

Svartmunnad smörbult – förvandla risk till resurs

Ann-Britt Florin, Rahmat Naddafi,
Peter Ljungberg, Anders Persson,
Erin McCallum, Lo Persson,
Carl Tamario, Göran Bostedt

RAPPORT 7207 | JANUARI 2026



Svartmunnad smörbult – förvandla risk till resurs

av Ann-Britt Florin¹, Rahmat Naddafi¹, Peter Ljungberg¹, Anders Persson²,
Erin McCallum³, Lo Persson³, Carl Tamario³ och Göran Bostedt⁴

¹ Institutionen för akvatiska resurser/Sveriges lantbruksuniversitet.

² Biologiska institutionen/Funktionell ekologi, Lunds universitet.

³ Institutionen för vilt, fisk och miljö/Sveriges lantbruksuniversitet.

⁴ Institutionen för nationalekonomi samt Centrum för miljö- och naturresursekonomi/Umeå universitet och Sveriges lantbruksuniversitet.

Naturvårdsverket
Tel: 010-698 10 00
E-post: registrator@naturvardsverket.se
Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm
Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-7207-0
ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2026

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2026
Omslagsfoto: Ann-Britt Florin

Förord

Här presenteras resultaten från forskningsprojektet "Svartmunnad smörbult – förvandla risk till resurs". Projektet är ett av nio forskningsprojekt som genomförts inom forskningssatsningen Hantering av invasiva främmande arter.

Med de nio forskningsprojekten ville Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten, i samarbete med Formas och Trafikverket, ta fram kunskap om hantering av invasiva främmande arter och att utveckla och/eller identifiera nya eller förbättrade metoder att permanent utrota eller hindra införsel respektive vidare spridning av invasiva främmande arter i naturen. Med arter avsågs främmande växter i terrestra livsmiljöer samt invasiva främmande djur i akvatiska livsmiljöer.

Projektet har finansierats med medel från Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag och från Formas.

Rapporten har skrivits av Ann-Britt Florin, Rahmat Naddafi, Peter Ljungberg, Erin McCallum, Lo Persson och Carl Tamario från Sveriges lantbruksuniversitet SLU, Anders Persson från Lunds universitet samt Göran Bostedt från Umeå universitet och Sveriges lantbruksuniversitet.

Rapporten har granskats för vetenskaplig kvalitet av Henrik Svedäng (Stockholms universitet) samt för praktisk relevans av Martin Karlsson (Havs- och vattenmyndigheten).

Författarna svarar för rapportens innehåll.

Stockholm i januari 2026

Marie Uhrwing
Avdelningschef, Hållbarhetsavdelningen

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	6
Summary	7
1. Inledning	8
1.1 Svartmunnad smörbult	8
1.2 Syfte och frågeställningar	8
2. Ekosystemeffekter av svartmunnad smörbult	10
2.1 Litteraturstudie	10
2.2 Analys av effekter på kustekosystem	10
2.2.1 Metod för analys av provfisken	10
2.2.2 Resultat av analys av provfisken	12
2.3 Analys av effekter på laxlek	16
2.3.1 Experimentuppställning	17
2.3.2 Resultat av experiment med laxlek	18
2.4 Samhällsekonomiska effekter	18
3. Begränsa spridning av svartmunnad smörbult	20
3.1 Effektivitet hos mänskligt konstruerade barriärer i floder	20
3.1.1 Metod för genetisk analys	20
3.1.2 Resultat av genetisk analys	20
3.2 Spridningsförmåga i fiskvägar	21
3.2.1 Experimentuppställning och analys av spridningsförmåga i fiskvägar	22
3.2.2 Resultat av spridningsförmåga i fiskvägar	23
4. Begränsa täthet genom fiske	25
4.1 Kartläggning av befintliga metoder	25
4.2 Utveckling och test av nya redskap	25
4.2.1 Metod för utveckling av nya redskap	25
4.2.2 Resultat av test av nya redskap	26
5. Begränsa täthet genom predatorer	28
5.1 Analys av födoval i det vilda	28
5.1.1 Metod för analys av födoval i det vilda	28
5.1.2 Resultat av analys av födoval i det vilda	28
5.2 Analys av födoval i experiment	29
5.2.1 Experimentuppställning för födovalsanalys	29
5.2.2 Resultat av födoval i experiment	30
5.3 Analys av andra fiskarters påverkan på förekomst av svartmunnad smörbult	32
5.3.1 Modellering av andra arters påverkan på förekomst av svartmunnad smörbult i provfisken	32
5.3.2 Resultat av modellering av andra fiskars påverkan på förekomst av svartmunnad smörbult i provfisken	32

6. Diskussion	33
6.1 Ekosystemeffekter av svartmunnad smörbult	33
6.2 Begränsa spridning av Svartmunnad smörbult	34
6.3 Begränsa täthet genom fiske	35
6.4 Begränsa täthet genom naturliga predatorer	35
7. Slutsatser och förslag	37
8. Tack	38
9. Källhänvisning	39
10. Publikationer och data	43
10.1 Publicerade vetenskapliga artiklar	43
10.2 Manuskript	43
10.3 Examensarbeten	43
10.4 Rapporter	44
10.5 Data	44
Bilaga 1 – De samhällsekonomiska effekterna av spridningen av smörbulten i Sverige	45
Bilaga 2 – Round goby catchability in the Baltic Sea	62
Bilaga 3 – Redskap	93

Sammanfattning

Svartmunnad smörbult är en invasiv fiskart som kommit med fartygstrafik från Svarta havet till Östersjön. Den innebär ett allvarligt hot mot våra inhemska arter genom sin höga reproduktionstakt, höga tålighet mot miljöfaktorer och framgångsrika konkurrens med andra bottenlevande arter. År 2008 rapporterades arten för första gången i Sverige, i Karlskrona skärgård, och den har sedan dess spridit sig till allt fler platser i Sverige och även påträffats i sötvatten på Gotland och i Kalmar län. I takt med att arten sprider sig i svenska vatten och även blir allt talrikare blir behovet av att ta fram effektiva förvaltningsåtgärder alltmer trängande. Syftet med projektet var att förena intressenters behov och vetenskapligt arbetssätt för att tackla utmaningarna mot ekosystemtjänsterna som den invasiva svartmunnade smörbulten utgör.

Analys av provfiskedata visade att rovfiskar gynnats av etableringen av svartmunnad smörbult medan sik och skrubbskädda minskat i områden där smörbulten etablerat sig. Vidare visade experiment att laxens lek kan fördröjas i dess närvaro vilket betyder att etablering av svartmunnad smörbult i vattendrag kan bli ett hot mot lekande laxfiskar.

När det gäller spridning kunde vi visa att naturliga och konstgjorda barriärer i floder kan bromsa men inte helt stoppa arten. I experiment framkom att smörbulten har sämre simförmåga än exempelvis stensimpa, vilket innebär att den kan passera vissa typer av fiskvägar men i mindre omfattning. I Sverige idag finns arten i tre vattendrag och har ännu inte passerat något vandringshinder.

Möjlighet till förvaltning av arten har undersökts genom både fiske och naturliga predatorer. Abborre visade sig föredra smörbult framför andra byten som storspigg, och modellering visar att rovfiskar negativt påverkar tätheten av svartmunnad smörbult vilket tyder på att starka rovfiskbestånd kan bidra till att hålla nere populationen. Vi har även tillsammans med yrkesfiskare utvecklat modifierade fiskeredskap som gör det möjligt att rikta fisket mot smörbulten samtidigt som bifångsten minimeras. På sikt kan ett kommersiellt fiske på arten vara möjligt, men det kräver ytterligare kunskap om livsmedelskvalitet, marknad och lagstiftning.

De samhällsekonomiska analyserna visar att om smörbultens spridning fortsätter utan åtgärder kan värdet av fritidsfisket minska med cirka 379 miljoner kronor under en tioårsperiod. Effekterna på yrkesfisket är mer varierade. Där finns scenarier där fisket eller konsumenten både tjänar och förlorar ekonomiskt på om populationen fortsätter öka. Slutsatsen är att åtgärder som kostar mindre än 379 miljoner kronor under tio år kan vara lönsamma ur ett fritidsfiskeperspektiv.

Sammanfattningsvis är den svartmunnade smörbulten både en risk och en resurs. Vi rekommenderar att rovfiskbestånden stärks som naturlig reglering, att riktade fiskemetoder vidareutvecklas och att möjligheterna till kommersiellt fiske undersöks närmare. Dessutom föreslås att analyser av barriärer och fiskvägar fortsätter för att minska spridningen. På så sätt kan arten hanteras mer effektivt och i bästa fall förvandlas från ett hot till en resurs för både ekosystem och samhälle.

Summary

The round goby is an invasive fish species that has spread from the Black Sea to the Baltic Sea through shipping traffic. It poses a serious threat to native species due to its high reproductive rate, strong tolerance to environmental factors, and successful competition with other bottom-dwelling fish. The species was first reported in Sweden in 2008, in the Karlskrona archipelago, and has since spread to more locations in the country, including freshwater systems on Gotland and in Kalmar County. As the species continues to spread in Swedish waters and increase in numbers, the need for effective management measures has become increasingly urgent. The aim of the project was to combine stakeholder needs with scientific approaches to address the challenges that the invasive round goby poses to ecosystem services.

Analyses of monitoring data showed that predatory fish benefited from the establishment of round goby, while whitefish and flounder declined in areas where it became established. Furthermore, experiments demonstrated that salmon spawning could be delayed in its presence, which means that the establishment of round goby in rivers could become a threat to spawning salmonids.

Regarding dispersal, we showed that natural and artificial barriers in rivers could slow but not stop the species. Experiments further revealed that the round goby had weaker swimming abilities than, for example, bullhead, which meant it could pass certain types of fishways but to a limited extent. In Sweden today round goby has established in three waterways but hitherto not passed any barriers.

The potential for managing the species was investigated through both fishing and natural predators. Perch were found to prefer round goby over other prey such as stickleback, and modelling showed that predator fish negatively affected the density of round goby, suggesting that strong predator populations could help keep its numbers down. Together with commercial fishers, we also developed modified fishing gear that made it possible to target round goby while minimizing bycatch. In the long term, a commercial fishery for the species could be feasible, but it requires further knowledge of food quality, market potential, and legislation.

The socioeconomic analyses show that if the spread of the round goby continue unchecked, the value of recreational fishing could decline by around SEK 379 million over a ten-year period. The effects on commercial fisheries varied, with scenarios showing producers and consumers could either gain or lose economically with a population increase. This means that measures costing less than SEK 379 million over ten years could be profitable from a recreational fishery perspective.

In summary, the round goby is both a risk and a resource. We recommend strengthening predator fish populations as natural regulators, further developing targeted fishing methods, and exploring the potential for a commercial fishery. In addition, continued analysis of barriers and fishways is suggested to reduce its spread. In this way, the species can be managed more effectively and, in the best case, transformed from a threat into a resource for both ecosystems and society.

1. Inledning

1.1 Svartmunnad smörbult

Frivillig eller ofrivillig introduktion av främmande arter är en allvarlig risk för biologisk mångfald och ekosystemtjänster, särskilt i akvatiska ekosystem (jfr. Pyšek *m.fl.* 2020). Den svartmunnade smörbulten (*Neogobius melanostomus*) är en invasiv fisk som spridits med fartygstrafik från Svarta havets och Kaspiska havets avrinningsområden till Östersjön. Den kan vara ett allvarligt hot mot inhemska arter på grund av dess höga reproduktionsförmåga, förmåga att tolerera varierande miljöförhållanden och överlägsen konkurrenskraft jämfört med andra bottenlevande arter (jfr. Kornis *m.fl.* 2012, och Cerwenka *m.fl.* 2023). Smörbulten observerades första gången i sydöstra Östersjön (Gdańskbukten) 1990 (Skóra & Stolarski, 1993). Den efterföljande spridningen av smörbulten har varit relativt långsam (Almqvist *m.fl.*, 2010), men den är nu etablerad i de flesta kustområden i Östersjön (Adrian-Kalchhauser *m.fl.* 2020). Negativa effekter på andra fiskarter rapporteras både i de stora sjöarna i Nordamerika och från Europa (Kornis *m.fl.* 2012, Ojaveer & Kotta 2015, Ojaveer *m.fl.* 2021). Den är emellertid också en resurs för vissa rovfiskar (jfr. Herlevi *m.fl.* 2023). Effekten av smörbulten på fiskpopulationer kan därför vara både positiv och negativ; och dessutom variera beroende på lokala förhållanden (Hirsch *m.fl.* 2016). Ur ett nyttjande perspektiv är det därför osäkert om de övergripande effekterna av ökande bestånd av smörbult är negativa eller positiva för fisket. I takt med den ökade spridningen av arten växer behovet av att identifiera åtgärder (Ojaveer *m.fl.* 2015 & 2021) och även behovet av att kvantifiera effekter av invasiva arter på ekosystemtjänster som till exempel fiske för att motivera kostnaden för åtgärder (Nguyen *m.fl.* 2018).

1.2 Syfte och frågeställningar

Det övergripande syftet med projektet var att förena intressenters behov och vetenskaplig praxis för att ta itu med de utmaningar för ekosystemtjänster som invasionen av svartmunnad smörbult innebär. Vi strävade efter att kvantifiera effekten av svartmunnad smörbult i svenska vatten, utveckla och testa nya metoder för att minska den negativa effekten genom att minska spridningen och minska populationen, samt att undersöka potentialen att nyttja arten som födoresurs. Fokus låg på att utveckla färdiga förvaltningsverktyg. Detta är av stor betydelse för förvaltningen av hav och vatten eftersom svartmunnad smörbult är känd för att orsaka negativa effekter på den akvatiska biologiska mångfalden och på ekosystemtjänster som fiske och minskning av näringsämnen. Svartmunnad smörbult kan däremot vara en resurs för människor och om den förvaltas på rätt sätt kan den bidra till hållbara fiskbestånd, ett välmående småskaligt fiske och blomstrande kust- och skärgårdsområden.

Projektet hade fyra huvudsakliga frågeställningar:

1. Påverkar svartmunnad smörbult fisksamhällen och ekosystemtjänster i Sverige?

Vår hypotes är att fisksamhället kommer att ha förändrats i områden med förekomst av svartmunnad smörbult. Framför allt förväntar vi oss att arter som svartmunnad smörbult konkurrerar med dvs svart smörbult (*Gobius niger*), tånglake (*Zoarces viviparus*), stensimpa (*Cottus gobio*) och skrubbskädda (*Platicthys flesus*) kommer att minska. Vår hypotes är också att svartmunnad smörbult som predator på fiskrom kommer att störa laxens (*Salmo salar*) lekframgång. Slutligen antar vi att biologisk mångfald och ekosystemtjänster som fiske (både kommersiellt och fritidsfiske) påverkas negativt av svartmunnad smörbult och att åtminstone vissa förvaltningsåtgärder kommer att vara kostnadseffektiva.

2. Vilka naturliga och/eller konstgjorda barriärer begränsar genflöde och spridning hos populationer av svartmunnad smörbult?

Vår hypotes är att olikhet mellan populationer (differentiering) kommer att vara betydligt högre över barriärer med en brant vertikal återvändsgränd än barriärer utan sådana återvändsgränder eller med tillgängliga alternativ. Vår hypotes är vidare att svartmunnad smörbult kommer att kunna passera fiskvägar som är konstruerade för många arter (dvs. naturliga fiskpassager och slitsrännor) men ha svårigheter i mer traditionella fiskvägar (bassäng-, kammarttrapport och denilrännor).

3. Kan fiske användas för att minska och begränsa förekomsten av svartmunnad smörbult?

Vår hypotes är att kunskap om var, när och hur man ska fiska efter svartmunnad smörbult skulle göra det möjligt att utveckla ett fiske som kan minska förekomsten av smörbultar. Vidare har vi en hypotes om att det är möjligt att utveckla ett lönsamt fiske för arten.

4. Kan inhemska fiskätare minska och begränsa förekomsten av svartmunnad smörbult?

Vår hypotes är att rovfisk äter mycket svartmunnad smörbult och att åtminstone vissa rovfiskar kommer att visa en preferens för svartmunnad smörbult. Dessutom antar vi att kustområden med stor förekomst av sådana rovfiskar kommer att vara mer motståndskraftiga mot invasion av svartmunnad smörbult.

2. Ekosystemeffekter av svartmunnad smörbult

2.1 Litteraturstudie

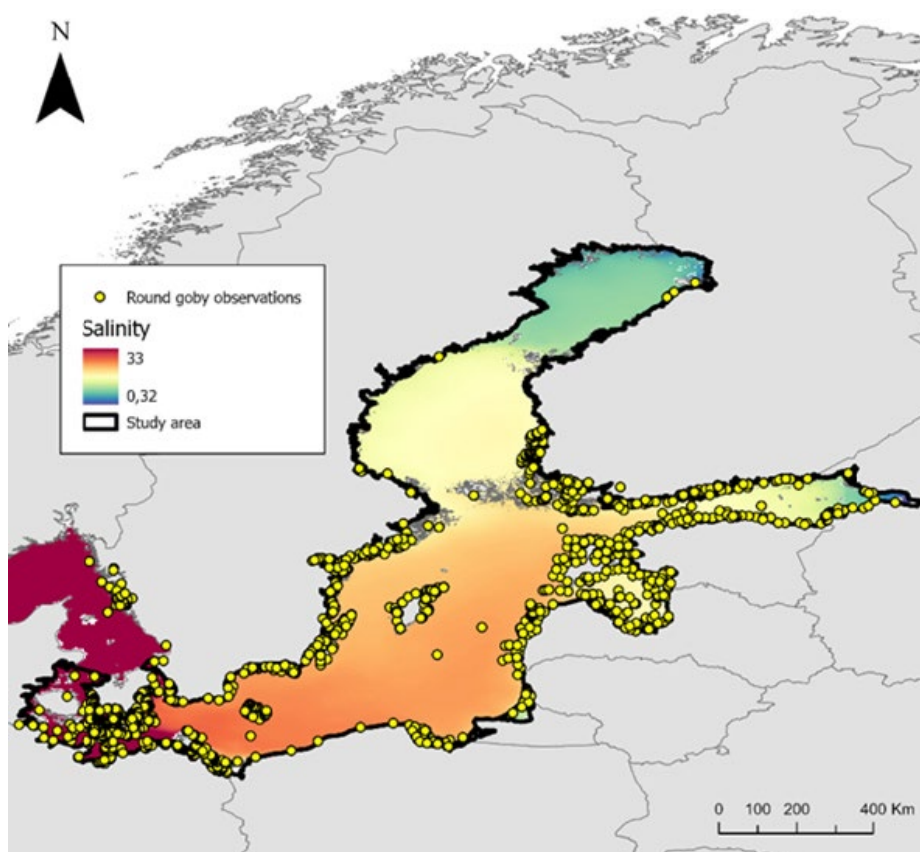
En litteratursammanställning i samarbete med europeiska genomförandeorganet för klimat, infrastruktur och miljö (European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency) visade att svartmunnad smörbult inte bara fungerar som en ny födokälla för inhemska fiskarter, utan också mycket sannolikt är en stark konkurrent för det bottenlevande fisksamhället (Thor *m.fl.* 2023, Oesterwind *m.fl.* 2025, Naddafi & Florin 2025). Den äter också fiskrom och yngel (Oesterwind *m.fl.* 2025). Litteratursammanställningen visade att majoriteten av de beskrivna effekterna av främmande arter, som svartmunnad smörbult, på fiskbestånd som utnyttjas av yrkes- och fritidsfiske verkar härröra från antaganden (Oesterwind *m.fl.* 2025) eller kortsiktiga experimentella studier (Naddafi & Florin 2025). I denna studie sammanfattades all tillgänglig information, även om den är spekulativ, och specifika kunskapsluckor identifierades (Oesterwind *m.fl.* 2025).

Tillgängliga data (1990–2022) visade att svartmunnad smörbult förekommer i de flesta kustområden i Östersjön (Figur 1, ICES 2022, Thor *m.fl.* 2023).

2.2 Analys av effekter på kustekosystem

2.2.1 Metod för analys av provfisken

För att kvantifiera förändringar i fiskbestånd (mätt som fångst per ansträngning; catch per unit of effort (CPUE)) i samband med invasionen av svartmunnad smörbult i svenska kustområden, byggde vi en modell med hjälp av långsiktiga (upp till 23 år) övervakningsdata om fiskbeståndet i fyra referensområden med låg direkt mänsklig påverkan (Muskö och Asköfjärden i norra Egentliga Östersjön, Mönsterås i västra Östersjön och Torhamn i Bornholms bassängen, Figur 2) (Naddafi & Florin 2025). Övervakningen i Muskö (8 stationer, 2001–2023) och Mönsterås (11 stationer, 2007–2023) genomfördes med hjälp av ”nätserier”, där fyra masksektioner av varierande storlekar var horisontellt länkade (HaV 2015). I Muskö varierade maskstorlekarna från 21 till 60 mm för nätserie typ 1, medan maskstorlekarna i Mönsterås varierade från 17 till 30 mm för nätserie typ 2. I Asköfjärden (41–48 stationer, 2005–2023) och Torhamn (28–50 stationer, 2002–2023) utfördes övervakningen med nordiska nät, det vill säga, kustnära flermaskiga garn med maskstorlekar från 10 till 60 mm (HaV 2020). Fångsterna registrerades som antal individer per art och total längdklass (cm). Året för första observationen av den svartmunnade smörbulten under det ordinarie fiskövervakningsprogrammet var 2013 i Muskö och Torhamn, 2016 i Mönsterås och 2018 i Asköfjärden (Naddafi & Florin 2025). Vi använde denna tidpunkt som brytpunkt för tidsserien för tiden före och efter den svartmunnade smörbultens invasion i respektive provtagningsområde.



Figur 1. Rapporterade observationer av svartmunnad smörbult (1990–2022) i Östersjön (ICES 2022, ur Thor *m.fl.* 2023).



Figur 2. Karta över provfiskeområden i Sverige som användes för analys av ekosystemeffekter. (Ur Naddafi & Florin 2025.)

Alla fångster omräknades till CPUE som ett mått på förekomst. CPUE för varje art (abborre (*Perca fluviatilis*), skrubbskädda, strömming (*Clupea harengus*), sik (*Coregonus maraena*), skarpsill (*Sprattus sprattus*) och gärs (*Gymnocephalus cernuus*)) beräknades som den totala fångsten av den arten per station och natt. CPUE för karpfiskar uppskattades utifrån den totala fångsten av mört (*Rutilus rutilus*), björkna (*Blicca bjoerkna*), id (*Leuciscus idus*), sarv (*Scardinius erythrophthalmus*), löja (*Alburnus alburnus*), braxen (*Abramis brama*), sutare (*Tinca tinca*), ruda (*Carassius carassius*), och vimma (*Vimba vimba*) per station och natt. Fångsten av rovfiskar beräknades som den totala fångsten av abborre, torsk (*Gadus morhua*), gös (*Sander luciperca*) och gädda (*Esox lucius*) per station och natt. Då abborre är den dominerande fiskätande arten i svenska kustområden påverkar det i hög grad variabeln rovfiskar. Eftersom vi också var intresserade av hur andra rovfiskar som torsk (cod), gös (pike-perch) och gädda (pike) (nedan kallad CPP) reagerar på invasionen av svartmunnad smörbult, och med tanke på att dessa arter tillhör samma funktionella grupp och kan uppta samma trofiska nivå, kombinerade vi deras förekomstdata. Därför beräknades CPUE för CPP som den totala fångsten av torsk, gös och gädda per station och natt. Eftersom abborre övergår till mer fiskätande när de blir större, modellerade vi även effekten på stor abborre (≥ 20 cm total längd) av invasionen av svartmunnad smörbult. Variationer i CPUE hos kustfisk har tidigare visat sig förklaras av vattentemperatur, djup och vågexponering (Naddaffi *m.fl.* 2022). Därför använde vi även dessa miljöparametrar i vår modell.

En generaliserad additiv blandad modell (Generalized Additive Mixed Model; GAMM) med negativ binomialfördelning användes för att analysera CPUE för varje fiskart/funktionell grupp i relation till miljövariabler samt kategoriska faktorer som närvaro/frånvaro av svartmunnad smörbult och nättyp. I våra modeller var responsvariabeln den genomsnittliga CPUE för varje fiskart/funktionell grupp, och den behandlades som en funktion av flera förklarande variabler. De förklarande variablerna som valdes var år (vilket möjliggör observation av tidsmässiga trender i data), vattentemperatur, djup, vågexponering, nättyp och närvaro eller frånvaro av svartmunnad smörbult (kodad som 0 och 1 i upp till tio år före och efter invasion av svartmunnad smörbult i vart och ett av områdena). Således modellerades CPUE för varje fiskart/funktionell grupp som en funktion av närvaro av svartmunnad smörbult (kategorisk faktor, två nivåer: frånvaro/närvaro), nättyp (kategorisk faktor, tre nivåer) och utjämningsfunktionen för kontinuerliga variabler inklusive år, vattentemperatur, djup och vågexponering. Arealen behandlades som en oberoende slumpmässig effekt med en slumpmässig effektutjämnare (s_5). Den fullständiga modellen som tillämpades var:

$$CPUE_{\text{för fiskart/funktionsgrupp}} \sim \text{närvaro av svartmunnad smörbult} + \text{nättyp} + s_1(\text{år}) + s_2(\text{vattentemperatur}) + s_3(\text{djup}) + s_4(\text{vågexponering}) + s_5(\text{area})$$

Analyserna utfördes med mgcv-paketet i R-programvaran. Statistisk signifikans accepterades vid $p < 0,05$ -nivån.

