördes videofilmning i sex av Scanfjords odlingar i Havstensfjorden och Stigfjorden. De två skyddade odlingarna och fyra odlingar utan nät studerades vid ett tillfälle vardera under våren. På varje odling filmades 40 odlingslinor med avseende på två olika djup (3 m och 6 m) och på två positioner (kant och centralt i odlingen). Varje kombination av djup och

position replikerades med vardera 10 odlingslinor. På varje lina analyserades täckningsgraden från tre representativa stillbilder. Totalt resulterade detta i 720 bilder (120 per odling).



Figur 23. *Genomsnittlig täckningsgrad (%) ± SE i de olika kombinationerna av behandling, position och djup (övre) och i individuella odlingar på 3 och 6 meters djup (nedre).*

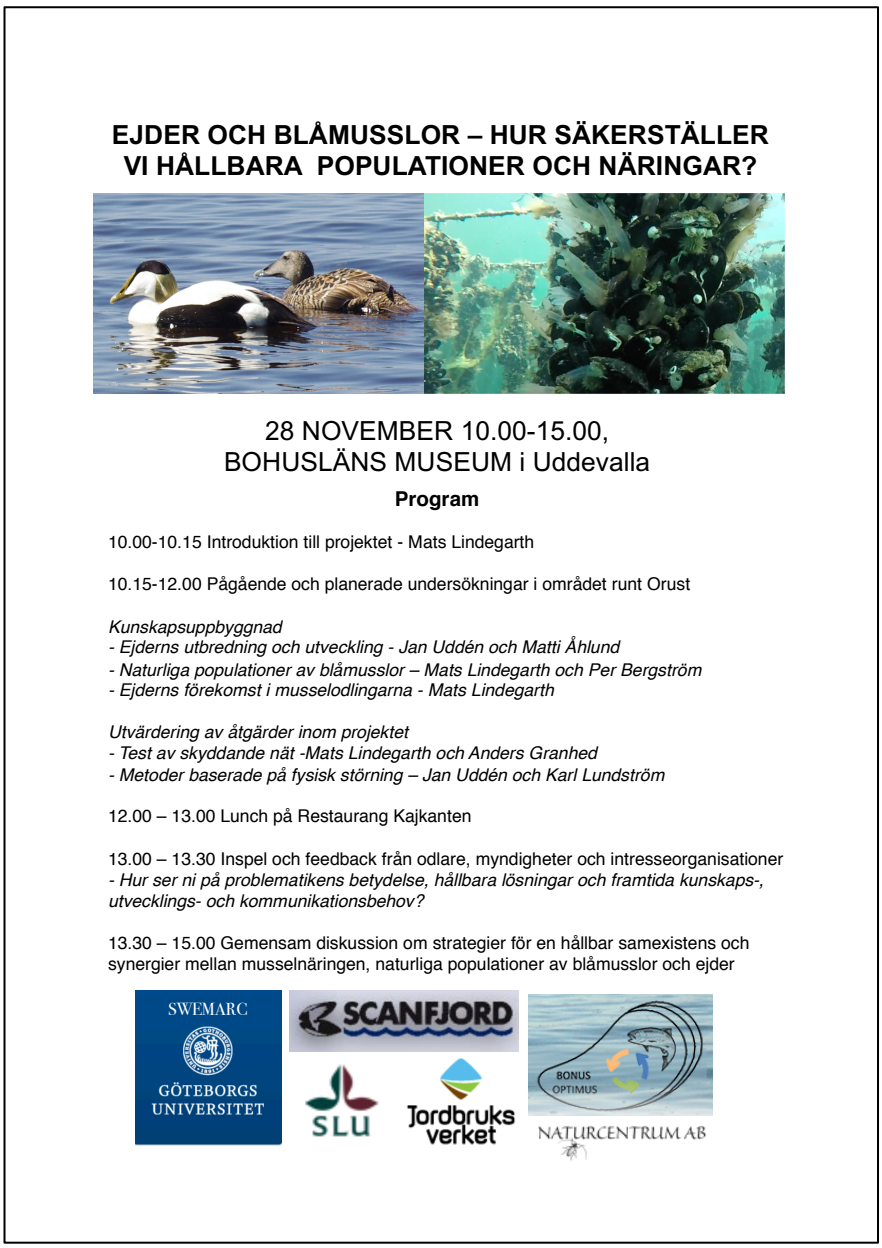
Mätningarna med videokamera visar att täckningsgraden av musslor generellt är högre i odlingarna med nät (Fig. 23). Som förväntat var mängden musslor högre i odlingarnas centrala delar och i nätodlingarna var tätheten högre på bandens grundare delar än på de djupa. Den kombination av faktorer som förväntades vara mest utsatta för predation på grund av störst tillgänglighet för ejdern, d.v.s. grunda delar i kanten av odlingar som ej skyddas av nät, hade mycket riktigt minst täckning av musslor. En mer komplex bild framträder dock om man studerar de enskilda odlingarna separat. Framför allt visar det sig att täckningen av musslor skiljer sig stort mellan odlingar utan nät. Vissa odlingar har endast 20-50% täckning i de grunda områdena medan en är fullt jämförbar med de två skyddade. Detta kan möjligen