2.2.2 Resultat av analys av provfisken

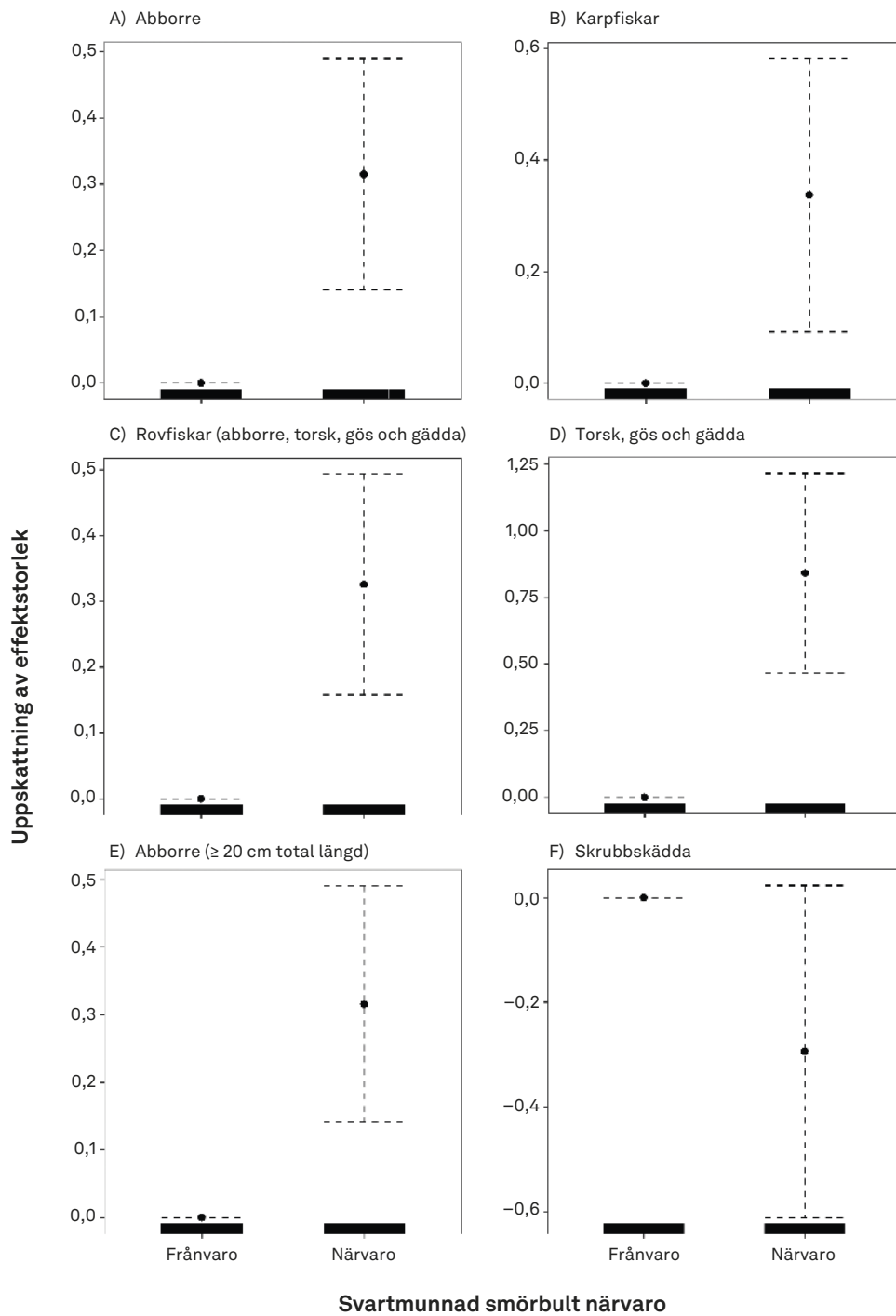
Vår studie indikerar att invasionen av svartmunnad smörbult hade en stark effekt på förekomsten av olika fiskarter i våra referensområden (Muskö, Mönsterås, Asköfjärden och Torhamn), som sträcker sig från norra Egentliga Östersjön till Bornholms bassängen (Naddaffi & Florin 2025). Enligt våra modeller ökade förekomsten av abborre (+37 %), karpfiskar (+40 %), rovfiskar (+132 %) och gärs (+53 %), medan förekomsten av sik (−32 %) och skrubbskädda (−25 %) minskade efter invasionen av svartmunnad smörbult (Tabell 1, Figur 3, Naddaffi & Florin 2025). CPUE för abborre, karpfiskar, rovfiskar, CPP och skrubbskädda ökade också med vattentemperaturen och minskade med vattendjup och vågexponering (Naddaffi & Florin 2025).

**Tabell 1. Resultat av den generaliserade additiva mixedmodellen för CPUE för varje fiskart/funktionell grupp (Ur Naddafi & Florin 2025. PLOS One, 20(2).
n (antal observationer) = 2 046 för varje fiskart/funktionell grupp utom strömming, n = 1191; edf: effektiva frihetsgrader.**

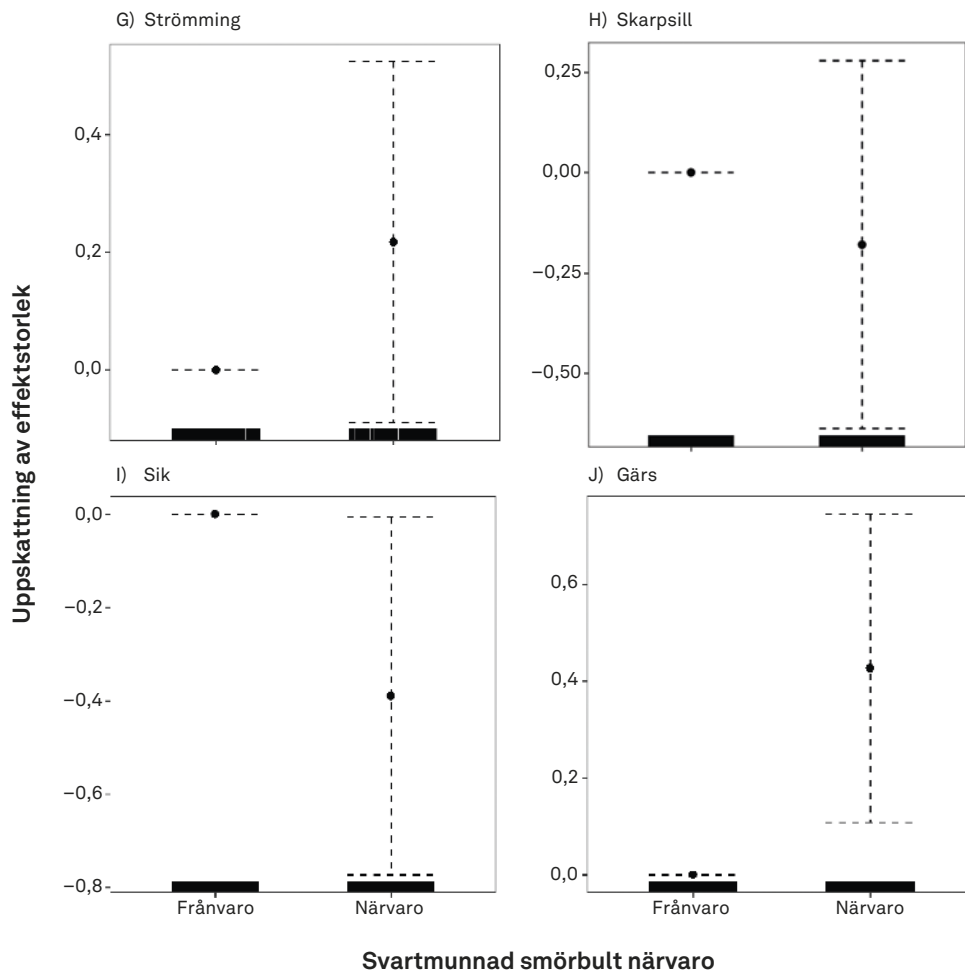
	Skrubbskädda			Strömming			Skarpsill			Sik			Gärs		
Förklarad avvikelse (%)	62			25			63			25			45		
Faktorer	Estimat	z	P	Estimat	z	P	Estimat	z	P	Estimat	z	P	Estimat	z	P
Intercept	-0,64	-3,8	< 0,001	2,10	19,4	< 0,001	2,97	10,0	< 0,001	-2,57	-16,9	< 0,001	0,96	5,9	< 0,001
Svartmunnad smörbult närvaro	-0,29	-1,8	0,06	0,21	1,4	0,165	-0,18	-0,8	0,443	-0,39	-2,0	< 0,05	0,42	2,6	< 0,01
Nätserie typ 1	5,56	13,5	< 0,001	-1,85	-5,6	< 0,001	1,43	2,1	< 0,05	0,23	0,7	0,490	1,81	5,0	< 0,001
Nätserie typ 2	1,15	3,1	< 0,01	0,24	0,75	0,454	7,34	0,9	< 0,001	-0,7	-1,2	0,216	5,92	15,0	< 0,001
Utjämningsfaktorer	edf	x ²	P	edf	x ²	P	edf	x ²	P	edf	x ²	P	edf	x ²	P
År	1,00	8,7	< 0,01	2,96	128,9	< 0,001	1,00	30,1	< 0,001	2,92	73,0	< 0,001	2,85	61,9	< 0,001
Temperatur	2,61	20,2	< 0,001	2,96	101,9	< 0,001	2,56	19,6	< 0,001	2,73	36,6	< 0,001	1,00	3,6	0,059
Djup	2,74	35,8	< 0,001	2,83	47,5	< 0,001	1,00	128,8	< 0,001	2,60	83,7	< 0,001	2,66	189,6	< 0,001
Vågexponering	2,97	80,5	< 0,001	2,43	9,7	0,069	2,70	30,4	< 0,001	2,42	17,1	< 0,001	2,96	76,8	< 0,001
Fångstområde	0,88	7,8	< 0,01	0,12	1,0	0,136	0,99	155,5	< 0,001	0,00	0,0	0,816	0,99	136,0	< 0,001

Tabell 1. Forts.

	Abborre			Karpfiskar			Rovfiskar (abborre, torsk, gös, gädda)			Tre arter av rovfiskar (torsk, gös, gädda)			Abborre ≥ 20 cm total längd		
Förklarad avvikelse (%)	27			42			23			44			26		
Faktorer	Estimat	z	P	Estimat	z	P	Estimat	z	P	Estimat	z	P	Estimat	z	P
Intercept	3,10	36,3	< 0,001	2,43	21,2	< 0,001	3,12	38,3	< 0,001	−1,77	−11,3	< 0,001	0,98	20,8	< 0,001
Svartmunnad smörbult närvaro	0,32	3,5	< 0,001	0,34	2,7	< 0,01	0,33	3,8	< 0,001	0,84	4,4	< 0,001	0,42	4,7	< 0,001
Nätserie typ 1	0,44	2,5	< 0,05	0,73	2,8	< 0,01	1,21	7,0	< 0,001	2,51	6,7	< 0,001	0,48	2,8	< 0,01
Nätserie typ 2	−0,03	−0,1	0,894	2,50	9,8	< 0,001	−0,04	−0,2	0,822	−1,57	−3,5	< 0,001	−0,56	−5,8	< 0,001
Utjämningsfaktorer	Edf	x²	P-värde	edf	x²	P-värde	edf	x²	P-värde	edf	x²	P-värde	Edf	x²	P-värde
År	2,33	91,8	< 0,001	2,64	48,9	< 0,001	2,80	101,1	< 0,001	2,96	141,7	< 0,001	2,91	124,2	< 0,001
Temperatur	2,65	126,0	< 0,001	2,81	303,7	< 0,001	2,80	172,9	< 0,001	2,78	38,9	< 0,001	2,93	146,1	< 0,001
Djup	1,00	80,4	< 0,001	1,00	137,1	< 0,001	1,40	56,9	< 0,001	2,86	97,2	< 0,001	1,46	94,9	< 0,001
Vågexponering	2,89	59,9	< 0,001	2,28	25,5	< 0,001	2,50	24,8	< 0,001	2,93	36,0	< 0,001	2,93	77,6	< 0,001
Fångstområde	0,98	40,1	< 0,001	0,95	19,9	< 0,001	0,97	42,5	< 0,001	0,46	0,9	0,171	0,00	0,0	0,673



Figur 3a. Generaliserade additiva blandade modelldiagram som visar partiella effekter av svartmunnad smörbult på CPUE hos olika fiskarter/funktionella grupper. Värderna under noll indikerar negativa effekter av variabeln på CPUE. De streckade linjerna (AJ) representerar 95 % konfidensintervall. Markeringar på x-axeln indikerar fördelningen av observationerna. (Ur Naddafi & Florin 2025.)



Figur 3b. Generaliserade additiva blandade modelldiagram som visar partiella effekter av svartmunnad smörbult på CPUE hos olika fiskarter/funktionella grupper. Värden under noll indikerar negativa effekter av variabeln på CPUE. De streckade linjerna (AJ) representerar 95 % konfidensintervall. Markeringar på x-axeln indikerar fördelningen av observationerna. (Ur Naddafi & Florin 2025.)

2.3 Analys av effekter på laxlek

Svartmunnad smörbult är idag inte etablerad i sötvatten i Sverige men den finns i flera flodsystem i Europa och Nordamerika (Kornis *m.fl.* 2012) och det är därför rimligt att tro att den med tiden kan vandra upp i nedre delarna av lax och öring-älvar även i Sverige. Eftersom det finns flera rapporter och modelleringar från Stora sjöarna i Nordamerika som pekar på att smörbulten kan ha en potentiellt hög negativ inverkan på laxfiskars lek (Hirsch *m.fl.* 2016) ville vi studera detta i experiment.

2.3.1 Experimentuppställning

Interaktionen mellan svartmunnad smörbult och lekmogen lax studerades i ett strömakvarie på Fiskeriförsöksstationen i Älvkarleby (Wallin *m.fl.* 2024). Strömakvariet, som rymmer 35 000 l, har två identiska sidor med vatten som strömmar genom och vars hastighet genereras av turbiner. På båda sidor finns ett 12 m² stort område med grus och sten som efterliknar lekhabitat för lax och öring (Figur 4). Tidigare experiment utförda 2019 (Efstathiadis 2020) kompletterades i detta projekt med experiment 2021, tyvärr förhindrade pandemin experiment att utföras 2020. På varje sida sattes ett laxpar ned på morgonen och en observatör noterade deras beteende under dagen upptill en timme efter observerad lek eller, om lek inte skedde, maximalt 10 h under 2019 och 9 h 2020. Flödet var i genomsnitt 0,75 m/s vilket är normalt flöde vid laxlek. Den ena sidan hade svartmunnad smörbult närvarande i en densitet på 16,67 individer/m² 2019 och 9,58 individer/m² 2021. Skillnaderna i täthet berodde på att tillgången till svartmunnad smörbult var lägre 2021. Laxparen byttes ut mellan dagarna medan smörbulten var kvar i akvariet under hela experimentperioden. 8 försök genomfördes 2019 och 9 försök 2021.

Beteenden som noterades var parningsbeteenden (uppvaktning av hanen, petande med analfenan eller grävande med stjärtfenan hos honan), utlösande av rom och mjölke, fiskarnas position i akvariet och interaktioner med smörbultarna.

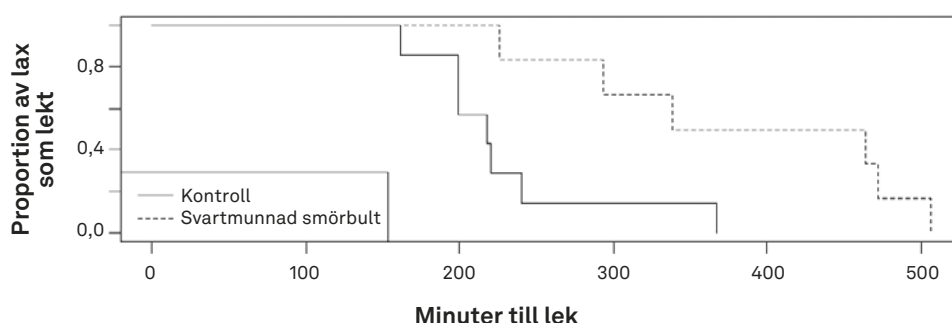
Statistisk analys gjordes med Generalized linear model med fixed effekt på närvaro/frånvaro av svartmunnad smörbult för effekter på parningsbeteenden och med general linears mixed model för fiskarnas position och interaktioner med smörbult över tiden. För att studera om sannolikheten för lek påverkades av smörbultens närvaro gjordes en analys med Cox proportional hazard model. För detaljer se Wallin *m.fl.* 2024.



Figur 4. Ett lekmoget par av lax i strömakvariet tillsammans med svartmunnad smörbult (Foto: Isa Wallin Kihlberg, SLU).

2.3.2 Resultat av experiment med laxlek

Närvaron av svartmunnad smörbult påverkade inte parningsbeteendet i sig men däremot fanns en tendens till att fiskarna höll sig närmare varandra i närvaron av svartmunnad smörbult (Wallin Kihlberg *m.fl.* 2024). Antalet attacker mot svartmunnad smörbult ökade också över tiden (Wallin Kihlberg *m.fl.* 2024). Det mest slående resultatet var att tiden till lek förlängdes i närvaro av svartmunnad smörbult så att vid en given tidpunkt var chansen 80 % lägre för laxen att leka om svartmunnad smörbult fanns i akvariet jämfört med om den inte gjorde det (Figur 5). Det är oklart hur stor effekt på lekframgången denna fördröjning har och studier över längre tid skulle krävas för att mäta detta. Det vore också värdefullt att jämföra effekten av svartmunnad smörbult med effekten av andra inhemska arter på laxens lek.



Figur 5. Minuter till lek för lax med och utan svartmunnad smörbult närvarande (Ur Wallin Kihlberg *m.fl.* 2024).

2.4 Samhällsekonomiska effekter

Med hjälp av analysen i 2.2. kvantifierades effekten av smörbulten i svenska vatten på fisket. Vi mätte effekterna med konsumentöverskottet, standardmättet för välfärd i ekonomisk analys. För fritidsfisket användes data från en rikstäckande fritidsfiskeundersökning riktad till den allmänna svenska befolkningen (Statistiska centralbyrån, 2020), inklusive både fiskare och icke-fiskare. Fritidsfiske definieras här som all fiskeverksamhet som inte bedrivs för en kommersiell marknad. För yrkesfisket genomfördes en mer principiell analys i brist på data. Se bilaga 1 för mer detaljer.

Den uppskattade effekten av en framtida ökning av populationen av smörbulten, och de effekter den kommer att orsaka på andra fiskpopulationer, och i förlängningen på nyttan av fritidsfisket kommer att minska nuvärdet av en fiskedag över en 10 års horisont med 2,06 procent. Detta eftersom ökningen av abborre och rovfisk inte uppväger den prognosticerade minskningen av laxfisk och plattfisk när man ser till hur mycket pengar alla fiskande lägger på en fiskedag. En minskning med 2,06 procent låter kanske inte så mycket, men man bör komma ihåg att det totala antalet fritidsfiskedagar i Sverige är 11,64 miljoner i genomsnitt under perioden 2016–2021. Om man använder detta antal fiskedagar kommer den prognostiserade ökningen av populationen av smörbulten och effekterna av detta på fritidsfisket att leda till en minskning av konsumentöverskottet med 379 miljoner kronor, i nuvärde vid en planeringshorisont på 10 år (se detaljer i bilaga 1 och Bostedt *m.fl.* i tryck).

Effekterna på yrkesfisket är beroende av om kvoterna är begränsande eller inte. Baserat på yrkesfiskedata 2020–2022 kan man dra följande slutsatser. Torsk påverkas positivt då födotillgången ökar. Fiskekvoten i Skagerak är begränsande motsvarande fall 1 i bilaga 1. Producenternas välfärd ökar när populationen av smörbulten ökar, medan priset och konsumenternas välfärd förblir oförändrad. Fiskekvoten i Östersjön är inte begränsande och därmed liknar situationen fall 3 i bilaga 1. Såväl producenters som konsumenters välfärd kommer att öka när populationen av smörbult ökar, och priset på torsk kommer att sjunka.

Rödspättan förväntas bli påverkad negativt, men som framgår av tabell 2 i bilaga 1 är kvoterna inte begränsande i något av fiskeområdena. Fall 4 i bilaga 2 illustrerar därmed situationen för rödspättan i alla fiskeområden. Både producenters och konsumenters välfärd kommer att minska när populationen av smörbult ökar, och priset på rödspättan kommer att stiga. Om kvoterna varit begränsande hade producenternas kostnader ökat men priset varit oförändrat för konsumenten (fall 2 i bilaga 1).

3. Begränsa spridning av svartmunnad smörbult

3.1 Effektivitet hos mänskligt konstruerade barriärer i floder

Svartmunnad smörbult finns idag inte etablerad i sötvatten i Sverige men det finns en risk att de sprider sig i inlandsvatten på samma sätt de gjort i Europa. Syftet med denna studie var att använda genetiska metoder för att studera hur effektiva olika typer av mänskligt konstruerade barriärer i floder är för att hindra spridning av arten.

3.1.1 Metod för genetisk analys

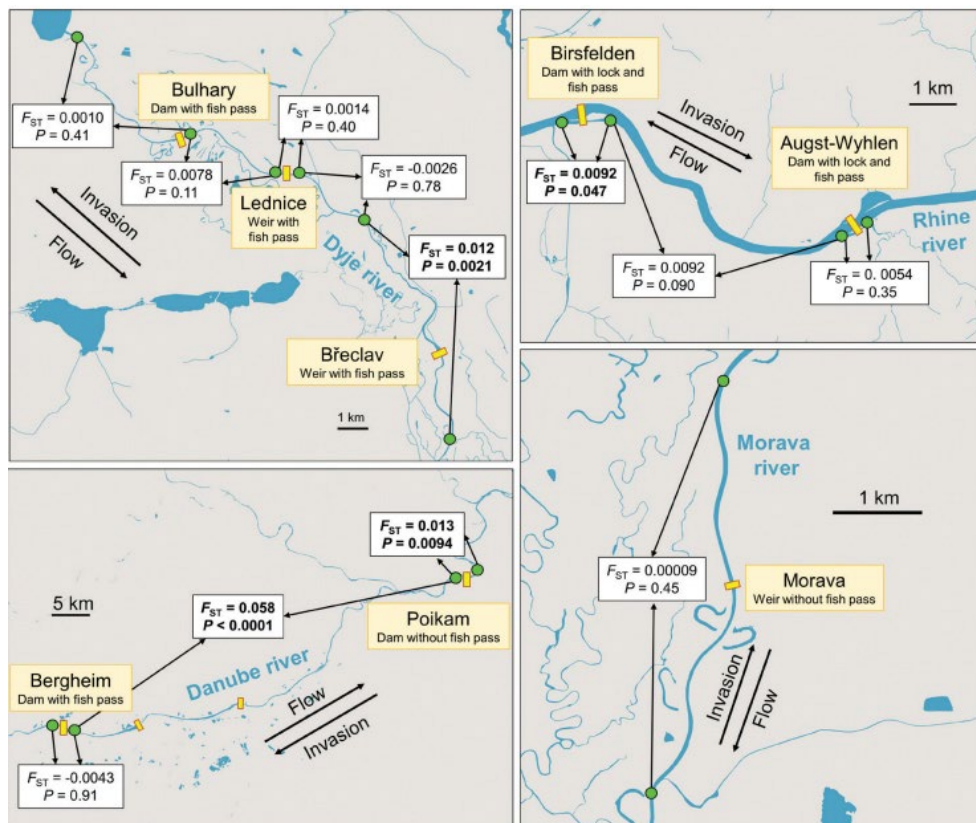
Vävnadsprover i form av fenklipp samlades in i centraleuropa våren 2022.

Insamlingen gjordes uppströms och nedströms åtta olika barriärer i fyra stora floder, Dyje och Morava i Tjeckien, Rhen i Schweiz och Danube i Tyskland. Dessa floder valdes för att det fanns etablerade populationer av svartmunnad smörbult på båda sidor om barriärer och kunskap om när smörbulten invaderade, data som behövs för att kunna använda genetisk differentiering för att mäta spridning. De studerade floderna representerar stora vattendrag starkt påverkade av mänsklig aktivitet (t ex förändrade flodbankar, dammar och båttrafik) som är analogt med flera större vattendrag i Sverige. Totalt samlades 700 prover in, Dna extraherades och 10 microsatelliter analyserades (McCallum *m.fl.* 2025).

Programmet Arlequin användes för att beräkna parvis differentiering, F_{ST} , mellan populationer inom varje flod. Arlequin användes också för att beräkna förväntad heterozygositet (H_e) som ett mått på genetisk mångfald inom populationerna vid var och en av provtagningsplatserna, samt för att beräkna det modifierade Garza-Williamson-indexet (M) som ett mått på senaste tidens flaskhalsar i populationen. Parvis F_{ST} testades inom flodsystem för att se om det fanns ett signifikant samband med geografiskt avstånd och/eller antalet barriärer som separerade provtagningsplatserna genom att anpassa en multipel regressionsmodell till avståndsmatriser. För detaljer se McCallum *m.fl.* (2025).