förklaras av varierande närvaron av ejder, men även andra faktorer kan ha bidragit till detta mönster.

Således förefaller näten ha motverkat predation i de två testade odlingar och ingen ejdermortalitet har observerats med denna typ av nät och maskstorlek. Kunskap om hur vidare tillväxten påverkas på grund av minskat genomflöde är ännu inte tillgänglig då framtida tillväxtexperiment måste utföras. Sammanfattningsvis kan vi från det praktiska och experimentella arbetet konstatera att metoden att med nät skydda musslorna i stor utsträckning verkar fungera som en effektiv barriär och att den anpassade maskstorleken 30 mm innebär minimal risk för att ejder fastnar i näten. På grund av tillväxten av alger och fastsittande djur på näten är det inte lämpligt att näten används permanent och helt rutinmässigt på odlingarna. Istället bör de användas på odlingar som bevisligen är utsatta för predation och då speciellt under perioder då musslorna är speciellt utsatta dvs. generellt sett på hösten och våren under år 1 och 2.

6.3. Erfarenheter från en workshop om hållbar förvaltning av ejderproblematiken

Den 28 november hölls en workshop med inbjudna intressenter på Bohusläns museum i Uddevalla med 22 odlare, forskare, tjänstemän och representanter för NGO's. På workshopen presenterades inledningsvis projektets syfte, innehåll och dittillsvarande slutsatser, men även andra odlares och intressenters perspektiv presenterades. Slutligen sammanfattades och diskuterades olika perspektiv på betydelsen av ejderproblematiken och sammanfattande nyckelfrågor och rekommendationer för hållbar förvaltning (Fig. 24).



EJDER OCH BLÅMUSSLOR – HUR SÄKERSTÄLLER VI HÅLLBARA POPULATIONER OCH NÄRINGAR?

28 NOVEMBER 10.00-15.00,
BOHUSLÄNS MUSEUM i Uddevalla

Program

10.00-10.15 Introduktion till projektet - Mats Lindegarth

10.15-12.00 Pågående och planerade undersökningar i området runt Orust

Kunskapsuppbyggnad
- Ejderns utbredning och utveckling - Jan Uddén och Matti Åhlund
- Naturliga populationer av blåmusslor – Mats Lindegarth och Per Bergström
- Ejderns förekomst i musselodlingarna - Mats Lindegarth

Utvärdering av åtgärder inom projektet
- Test av skyddande nät -Mats Lindegarth och Anders Granhed
- Metoder baserade på fysisk störning – Jan Uddén och Karl Lundström

12.00 – 13.00 Lunch på Restaurang Kajkanten

13.00 – 13.30 Inspel och feedback från odlare, myndigheter och intresseorganisationer
- Hur ser ni på problematikens betydelse, hållbara lösningar och framtida kunskaps-, utvecklings- och kommunikationsbehov?

13.30 – 15.00 Gemensam diskussion om strategier för en hållbar samexistens och synergier mellan musselnäringen, naturliga populationer av blåmusslor och ejder

SWEMARC GÖTEBORGS UNIVERSITET · SCANFJORD · SLU · Jordbruks verket · BONUS OPTIMUS · NATURCENTRUM AB

Figur 24. *Inbjudan och program för workshop med temat ”Ejder och blåmusslor – Hur säkerställer vi hållbara populationer och näringar?”*

I korthet kan man konstatera att musselodlarna på plats i lokalen bekräftade att ejdrar är ett stort problem inom deras respektive verksamheter. Samtidigt som ejdern orsakar problem för musselnäringen, måste det också finnas ett perspektiv av samexistens. Var får ejdrarna finnas? En del av lösningen kan vara att styra ejderpredationen med hjälp av planering och val av odlingsplats. Musselodlare bör överväga var musselodlingar anläggs så att de till exempel inte placeras i närheten av ejderns häckningsplatser. Samtidigt ”tål” odlingarna en

del ejderpredation utan att bli förstörda, speciellt om det är en större odling. Ingen förespråkade en ”nollvision” gällande ejderpredation. Mötet föreslog följande rekommendationer:

- Var aktiv på odlingen, mänsklig aktivitet gör att man skrämmer bort ejdrar.
- Sänk odlingar, bojar drar till sig ejdern.
- Använd en kombination av metoder, slumpmässigt men konsistent.
- Bevara och återställ alternativa habitat.
- Öka möjligheten för rovfåglar att vara vid odlingen.
- Skydda odlingar med nät
- Anpassa odlingsplats, undvik ställen med mycket ejderboplatser

Slutsatser från workshopen kommunicerades på hemsidan för forskningsplattformen för marint vattenbruk vid Göteborgs universitet SWEMARC, inom projektet BONUS OPTIMUS’s forskningskommunikation via Researchgate och en i populärvetenskaplig artikel i tidskriften ”Coastal and Marine”.

7. Referenser

Bustnes J. 1998 Selection of blue mussels, Mytilus edulis, by common eiders, Somateria mollissima, by size in relation to shell content. Can. J. Zool. 76: 1787–1790

Cochran, W G. (1977) Sampling techniques (3rd ed.). Wiley, Hoboken, NJ, USA.

Erikstad, K. E., Bustnes, J. O., Rikardsen, A., Jacobsen, K.-O., Strann, K.-B., Johnsen, T. V., and Reiertsen, T. K. 2006. Konflikter mellom ærfugl og blåskjelldyrking. NINA Rapport 110. 33 pp.

Galbraith, C. 1992. Mussel farms: Their management alongside eider ducks. Nature Conservancy Council for Scotland, Edinburgh. 22 pp.

Hamilton D.J., TD Nudds, and J Neate, Size-selective predation of blue mussles (Mytilus edulis) by common eiders (Somateria mollissima) under controlled field conditions: Auk, vol. 116, no. 2, pp. 403-416, Apr 1999.

Havs- och vattenmyndigheten 2019. Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2018. Resursöversikt. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:4. Göteborg, 305 s.

Herlyn M and Millat G. 2000. Decline of the intertidal blue mussel (Mytilus edulis) stock at the coast of Lower Saxony (Wadden Sea) and influence of mussel fishery on the development of young mussel beds. Hydrobiologia 426(1):203-210

Hilgerloh G. & D. Pfeifer (2002) Size selection and competition for mussels, Mytilus edulis, by oystercatchers, Haematopus ostralegus, herring gulls,Larus argentatus, and common eiders, Somateria mollissima , Ophelia, 56:1, 43-53, DOI: 10.1080/00785236.2002.10409488

Jenneborg, L.-H. (2007). Marinbiologisk undersökning : utbredning av blåmusselbankar inom Göteborgs skärgård.

Loo L-O och Rosenberg R. 1983. Mytilus edulis culture: Growth and production in western Sweden. Aquaculture. 35: 137-150

OSPAR commission. (2008). Case Reports for the OSPAR List of threatened and/or declining species and habitats. Biodiversity series, 261.

Ross, B. P. 2000. The manipulation of feeding behaviour of diving ducks on mussel farms. PhD Thesis. University of Glasgow. 130 pp.

Ross, B. P., and Furness, R. W. 2000. Minimising the impact of eiders on mussel farms. University of Glasgow, UK. 52 pp.

Ross, B. P., Lien, J., and Furness, R. W. 2001. Use of underwater playback to reduce the impact of eiders on mussel farms. Ices Journal of Marine Science, 58: 517-524.

Svedberg K. 2019. Musselbankar: Nulägesanalys och beståndsförstärkning. Uppsats för masterexamen i Marin vetenskap – Biologi vid Göteborgs Universitet, 45 hp

Thorngren L, TD Holthuis, S Lindegarth, M Lindegarth 2017. Developing methods for assessing abundance and distribution of European oysters (Ostrea edulis) using towed video. PloS one 12 (11), e0187870

8. Slutredovisning enligt Jordbruksverkets rubriker

Ovanstående text beskriver i varierande detaljgrad projektets genomförande och resultat. Tanken är att slutrapporten skall kunna läsas av odlare, forskare, tjänstemän och intresserad allmänhet för att öka förståelsen för musselnäringens utmaningar med ejderpredation, dess orsaker och möjliga lösningar. Därutöver finns det även behov av en tydlig redovisning av

projektets åtaganden gentemot finansiären. Även om mycket av den efterfrågade informationen kan utläsas i texten ovan, redovisas de även punktvis nedan:

- *Beskriv vilka aktiviteter ni har haft under projektet*
  Projektets samtliga planerade aktiviteter är genomförda och finns beskrivna i avsnitt 1.3.

- *Beskriv hur ni uppfyllt projektets mål och syfte enligt projektansökan*
  Projekt syfte var att bidra till ökad hållbarhet i den svenska musselnäringen genom att utveckla och testa effektiva och etiska metoder för att motverka bortfall genom predation av ejder. Som planerat har vi angripit detta övergripande syfte genom att (1) sammanställa befintliga data på musselproduktion samt förekomst av den naturliga mussel- och ejderpopulationen, (2) analysera dynamiken hos de enskilda komponenterna och interaktioner dem emellan och (3) genom att testa och utvärdera nya metoder för att minska ejderpredationen. Genom att alla dessa delar har genomförts bedömer vi att vi i stort uppfyllt projektets syfte och delmoment.

  Dock kan man nog förvänta att den senare delen, som involverar konkreta experimentella test av åtgärder, kopplat till kommunikations- och dialoginsatser, är den som har störst potential att direkt påverka målet om ökad hållbarhet. Dessa moment omfattar även innovation och test av olika typer av nät och utrustning för att hantera näten. Dessa har skett på Scanfjords initiativ och delvis utanför projektets budget, men här har projektet bidragit med vetenskapliga test och tvärvetenskaplig kompetens för att utforma rekommendationer och rådgivning. Projektet har också bidragit med att sprida kunskap om dessa rön till andra odlare, intressenter och forskare via den genomförda workshopen, presentationer i nationella och internationella fora och nu även genom denna slutrapport.

  Förutom dessa konkreta och direkta bidrag till en mer effektiv och etisk hantering av ejderproblematiken, bidrar projektets övriga aktiviteter till en kunskapsuppbyggnad om musslornas och ejdrarnas populationer och samspel i Sveriges mest betydelsefulla område vad gäller musselodling för konsumtion. Denna kunskap bidrar till större

förståelse om systemets dynamik och kan långsiktigt, på ett mer indirekt sätt bidra till en mer hållbar förvaltning. Genom att analysera data på ejderstörningar i odlingarna har vi lärt oss och vetenskapligt belagt hur problemet har utvecklats historiskt i området, hur det varierar i området, över året, på olika tider på dygnet och som funktion av musslornas ålder. Vi kan även sätta störningarnas intensitet i relation till ejderns populationsutveckling för att förstå hur odlingar och naturliga bestånd av musslor påverkar statusen och de rumsliga mönstren av ejderpopulationen.

Trots att tillgång och kvalitet vad gäller historiska data på musselbankar och -förekomst inte tillät några explicita analyser av kvantitativa samband mellan den historiska utvecklingen av mussel- och ejderpopulationerna, har projektet genom att åstadkomma den första kvantitativa uppskattningen av musselpopulationens storlek i området givit en ny förståelse av hur odlingarna bidrar till ejdrarnas födobas. Speciellt i kombination med kvantitativa undersökningar av naturliga bestånd är viktiga då de innebär att odlingarna bidrag vad gäller populationsstorlek och ekosystemtjänster kan sättas i relation till naturliga processer. Detta material kommer även att bidra till ny kunskap om musslornas fördelning i naturen, utveckling av metoder för övervakning och uppföljning av naturliga musselpopulationer mm. Denna kunskap kan även förväntas på sikt bidra till en mer hållbar förvaltning av naturliga bestånd av musslor och därmed ejdrarnas naturliga föda. Våra resultat visar att detta också påverkar ejdrarnas benägenhet att befinna sig i odlingarna.

En viktig konsekvens av de lyckosamma experimenten med nät är att denna metod har en potential att vara billigare och miljömässigt mer attraktiv än att ständigt åka runt och fysiskt skrämma ejder med båt. Denna aspekt har inte explicit studerats med exempelvis livscykelanalys som tar hänsyn till nätens tillverkning eller utsläpp eller andra typer av miljökostnader. Inte heller företagsekonomiska överväganden ingick i studien men trots att näten kostar i storleksordningen 100 000 SEK, har företaget valt att införskaffa flera nya nät. Detta säger förmodligen en hel del om den företagsekonomiska potentialen i metoden.