3.1.2 Resultat av genetisk analys

Det fanns en signifikant genetisk skillnad mellan populationer på varsin sida om en enskild barriär vid tre av de åtta undersökta flodbarriärerna (Figur 6, McCallum *m.fl.* 2025). Det visar att barriären i dessa fall hindrar populationerna från att ha fritt utbyte med varandra. Det fanns inga tydliga tecken på att detta hade något samband med typ av barriär.



Figur 6. Genetisk differentiering (F_{ST}) och dess signifikansnivå (P) mellan olika provtagningsplatser (gröna cirklar) (ur McCallum *m.fl.* 2025). Rektanglar visar olika barriärer och om det finns fiskvägar eller ej.

Populationerna av svartmunnad smörbult var också mer olika, dvs hade ett mindre utbyte med varandra med ökande antal flodbarriärer och med ökande avstånd mellan provtagningsplatserna. I floden Danube var skillnaden mellan populationer marginellt påverkat av det geografiska avståndet mellan provtagningsplatserna och signifikant påverkad av antalet flodbarriärer som separerade platserna. I floden Dyje var differentieringen signifikant ökande med antalet barriärer, men inte med geografiskt avstånd. I floden Rhen var differentieringen inte tydligt associerad med vare sig geografiskt avstånd eller antalet flodbarriärer (Se Figur 2A och 2B i McCallum *m.fl.* 2025 för mer detaljer).

Det fanns också en minskad genetisk mångfald i populationer som etablerats mer nyligen (Se Figur 3 i McCallum *m.fl.* 2025 för mer detaljer). De modifierade Garza-Williamson-indexen tyder på att alla populationer har upplevt flaskhalsar i populationsstorleken.

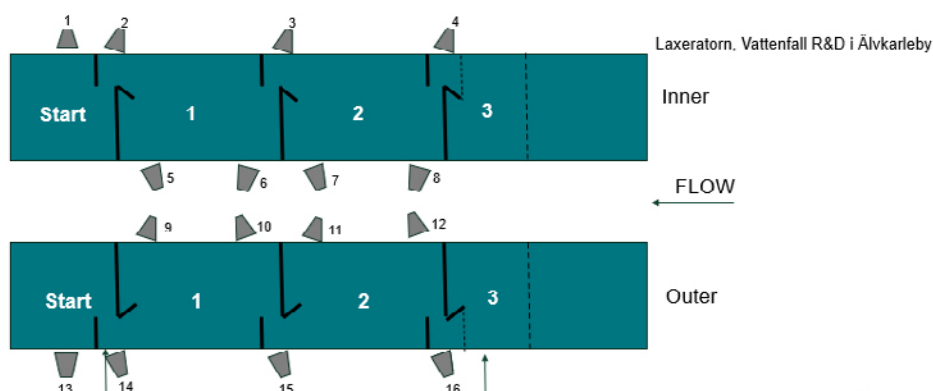
3.2 Spridningsförmåga i fiskvägar

I samarbete med Vattenfalls forskningsavdelning utfördes experiment i deras konstgjorda strömakvarie – laxelatorn, i Älvkarleby under 2021 och 2022. Syftet var att undersöka i vilken grad svartmunnad smörbult kan ta sig upp i de fiskvägar som anläggs i synnerhet i samband med den omfattande nationella omprövningen av

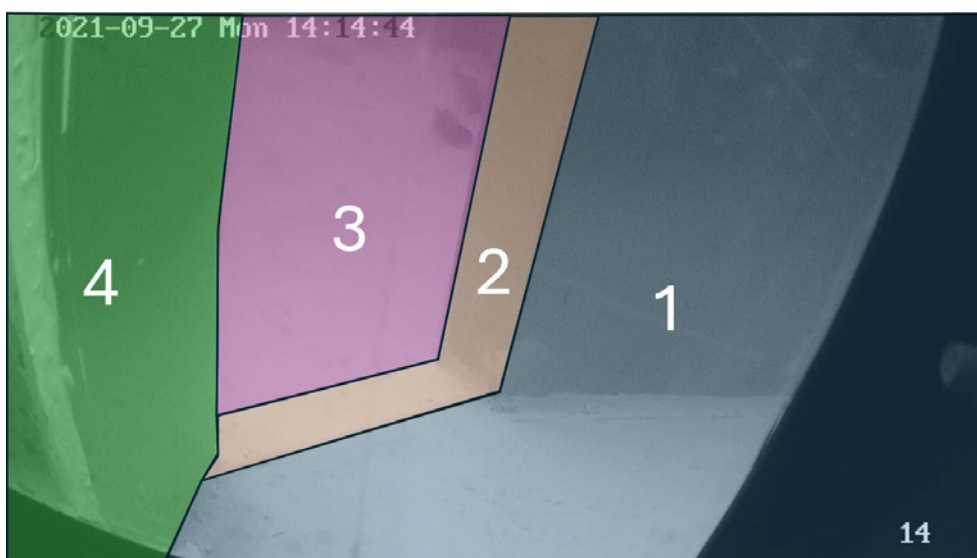
vattenkraften (NAP) som nu pågår i Sverige och att jämföra arters relativa vandringsförmåga för att se om det går att utforma en vandringsväg som är selektiv mot svartmunnad smörbult och förhindrar vidare expansion av arten men låter inhemska arter passera.

3.2.1 Experimentuppställning och analys av spridningsförmåga i fiskvägar

Under 2021 undersöktes vandringsförmågan i en modell av en slitsränna hos svartmunnad smörbult, stensimpa och abborre. Fisken placerades i startboxen (Figur 7) och tilläts vandra under ca 20 timmar och vandringsförmågan studerades med kameror som satts upp längs fiskvägen. När experimentet var slut tömdes rännorna på vatten, fisken hävades upp och det noterades var i rännan den befann sig. Tre olika hastigheter på vattnet prövades: låg (0,37 m/s), medelhög (0,68 m/s) och hög (0,81 m/s). En spårningsalgoritm användes för att automatiskt spåra fiskarnas passage genom slitsarna genom att detektera individuella fiskars position i varje enskild bildruta i filmerna. Spårningen resulterade i tidsserier av XY-koordinater för respektive individ och bildruta. De erhållna serierna av koordinater användes därefter för att klassificera varje spår som en uppströms- eller nedströmspassage. För detta ändamål delades videobilden in i fyra zoner: (1) uppströms om slitsen, (2) över slitsöppningen, (3) nedströms om slitsen samt (4) väggen närmast kameran (Figur 8). Rörelser in och ut ur den fjärde zonen beaktades för att särskilja faktiska passager från felklassificeringar. Klassificeringen av ett spår som passageaktivitet baserades på ordningsföljden av zonövergångar (Figur 8). Sekvenser av typen 3-x-1 samt 2-1 klassificerades som fullbordade uppströmspassager, där x representerar en eller flera zoner. Fullbordade nedströmspassager definierades på motsvarande sätt som sekvenser i ordningen 1-x-3. För att verifiera algoritmens överensstämmelse med verkligheten analyserades åtta timmar av videomaterialet manuellt; 4 timmar av svartmunnad smörbult och 4 timmar av stensimpa, endast filmer från låg vattenhastighet och under de första två timmarna (Junehag 2023). Baserat på resultatet av denna gjordes en ny klassificering av spåren. Alla 51 uppströmspassager och 23 nedströmspassager som registrerades manuellt registrerades också av algoritmen.



Figur 7. Schematisk bild av laxeleratorns två rännor och slitsar.



Figur 8. Vyn från kamera 14 uppdelad i fyra zoner, där passageaktiviteten klassificerades baserat på hur en fiskspårnings övergång mellan olika zoner.

2022 användes samma slitsränna men nu testades bubbelbarriärer för att se om de påverkade vandringsförmågan och öring ersatte abborre. Försöken pågick ca två timmar och analys av aktivitet gjordes manuellt.

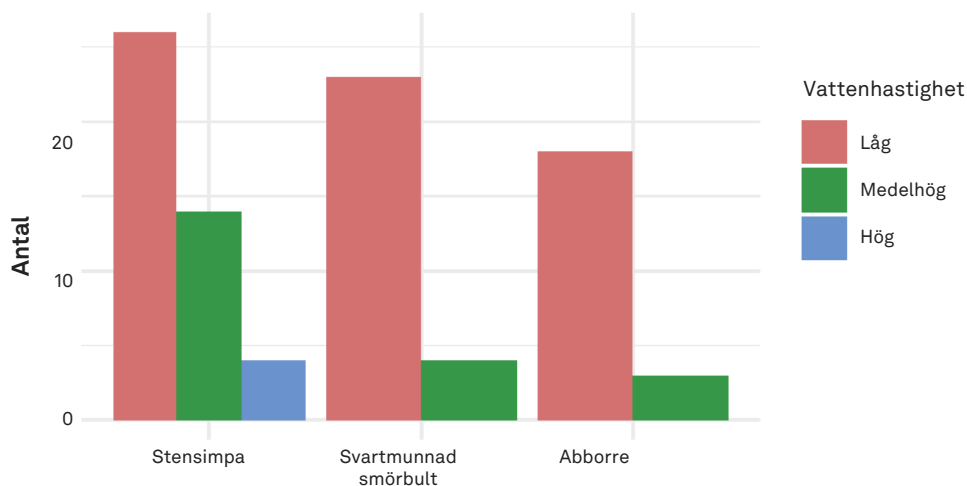
3.2.2 Resultat av spridningsförmåga i fiskvägar

Den första använda algoritmen för att tolka fiskpassager visade sig missa många passager med bara 26 % överensstämmelse med en manuell kontroll av uppströmspassager (Juneag 2023). En ny algoritm visade mycket bättre tillförlitlighet och hade 96 % överensstämmelse med den manuella kontrollen. Resultaten visade att samtliga tre arter (stensimpa, svartmunnad smörbult och abborre) kunde passera slitsrännan vid låga och medelhöga vattenhastigheter, om än i olika omfattning (Figur 9). Stensimpa visade generellt starkast simförmåga. Under de första två timmarna genomförde stensimpa 26 lyckade uppströmspassager vid låg vattenhastighet, 15 vid medelhög hastighet och 4 vid hög hastighet. Det motsvarar en minskning med 42 % mellan låg och medelhög hastighet, samt en ytterligare minskning med 73 % mellan medelhög och hög hastighet. Svartmunnad smörbult genomförde 23 lyckade uppströmspassager vid låg vattenhastighet, men endast 4 vid medelhög hastighet under de första två timmarna, vilket motsvarar en minskning på 83 %. Försök vid hög vattenhastighet kunde inte genomföras för svartmunnad smörbult på grund av sjukdomsutbrott (en bakteriell infektion, *vibrios anguillarum*). Vid hög vattenhastighet var det endast stensimpa som kunde genomföra uppströmspassager under de första två timmarna. Abborre genomförde inga lyckade passager vid den högsta vattenhastigheten under denna tidsperiod. Man bör beakta att spårningsalgoritmen fungerade sämre för abborre på grund av artefakter i videomaterialet, vilket innebär att antalet passager underskattas i samtliga behandlingar för abborre.

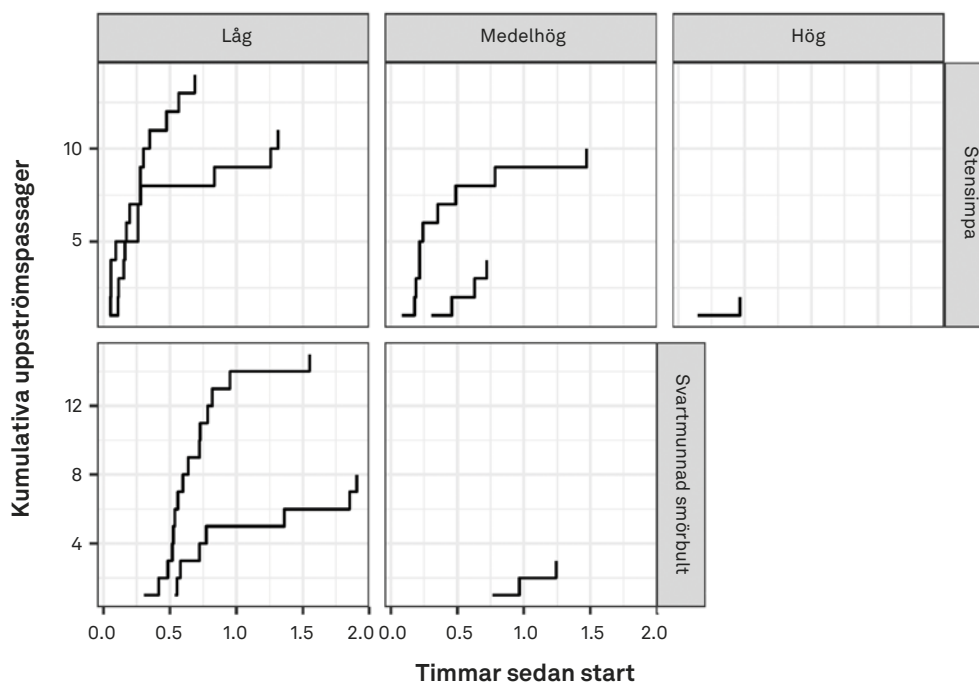
Tidsförloppsfiguren visar tydligt hur stensimpa initierade passagera snabbare än svartmunnad smörbult, samt hur stensimpa upprätthöll en viss passageaktivitet även vid medelhög vattenhastighet till skillnad från svartmunnad smörbult, vars

aktivitet försämrades markant redan vid denna nivå (Figur 10). Abborre uteslöts ur den här grafen på grund av att svagt videomaterial ledde till underskattat antal passager.

Manuell analys av video från försöken 2022 visade att inga smörbultar gjorde lyckade passager i rännan med medelhög hastighet oavsett om det var bubblor eller inte. Även antalet försök till passager noterades och där gjordes många fler försök när bubblorna var påslagna. Resultat från öring och stensimpa är inte analyserade vid rapportens färdigställande.



Figur 9. Antal lyckade uppströmpassager per art och vattenhastighet inom de två första timmarna från experimentets start.



Figur 10. Tidsförloppskurva som ackumulerade uppströmpassager för stensimpa och svartmunnad smörbult vid tre olika vattenhastigheter under de första två timmarna.

4. Begränsa täthet genom fiske

4.1 Kartläggning av befintliga metoder

Vi studerade hur, när och var svartmunnad smörbult fångas i olika fisken för att hitta en effektiv och selektiv fiskemetod med låg bifångst av andra arter. Fångstbarheten av svartmunnad smörbult i Östersjön bedömdes på fyra olika sätt. 1: Med tidsseriedata från provfiskenät med olika maskstorlekar från fyra områden inom miljöövervakningen (Herrvik, Karlskrona, Litauen och Muskö), 2: Fångstdata från olika typer av ryssjor med svartmunnad smörbult som målart, 3: Kommunikation med yrkesfiskare och forskare runt Östersjön, och 4: En litteraturöversikt av olika aktiva, dvs rörliga, och passiva redskap och deras förmåga att fånga svartmunnad smörbult. Materialet finns sammanställt i separat rapport (Heimbrand *m.fl.* 2022, bilaga 2).

De sammantagna resultaten indikerar att fångsten per ansträngning generellt är högre för ryssjor än för nät och bifångst av andra arter lägre. Längs Litauens kust dominerade dock svartmunnad smörbult nätfångsterna med låg andel bifångst. Därför kan en lokalt hög abundans av svartmunnad smörbult möjliggöra kommersiellt fiske med även nät i vissa områden. Bifångstarter kan relativt lätt släppas ut oskadade från ryssjor, men inte från nät, där risken för skada och dödligheten är större. Det är även mer tidseffektivt att fiska med ryssjor i jämförelse med nät. Fångsterna var som störst på djup mellan 3–10 m från maj till augusti, då svartmunnad smörbult är mer aktiv vid högre vattentemperatur. Se detaljerade resultat i bilaga 2.

4.2 Utveckling och test av nya redskap

4.2.1 Metod för utveckling av nya redskap

Baserat på erfarenheterna om befintliga redskaps effektivitet modifierades vanligt förekommande redskap och dess funktionalitet, selektivitet och effektivitet undersöktes i samarbete med yrkesfiskare. Det idag lämpligaste redskapet för att fånga svartmunnad smörbult i Sverige är att använda ryssjor. Fokus lades därför på att modifiera de delar i ryssjor som kunde förväntas öka fångsten av svartmunnad smörbult. För att studera och begränsa risken för bifångst gjordes de första försöken med modifierade ingångsstrutar försedda med gummiband som höll dem samman. Hypotesen var att kraftfullare arter som ål skulle kunna simma längre in i redskapet där de skulle kunna släppas ut, medan mer svagsimmande arter, som svartmunnad smörbult, skulle stanna i redskapets yttre delar och tas om hand. Försöken utfördes vid Yxlö i södra Stockholms skärgård under våren 2022. Kompletterande försök gjordes samma år i strömakvarium i Älvkarleby för att kunna filma beteendet hos svartmunnad smörbult i relation till de trängre ingångarna.

Utöver försöken med att begränsa insimningen i redskapet gjordes försök med nya varianter av ryssjor som var större i omkrets men även i vissa fall försedda med mer komplexa ingångar (bilaga 3). Dessa försök utfördes i Karlskrona under 2022 och 2023. Fokus var att försöka selektera ut ål direkt i redskapet och därför jobbades det med att placera de lagstadgade 60 mm flyktöppningar på ett sätt så att svartmunnad smörbult skulle behållas i redskapet samtidigt som ål ändå skulle kunna simma ut. Flyktöppningarna sattes därför på över och undersidan av ryssjorna och den fisk som tog sig ut genom flyktöppningarna samlades upp i påsar som tillät, som i övriga ryssjan, levandehållning fram till artidentifiering, räkning och återutsättning. En viktig aspekt är att ryssjor är ett levandefångande redskap som gör att icke-målarter kan sättas tillbaka levande. Försöken med flyktöppningarnas placering kompletterades med försök i labb vid Lunds universitet där beteendet hos svartmunnad smörbult i relation till flyktöppningarnas placering kunde utvärderas.

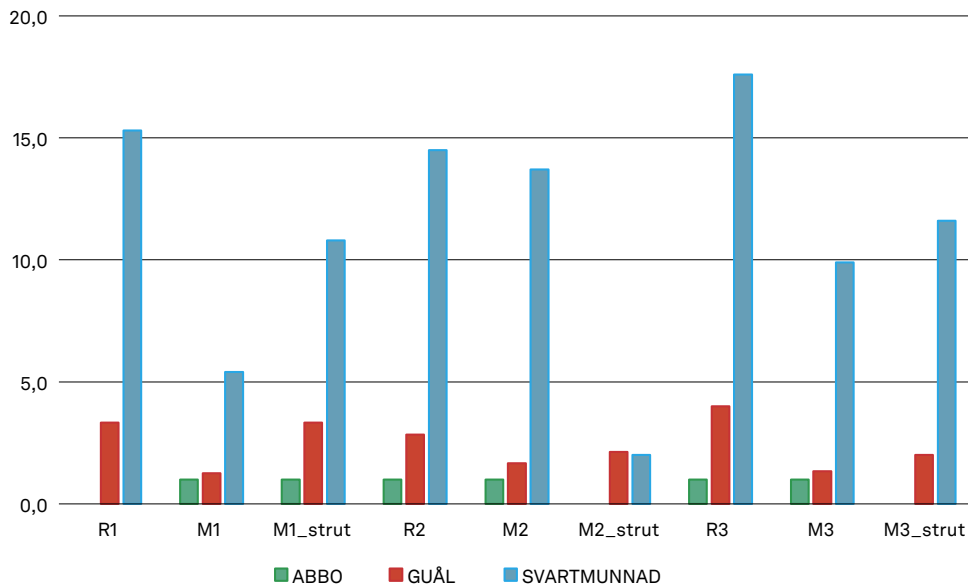
4.2.2 Resultat av test av nya redskap

Försöken som utfördes vid Yxlö i Stockholms skärgård och som avsåg att undersöka om svartmunnad smörbults rörelse inom fiskeredskapet kunde begränsas genom att ingångarna gjordes trängre visade relativt goda resultat avseende smörbulten. Framför allt de mindre individerna kunde hindras från att ta sig in i ryssjans inre delar. Ett problem var dock att mängden ål i området vid tidpunkten för försöket var väldigt låg med endast 3 fångade ålar på de 16 vittjningstillfällena, vilket gjorde att inga slutsatser kunde dras kring denna del av försöket. De kompletterande försöken i strömakvariet i Älvkarleby, för att utvärdera de trängre ingångarnas effekt på svartmunnad smörbults rörelsemönster gav inga ytterligare svar då detta försök behövde reduceras på grund av dödlighet hos fisken, på samma sätt som försöken i laxelatorn ovan.

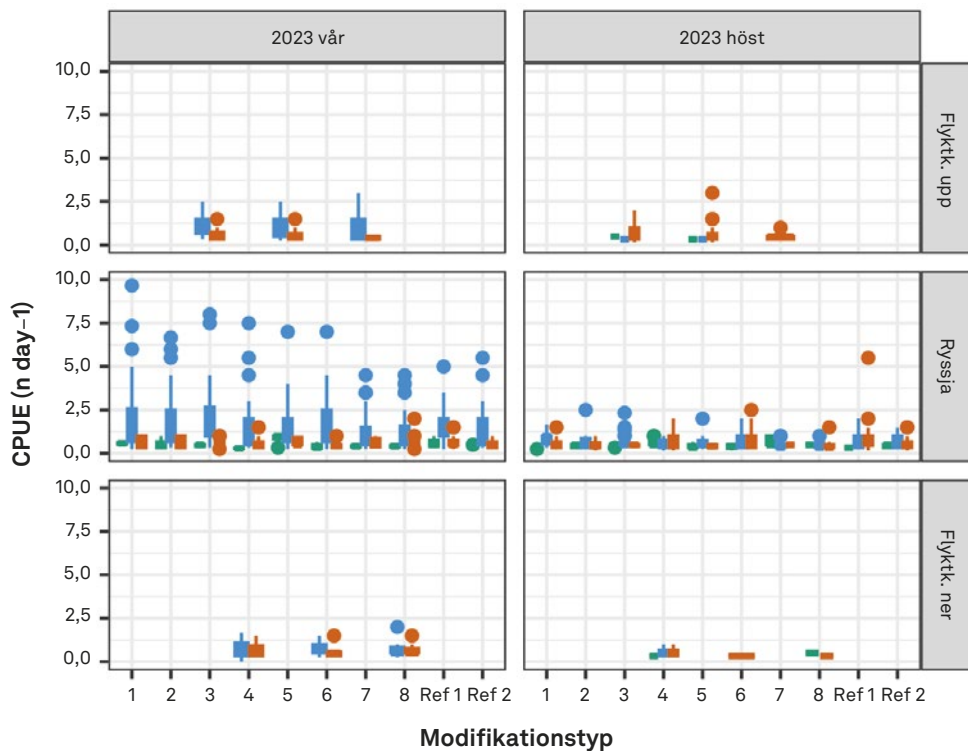
Försöken som utfördes i Karlskrona, med fokus på selektion i redskapen var mer framgångsrika. Vad gäller placeringen av flyktöppningarna så var resultaten från 2022 (figur 11) tydliga medan resultaten från 2023 (figur 12) varierande där det även tycks vara en säsongseffekt som gör att svartmunnad smörbult är mer rörlig på våren och förekom i större utsträckning i uppsamlingspåsar utanför selektionsöppningarna, under vårförsöken än under höstförsöken.

Med de större ryssjorna som togs fram inom projektet så kunde vi se att dessa mer effektivt fångade svartmunnad smörbult genom att de hade större fångst. Dock varierade fångsterna mellan modeller och de som gav bäst resultat var modellerna som skalats upp från existerade ryssjor medan modellerna som försetts med galler i ingångarna fångade sämre med svartmunnad smörbult (figur 12).

För ål var resultaten mer uniforma och ålen fångades i uppsamlingspåsar i ungefär samma utsträckning oavsett selektionsöppningens placering och säsong.



Figur 11. Fångst per ansträngning (individer per dag) från försöksfiske 2022 med total fångst av svartmunnad smörbult (blå), ål (röd) och abborre (grön) i de tre olika parryssjorna som provades. Ryssjor märkta "R" är referensryssjan medan "M" är den modifierade ryssjan, bestående av ryssjehus och uppsamlingsstrut. Modell 1 och 3 hade sina uppsamlingsstrutar på botten av ryssjan medan den på modell 2 hade sin uppsamlingsstrut på toppen av ryssjan.



Figur 12. Fångst per ansträngning (individer per dag) av svartmunnad smörbult (blå), ål (röd) och abborre (grön) försöksfiske under våren respektive hösten 2023. Fångst i ryssjans huvudstrut presenteras i den de två figurerna i den mittre raden. I den mån att redskapet hade flyktöppning uppåt med fångst visas det resultatet i övre raden, medan om det fanns en bottenplacerad flyktöppning visas resultatet från dess uppsamlingspåsar i den nedre raden. Som referensryssjor användes ryssja av standardtyp, samma modell som provades 2022). Alla modeller av ryssjor finns presenterade i bilaga 3.

5. Begränsa täthet genom predatorer

Det finns vissa indikationer som tyder på att naturliga konkurrenter eller fiender kan ha en negativ effekt på smörbultens spridning och etablering (Holmes *m.fl.* 2019). En förvaltningsstrategi kan därför vara skapa födovävar som är motståndskraftiga mot invasion av smörbult. I en framtida förvaltning av smörbulten via en förvaltning av dess predatorer är det viktigt att veta predatorns storleksselektion och hur förekomsten av alternativa byten påverkar predatorns diet. Ett led till att förstå dessa processer är att kvantifiera bytesvärdet, vilket görs genom att beräkna kvoten mellan bytets energiinnehåll och kostnaden (hanteringstiden) förknippad med att konsumera bytet. Denna kvot är typiskt storleksberoende och kan användas för att förutspå hur en bytespopulation (t.ex. smörbult) påverkas av en predatorpopulation (t.ex. abborre). I det förekommenade fallet är det också av intresse att försöka förutspå hur ett skydd av abborre skulle påverka både smörbult och storspigg, där båda bytesfiskarna kan vara negativa i ett Östersjöperspektiv.

5.1 Analys av födoval i det vilda

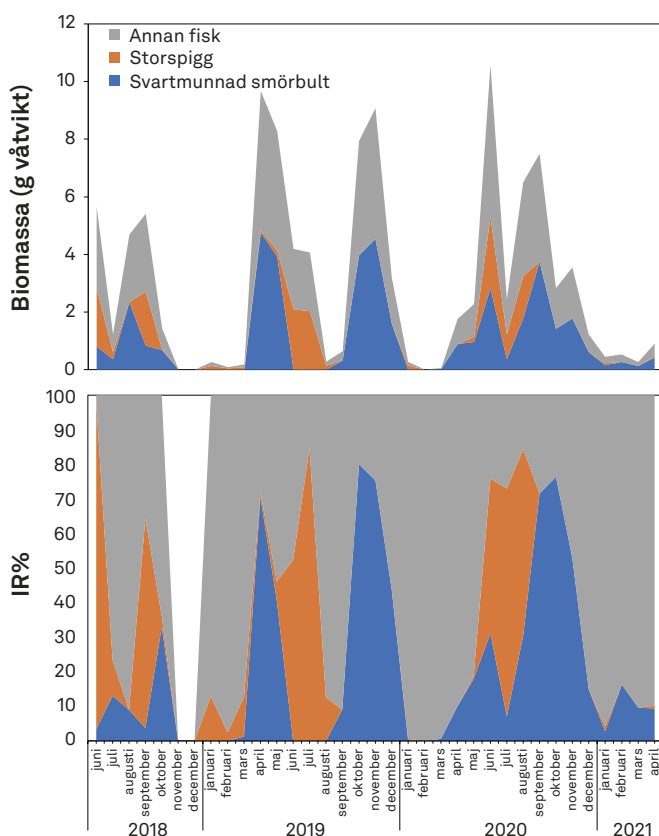
5.1.1 Metod för analys av födoval i det vilda

Abborrens födoval analyserades från insamlat material. Maginnehåll från abborrar insamlades månadsvis mellan juni 2018 och april 2021 i Blekinge skärgård där svartmunnad smörbult är väletablerad. Totalt insamlades 783 magar från abborre mellan 24 och 48 cm längd och analyserades med avseende på våtvikt (närmaste 0,1 g) av olika födoobjekt. Totalt identifierades 148 individer av svartmunnad smörbult i 100 olika abborrmagar och för dessa beräknades kvoten mellan smörbultens och abborrens totala längd. Den säsongsmässiga andelen smörbult i abborrens diet i förhållande till andra byten såsom storspigg analyserades både på basis av biomassa och som ett index av relativ betydelse (IRI), vilket inkluderar både biomassa och antal. För mer detaljer se Arnet *m.fl.* (2021).

5.1.2 Resultat av analys av födoval i det vilda

Av totalt 783 analyserade abborrmagar var 42 % tomma. Abborrdieten bestod till 84 % av fisk och svartmunnad smörbult var den dominerande arten baserat på biomassa. Smörbulten tenderade att utgöra en större andel av dieten på vår och höst, jämfört med vinter och sommar. Storspigg var det mest abundanta födoslaget i dieten och representerade 14 % av den konsumerade biomassan (Figur 13).

De flesta av de konsumerade smörbultarna hade en längd mellan 15 % och 30 % av abborrens längd, med ett optimum på 22 %. Se mer detaljer i Arnet *m.fl.* 2021.



Figur 13. Säsongsomfattig variation i dieten hos abborre i Karlskrona skärgård uttryckt som a) biomassa eller b) index av relativ betydelse, vilket sammanväger vikt och antal av olika bytestyper. Dieten avser vuxen abborre 24–48 cm total längd. Abborrdieten bestod till 43 % av svartmunnad smörbult sett till hela studieperioden.

5.2 Analys av födoval i experiment

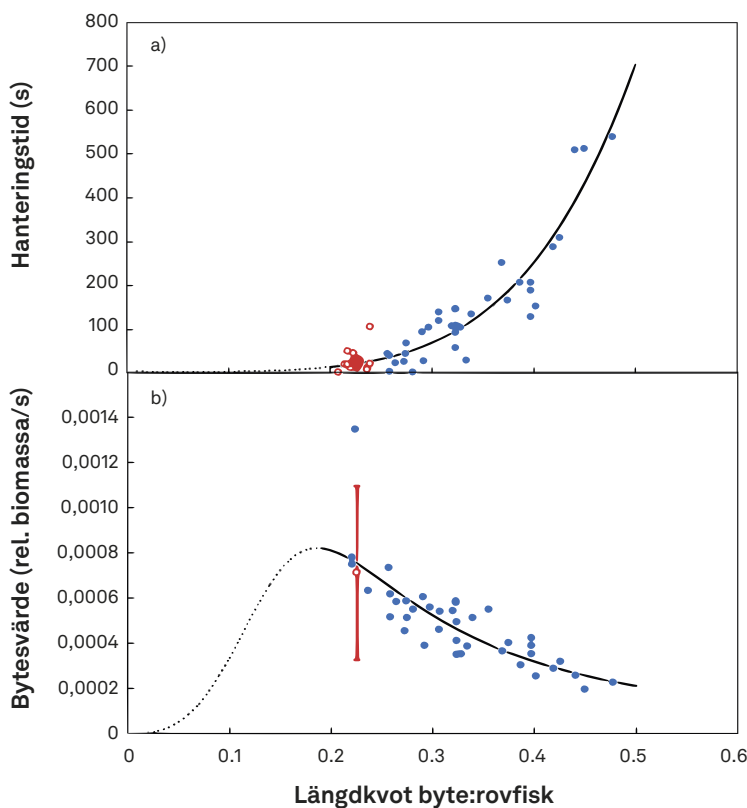
5.2.1 Experimentuppställning för födovalsanalys

För att testa om abborrens predation i fält var ett resultat av energioptimering genomfördes en rad experiment i 400-L tankar. Först kvantifierades hanteringstiden för abborre som äter svartmunnad smörbult, definierad som tiden från fångst till att bytet helt svalts. I dessa experiment fick en abborre ett byte av olika storlek/art och sedan kvantifierades hanteringstiden. Som byten användes svartmunnad smörbult och storspigg, som var de dominerande bytena hos abborre i fält. Bytesvärdet beräknades som kvoten mellan bytets energivärde och hanteringstiden och användes för att prediktera vilken bytesstorlek som abborren borde föredra om den maximerade energiintaget per tidsenhet.

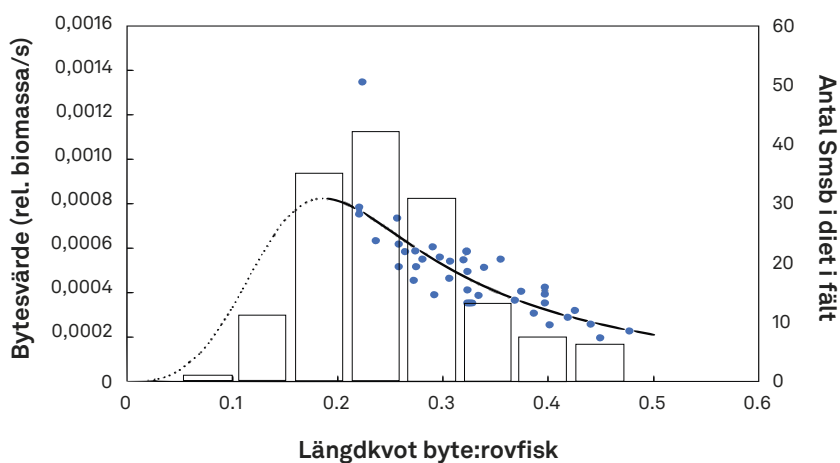
Abborrens bytesval studerades i tre olika experiment i stora tankar (800-L) som vart och ett varade 48 timmar. I det första fick abborren välja mellan fem olika storleksklasser av smörbult och i det andra mellan smörbult och storspigg. Det tredje experimentet genomfördes med abborre som predator, och smörbult och olika tätheter av storspigg som byten. För mer detaljer se Karlsson 2023 och Blanco 2024.

5.2.2 Resultat av födoval i experiment

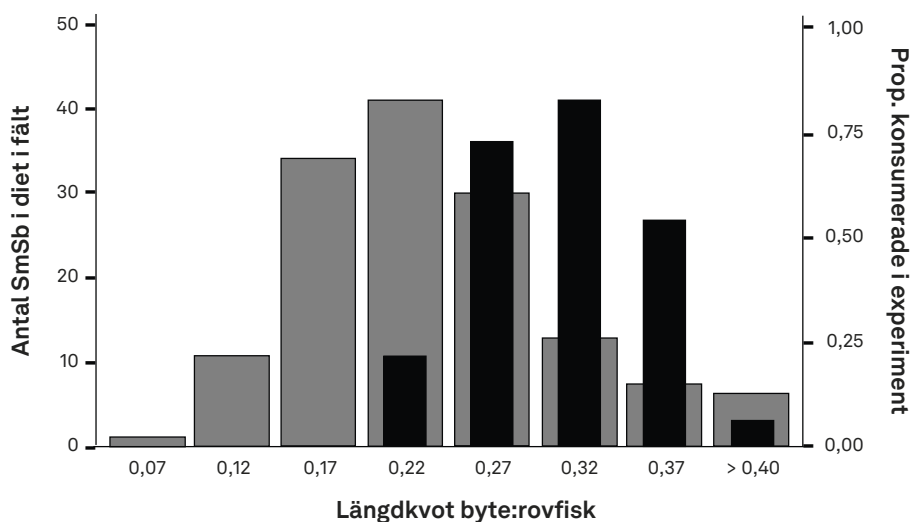
Abborrens hanteringstid ökade exponentiellt med ökad storlek på smörbult, medan det beräknade bytesvärdet minskade för större smörbult inom det storleksintervall som experimenten genomfördes (Figur 14, 15). Maximalt bytesvärde uppnåddes för en kvot mellan bytets och predatorns längd på 0,26.



Figur 14. Resultat från predationsförsök i tankar med abborre som predator. Figuren visar a) hanteringstid och b) bytesvärdet för olika storlekar av svartmunnad smörbult och storspigg. Hanteringstiden (h) är anpassad till en exponentiell funktion med bytets relativa längdstorlek (R_L) i förhållande till predatorn ($h = a + bR_L^c$, där $a = 4,9$, $b = 17,7 \cdot 10^3$, och $c = 4,67$). Bytesvärdet beräknades som kvoten mellan bytets biomassa (våtvikt) och hanteringstiden (h).

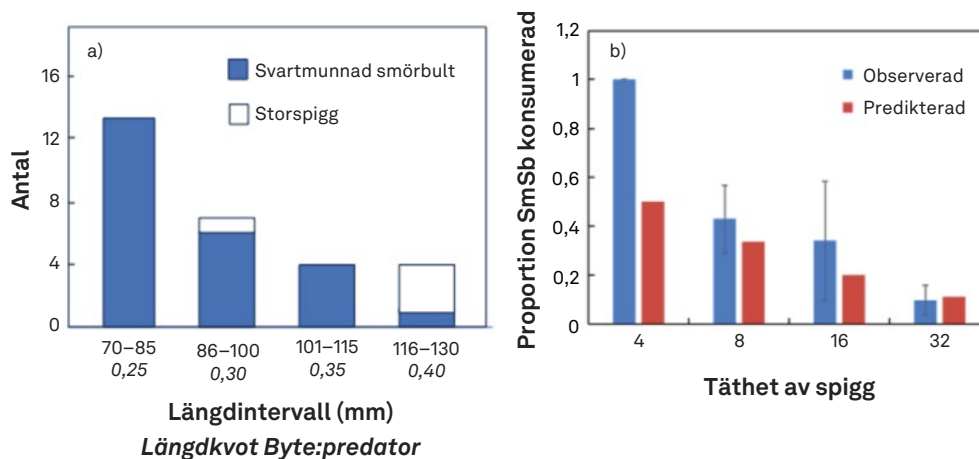


Figur 15. Jämförelse mellan abborrens val av olika relativa storlekar av svartmunnad smörbult (SmSb) i fält (staplar) och bytesvärdet som funktion av relativ bytesstorlek (punkter och kurva).



Figur 16. Jämförelse mellan abborrens val av olika storlekar av svartmunnad smörbult (SmSb) i fält (ljusgrå) och i bytesvalexperiment i tankar (svart). I experimenten var den numerära tätheten av olika storlekar lika, medan tätheten av olika storlekar i fält var okänd.

Bytesvalexperimenten visade att abborren i bytesvalexperimenten valde något större byten (ca 30 % av abborrens längd) jämfört med i fält och det beräknade bytesvärdet (Figur 16). Om abborren fick välja mellan storspigg och smörbult valde den alltid smörbult även om bytesvärdet för storspigg var ungefär samma som för smörbult. Abborren inkluderade bara storspigg i dieten när tätheten av storspigg var mycket högre än för smörbult, vilket indikerar att abborrens bytesval var en funktion av både hanteringskostnader och mötesfrekvens med olika bytestyper (Figur 17).



Figur 17. Abborrens val i experiment mellan a) olika storlekar av svartmunnad smörbult (SmSb) och storspigg, där tätheterna var lika för båda arterna och b) olika tätheter av storspigg och en storlek av svartmunnad smörbult.

5.3 Analys av andra fiskarters påverkan på förekomst av svartmunnad smörbult

5.3.1 Modellering av andra arters påverkan på förekomst av svartmunnad smörbult i provfisken

För att utvärdera hur det lokala fisksamhället påverkar förekomsten av svartmunnad smörbult utvecklade vi modeller baserade på långsiktiga (upp till 12 år) övervakningsdata av fisk (mätt som fångst per ansträngning, CPUE) från fyra svenska kustområden (Asköfjärden, Muskö, Torhamn och östra Gotland), övervakade med nordiska nät (kustnära flermaskiga nät med olika maststorlekar) och klassificerade i grunda (≤ 10 m) och djupa (> 10 m) zoner, tillsammans med ytterligare en kustnära plats (MusköNS, 16–18 m djup) övervakad med nätserier (Naddafi & Florin, opublicerat manuskript, Figur 2). Både vattentemperatur och vattendjup påverkar förekomsten av svartmunnad smörbult i Östersjön (Behrens *m.fl.* 2022). Sammantaget söker denna invasiva art det djup inom varje säsong där det finns högsta möjliga temperatur (Behrens *m.fl.* 2022). Dessutom har vågexponering identifierats som en mycket viktig variabel som påverkar den regionala utbredningen av svartmunnad smörbult i Östersjön (Kotta *m.fl.* 2016; Florin *m.fl.* 2018). Därför analyserade vi effekterna av miljöparametrar som vattentemperatur, djup och vågexponering samt följande fiskarter/funktionella grupper på förekomsten av svartmunnad smörbult: abborre, karpfiskar, rovfiskar, tre viktiga rovfiskar (torsk, gös och gädda, nedan kallad CPP), abborre (≥ 20 cm total längd), skrubbskädda, strömming, skarpsill, sik och gärs.

I MusköNS användes en GAM med en Tweedie-fördelning, medan i andra områden som övervakades med nordiska kustnära multimesh-garn tillämpades en GAMM med en Tweedie-fördelning (Dunn & Smyth 2005) på grunda och djupa områden. Dessa modeller användes för att analysera effekterna av vattentemperatur, djup, vågexponering och förekomsten av varje fiskart/funktionell grupp på CPUE av svartmunnad smörbult (Naddafi & Florin, opublicerat manuskript).

5.3.2 Resultat av modellering av andra fiskars påverkan på förekomst av svartmunnad smörbult i provfisken

Våra modeller visade att kovariater som år, vattentemperatur, djup och vågexponering samt förekomsten av olika fiskarter förklarar 38–76 % av variationen i förekomsten av svartmunnad smörbult i våra referensområden (Muskö, Asköfjärden, östra Gotland och Torhamn) (Naddafi & Florin, opublicerat manuskript). Svartmunnad smörbults CPUE ökar generellt med stigande vattentemperatur, men minskar med ökande vågexponering och djup, från 5 m till 20 m. I MusköNS hade karpfiskar och gärs en signifikant positiv effekt på svartmunnad smörbults CPUE ($p < 0,001$), medan stor abborre, sik, skrubbskädda (alla $p < 0,001$) och CPP ($p < 0,01$) utövade en stark negativ effekt på svartmunnad smörbult (Naddafi & Florin, opublicerat manuskript). På djupt vatten i referensområdena som övervakades med nordiska nät observerades en negativ trend i CPUE för svartmunnad smörbult med ökande förekomst av stor abborre, sik och strömming, även om dessa effekter inte var statistiskt signifikanta ($p > 0,05$). På grunt vatten i referensområdena hade sik, skrubbskädda och CPP en stark negativ effekt på förekomsten av svartmunnad smörbult ($p < 0,001$) medan förekomsten av strömming hade en positiv effekt på förekomsten av svartmunnad smörbult.

6. Diskussion

6.1 Ekosystemeffekter av svartmunnad smörbult

Sammantaget visar våra studier att en fortsatt invasion av svartmunnad smörbult skulle resultera i en ökad förekomst av abborre, karpfiskar, rovfiskar och gärs, medan förekomsten av sik och skrubbskädda skulle minska (Naddafi & Florin 2025).

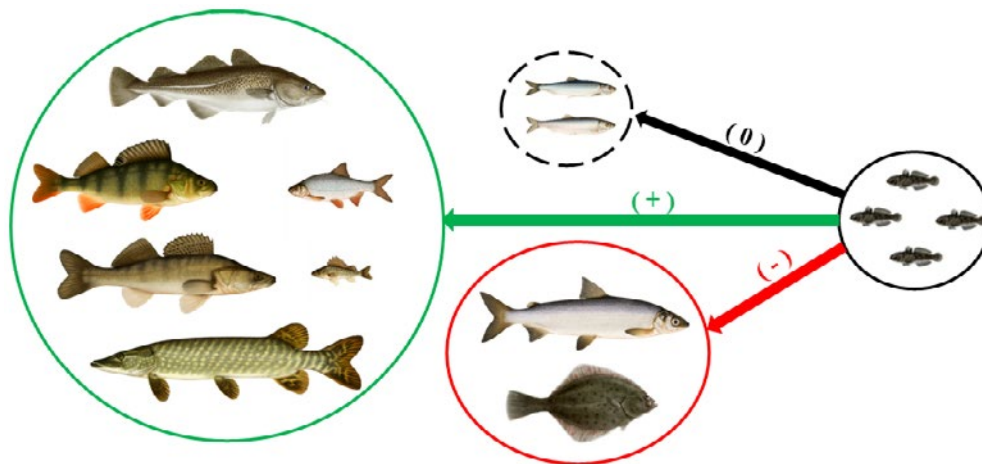
Den positiva effekten av svartmunnad smörbult på förekomsten av abborre och fiskätare kan relateras till dess roll som en ny födokälla för dessa rovfiskar (Oesterwind *m.fl.* 2017, Rakauskas *m.fl.* 2020, Herlevi *m.fl.* 2023, Naddafi & Florin, 2025 och referenser däri). Det negativa sambandet mellan svartmunnad smörbult och skrubbskädda kan förklaras av deras konkurrens om livsmiljö och födoresurser (Karlson *m.fl.* 2007; Rakauskas *m.fl.* 2020, Naddafi & Florin och referenser däri). Även om ingen studie specifikt har undersökt interaktionen mellan sik och svartmunnad smörbult, konkurrerar dessa arter troligen om bentisk föda. Sammantaget visar vårt projekt att svartmunnad smörbult har en positiv effekt på rovfiskar men negativ på skrubbskädda och sik (Figur 18). Det betyder att arten har en förmåga att ändra på kustfisksamhällets sammansättning.

Vi kunde också visa att det finns risk för att svartmunnad smörbult kommer att negativt påverka lekframgången hos laxfisk om den tar sig upp i vattendrag. Idag finns arten inte etablerad i sötvatten i Sverige men i takt med att fler vattenvägar öppnas upp då gamla dammar rivs och nya fiskvägar anläggs ökar risken att arten etablerar sig även i lax och öring lekområden. Vi har inte jämfört effekten av svartmunnad smörbult på laxlek med eventuella effekter av inhemska arter men den stora risken med svartmunnad smörbult är att den kan uppnå mycket höga tätheter i de områden den invaderar. Populationer av svartmunnad smörbult uppvisar generellt sett starka ökningar under åren efter den initiala etableringen, drivet av deras ekologiska anpassningsförmåga, minskat predationstryck på grund av avsaknad av predatorer, antropogena störningar (t.ex. klimatförändringar) och högt spridningstryck.

Svartmunnad smörbults predation på musslor kan resultera i en minskning av deras population i Östersjön (Van Deurs *m.fl.* 2021, Nõomaa *m.fl.* 2022), vilket förutom att negativt påverka andra musselätare som skrubbskädda och alfågel (Skabeikis *m.fl.* 2019), i sin tur kan påverka vattenkvaliteten eftersom musslor spelar en viktig roll i filtrering och näringsomsättning och kan förändra algsamhällets struktur i akvatiska ekosystem (Naddafi *m.fl.* 2007 och 2008). Sådana förändringar i vattenkvaliteten kan gynna mörtfiskar, som är mer toleranta mot dålig vattenkvalitet, vilket potentiellt kan leda till en förändring i fisksamhällets struktur (Bergström *m.fl.* 2016, Naddafi *m.fl.* 2022) och en minskning av den totala biologiska mångfalden och ekosystemtjänster som till exempel livsmedelsförsörjning, fritidsfiske och turism.

Om inget hejdar smörbultens spridning visade våra analyser att på 10 års sikt kan fritidsfisket komma att ha minskat med 379 miljoner i termer av nuvärde. Detta förutsätter dock att smörbulten själv inte inbringar något värde. Effekten på yrkesfisket är svårare att analysera eftersom det beror på om arten är begränsad av en

kvot eller inte, samt på grund av brist på data på smörbultens påverkan. Där finns både scenarior där fisket eller konsumenten både tjänar och förlorar ekonomiskt på om smörbulten fortsätter öka.



Figur 18. Figur över hur smörbulten påverkar kustfisksamhället (Illustrationer: © Linda Nyman/SLU Artdatabanken and © Karl Jilg/SLU Artdatabanken).

6.2 Begränsa spridning av Svartmunnad smörbult

Den genetiska analysen visade att barriärer i floder kan begränsa smörbultens spridning men det går inte att dra någon slutsats ifrån projektet vilka av barriärerna som var mest effektiva. Däremot stod det klart att ju fler barriärer desto sämre spridning av smörbulten – även om det vid barriärerna ibland fanns fiskvägar.

Experimenten över smörbultens vandring visade att smörbulten kan ta sig fram i slitsrännor vid hastigheter upp till 0,68 m/s även om det var tydligt att den var en mycket sämre simmare än den inhemska stensimpa. Att stensimpa initierade passagera tidigare, behöll en högre passageaktivitet vid medelhög vattenhastighet (43 % minskning, jämfört med 83 % för svartmunnad smörbult), samt kunde passera vid den högsta vattenhastigheten, indikerar att det kan vara den mest starksimmande arten i försöket. Det kan innebära att en fiskväg som är selektiv mot svartmunnad smörbult inte nödvändigtvis behöver vara det mot stensimpa. Dock visade en komparativ studie att svartmunnad smörbult uppvisade bättre uppströms simförmåga än stensimpa, vilket går emot våra resultat (Egger *m.fl.* 2021). Att resultaten skiljer kan bero på ursprungspopulation, säsong, och metod.

Andra studier har visat att svartmunnad smörbult kan simma konstant under en längre period i vattenhastigheter av 0,55 m/s (Egger *m.fl.* 2021) och 0,35 m/s (Gilbert *m.fl.* 2016; Tierney *m.fl.* 2011). En av studierna modellerade att vattenflödet skulle behöva vara uppemot 1,25 m/s, samt fritt från strukturer som möjliggör vila, för att helt kunna hindra uppströmspassage (Tierney *m.fl.* 2011). Tyvärr kunde vi inte hitta den övre gränsen för passage i den här studien, då de individerna som skulle genomgå den höga hastigheten fick en bakteriell sjukdom.