- *Beskriv hur resultaten främjar svenskt vattenbruk, specifikt den målgrupp ni identifierat i projektansökan*

  Musselodling är en i grunden hållbar form av vattenbruk som till och med har positiva effekter på övergödningen som är det höst prioriterade miljöproblemet både på den Svenska Västerhavskusten och i Östersjön. En viktig målgrupp för projektet är naturligtvis odlare. Litteraturgenomgången, dialogen med andra odlare och engagemanget från det involverade företaget visade tydligt att ejderproblematiken är en överlevnadsfråga för musselnäringen på många olika sätt. För det första innebär predationen ibland stort ekonomiskt bortfall. En hungrig flock med ejder kan på relativt kort tid ödelägga en lovande odling och en förväntad inkomst.

  För det andra är åtgärderna att hindra predation ofta mycket kostsamma samtidigt som de deras effektivitet inte alltid kan garanteras. En pålitlig metod är viktigt för verksamhetens förutsägbarhet. Dessutom är en etisk och skonsam metod viktig för den samhälleliga acceptansen för musselodling. Tidigare erfarenheter visar att en misslyckad hantering av ejderproblematiken där exempelvis ejdrar fångas och dör i anordningar för att skydda odlingar eller där fysisk störning av ejder också stör allmänheten, kan resultera klagomål och negativ publicitet i media. Oavsett om denna är befogad eller ej, riskerar sådan uppmärksamhet att skada näringen. Ett annat uttryck för problematikens betydelse för social acceptans är det faktum att en seriös hantering utgör en viktig del i kriterierna för olika typer av certifiering. I detta sammanhang har projektet redogjort på ett detaljerat sätt för pågående arbete och resultat i samband med en MSC-certifiering, där hantering av ejderpredation fick stort utrymme.

  Avslutningsvis är det naturligtvis så att kunskapsöverföring och -utveckling till näringen sker effektivast gentemot Scanfjord eftersom dom deltar aktivt i projektet och i viss mån är metoden med nät delvis anpassad till de så kallade ”long-line” odlingar som bland annat Scanfjord använder. Användande av samma metodik på så kallade ”Smartfarms” kräver viss modifiering även om principen är generellt tillämpbar. Däremot är de rekommendationer som utvecklades gemensamt på workshopen i november 2018 och

den checklista som projektet utvecklade för fysisk störning generellt tillämpbara och tillgängliga för alla potentiella användare.

- *Beskriv på vilket sätt ni kommunicerat eller kommer kommunicera resultaten*
  Som beskrivits ovan sker kunskapsöverföring direkt via samverkan Scanfjord som är den dominerande producenten av musslor i Sverige och tillika en del av projektet. Dialog med andra betydande odlare i regionen, tjänstemän inom förvaltningen, forskare och NGO's skedde inom ramen för workshopen i november 2018. Innevarande rapport kommer att distribueras elektroniskt till samtliga svenska producenter och kommuniceras via de ingående aktörernas hemsidor och kommunikationskanaler.

- *I det fall projektet inte fortlöpt enligt projektansökan, beskriv varför och hur ni valt att arbeta trots motgång*
  Projektet skulle ursprungligen färdigställas 181231 men på grund av förseningar med rekrytering av personal och samverkan med andra initiativ (se nedan) erhölls enligt beslut från 28 juni 2018 förlängning till 190531. Vissa justeringar angående sammanställning av tidsserier för musslor har gjorts som ett resultat av samverkan med ett annat projekt om musslor (Åsa Strand, IVL). Vi bedömer att detta är ett effektivt sätt att utnyttja medlen och att åstadkomma mervärden för båda projekten.

- *Beskriv hur resultaten kan användas i framtida projekt/ processer/ arbete inom svenskt vattenbruk*
  Som beskrivits ovan har projektet åstadkommit resultat som, om dom implementeras, kommer att få direkta och indirekta konsekvenser för musselnäringens hantering av ejderproblematiken. Man kan också konstatera att resultaten av de kunskapsuppbyggande delarna vad gäller musslornas och ejderns fördelning i tid och rum, samt metodutvecklingar i samband med dessa kommer att vara värdefulla komponenter i framtida forsknings- och utvecklingsprojekt tillsammans med näringen.

  Slutligen har vi genom projektet och den dialog som skett inom utvecklat en värdefull tvärvetenskaplig plattform och ett kontaktnät för samverkan med näringen. Ambitionen

är att bygga vidare på denna plattform för framtida projektutveckling och samverkan för att stärka svenskt vattenbruk.