Resultaten för abborre bör tolkas med försiktighet då spårningsalgoritmen hade svårt att följa de förhållandevis kontrastlösa abborrarna, för att videofilmsunderlaget

höll låg kvalitet. För svartmunnad smörbult och stensimpa visade algoritmen för spårning och passageklassificering hög överensstämmelse med manuella observationer. Detta stärker metodens tillförlitlighet och potential för framtida studier, samtidigt som den frigör betydande resurser jämfört med manuell analys.

Att svartmunnad smörbult redan vid måttliga flöden har svårt att passera antyder att vissa utformningar av fiskvägar kan användas för att minska risken för spridning. Dock skulle fler arter och fler typer av konstruktioner behövas testas för att kunna dra både generella och specifika slutsatser. Framtida studier skulle behöva testa högre flöden för att bättre fastställa den övre gränsen för passage, speciellt i olika typer av fiskvägar som används i Sverige.

6.3 Begränsa täthet genom fiske

Våra studier visade att det går att modifiera ett vanligt förekommande redskap för att effektivt fånga smörbult och samtidigt undvika att fånga den hotade ålen. För att ett fiske ska kunna begränsa smörbulten måste det inte bara vara effektivt på att fånga smörbult utan det måste också vara ett kostnadsmässigt försvarbart alternativ. Genom att utveckla ett kommersiellt fiske av arten skulle detta kunna lösas. Då det hittills inte finns någon marknad för smörbult i Sverige skulle en lönsamhet kunna uppstå om fisket efter smörbult kombinerades med att samtidigt fiska annan kustfisk, tex abborre. Från de försök som utförts inom ramen för detta projekt ser vi framtida projekt för att ytterligare förbättra fångstbarheten i ryssjorna genom att jobba vidare med storleken på redskapen. Då svartmunnad smörbult är en relativt svagsimmande art skulle en ytterligare ökning i redskapets diameter kunna ha en positiv påverkan på att hålla kvar arten inne i redskapen även om de förses med flyktöppningar i redskapets övre del.

6.4 Begränsa täthet genom naturliga predatorer

Vi kunde visa att naturliga predatorer som tex större abborre och gädda kan äta stora mängder svartmunnad smörbult och de verkar även föredra smörbult över den vanligt förekommande storspiggen. Det betyder att de har potential att begränsa tätheten av svartmunnad smörbult genom att helt enkelt äta upp den. Våra experiment tyder på att en stor del av smörbultspopulationen storleksmässigt ligger inom det intervall som kan konsumeras av den relativt småvuxna abborren. I kombination med andra fiskätare såsom gädda, skarv och säl, kan abborren kontrollera dynamiken i smörbultsbeståndet. Tidigare studier av smörbultens säsongsmässiga val av vattendjup har visat att smörbulten spenderar vinterhalvåret på djupare vatten än vad abborren troligen gör (Behrens *m.fl* 2022). Samma studie visar också att överlappet i djup är relativt lågt mellan abborre och smörbult. Det är därför under specifika förhållanden som abborren och smörbulten finns i samma miljö, tex vid smörbultens lek på våren, då abborren har möjlighet att konsumera större mängd smörbult.

Våra analyser av kustfisksamhället tydde också på att en hög förekomst av rovfisk ledde till lägre tätheter av smörbult. Vi visade att stor abborre, torsk, gädda och gös kommer att bidra till att minska förekomsten av svartmunnad smörbult genom

predation (Naddafi & Florin, opublicerat manuskript). Samtidigt konkurrerar sik och skrubbskädda med svartmunnad smörbult om föda och livsmiljöer (Naddafi & Florin, 2025, opublicerat manuskript). En positiv effekt av strömming på svartmunnad smörbultpopulationen i de grunda kustområdena beror sannolikt på indirekt trofisk interaktion mellan dessa två arter eftersom svartmunnad smörbult har visat sig konsumera strömmingsrom längs Östersjöns kustområde (Naddafi & Florin, 2025, opublicerat manuskript).

Rovfiskar i dag är i många fall tillbaka trängda och insatser för att gynna rovfiskbestånden såsom skydd och restaurering av lekområden skulle kunna bidra till en högre motståndskraft hos ekosystemet mot invasionen av svartmunnad smörbult. Tidigare studier har visat att områden med någon form av områdesskydd (t ex Natura2000, Fiskefria områden) är mindre benägna att bli invaderade av svartmunnad smörbult (Holmes *m.fl.* 2019). En förvaltning som gynnar förekomsten av rovfisk kan därför vara ett framgångsrikt vapen för att begränsa spridningen. Samtidigt står det klart att den svartmunnade smörbulten är ett viktigt byte för de flesta fiskätande fiskarna, fåglarna och däggdjuren i Östersjön. I det sammanhanget är det viktigt att följa utvecklingen av storspiggsbeståndet som idag ställer till stora problem för rovfiskrekryteringen. Kan den svartmunnade smörbulten bidra till att stärka rovfiskbeståndet så att predationstrycket på storspigg också ökar, eller frigörs storspiggen från rovfiskpredation i smörbultens närvaro?

Det är viktigt att notera att livskraftiga populationer av rovfiskar, jämfört med mesopredatorer som karpfiskar, ofta indikerar en miljöstatus med lägre övergödningssymtom och måttliga nivåer av exploatering (Eriksson *m.fl.* 2011; Östman *m.fl.* 2016). Med tanke på en låg förekomst av rovfiskpopulationer, främst på grund av fiskeexploatering och habitatförstöring i Östersjön (Östman *m.fl.* 2017, Helcom 2018), och predatorers roll för att kontrollera främmande bytesdjur (Carlsson *m.fl.* 2009), kan en förstärkning av rovfiskpopulationer vara till nytta både för Östersjöns ekosystem och för att reglera populationer av svartmunnad smörbultar på lokal skala.

7. Slutsatser och förslag

- Smörbultens påverkan kan vara en risk för laxfiskens lek i vattendrag. Både positiva och negativa effekter på fiskfaunan vid kusten där rovfiskar ökar medan sik och skrubbskädda minskar. Sammantaget ger det en negativ effekt på det ekonomiska värdet av fritidsfisket.
- Befintliga barriärer i flodsystem är olika effektiva och de vi undersökt kan sakta ned men inte hindra spridningen.
- Arten kan vandra i fiskvägar (slitsrännor) men hög hastighet saktar ned spridningen. Oklart om bubblor har någon effekt.
- Arten är vanlig föda för rovfisk och abborre föredrar smörbult framför storspigg. Modellering visar negativ effekt av rovfisk på smörbult. Det bör därför gå att begränsa smörbulten genom att stärka rovfisk bestånden.
- Det går att modifiera vanligt förekommande redskap så de fångar smörbult effektivt men släpper ut bifångst. För att utveckla ett hållbart fiske krävs dock mer kunskap om: lämplighet som livsmedel, marknad, fiskerilagstiftning, förvaltning.
- Om vi enbart tar hänsyn till fritidsfisket som det ser ut idag är åtgärder som kostar mindre än 379 miljoner på tio år ekonomiskt försvarbara

Vår studie visar att den svartmunnade smörbulten både är en risk och en resurs för inhemsk fiskfauna och att den idag är en risk men kan bli en framtida resurs för fisket. Vi rekommenderar därför att rovfiskbestånden stärks som naturlig reglering, att riktade fiskemetoder vidareutvecklas och att möjligheterna till kommersiellt fiske undersöks närmare. Dessutom föreslås att analyser av barriärer och fiskvägar fortsätter för att ge bättre underlag till bedömning av för och nackdelar med ökad konnektivitet i vattendrag. På så sätt kan arten hanteras mer effektivt och i bästa fall förvandlas från ett hot till en resurs för både ekosystem och samhälle.

8. Tack

Tack till alla övriga i projektgruppen: Stefan Eiler, Karl Lundström, Yvette Heimbrand, Gustav Hellström, Isa Wallin-Kihlberg (alla SLU) och Anders Nilsson (LU).

Tack till alla examensarbetare: Arnet Guillot, Julia Karlsson, Manuel Blanco, Ludwig Junehag.

Tack till David Aldvén och Patrik Andreasson och övrig personal vid Vattenfall R & D som konstruerade en slitsränna åt oss och lät oss använda laxelatorn.

Tack till Yvonne Ottosson, Jörgen Rask och Peter Åkerström vid Fiskeriförsöksstationen i Älvkarleby för bistånd med experiment.

Tack till referensgruppen för råd, goda idéer och bra återkoppling: Didzis Ustups† (BIOR Latvia), Jane Behrens (DTU Aqua), Philipp Hirsch (UNIBAS), Sigal Balshine (McMaster), Tomas Brodin (SLU), Olle Calles (KAU), Bengt Larsson (yrkesfiskare), Lars-Erik Åslund (yrkesfiskare), Markus Lundgren (Sportfiskarna), Karl Gullberg och Linda Calamnius (Lst Gävleborg), Martin Stålhammar (Lst Blekinge), David Aldvén & Patrik Andreasson (Vattenfall), Bart Adraianssen och Martin Karlsson (HaV).

Tack till alla yrkesfiskare som samlat in smörbultar till experiment och ställt upp och prövat nya redskap!

9. Källhänvisning

Adrian-Kalchhauser, I., Blomberg, A., Larsson, T., Musilova, Z., Peart, C. R., Pippel, M., Solbakken, M.H., Suurväli, J., Walser, J-C., Wilson, J.Y., Alm Rosenblad, M., Burguera, D., Gutnik, S., Michiels, N., Töpel, M., Pankov, K., Schloissnig, S. & Winkler, S. 2020. The round goby genome provides insights into mechanisms that may facilitate biological invasions. *BMC biology*, 18, 1–33.

Almqvist, G., Strandmark, A.K. & Appelberg, M. 2010. Has the invasive round goby caused new links in Baltic food webs? *Environmental Biology of Fishes* 89: 79–93.

Arnet, Guillaume. 2021. Diet of perch in the Baltic Sea – could the European perch (*Perca fluviatilis*) be used to combat round goby (*Neogobius melanostomus*)? MSc thesis Lund university.

Behrens, J.W., Ryberg, M.P., Einberg, H., Eschbaum, R., Florin, A.-B., Grygiel, W. *m.fl.* 2022. Seasonal depth distribution and thermal experience of the non-indigenous round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea: implications to key trophic relations. *Biological Invasions*, 24, 527–541.

Blanco, Manuel. 2024. Food or food? Mitigating the spread of the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Baltic Sea by exploring predation by native predators or targeted/directed fishing. MSc thesis Lund university.

Blanco, M., G. Arnet, J. Karlsson, K. Lundström, P.A. Nilsson, A. Persson. 2025. Combating invasive species with natural enemies – perch prey selection between round goby and three spined stickleback in the Baltic Sea. (manuscript)

Carlsson NO, Sarnelle O, Strayer DL. Native predators and exotic prey—an acquired taste? *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2009;7(10):525-32

Cerwenka, A.F., Brandner, J., Dashinov, D. & Geist, J. 2023. Small but mighty: the round goby (*Neogobius melanostomus*) as a model species of biological invasions. *Diversity*, 15, 528.

Databasen för kustprovfisken – KUL. 2024. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser. <http://www.slu.se/kul> [yyyy-mm-dd]

Dunn, P.K. & Smyth, G.K. 2005. Series evaluation of Tweedie exponential dispersion model densities. *Statistics and Computing*, 15, 267–280.

Efstathiadis, Ioannis. 2020. Interactions between the invasive round goby and the native salmon during spawning. MSc thesis Gothenburg University.

Egger, B., Wiegand, J., Seidel, F., Burkhardt-Holm, P., & Emanuel Hirsch, P. 2021. Comparative swimming performance and behaviour of three benthic fish species: The invasive round goby (*Neogobius melanostomus*), the native bullhead (*Cottus gobio*), and the native gudgeon (*Gobio gobio*). *Ecology of Freshwater Fish*, 30(3), 391–405.

Eriksson, B.K., Sieben, K., Eklöf, J., Ljunggren, L., Olsson, J., Casini, M. *m.fl.* 2011. Effects of altered offshore food webs on coastal ecosystems emphasize the need for cross-ecosystem management. *Ambio*, 40, 786–797.

- Florin, A.-B., Reid, D., Sundblad, G. & Näslund, J. 2018. Local conditions affecting current and potential distribution of the invasive round goby–Species distribution modelling with spatial constraints. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 207, 359–367.
- Gilbert, M. J., Barbarich, J. M., Casselman, M., Kasurak, A. V., Higgs, D. M., & Tierney, K. B. 2016. The role of substrate holding in achieving critical swimming speeds: A case study using the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*). *Environmental Biology of Fishes*, 99(10), 793–799.
- HaV, Havs- och Vattenmyndigheten, 2020. Provfiske i Östersjöns kustområden – djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät.
- HaV, Havs- och Vattenmyndigheten, 2015. Provfiske med kustöversiktsnät, natlankar och ryssjor på kustnara grunt vatten.
- Heimbrand, Y., Naddafi, R., Ljungberg, P. & Florin, A.-B. 2022. Round goby catchability in the Baltic Sea.
- HELCOM, 2018. Status of coastal fish communities in the Baltic Sea during 2011–2016 – the third thematic assessment. *Baltic Sea Environment Proceedings*; 2018.
- Herlevi, H., Wallin Kihlberg, I., Aarnio, K., Bonsdorff, E., Florin, A.-B., Ljung, A., Lundström, K., Mattlia, J. & Östman, Ö. 2023. Environmental abundances of the non-native round goby *Neogobius melanostomus* influence feeding of native fish predators. *Journal of Fish Biology* 102(6): 1340–1357.
- Hirsch, P.E., N’Guyen, A., Adrian-Kalchhauser I. & Burkhardt-Holm, P. 2016. What do we really know about the impacts of one of the 100 worst invaders in Europe? A reality check. *Ambio* 45(3): 267–279.
- Holmes, M, A. Persson, J. Kotta & U. Sahlin. 2019. Marine protected areas modulate habitat suitability of the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 229: 106380.
- ICES 2022. Workshop on Stickleback and Round Goby in the Baltic Sea (WKSTAR-GATE). ICES Scientific Reports. 4:77. 56 pp.
- Junehag, L. 2023. Hur skiljer sig passageaktivitet mellan stensimpa och svartmunnad smörbult i slitsrännor? Kandidatarbete i biologi. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Karlsson, J., G. Arnet, M. Blanco, K. Lundström, P.A. Nilsson, A. Persson. 2025. Combating invasive species with natural enemies – Size-dependent perch predation on round goby in the Baltic Sea. (manuscript)
- Karlsson, Julia. 2023. Can native predators in the Baltic Sea limit the spread of invasive species? – Perch size selection of round goby. MSc thesis Lund university.
- Kornis, M.S., Mercado-Silva, N. & Vander Zanden, M.J. 2012. Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *Journal of Fish Biology* 80(2): 235–285.
- Kotta, J., Nurkse, K., Puntila, R. & Ojaveer, H. 2016. Shipping and natural environmental conditions determine the distribution of the invasive non-indigenous round goby *Neogobius melanostomus* in a regional sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 169, 15–24.

- McCallum ES, Sefc KM, Brodin T, Burkhardt-Holm P, Bussmann-Charran K, Florin A.-B., Geist J, Janáč M, Jurajda P, Martin JM, Pander J, Bose APH. 2025. Round goby population differentiation across river barriers in Central Europe. *Aquatic Invasions* <https://doi.org/10.3391/ai.2025.VOL.ISS.152950>
- Naddafi Rahmat, Kurt Pettersson and Peter Eklöv. 2007.” The effect of seasonal variation in selective feeding by zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on phytoplankton community composition.” *Freshwater Biology* 52: 823–842.
- Naddafi, Rahmat, Örjan Östman, Lena Bergström, Noora Mustamäki, Magnus Appelberg and Jens Olsson. 2022. “Improving assessments of coastal ecosystems – Adjusting coastal fish indicators to variation in ambient environmental factors.” *Ecological Indicators* 145: 109604.
- Naddafi, R., & Florin, A. B. 2025. How does round goby (*Neogobius melanostomus*) affect fish abundance in the Swedish coastal areas of the Baltic Sea?. *PloS one*, 20(2), e0316546.
- NAP – Nationell plan för omprövning av vattenkraften 2020. Regeringens beslut och prövningsgrupper – Nationell plan för omprövning av vattenkraft – Arbete i vatten och energiproduktion – Havs- och vattenmyndigheten (havochvatten.se).
- N’Guyen, A., Hirsch, P. E., Bozzuto, C., Adrian-Kalchhauser, I., Hôrková, K., & Burkhardt-Holm, P. 2018. A dynamical model for invasive round goby populations reveals efficient and effective management options. *Journal of Applied Ecology*, 55(1), 342–352.
- Nõomaa, Kristiina, Jonne Kotta, Robert Szava-Kovats, Kristjan Herkül, Redik Eschbaum, and Markus Vetemaa. 2022. ”Novel fish predator causes sustained changes in its prey populations.” *Frontiers in Marine Science* 9: 849878.
- Oesterwind, D., Bartolino, V., Behrens, J.W., Erlandsson, M., Florin, A.-B., Henseler, C. *m.fl.* 2025. Disentangling the potential effects of four non-indigenous species on commercially and recreationally used fish stocks in the Baltic Sea—a review. *Biological Invasions*, 27, 76.
- Ojaveer, H. & Kotta, J. 2015. Ecosystem impacts of the widespread non-indigenous species in the Baltic Sea: literature survey evidences major limitations in knowledge. *Hydrobiologia* 750: 171–185.
- Ojaveer, H., Galil, B.S., Lehtiniemi, M., Christoffersen, M., Clink, S., Florin, A.-B., Gruszká, P., Puntila, R. & Behrens, J.W. 2015. Twenty five years of invasion: management of the round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea. *Management of Biological Invasions* 6(4): 329–339.
- Ojaveer, H., Kotta, J., Outinen, O., Einberg, H., Zaiko, A. & Lehtiniemi, M. 2021. Meta-analysis on the ecological impacts of widely spread non-indigenous species in the Baltic Sea. *Science of the Total Environment* 786: 147375.
- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kühn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., van Kleunen, M., Vilà, M., Wingfield, M.J. & Richardson, D.M. 2020. Scientists’ warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95(6): 1511–1534.

Skabeikis, A., Morkūnė, R., Bacevičius, E., Lesutienė, J., Morkūnas, J., Poškienė, A., & Šiaulys, A. 2019. Effect of round goby (*Neogobius melanostomus*) invasion on blue mussel (*Mytilus edulis trossulus*) population and winter diet of the long-tailed duck (*Clangula hyemalis*). *Biological Invasions*, 21(3), 911–923.

Skóra, K.E., Stolarski, J. 1993. New fish species in the Gulf of Gdańsk, *Neogobius* sp. [cf. *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811)]. Bulletin of the Sea Fisheries Institute 1(128): 83–84.

Thor, P., Naddafi, R., Nadolna-Altyn, K., Oesterwind, D. m.fl., 2023. European Commission: European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, *Invasive species in the Baltic Sea and their impact on commercial fish stocks – Final report*, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2926/175875>

Tierney, K. B., Kasurak, A. V., Zielinski, B. S., & Higgs, D. M. 2011. Swimming performance and invasion potential of the round goby. *Environmental Biology of Fishes*, 92(4), 491–502.

Van Deurs, Mikael, Nicholas P. Moran, Kristian Schreiber Plet-Hansen, Grete E. Dinesen, Farivar Azour, Henrik Carl, Peter R. Møller, and Jane W. Behrens. 2021. Impacts of the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) on benthic invertebrate fauna: a case study from the Baltic Sea. *NeoBiota* 68: 19–30.

Wallin Kihlberg, I., Florin, A. B., Efstathiadis, I., Brodin, T., & Hellström, G. 2024. Indications of reproductive disturbance by the invasive round goby on a native salmonid. *Biol Invasions* **26**, 2203–2215 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10530-024-03305-6>

Östman Ö, Lingman A, Bergström L, Olsson J. 2017. Temporal development and spatial scale of coastal fish indicators in reference ecosystems: hydroclimate and anthropogenic drivers. *Journal of Applied Ecology*. 54(2):557-66.

Östman, Ö., Eklöf, J., Eriksson, B.K., Olsson, J., Moksnes, P.O. & Bergström, U. 2016. Top-down control as important as nutrient enrichment for eutrophication effects in North Atlantic coastal ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 53, 1138–1147.

10. Publikationer och data

10.1 Publicerade vetenskapliga artiklar

Bostedt, G., Carlén, O., Naddafi, R. & Florin, A.-B. 2025. Effects of the invasive round goby on Swedish recreational fishing values. *Fisheries Ecology and Management* (In Press).

McCallum ES, Sefc KM, Brodin T, Burkhardt-Holm P, Bussmann-Charran K, Florin A.-B., Geist J, Janáč M, Jurajda P, Martin JM, Pander J, Bose APH. 2025 Round goby population differentiation across river barriers in Central Europe. *Aquatic Invasions* <https://doi.org/10.3391/ai.2025.VOL.ISS.152950>

Naddafi, R., & Florin, A. B. 2025. How does round goby (*Neogobius melanostomus*) affect fish abundance in the Swedish coastal areas of the Baltic Sea?. *PloS one*, 20(2), e0316546.

Wallin Kihlberg, I., Florin, A. B., Efstathiadis, I., Brodin, T., & Hellström, G. 2024. Indications of reproductive disturbance by the invasive round goby on a native salmonid. *Biological Invasions*, 1–13.

10.2 Manuskript

Karlsson, J., G. Arnet, M. Blanco, K. Lundström, P.A. Nilsson, A. Persson. 2025. Combating invasive species with natural enemies – Size-dependent perch predation on round goby in the Baltic Sea. (manuscript)

Blanco, M., G. Arnet, J. Karlsson, K. Lundström, P.A. Nilsson, A. Persson. 2025. Combating invasive species with natural enemies – perch prey selection between round goby and three spined stickleback in the Baltic Sea. (manuscript)

Ljungberg, P., Eiler, S. & Florin, A.-B. 2025 Round goby catchability in the Baltic sea – experimental studies (manuscript).

Naddafi, R. & Florin, A.-B. 2025. Assessing the effect of fish communities on round goby *Neogobius melanostomus* populations in Swedish Coastal areas. (Submitted)

10.3 Examensarbeten

Arnet, Guillaume. 2021. Diet of perch in the Baltic Sea – could the European perch (*Perca fluviatilis*) be used to combat round goby (*Neogobius melanostomus*)? MSc thesis Lund university.

Blanco, Manuel. 2024. Food or food? Mitigating the spread of the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Baltic Sea by exploring predation by native predators or targeted/directed fishing. MSc thesis Lund university.

Juneag, L. 2023. Hur skiljer sig passageaktivitet mellan stensimpa och svartmunnad smörbult i slitsrännor? Kandidatarbete i biologi. Sveriges lantbruksuniversitet.

Karlsson, Julia. 2023. Can native predators in the Baltic Sea limit the spread of invasive species? – Perch size selection of round goby. MSc thesis Lund university.

10.4 Rapporter

Behrens, Jane W.; Bergström, Ulf; Borcharding, Jost; Carruel, Guillaume; Florin, Ann-Britt; Green, Leon; Henseler, Christina; Jusufovski, Dunja; Lilja, Juha; Moran, Nicholas Patrick; Mosegaard, Henrik; Naddafi, Rahmat; Nõomaa, Kristiina; Oesterwind, Daniel; Ojaveer, Henn; Olsson, Jens; Pedersen, Eva Maria; Puntila-Dood, Riikka; Putnis, Ivars; Rozenfelde, Loreta; Persson, Anders; Wiegand, Joschka; Zielinski, Jaroslaw. 2022. Workshop on stickleback and round goby in the Baltic sea. ICES Scientific report 4:77.

Heimbrand, Y., Naddafi, R., Ljungberg, P. & Florin, A.-B. 2022. Round goby catchability in the Baltic Sea.

10.5 Data

Alla data som använts i vetenskapliga publikationer finns tillgängliga enligt respektive tidskrifts regler. Data från provfisken som använts i våra analyser finns att ladda ned <http://www.slu.se/kul>.

Bilaga 1 – De samhälls-ekonomiska effekterna av spridningen av smörbulten i Sverige

Författare: Bostedt, G., Carlén, O., Naddafi R. & Florin, A.-B.

Introduktion

Frivillig eller ofrivillig introduktion av främmande arter är en allvarlig risk för biologisk mångfald och ekosystemtjänster, särskilt i akvatiska ekosystem (jfr. Pyšek *m.fl.* 2020). Den svartmunnade smörbulten (*Neogobius melanostomus*) är en invasiv fisk som spridits med fartygstrafik från Svarta havet och Kaspiska havet med dräneringsområden till Östersjön. Den är ett allvarligt hot mot inhemska arter på grund av dess höga reproduktionsförmåga, förmåga att tolerera varierande miljöförhållanden och överlägsen konkurrenskraft jämfört med andra bottenlevande arter (jfr. Kornis *m.fl.* 2012, och Cerwenka *m.fl.* 2023). Smörbulten observerades första gången i sydöstra Östersjön (Gdańskbukten) 1990 (Skóra och Stolarski, 1993). Den efterföljande spridningen av smörbulten har varit relativt långsam (Almqvist *m.fl.*, 2010), men den är nu etablerad i de flesta kustområden i Östersjön (Adrian-Kalchhauser *m.fl.* 2020). Negativa effekter på andra fiskarter rapporteras både i de stora sjöarna i Nordamerika och från Europa (Kornis *m.fl.* 2012, Ojaveer och Kotta 2015, Ojaveer *m.fl.* 2021). Den är emellertid också en resurs för vissa rovfiskar (jfr. Herlevi *m.fl.* 2023). Effekten av smörbulten på fiskpopulationer kan därför vara både positiv och negativ; och dessutom variera beroende på lokala förhållanden (Hirsch *m.fl.* 2016a). Ur ett mänskligt perspektiv är det därför osäkert om de övergripande effekterna av ökande bestånd av smörbult är negativa eller positiva för fisket. Tillsammans med den ökade spridningen av arten växer behovet av motverkande åtgärder (Ojaveer *m.fl.* 2015 & 2021) och även behovet av att kvantifiera effekterna av de invasiva arterna på ekosystemtjänster som fiske för att motivera kostnaden för åtgärder (Nguyen *m.fl.* al. 2018). I den här rapporten undersöker vi hur smörbulten kan påverka möjligheterna för framtida fritidsfiske och yrkesfiske i Sverige, med störst fokus på fritidsfisket.

År 2008 rapporterades arten i Sverige, i Karlskrona skärgård, och den har sedan dess spritt sig till lera kustområden i Sverige och minst två sötvattenssystem (Florin *m.fl.* 2021) varför potentialen för effekter på fisket i Sverige ökar. Vi kvantifierar effekten av smörbulten i svenska vatten. Vi mäter effekterna med konsumentöverskottet, standardmättet för välfärd i ekonomisk analys. För fritidsfisket användes data från en riktäckande fritidsfiskeundersökning riktad till den allmänna svenska befolkningen (Statistiska centralbyrån, 2020), inklusive både fiskare och icke-fiskare. Fritidsfiske definieras här som all fiskeverksamhet som inte bedrivs för en kommersiell marknad. För yrkesfisket genomförs en mer principiell analys i brist på data.

Fritidsfisket i Sverige

Fiske är en stor fritidsaktivitet i Sverige. Under 2017 ägnade sig till exempel cirka 1,4 miljoner svenskar mellan 16 och 80 år (18 % av befolkningen inom det åldersintervallet) åt fritidsfiske någon gång under året. I genomsnitt fiskade dessa fiskare 9 dagar om året (SCB, 2017), med en total fångst på 11 kg/person, vilket ger cirka 16 000 ton fisk. Dessutom spenderades avsevärda summor pengar på fritidsfiske, i genomsnitt 170 euro (variabel kostnad) eller 15 euro per kg fångad fisk. Carlén *m.fl.* (2021) uppskattade förväntat konsumentöverskott genom resekostnadsmetoden, med hjälp av data från en fritidsfiskeundersökning gjord i Havs- och Vattenmyndighetens regi. De fann att det vägda totala konsumentöverskottet var cirka 2,40 miljarder kronor, vilket motsvarar 162 kronor per fiskedag. Dessa exempel tjänar till att illustrera vikten av fritidsfiske i Sverige. En av anledningarna till det ganska höga fritidsfisket är det överflöd av lämpliga naturförhållanden som finns för fiske i landet: nästan 100 000 sjöar, tiotusentals kilometer med åar och en lång kustlinje från norska gränsen i väster till finska gränsen i öster. Med tanke på denna omfattning och betydelse av svenskt fritidsfiske är förståelsen av de olika aspekterna av de bifogade värdena av vital betydelse för beslutsfattare, myndigheter och andra på kommun-, läns- och nationell nivå. Varje miljöförändring, såsom spridningen av en invasiv fiskart som påverkar fiskbestånden och fångsthastigheten, kommer oundvikligen att påverka en stor del av samhället via fritidsfiskeaspekter.

Det finns nu gott om bevis för ett ökande antal fiskinvasioner över hela världen och de ökande effekterna av dessa invasioner (Leprieur *m.fl.*, 2008; Seebens *m.fl.*, 2020; Pyšek *m.fl.* 2023). Men deras ekonomiska effekter är fortfarande dåligt förstådda, trots ett växande antal studier, delvis på grund av svårigheter att monetärt skatta ekologiska effekter. Med fokus på de senaste 10 åren finns både studier av fiskare samt studier av den allmänna befolkningen. Bland studier av fiskare – till vilka denna studie kan sorteras – är metoderna som används mycket olika, från personliga intervjuer (Ünal och Bodur, 2017; Pienkowski *m.fl.*, 2015) till valexperiment (Joffe-Nelson *m.fl.*, 2023), och studier baserade på resekostnadsdata (Lauber *m.fl.*, 2020). Bland dessa studier har arbetet av Pienkowski *m.fl.* (2015) är särskilt intressant för att belysa det faktum att en invasiv fiskart faktiskt kan tjäna som en viktig inkomstkälla för fiskare, att deras utrotning kan påverka välbefinnandet negativt för vissa grupper. I kategorin studier av den allmänna befolkningen har Simnitt *m.fl.* (2020) visar hur en ätbar invasiv fiskart kan kontrolleras genom att etablera kommersiellt fiske, vilket möjliggör storskalig skörd. De övergripande slutsatserna i både Pienkowski *m.fl.* (2015) och Simnitt *m.fl.* (2020) är potentiellt relevanta för smörbulten.

Den svenska fritidsfiskeundersökningen

Fritidsfiskeutredningen samlar in data om fritidsfisket i Sverige. Denna nationella undersökning, som genomförs av SCB, använder slumpmässigt urval från registret över totalbefolkningen för att säkerställa representativitet, exklusive besökare i Sverige. För att analysera smörbultens effekter på fritidsfisket användes 2020 års undersökningsdata.

Två primära utmaningar uppstår med dessa data. För det första, eftersom urvalsramen omfattar hela den svenska vuxna befolkningen, fiskade cirka 80 % av de tillfrågade inte under undersökningsperioden. Detta resulterar i många ”nollor”

på frågan om antalet fiskedagar, vilket potentiellt kan snedvrider uppskattningar om de inte beaktas korrekt i den ekonometriska modellen. För det andra saknar undersökningen explicit information om fiskeplatsens kvalitet, ett problem som i analysen åtgärdas med en modell som uppskattar den förväntade fångsten per fiskedag.

Enkätdata kan användas för värdering av fritidsfiske genom reskostnadsmetoden. Datainsamlingen gjordes via postade frågeformuläromgångar tre gånger under 2020, motsvarande fiskesäsongerna: januari–april, maj–augusti och september–december. SCB skötte provtagning, enkätdistribution, datainsamling, verifiering, uppföljningar och sammanställning. Havs- och Vattenmyndigheten tillhandahöll datamängden som omfattade 9 085 användbara observationer från dessa tre enkätomgångar. Omgångarna hade 2 259 svarande (40,3 % svarsfrekvens), 4 517 svarande (41,8 % svarsfrekvens) respektive 2 309 svarande (41,2 % svarsfrekvens), med en total svarsfrekvens på 41,3 %. Enligt Statistiska centralbyrån (2020) finns det sannolikt ett positivt samband mellan sannolikheten att svara på frågor om fritidsfiske och benägenheten att fiska, vilket kan leda till överskattningar av måtvärden som fångster och fiskedagar. För ytterligare detaljer om Fritidsfiskeutredningen, se Carlén *m.fl.* (2021).

Enkäten frågar respondenterna om platser, tider och metoder för deras fiskeaktiviteter, samt mängden och arten av fisk de fångade. Datamaterialet innehåller även individuell information om antal fritidsfiskedagar, individuella kostnader som uppstår vid fiske, inklusive kostnader för avgifter, utrustning, bensin och kapitalinvesteringar (t.ex. båtar). Respondenterna rapporterar fångstdata uppdelade på olika geografiska områden, arter respektive utrustning. Socioekonomisk information, såsom ålder, kön, inkomst, bostadsort, matchas av SCB och ingår i underlaget.

Den viktigaste arten för fritidsfisket – åtminstone i vikt av fångsten per fiskedag – i sötvatten i Götaland och Svealand inklusive Sveriges stora sjöar, är gädda (*Esox lucius*), abborre (*Perca fluviatilis*) och europeisk kräfta (*Astacus astacus*). I sötvatten i Norrland (utom Storsjön) ersätts kräftorna med öring (*Salmo trutta*). I Bottenviken, är den högsta fångsten per fiskedag återigen abborre och gädda, följt av sill (*Clupea harengus*). I centrala Östersjön, ersätter fiske efter plattfisk (*Pleuronectiformes* sp.) sill på tredje plats, medan strömming i södra Östersjön, har näst högsta fångst per fiskedag efter lax (*Salmo salar*), men före gädda.

Vissa andra arter dominerar fångsten på Sveriges västkust. I Öresund, ger fisket efter torsk (*Gadus morhua*) och atlantmakrill (*Scomber scombrus*) de högsta fångsterna per fiskedag, följt av sill, en situation som är liknande i Kattegatt. Slutligen, i Skagerrak, ger fiske efter krabbtaska (*Cancer pagurus*) de näst högsta fångsterna per fiskedag, efter makrill men före torsk.

Effekten av smörbulten på fångsten av andra arter

Med hjälp av 17–23 års övervakningsdata från fyra referensområden (Asköfjärden och Muskö i norra delen av centrala Östersjön, Mönsterås i centrala Östersjön och Torhamn i södra Östersjön), kvantifierade Naddafi och Florin (opublicerat manuskript) förändringar i förekomsten av fiskbestånd (mätt som fångst per enhet ansträngning, catch per unit effort (CPUE)) i samband med invasionen av smörbult i svenska kustområden. CPUE för olika arter beräknades som den totala fångsten

av den arten per station och natt. Detta gav möjlighet att modellera CPUE för varje fiskart/funktionell grupp som en funktion av smörbulten. Baserat på modellen skulle abborre och andra fiskpredatorer som torsk, gös och gädda komma att öka medan skrubbskädda och sik skulle drabbas negativt av en invasion av smörbult i Östersjön.

Den förväntade effekten av smörbulten på fiskpopulationer motsvarande områdena i Fritidsfiskeundersökningen har också skattats. Smörbulten har ännu inte invaderat de stora sjöarna (Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren) och sötvatten i Götaland och Svealand. Ändå är vår förutsägelse att smörbulten skulle ha full effekt på fiskpopulationerna i dessa områden, om arten invaderar dessa områden. Det finns potentiella tecken på oro för introduktion av smörbult i Mälaren eftersom denna art observerades i Södertälje i augusti 2023, precis vid gränsen till Mälaren (Naddafi och Florin 2024). Dessutom har det visat sig att smörbulten kan leva i ett brett spektrum av tempererade sötvatten och bräckvattenekosystem och har haft både positiva och negativa effekter på olika arter i dessa ekosystem (Kornis *m.fl.* 2012). I sötvatten i Norrland och Bottenviken antas effekterna av smörbulten minska med 50 %, eftersom det endast finns några observationer av smörbult i norra delen av Östersjön (Thor *m.fl.* al. 2023). Dessutom kan det kallare vattnet i de norra delarna av Bottenhavet också begränsa utbredningen av smörbulten (Christensen *m.fl.* 2021; Behrens *m.fl.* 2022). Smörbulten är mycket vanlig i centrala Östersjön, södra Östersjön och Öresund och förväntas ha full effekt på fiskbeståndet i dessa områden (Thor *m.fl.* 2023). Smörbultens spridning och reproduktion kan också begränsas av salthalt (Azour *m.fl.* 2015; Green *m.fl.* 2021). Alltså antar vi att smörbultens effekter minskas med 75 % i Kattegatt. Det finns dock flera observationer av smörbult i Kattegatt (Thor *m.fl.* 2023). Ingen effekt av smörbulten förväntas i Skagerrak där det endast finns en observation i Instön med en salthalt på 23–25 psu (Naddafi och Florin 2022). Inte alla arter i Fritidsfiskeundersökningen inkluderades i den ekologiska modelleringen på grund av brist på data (Naddafi och Florin, opublicerat manuskript), men flundra antogs representativt för all plattfisk och sik användes för att uppskatta den mest sannolika effekten på laxfiskar (sik, lax, öring, harr, röding och regnbåge). För andra viktiga fritidsfiskarter utan kvantitativa data (kräfftor, makrill, hummer och brunkrabba) antas man inte ha någon effekt i modelleringen.

Ekonomiska skattningar

Den ekonometrisk baslinjemodelleringen följer tillvägagångssättet i Carlén *m.fl.* (2021), inklusive metoden för uppskattning av konsumentöverskott. Uppskattningen av förändringen i konsumentöverskott från den prognostiserade förändringen i populationen av smörbulten utgår från fritidsfiske betraktas som en ekosystemtjänst eller vara, som har både marknadsvärden och icke-marknadsmässiga värden. Eftersom vissa varor relaterade till fritidsfiske inte handlas på vanliga marknader finns det inget observerbart marknadspris, vilket kräver användning av resekostnadsmetoden. Tanken är att sportfiskares preferenser återspeglas i deras beslut om att fiska eller inte, påverkade av faktorer som deras preferenser, kvaliteten på fiskeplatserna och de relaterade kostnaderna. Med denna information kan en efterfrågefunktion för fritidsfiske upprättas.

Detta innebär att efterfrågan på fiske, mätt med antalet fiskedagar, beror på kostnaden för fisket, priset på andra varor, inkomster och faktorer som plats och individuella sportfiskares egenskaper. Värdet av fritidsfisket, i termer av konsumentöverskott, kan sedan bestämmas genom att integrera efterfrågefunktionen över priset. För att uppskatta denna efterfrågefunktion och konsumentöverskottet behövs data om fiskeaktivitet, kostnader, priser, inkomster och platsegenskaper, tillsammans med en funktionell form för efterfrågefunktionen. Antal fiskedagar – ett icke-negativt heltal – kräver statistiska modeller som hanterar heltalsdata, såsom Poisson-fördelningen (Phaneuf och Smith, 2005). Varje respondents val modelleras som en tvåstegsprocess: för det första bestämmer individen om man ska fiska (ett binärt val), och för det andra att bestäms hur många resor som ska göras. Det första steget kan modelleras med en bivariat valmodell och det andra med en Poisson-modell. Ett problem är att både fiskare och icke-fiskare undersöks. Det är oklart om en observerad "nolla" innebär att personen är en icke-fiskare eller en fiskare som inte fiskat under perioden. De flesta svarande rapporterade noll fiskedagar, vilket leder till en skev fördelning. För att komma till rätta med detta används en speciell Poisson-modell, som är lämplig för data med många nollor (Zuur *m.fl.*, 2009). Detta tillvägagångssätt hjälper till att skilja mellan icke-fiskare och fiskare som inte fiskade under den undersökta perioden.

De förklarande variablerna, inkluderar socioekonomiska egenskaper för varje fritidsfiskare och kostnaderna för fisket per dag. Tyvärr saknar enkätdata information om fiskeplatsens upplevda kvalitet, en begränsning eftersom den förväntade kvaliteten på fisket sannolikt påverkar beslutet att fiska. Förväntad fångst per resa skulle kunna fungera som ett mått på fiskekvaliteten, men detta ingick inte i undersökningen. Undersökningen ger dock uppgifter om totala fångster per geografiskt område och fångst av specifika fiskarter i varje område. Detta möjliggör en uppskattning av förväntad fångst i varje område baserat på de typer av fisk som fångas.

Från resultaten av den ekonometrisk modellen kan konsumentöverskottet, per fiskedag, beräknas. Konsumentöverskott definierades som skillnaden mellan maximal betalningsvilja för en fiskedag och vad som faktiskt betalades eller spenderades. Konsumentöverskott kan därför tolkas som det mervärde till upplevelsen av att använda tid och resurser för att fiska. Konsumentöverskottet plus de totala utgifterna ger det totala konsumentvärdet av fisket i ett visst område.

Det genomsnittliga konsumentöverskottet per fiskedag beräknat genom ovanstående förfarande kommer härnäst att kallas för konsumentöverskottet "ex ante". Det ska inte tolkas som ett konsumentöverskott i avsaknad av smörbulten, utan snarare konsumtionsöverskottet med tanke på den fördelning av smörbulten som fanns 2020, vid tidpunkten för enkätundersökningen. Denna ex ante-situation jämförs sedan med en "ex post"-situation, med en obegränsad befolkningsökning i smörbultpopulationen. Denna befolkningsökning antas vara linjär upp till maximal effekt efter 10 år, vilket är planeringshorisonten i analysen. I efterhandsläget antas fritidsfisket påverkas genom minskningar eller ökningar av fångst av olika arter. Det resulterande konsumentöverskottet betecknas sedan konsumentöverskottet i efterhand. Denna procedur upprepas för area- och artmässiga ex-post-uppskattningar.

En fördel med detta tillvägagångssätt är att regionala och/eller artspecifika effekter kan uppskattas genom att anta att framtida ökningar av smörbulten endast kommer att ske i en geografisk region, eller endast kommer att påverka fångsterna av en specifik art. Naturligtvis måste konsumentöverskottsförändringar som dessa tas med en nypa salt, eftersom det är orealistiskt att framtida ökningar av smörbulten

kommer att begränsas till bara ett geografiskt område eller bara påverka en annan fiskart, men det är en illustrativ övning att försöka sönderdela den totala effekten.

Resultat – smörbultens effekter på fritidsfisket

Det totala ex ante konsumentöverskottet per fiskedag är 165,7 SEK. Detta bör som nämnts ses med tanke på den fördelning av smörbulten som fanns 2020, vid tidpunkten för enkätundersökningen, och som härnäst benämns som ex ante konsumentöverskottet. Den uppskattade effekten av en framtida ökning av populationen av smörbulten, och de effekter som kommer att orsaka på andra fiskpopulationer, och i förlängningen på nyttan av fritidsfisket kommer att minska nuvärdet av en fiskedag över en 10 års horisont med 2,06 procent, vid en diskonteringsränta på 3 procent. Detta bortser från möjliga positiva effekter på fritidsfisket av att fånga själva smörbulten – sannolikheten för det kommer att öka med tiden. Anledningen är att smörbulten inte ingår bland de arter för vilka fångstdata finns i Fritidsfiskeundersökningen och att det än så länge finns begränsat intresse för fritidsfiske av denna art (Florin *m.fl.* 2021). En minskning med 2,06 procent låter kanske inte så mycket, men man bör komma ihåg att det totala antalet fritidsfiskedagar i Sverige är 11,64 miljoner i genomsnitt under perioden 2016–2021. Om man använder detta antal fiskedagar kommer den prognostiserade ökningen av populationen av smörbulten och effekterna av detta på fritidsfisket att leda till en minskning av konsumentöverskottet med 379 miljoner kronor, i nuvärde vid en planeringshorisont på 10 år.

Det är intressant att undersöka hur effekterna av den prognostiserade ökningen av populationen av smörbult kommer att leda till regionala förändringar i nuvärdet av en fiskedag. Dessa regionala uppskattningar utgår från tankeexperimentet att smörbulten endast har effekt i en viss region. Dessa uppskattningar visar att smörbulten har en negativ framtida effekt i alla svenska fiskevatten utom i Sveriges stora sjöar (Vänern, Vättern, Mälaren, Hjälmaren och Storsjön), samt i södra Östersjön. Intuitiva förklaringar till detta avvikande resultat är inte alldeles enkla att finna. Bortsett från en eventuell slumpmässig avvikelse, kan förklaringar spåras till antingen de arter som primärt fiskas i dessa vatten eller till kostnadsförändringar av fisket. En fördjupad analys av artfångster, användning av olika fiskemetoder kan möjligen bidra till att förklara detta resultat. Någon sådan analys görs dock inte inom ramen för detta projekt. Effekten i Skagerrak är noll eftersom smörbulten inte förväntas spridas till detta område i betydande antal under planeringshorisonten. Den starkaste negativa effekten finns i sötvatten i Götaland och Svealand, och sötvatten i Norrland.

Det är också intressant att studera hur den prognostiserade ökningen av populationen av smörbulten kommer att leda till förändringar i nuvärdet av en fiskedag, förutsatt att den bara har en effekt på en viss art – vilket blir ett intressant sätt att ”dela upp” effekten, om än tämligen orealistiskt. Att en framtida ökning i smörbultpopulationen kommer att leda till positiva effekter på torsk och abborre är föga förvånande, eftersom de är fiskpredatorer och prederar på smörbult. Smörbulten förutspås ha en negativ effekt på sik- och plattfiskarter, och resultaten visar verkligen en negativ effekt på nuvärdeskonsumentöverskottet för dessa arter.

Skattningarna ger negativa effekter på fisket av gädda och gös, vilket är mindre intuitivt eftersom de är fiskpredatorer, och som sådana bör deras population och i förlängningen fritidsfångst och konsumentöverskott påverkas positivt av den prognostiserade ökningen av smörbult. Av denna anledning har en mer djupgående analys gjorts för dessa arter. För gädda har smörbulten en positiv effekt på konsumentöverskottet per fiskedag i nuvärdestermerna i de stora sjöarna i Sverige och södra Östersjön, men en negativ effekt i andra sötvattensområden och i Bottenviken, och centrala Östersjön. För alla andra områden är effekten av smörbulten försumbar eller obefintlig. Vi har även undersökt om gädda som art har en positiv effekt på konsumentöverskottet totalt, och resultatet visar att gädda är en så kallad "inferior" art, dvs. fångst av gädda sänker konsumentöverskottet med nästan 3 % per fiskedag för en genomsnittlig fiskare. För gös är effekten försumbar eller obefintlig för alla områden utom sötvatten i Götaland och Svealand och centrala Östersjön, för vilka effekten är negativ. Vad gäller gös är det enda område där konsumentöverskottet är tydligt negativt i sötvattensfiske i Götaland och Svealand (exklusive de stora sjöarna), men här är smörbultens effekt på gösfisket mycket begränsad – gösens andel av en genomsnittlig fiskares fångst per dag ökar endast från 11,5 till 14,4 % per dag, vilket gör effekten på konsumentöverskottet mycket blygsam.

Smörbultens effekter på yrkesfisket

Smörbultens effekter på yrkesfisket beror framförallt på två faktorer, om det finns en fiskekvot på den fiskart som smörbulten påverkar och om den fiskekvoten är begränsande dvs om hela kvoten fiskas upp, samt om smörbulten har en positiv eller negativ populationseffekt på fiskarten ifråga. Sedan kan smörbulten i sig bli föremål för kommersiellt fiske, något som inte diskuteras här eftersom vi fokuserar på smörbultens effekt på andra fiskarter.

Som vi konstaterat kan smörbulten både ha en positiv och negativ populations-effekt beroende på om den är en predator – den kan äta ägg och yngel av vissa arter – eller ett byte – vissa arter äter smörbulten. Exempel på fiskarter som blir negativt påverkade är sik, salmonoider, och olika arter av plattfisk, medan arter som kan bli positivt påverkade är abborre, gädda, torsk och gös.

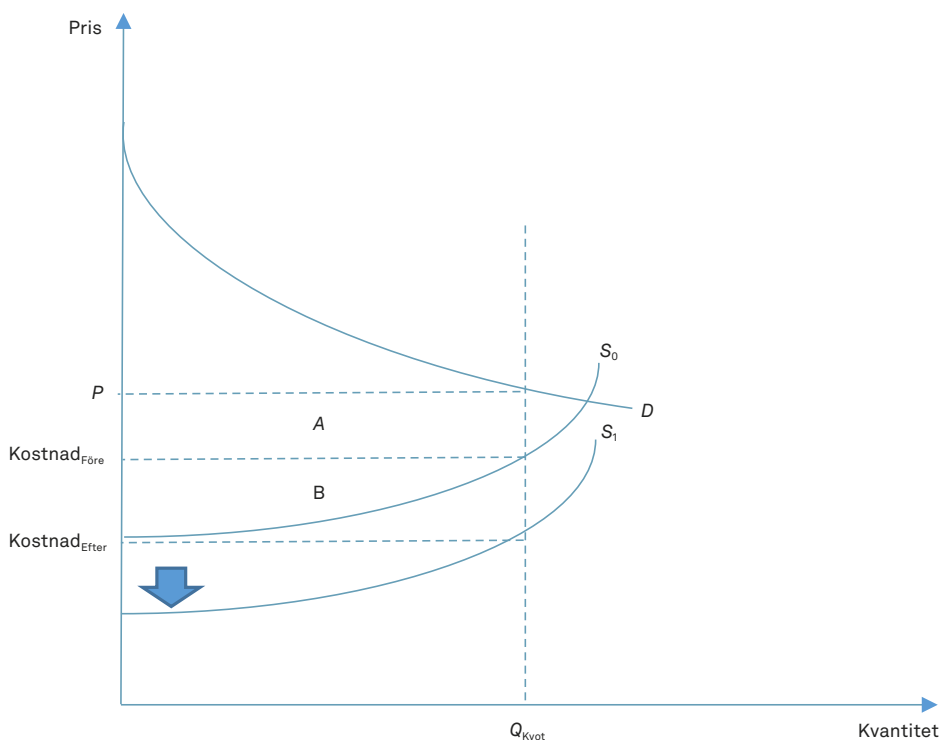
Men hur den samhällsekonomiska effekten manifesterar sig beror även på om det finns en fiskekvot för arten som påverkas och om den fiskekvoten är bindande. Notera att resonemanget genomgående förenklar den faktiska situationen i den meningen att vi resonerar som att det finns ett tydligt "före" och "efter" – i själva verket har smörbulten en gradvis effekt över tiden. Men denna förenkling förändrar inte de principiella slutsatserna. Från ett samhällsekonomiskt perspektiv får vi fyra fall, se tabell 1.

Tabell 1. Smörbultens påverkan på yrkesfisket.

	Smörbulten har en positiv effekt på fiskarten ifråga	Smörbulten har en negativ effekt på fiskarten ifråga
Fiskekvoten för arten som påverkas av smörbulten är bindande (dvs. hela kvoten fiskas upp) idag	Fall 1	Fall 2
Fiskekvoten för arten som påverkas av smörbulten är inte bindande (dvs. hela kvoten fiskas inte upp) idag	Fall 3	Fall 4

Fall 1: Smörbulten har en positiv effekt på fiskarten ifråga, och fiskekvoten är bindande

I denna situation kommer smörbultens fortsatta populationsutbredning att göra det lättare, och därmed billigare, att fiska arten som påverkas. Detta gör att producenternas välfärd ökar. Men eftersom kvoten är bindande kommer inte priset eller konsumenterna välfärd att påverkas. Efterfråge/utbudsdiagrammet i Figur 1 illustrerar detta.



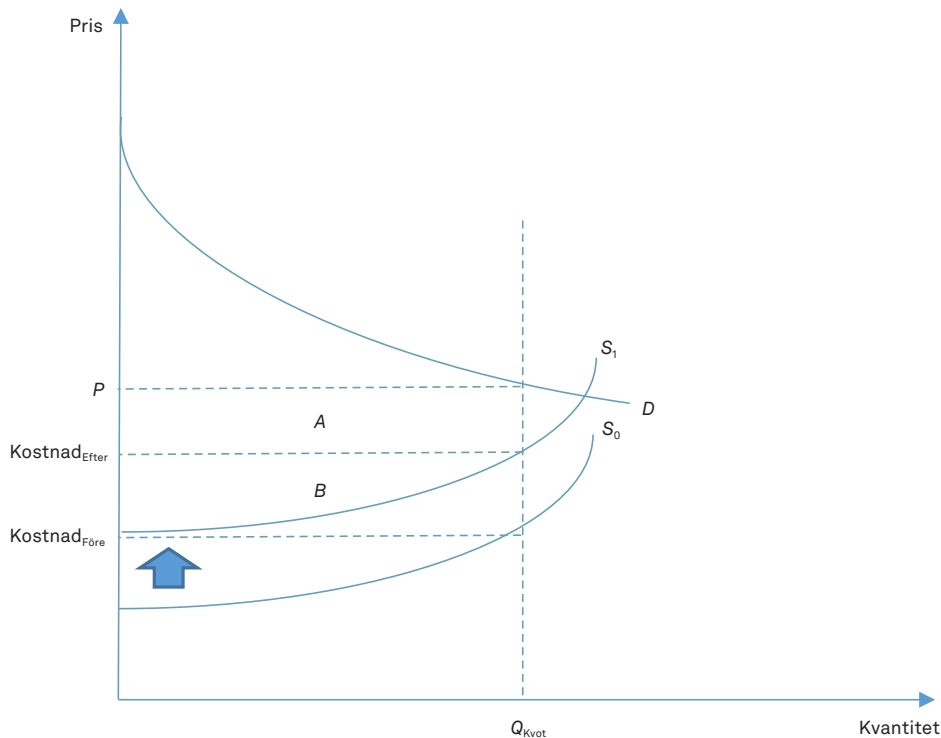
Figur 1. Smörbulten har positiv effekt, kvoten är bindande.

Efterfrågekurvan utgörs av kurvan D , utbudet före smörbultens utbredning utgörs av S_0 , medan utbudet efter smörbultens utbredning utgörs av S_1 . Utbudskurvan skiftar alltså nedåt eftersom det blir lättare, och därmed billigare, att fiska arten som påverkas, vilket illustreras av den nedåtriktade blå pilen. Vinsten för yrkesfiskarna före smörbultens utbredning är ytan A, dvs. $(\text{pris-kostnad}) \cdot \text{kvoten}$. Efter smörbulten gör det billigare att fiska arten som påverkas blir vinsten ytan A + B, eftersom kostnaden sjunker. Priset, P , bestäms av efterfrågan och kvoten, och om efterfrågan inte förändras och kvoten fiskas upp både före och efter smörbultens populationsutbredning kommer konsumenterna inte att påverkas.

För att empiriskt kunna skatta ytan A, samt A+B krävs detaljerad information om smörbultens populationsutbredning i svenska vatten och vinster i yrkesfisket, relaterat till vilka fiskarter som fiskas, en information som idag inte är tillgänglig. Notera vidare att denna information endast kan användas för att skatta de effekter smörbulten hittills haft, inte eventuella framtida effekter.

Fall 2: Smörbulten har en negativ effekt på fiskarten ifråga, och fiskekvoten är bindande

Detta fall är det omvända mot Fall 1, och illustreras av Figur 2, nedan.



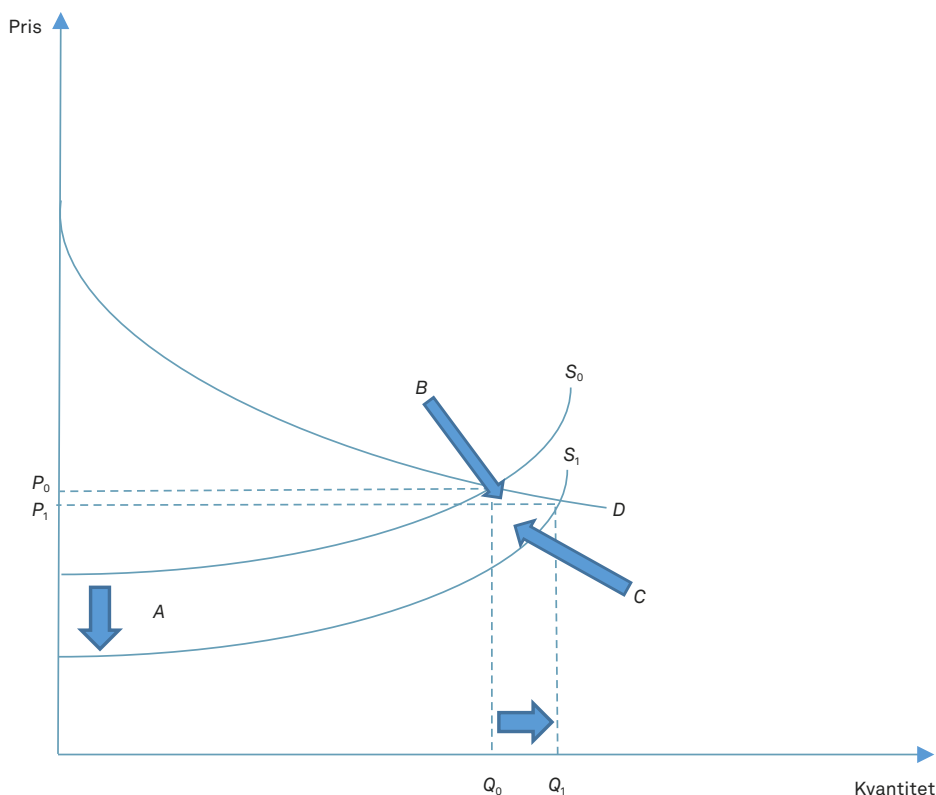
Figur 2. Smörbulten har negativ effekt, kvoten är bindande.

Om kvoten är fortsatt bindande både före och efter smörbultens effekt slagit igenom, blir i detta fall den enda samhällsekonomiska effekten att yrkesfiskarnas vinst minskar med ytan B, eftersom utbudskurvan skiftar uppåt från S_0 till S_1 . Orsaken är att det blir dyrare att fiska på grund av den negativa populationseffekten.

Återigen, för att empiriskt kunna skatta ytan A, samt A+B krävs detaljerad information om smörbultens populationsutbredning i svenska vatten och vinster i yrkesfisket, relaterat till vilka fiskarter som fiskas, en information som idag inte är tillgänglig.

Fall 3: Smörbulten har en positiv effekt på fiskarten, men fiskekvoten är inte bindande

I detta fall har kvoten inte fiskats upp tidigare, men smörbultens fortsatta populationsutbredning gör det lättare och därmed billigare att fiska arten. Detta scenario är betydligt mer komplicerat än fall 1 och 2, och illustreras i figur 3, nedan.



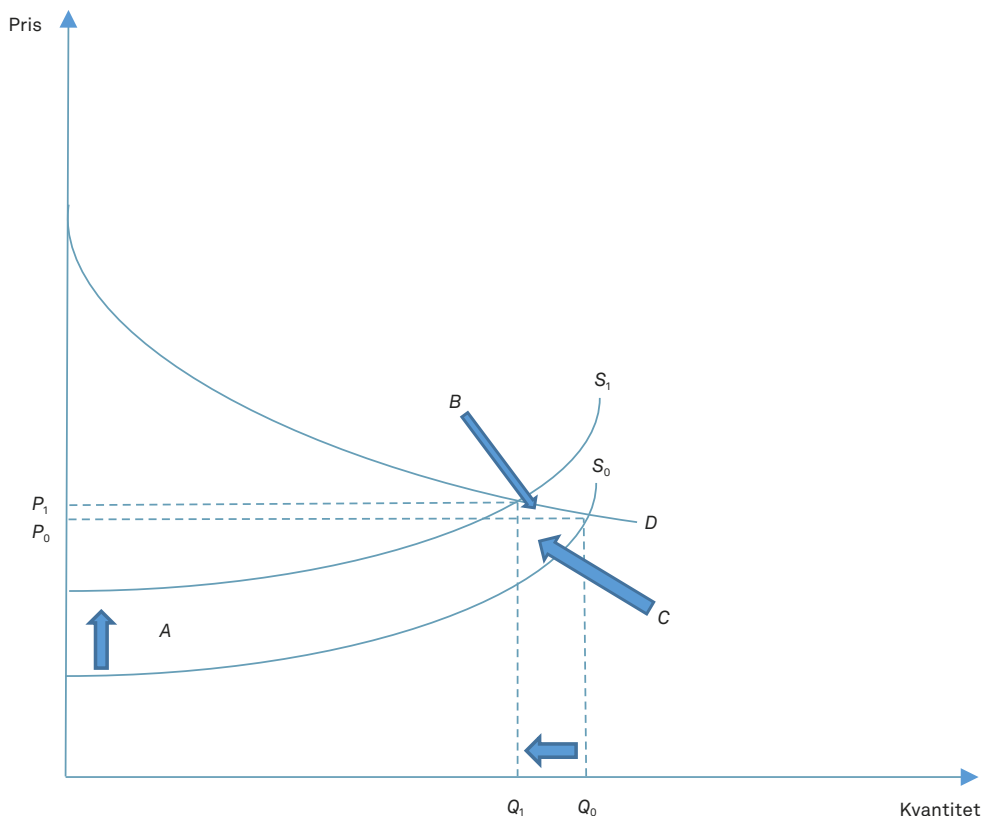
Figur 3. Smörbulten har positiv effekt, kvoten är inte bindande.

Här ökar fångsten från Q_0 till en högre fångst, Q_1 . Om den nya fångstnivån är högre eller längre än kvoten påverkar inte de principiella slutsatserna, det väsentliga är att den ursprungliga fångstnivån (Q_0) är lägre än kvoten. Här uppstår tre samhälls-ekonomiska effekter. Den första är den tidigare nämnda ökningen av producentöverskottet – yrkesfiskarnas ökade vinst eftersom det blir billigare att fiska den redan fiskade kvantiteten Q_0 . Detta representeras av ytan A i Figur 3 ovan. Men dessutom uppstår ett ökat konsumentöverskott, en positiv välfärdseffekt för konsumenterna av att priset sjunker och fiskad kvantitet ökar – detta är område B i Figur 3. Den tredje välfärdseffekten är en ökning i producentöverskottet på grund av ökat fiske – området C i Figur 3.

För att empiriskt skatta dessa effekter, krävs detaljerad information inte bara om smörbultens populationsutbredning i svenska vatten och vinster i yrkesfisket, relaterat till vilka fiskarter som fiskas, men även prisförändringar på de arter som påverkas av smörbulten. Som tidigare noterats kan denna information endast användas för att skatta de effekter smörbulten hittills haft, inte eventuella framtida effekter.

Fall 4: Smörbulten har en negativ effekt på fiskarten, men fiskekvoten är inte bindande

I detta fall minskar fångsten från en initial nivå, Q_0 , till någon lägre nivå Q_1 , eftersom yrkesfiskarna på grund av smörbulten inverkan får ökade kostnader för sitt fiske. Denna situation illustreras i Figur 4, nedan.



Figur 4. Smörbulten har negativ effekt, kvoten är inte bindande.

Även här uppstår tre samhällsekonomiska effekter, liknande fall 3, men så att säga åt andra hållet. En välfärdsförlust för producenter motsvarande yta A, en välfärdsförlust för konsumenter motsvarande yta B, och ett minskat producentöverskott motsvarande yta C, på grund av det minskade fisket. Samma informationskrav som i fall 3 uppstår, det vill säga smörbultens populationsutbredning i svenska vatten och vinster i yrkesfisket, relaterat till vilka fiskarter som fiskas, men även prisförändringar på de arter som påverkas av smörbulten.

Notera att i alla fallen gäller att den drivande faktorn bakom välfärdsförändringarna är smörbultens effekt på kostnaden för yrkesfiskarna – finns ingen sådan effekt är det svårt att argumentera för att smörbulten har någon effekt på yrkesfisket.

Kvoter och fångster för några arter som påverkas av smörbulten

Tre arter som påverkas av smörbulten är torsk, rödspätta och lax. Kvoter och fångster för dessa arter under perioden 2020–2022, över olika fiskeområden presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Kvoter och fångster perioden 2020–2022 över olika fiskeområden för arterna Torsk, rödspätta och lax. Källa: Havs- och vattenmyndigheten. Infiskat 2020, Infiskat 2021 och Infiskat 2022.

Torsk	Kvot (ton)	Fångst (ton)	Utnyttjat (%)
2020			
Skagerak	365	224	61
Östersjön	1205	366	30
2021			
Skagerak	239	238	100
Östersjön	834	238	28
2022			
Skagerak	242	242	100
Östersjön	214	20	9
Rödspätta			
2020			
Kattegatt	133	17	13
Skagerak	784	66	8
Östersjön	398	19	5
2021			
Kattegatt	61	13	22
Skagerak	745	41	6
Östersjön	401	17	4
2022			
Kattegatt	62	13	21
Skagerak	685	53	8
Östersjön	529	19	4
Lax	Kvot (antal)	Fångst (antal)	Utnyttjat (%)
2020			
Östersjön	26 991	23 292	86
2021			
Östersjön	29 168	21 760	75
2022			
Östersjön	20 790	18 096	87

Torsk påverkas positivt då födotillgången ökar. Fiskekvoten i Skagerak är bindande motsvarande fall 1 ovan. Producenternas välfärd ökar när populationen av smörbulten ökar, medan priset och konsumenternas välfärd förblir oförändrad. Fiskekvoten i Östersjön är inte bindande och därmed liknar situationen fall 3. Såväl producenters som konsumenters välfärd kommer att öka när populationen av smörbult ökar, och priset på torsk kommer att sjunka.

Rödspättan förväntas bli påverkad negativt, men som framgår av tabell 2 är kvoterna inte bindande i något av fiskeområdena. Fall 4 ovan illustrerar

därmed situationen för rödspättan i alla fiskeområden. Både producenters och konsumenters välfärd kommer att minska när populationen av smörbult ökar, och priset på rödspättan kommer att stiga.

Laxen, till sist, förväntas påverkas negativt. Av tabellen framgår dock fångsterna är mellan 75 och 87 procent av kvoterna under dessa tre år. Detta innebär att kvoterna inte är bindande, och att fall 4 kan illustrera laxens situation, vilket innebär att såväl producenters som konsumenters välfärd kommer att minska när populationen av smörbult ökar, och priset på lax kommer att stiga.

Diskussion

Resultaten av denna studie visar att den totala påverkan av smörbulten på fritidsfisket i svenska vatten är klart negativ, trots att den kommer att ha positiva effekter på vissa fiskpredatorer vad gäller födotillgång. När det gäller konsumentöverskottet, det vanliga välfärdsåtgärdet i ekonomisk analys, kommer en okontrollerad befolkningsökning av smörbulten i svenska vatten att ge en negativ effekt på 379 miljoner kronor, i nuvärdestermerna med en planeringshorisont på 10 år. Detta bortser från effekten på utländska besökare till Sverige som bedriver fritidsfiske, eftersom de, som nämnts i metodavsnittet, inte ingår i Fritidsfiskeutredningen. Till detta skall eventuella negativa effekter på yrkesfisket läggas, med tanke på att vissa av de arter som smörbulten har en negativ effekt på – som sik och plattfisk – är viktiga arter för yrkesfisket i svenska vatten. Innebörden är också att varje politisk åtgärd som kan hejda befolkningsökningen av smörbulten, och kostar mindre än cirka 379 miljoner kronor i nuvärdestermerna över 10 år, är värd att göra. De regionala effekterna är också till största delen negativa, med vissa undantag.

Analysen är dock behäftad med flera brister. Den första är den inneboende begränsningen i alla resekostnadsstudier – det faktum att resekostnader används som en proxy för värdering. Detta innebär att alla resekostnadsuppskattningar ska ses som undre gränsen för det sanna samhällsekonomiska värdet, eftersom det faktiska rekreativsvärdet av en fiskedag kan vara avsevärt högre än resekostnaderna. Konsekvensen av detta är att inverkan av smörbulten på fritidsfisket i svenska vatten också kan bli betydligt högre än ovanstående uppskattningar. Ett annat förbehåll för våra uppskattningar är att de bortser från möjliga positiva effekter på fritidsfisket från att fiska själva smörbulten. Längs den polska kusten, i Gdańskbukten, dominerar nu smörbulten den kustnära fiskfaunan (Sapota 2004). Det är en av de vanligaste fiskarterna och har börjat uppskattas av fritidsfiskare. Nyligen har smörbulten blivit den näst mest fångade arten i det lettiska kustfisket, efter strömming, vilket ger lokala fiskare ytterligare inkomstmöjligheter (Behrens *m.fl.* 2024). I sitt ursprungsområde – Svarta havet – har den länge varit en vanlig matfisk (Havs- och vattenmyndigheten, 2005). Å andra sidan, i Schweiz förlorade fritidsfisket ekonomiskt på grund av att folk inte ville fånga bara smörbult (Hirsch *m.fl.* 2016b). Om smörbulten med tiden blir en intressant art för fritidsfiske minskar den sociala kostnaden för dess populationsökning i svenskt vatten. I dagsläget finns det dock inga uppgifter om fångster av smörbult, varför rekreativsvärdet av smörbultfiske inte kan uppskattas. En tredje varning är att den fortsatta populationsökningen av smörbulten, om den inte kontrolleras, kan få oförutsebara ekologiska kaskadeffekter. Dessa effekter kan vara nästan omöjliga, eller åtminstone extremt krävande data att uppskatta i samhällsekonomiska termer.

Påverkan på yrkesfisket beror på hur fångsterna är relaterade till fiskekvoterna. Fyra olika fall har identifierats som alla har olika samhällsekonomiska utfall. Tre olika arter har studerats närmare och det förefaller som om fall 1, 3 och 4 är de som mest troligt förekommer. För en djupare analys av smörbultens påverkan på yrkesfisket och dess effekt på välfärden krävs dock detaljerad information inte bara om smörbultens populationsutbredning i svenska vatten och vinster i yrkesfisket, relaterat till vilka fiskarter som fiskas, men även prisförändringar på de arter som påverkas av smörbulten. Denna information är idag inte tillgänglig.

Avslutande kommentarer

Denna rapport visar att även inom den relativt korta tidsram som används i denna analys kommer invasionen av smörbult att få negativa välfärdseffekter på fritidsfisket i Sverige. Detta är dock en helhetseffekt och för en enskild fiskare kommer effekten att vara avgörande beroende på var i Sverige de fiskar och vilka arter de riktar sig till. Vissa fiskare kommer att bli mycket negativt överraskade, medan vissa kommer att få se sina fångster öka.

Vissa fiskare kan till och med börja rikta in sig på smörbulten och därigenom hjälpa till att hantera populationen. Smörbulten är faktiskt en ganska god fisk, med en smak som liknar abborre och flundra. Detta ansluter till Simnitt *m.fl.* (2020) studie, som visar hur en ätbar invasiv fiskart kan kontrolleras genom att etablera fiske efter den.

Referenser

- Adrian-Kalchhauser, I., Blomberg, A., Larsson, T., Musilova, Z., Peart, C. R., Pippel, M., Solbakken, M.H., Suurväli, J., Walser, J.-C., Wilson, J.Y., Alm Rosenblad, M., Burguera, D., Gutnik, S., Michiels, N., Töpel, M., Pankov, K., Schloissnig, S. & Winkler, S. (2020). The round goby genome provides insights into mechanisms that may facilitate biological invasions. *BMC biology*, 18, 1–33.
- Almqvist, G., Strandmark, A.K. & Appelberg, M. (2010). Has the invasive round goby caused new links in Baltic food webs? *Environmental Biology of Fishes* 89: 79–93.
- Azour, F, van Deurs, N., Behrens, J., Carl, H., Hüsey, K., Greisen, K., Ebert R. & Rask Møller, P. (2015). Invasion rate and population characteristics of the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) at an established, high-density locality and a recently invaded, low-density locality. *Aquatic Biology* 25: 41–52.
- Behrens, J.W., Rozenfelde L. & Putnis, I. (2024). Round goby (*Neogobius melanostomus*) fishery in Latvian coastal waters. *Fisheries responses to invasive species in a changing climate*, 45.
- Behrens, J.W., Ryberg, M.P., Einberg, H., Eschbaum, R., Florin, A.-B., Grygiel, W., Herrmann, J.P., Huwer, B., Hüsey, K., Knospina, E., Nöomaa, K., Oesterwind, D., Polte, P., Smoliński, S., Ustups, D., van Deurs M. & Ojaveer, H. (2022). Seasonal depth distribution and thermal experience of the non-indigenous round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea: implications to key trophic relations. *Biological Invasions* 24: 527–541.

- Carlén, O., Bostedt, G., Brännlund, R. & Persson, L. (2021). The value of recreational fishing in Sweden—Estimates based on a nationwide survey. *Fisheries Management and Ecology* 28(4): 351–361.
- Cerwenka, A.F., Brandner, J., Dashinov, D. & Geist, J. (2023). Small but mighty: the round goby (*Neogobius melanostomus*) as a model species of biological invasions. *Diversity* 15(4): 528.
- Christensen, E.A.F., Norin, T., Tabak, I., van Deurs, M. & Behrens, J.W. (2021). Effects of temperature on physiological performance and behavioral thermoregulation in an invasive fish, the round goby. *Journal of Experimental Biology* 224(1): jeb237669.
- Florin, A.-B., Jonsson, A.-L. & Gisselman, F. (2021). *Svartmunnad smörbult: en invasiv främmande art i våra svenska vatten*. Rapport 2021:7, Havs- och Vattenmyndigheten, Göteborg.
- Green, L., Niemax, J., JHerrmann, J.-P., Temming, A., Behrens, J.W., Havenhand, J.N., Leder, E. & Kvarnemo, C. (2021). Sperm performance limits the reproduction of an invasive fish in novel salinities. *Diversity & Distributions* 27(6): 1091–1105.
- Herlevi, H., Wallin Kihlberg, I., Aarnio, K., Bonsdorff, E., Florin, A.-B., Ljung, A., Lundström, K., Mattlia, J. & Östman, Ö. (2023). Environmental abundances of the non-native round goby *Neogobius melanostomus* influence feeding of native fish predators. *Journal of Fish Biology* 102(6): 1340–1357.
- Hirsch, P.E., N’Guyen, A., Adrian-Kalchhauser I. & Burkhardt-Holm, P. (2016a). What do we really know about the impacts of one of the 100 worst invaders in Europe? A reality check. *Ambio* 45(3): 267–279.
- Hirsch, P.E., Adrian-Kalchhauser, I., Flämig, S., N’Guyen, A., Defila, R., Di Giulio A. & Burkhardt-Holm, P. (2016b.) A tough egg to crack: recreational boats as vectors for invasive goby eggs and transdisciplinary management approaches. *Ecology and evolution* 6(3): 707–715.
- Joffe-Nelson, N., van Riper, C.J., Golebie, E., Johnson, D.N., Eriksson, M., Suski, C., Stedman R. & Hunt, L.M. (2023). Angler preferences for management of aquatic invasive species in the USA and Canada: A discrete choice experiment. *Journal of Great Lakes Research* 49(2): 545–553.
- Kornis, M.S., Mercado-Silva, N. & Vander Zanden, M.J. (2012). Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *Journal of Fish Biology* 80(2): 235–285.
- Lauber, T.B., Stedman, R.C., Connelly, N.A., Ready, R.C., Rudstam, L.G. & Poe, G.L. (2020). The effects of aquatic invasive species on recreational fishing participation and value in the Great Lakes: Possible future scenarios. *Journal of Great Lakes Research* 46(3): 656–665.
- Leprieur, F., Beauchard, O., Blanchet, S., Oberdorff T. & Brosse, S. (2008). Fish invasions in the world’s river systems: when natural processes are blurred by human activities. *PLoS Biology* 6(2): e28.
- Naddafi, R., Östman, Ö., Bergström, L., Mustamäki, N., Appelberg, M. & Olsson, J. (2022). Improving assessments of coastal ecosystems – Adjusting coastal fish indicators to variation in ambient environmental factors. *Ecological Indicators* 145: 109604.

- Naddafi, R. & Florin, A.-B. (2022). *Report of the Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms*. WGITMO.
- Naddafi, R. & Florin, A.-B. (2024). *Report of the Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms*. WGITMO.
- N’Guyen, A., Hirsch, P. E., Bozzuto, C., Adrian-Kalchhauser, I., Hôrková, K., & Burkhardt-Holm, P. (2018). A dynamical model for invasive round goby populations reveals efficient and effective management options. *Journal of Applied Ecology*, 55(1), 342–352.
- Ojaveer, H. & Kotta, J. (2015). Ecosystem impacts of the widespread non-indigenous species in the Baltic Sea: literature survey evidences major limitations in knowledge. *Hydrobiologia* 750: 171–185.
- Ojaveer, H., Galil, B.S., Lehtiniemi, M., Christoffersen, M., Clink, S., Florin, A.-B., Gruszka, P., Puntila, R. & Behrens, J.W. (2015). Twenty five years of invasion: management of the round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea. *Management of Biological Invasions* 6(4): 329–339
- Ojaveer, H., Kotta, J., Outinen, O., Einberg, H., Zaiko, A. & Lehtiniemi, M. (2021). Meta-analysis on the ecological impacts of widely spread non-indigenous species in the Baltic Sea. *Science of the Total Environment* 786: 147375.
- Phaneuf, D.J., & Smith, V.K. (2005). Chapter 15, Recreation demand models. In *Handbook of Environmental Economics, Volume 4*, edited by Dasgupta, P., Pattanayak, S. & Smith, V.K. North-Holland.
- Pienkowski, T., Williams, S., McLaren, K., Wilson, B. & Hockley, N. (2015). Alien invasions and livelihoods: Economic benefits of invasive Australian Red Claw crayfish in Jamaica. *Ecological Economics* 112: 68–77.
- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kühn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., van Kleunen, M., Vilà, M., Wingfield, M.J. & Richardson, D.M. (2020). Scientists’ warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95(6): 1511–1534.
- Sapota, M.R. (2004). The round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Gulf of Gdańsk – A species introduction into the Baltic Sea. *Hydrobiologia* 514: 219e224. <https://doi.org/10.1023/B:hydr.00000018221.28439>
- Seebens, H., Clarke, D.A., Groom, Q., Wilson, J.R.U., García-Berthou, E., Kühn, I., Roigé, M., Pagad, S., Essl, F., Vicente, J., Winter, M. & McGeoch, M. (2020). A workflow for standardising and integrating alien species distribution data. *NeoBiota* 59: 39–59.
- Simnitt, S., House, L., Larkin, S.L., Sweeney Tookes, J. & Yandle, T. (2020). Using markets to control invasive species: lionfish in the US Virgin Islands. *Marine Resource Economics* 35(4): 319–341.
- Skóra, K.E., Stolarski, J. (1993). New fish species in the Gulf of Gdańsk, *Neogobius* sp. [cf. *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811)]. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute* 1(128): 83–84.
- SCB (2020). *Fritidsfiske 2020*. Statistiska meddelanden, JO 57 SM 2101, Örebro.

Havs- och Vattenmyndigheten (2005). *Faktablad, Svartmunnad smörbult (Neogobius melanostomus)*. HaV, Gothenburg.

Thor, P., Naddafi, R., Nadolna-Ałtyn, K., Oesterwind, D., Henseler, C., Behrens, J.W., Erlandsson, M., Florin, A.-B., Jakubowska-Lehrmann, M., Jaspers, C., Lehtiniemi, M., Putnis, I., Quirijns, F.J., Rakowski, M., Rozenfelde, L., Ustups, D., Wandzel, T., Witalis, B. & Wozniczka, A. (2023). *Invasive species in the Baltic Sea and their impact on commercial fish stocks*. European Commission. <https://doi.org/10.2926/175875>. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3c648a52-9e23-11ee-b164-01aa75ed71a1>

Ünal, V. & Göncüoğlu Bodur, H. (2017). The socio-economic impacts of the silver-cheeked toadfish on small-scale fishers: A comparative study from the Turkish coast. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(2), 119–127.

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A. & Smith, G.M. (2009). Zero-truncated and zero-inflated models for count data. In *Mixed effects models and extensions in ecology with R*, edited by Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A. & Smith, G.M., Springer-Verlag.

Bilaga 2 – Round goby catchability in the Baltic Sea

Författare: Yvette Heimbrand, Rahmat Naddafi, Peter Ljungberg och Ann-Britt Florin, SLU



Figure 1. Round goby (*Neogobius melanostomus*). Photo: Y Heimbrand SLU.

Summary

In invaded areas, the round goby can outcompete native species. One alternative to limit the round goby might be fishing, and turning the risk into a resource for commercial fishery. We studied how, when and where round goby was caught in order to find an effective and selective fishing method with low bycatch of other species. The catchability of round goby in the Baltic Sea was assessed in four different ways. 1: Time series data from environmental monitoring with multi-mesh gillnets in four areas (Herrvik, Karlskrona, Lithuania and Muskö), 2: Monitoring with different types of fyke nets with round goby as the target species, 3: Communication with fishers and researchers around the Baltic Sea, and 4: A literature review covering different active and passive gears and their ability to catch round goby. The combined results indicate that in general, catch per unit effort of round goby is higher for fyke nets than for gillnets while bycatch of non-target species was lower. Along the coast of Lithuania, round goby dominated gillnet catches with low bycatch. Therefore, high local abundance of round goby can allow for commercial fishery with also gillnets. Bycatch species can be quite easily released from fyke nets, but not from gillnets, where the risk of mortality is higher. It is also more time efficient to fish with fyke nets in comparison to gillnets. Catches were greatest at depths between 3–10 m and from May to August, when round gobies are more active due to higher water temperature.

Sammanfattning

Den invasiva arten svartmunnad smörbult kan konkurrera ut inhemska arter. Ett alternativ för att begränsa denna art är fiske för att omvandla risk till en resurs för kommersiellt fiske. Vi studerade hur, när och var arten fångas i olika fisken för att hitta en effektiv och selektiv fiskemetod med låg bifångst av andra arter. Fångstbarheten av svartmunnad smörbult i Östersjön bedömdes på fyra olika sätt. 1: Med tidsseriedata från provfiskenät med olika maskstorlekar från fyra områden inom miljöövervakningen (Herrvik, Karlskrona, Litauen och Muskö), 2: Fångstdata från olika typer av ryssjor med svartmunnad smörbult som målart, 3: Kommunikation med yrkesfiskare och forskare runt Östersjön, och 4: En litteraturoversikt av olika aktiva och passiva redskap och deras förmåga att fånga svartmunnad smörbult. De sammantagna resultaten indikerar att fångsten per ansträngning generellt är högre för ryssjor än för nät och bifångst av andra arter lägre. Längs Litauens kust dominerade dock svartmunnad smörbult nätfångsterna med låg andel bifångst. Därför kan en lokalt hög abundans av svartmunnad smörbult möjliggöra kommersiellt fiske med även nät i vissa områden. Bifångstarter kan relativt lätt släppas ut oskadade från ryssjor, men inte från nät, där risken för skada och dödligheten är större. Det är även mer tidseffektivt att fiska med ryssjor i jämförelse med nät. Fångsterna var som störst på djup mellan 3–10 m från maj till augusti, då svartmunnad smörbult är mer aktiv vid högre vattentemperatur.

Aim and Background

The aim of this study was to assess catchability of the invasive fish species round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Baltic Sea. Round goby was first detected in the Bay of Gdansk in 1990 and have continued to spread by ship traffic in the southern and central Baltic Sea. The two northernmost findings of round goby were both reported from the Finnish side of the Bothnian Bay (SD 31). In 2012, outside Brahestad (Kotta *et al.*, 2016) and in 2019, north of Uleåborg (SEAmBOTH, 2019), (Figure 2 blue and yellow star respectively). First occurrence in Sweden was in the Karlskrona archipelago in 2008 and it is now established in many coastal areas (Figure 3).

Data from coastal environmental monitoring programs from in the Baltic Sea (W Karlskrona archipelago SD 25, Lithuania SD 26, Muskö SD 27 and East of Gotland SD 28) were used (Figure 2, red dots). The catch locations were selected to represent the areas with the longest time series for round goby catches as well as to cover different areas in the Baltic Sea.

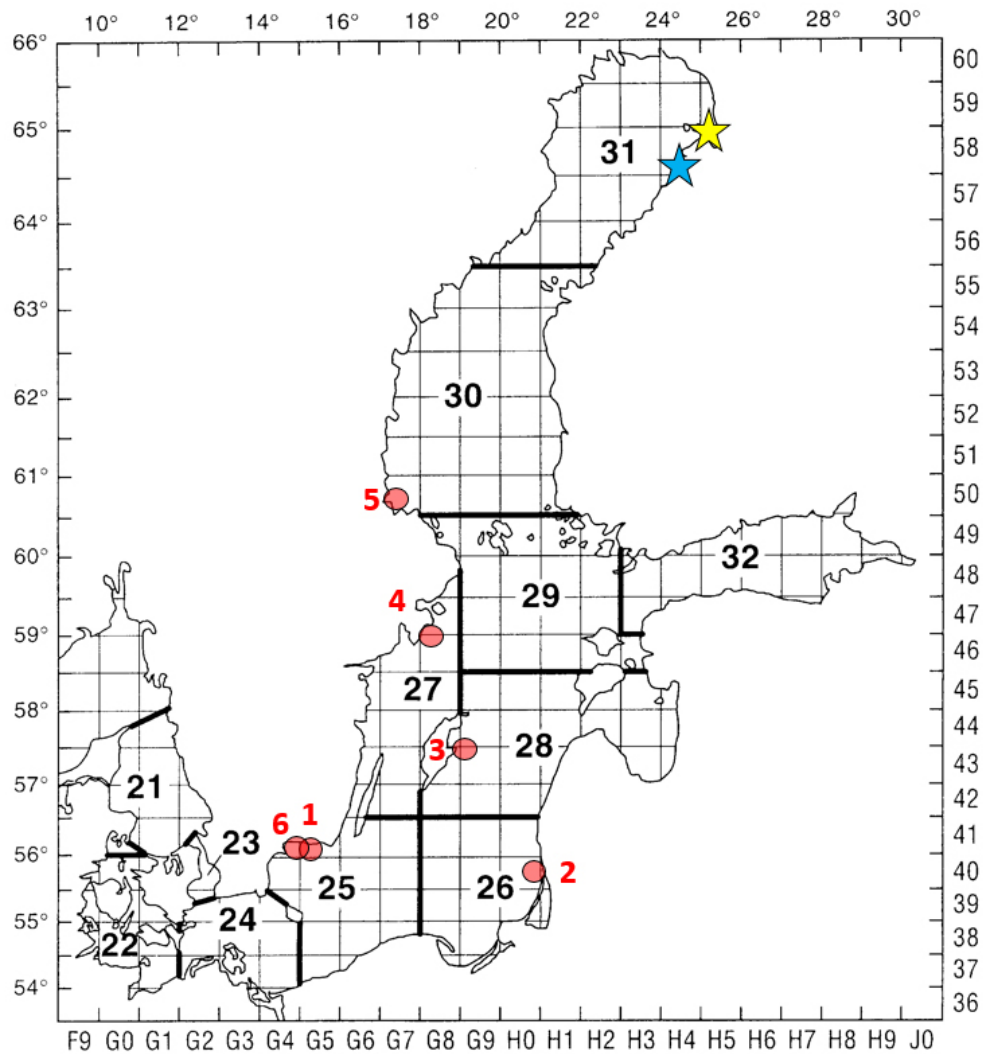


Figure 2. Map of the Baltic Sea with ICES subdivisions and catch locations for coastal environmental monitoring with gillnets (red circles). 1: W Karlskrona archipelago SD 25, 2: Lithuania SD 26, 3: East of Gotland SD 28 and 4: Muskö SD 27. Location for collecting round goby with fykenets: 4: Muskö SD 27, 5: Gävle SD 30, 6: Karlshamn SD 25 and 1: Karlskrona SD 25. The northernmost finding on the Finnish coast of the Bothnian Bay are marked with a blue and a yellow star.



Figure 3. Round goby distribution in Sweden 2021. Based on validated observations from Artportalen and KUL.

Environmental monitoring with gillnets

Catch per mesh size

In the Swedish coastal environmental monitoring programs, Nordic Coastal multi-mesh gillnets with nine panels with different mesh sizes (10, 12, 15, 19, 24, 30, 38, 48, and 60 mm between knots, Figure 4) were used (Karlsson, 2015). In Lithuania, round goby were caught within the BONUS-INSPIRE project with Extended Nordic gillnets with eleven panels with different mesh sizes (6, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 48, 60 and 75 mm between knots). The effort for both gillnet types was one night.

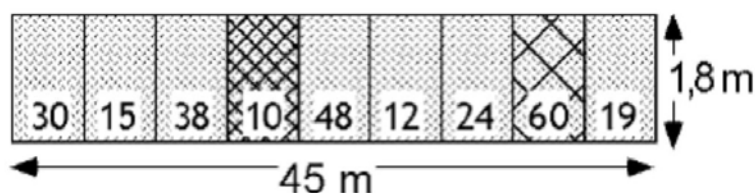


Figure 4. Standardized Nordic Coastal multi-mesh gillnets with nine panels with different mesh sizes (Karlsson, 2015).

Catch data indicate that the round goby generally invade new areas as smaller individuals, which are caught in the smaller mesh sizes (10–19) during the first years. As the population grows in size over time, they are caught in the panels with larger mesh sizes (> 19), clearly illustrated by the areas Herrvik and Karlskrona (Figure 5).

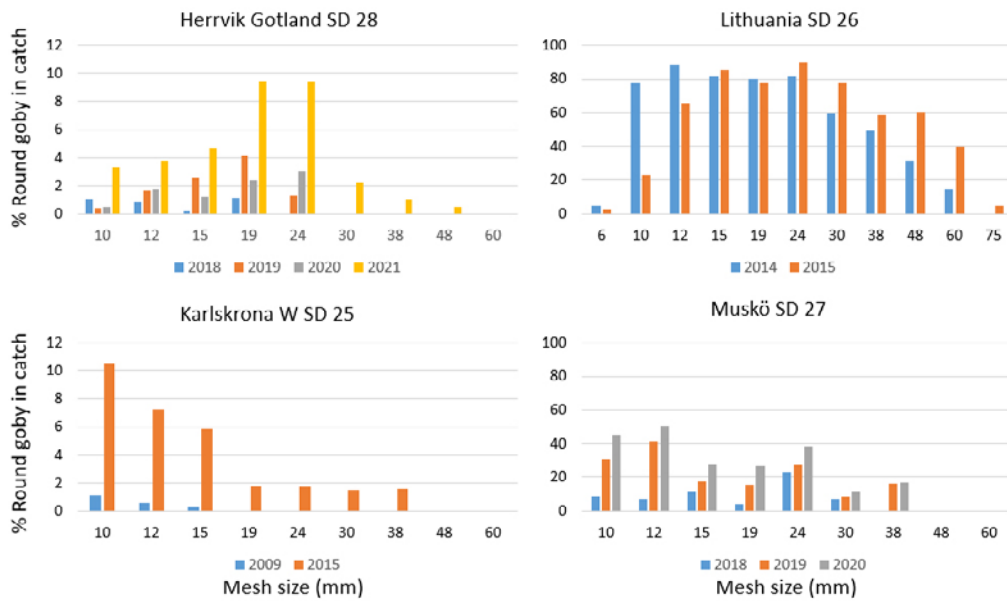


Figure 5. Percent of numbers of round goby per mesh size and year of the total catch (all fish species included). Top left panel: Herrvik Gotland SD 28, bottom left panel: Karlskrona SD 25, top right panel: Lithuanian coast SD 26 and bottom right panel: Muskö SD 27.

Length distribution

The length distribution of round goby caught in the four areas show a range from 6 cm to 24 cm in length, with the biggest round gobies caught along the Lithuanian coast (Figure 6). For the most current year of catch data, all areas show a wide span with individuals between 7 and 20 cm, indicating that they have become stationary in the invaded area, with successful reproduction and survival.

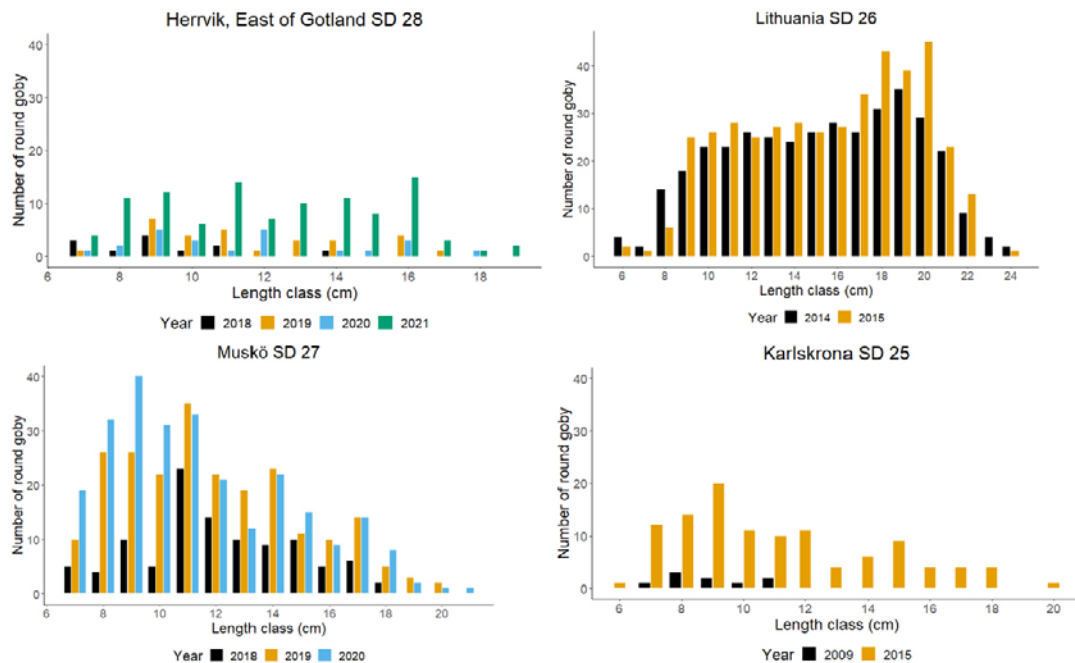


Figure 6. Length distribution: number of round goby per cm length class per year and area.

Catch per season and depth

In Lithuania, fishing is conducted in spring (April – May) and in autumn (November). The catches were strongly dependent of season (e.g., temperature), with 99 % of the round goby caught in spring, compared to 1 % in autumn for both 2014 and 2015. In Herrvik, the coastal environmental monitoring program occurred in August, in Karlskrona in July and August and in Muskö in October. Round goby were caught at all depth intervals fished (0–3 m, 3–6 m, 6–10 m, 10–20 m) and as they increased in size over time, they were caught at larger depths (Figure 7). In spring and in summer, catches varied and seemed to be size dependent rather than affected by season. In autumn, catches were higher at depths > 3 m (Figure 7). These findings are supported by other studies of round goby depth distribution over seasons by Behrens *et al.* (2022).

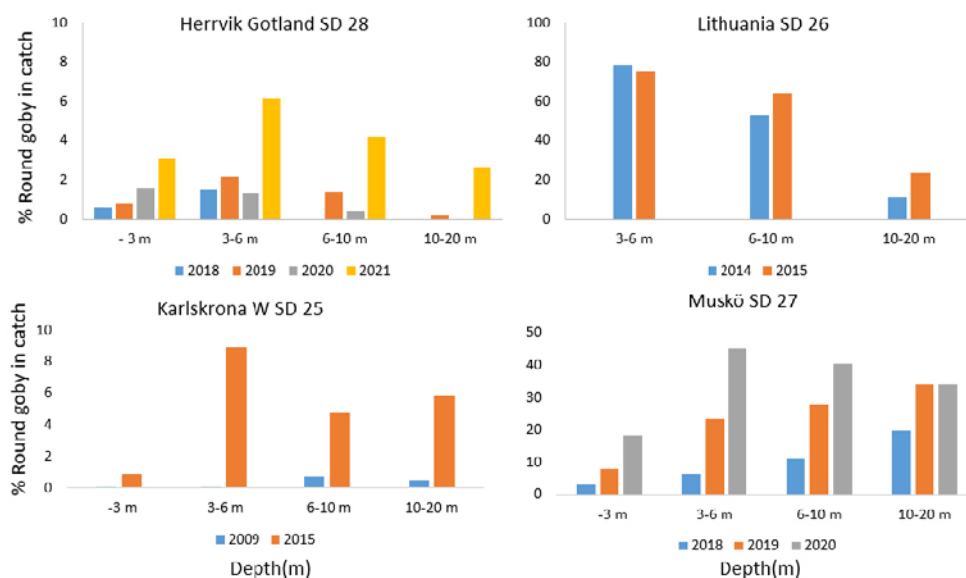


Figure 7. Percent of numbers of round goby per depth interval and year of the total catch (all fish species included).

Bycatch

To assess bycatch, we have used data from the environmental monitoring time series and assigned all fish species except round goby as bycatch (Figure 8). The bycatch was measured in percent (%) as the number of fish per species in comparison to the number of fish in the total catch.



Figure 8. Photo of species composition in Herrvik 2020. Photo Y. Heimbrand SLU.

In Muskö, round goby increased in numbers from 7.7 % of the catch in 2018 to 37.5 % in 2020 (Figure 9). Data for 2021 was not included in this report due to problems with the digital registration system. The most common bycatch species was herring (*Clupea harengus*, 40.5 – 49.7 %), while round goby was the second most common fish species.

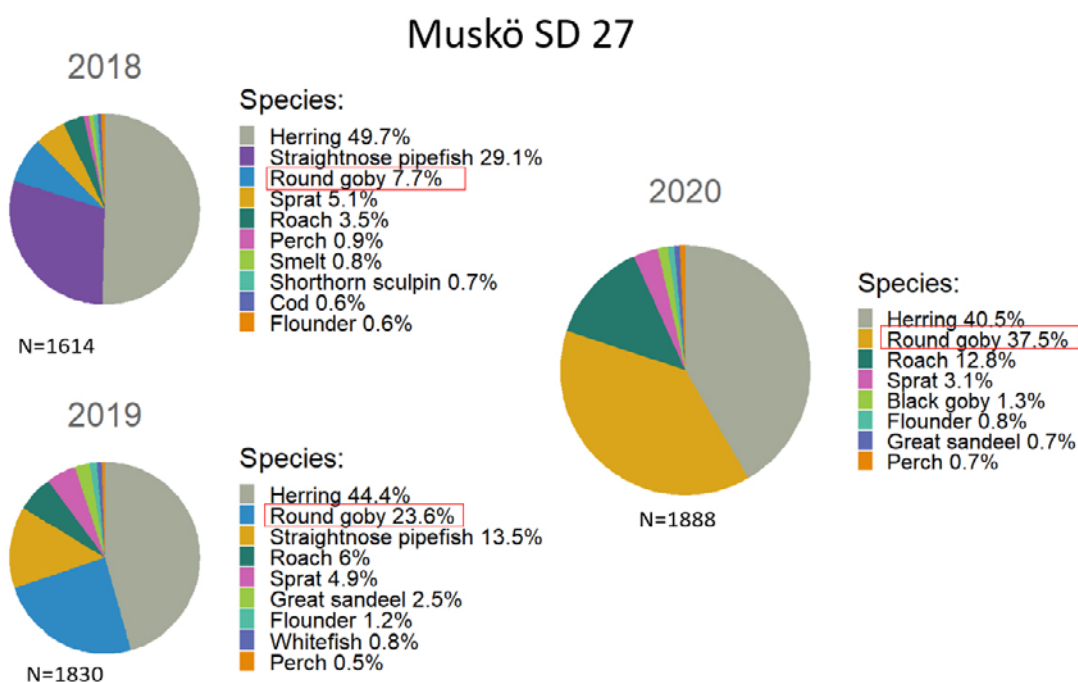


Figure 9. Species distribution for Muskö in October 2018–2020. Species for which the number of fish correspond to > 0.5 % of the catch are shown in the pie charts.

In Herrvik 2018–2021, only a small portion of the catch (0.6–4.3 %) consisted of round goby (Figure 10). In 2021, perch (*Perca fluviatilis*) was the most common species (39 %), followed by herring (25 %) and flounder (*Platichthys flesus*, 21 %).

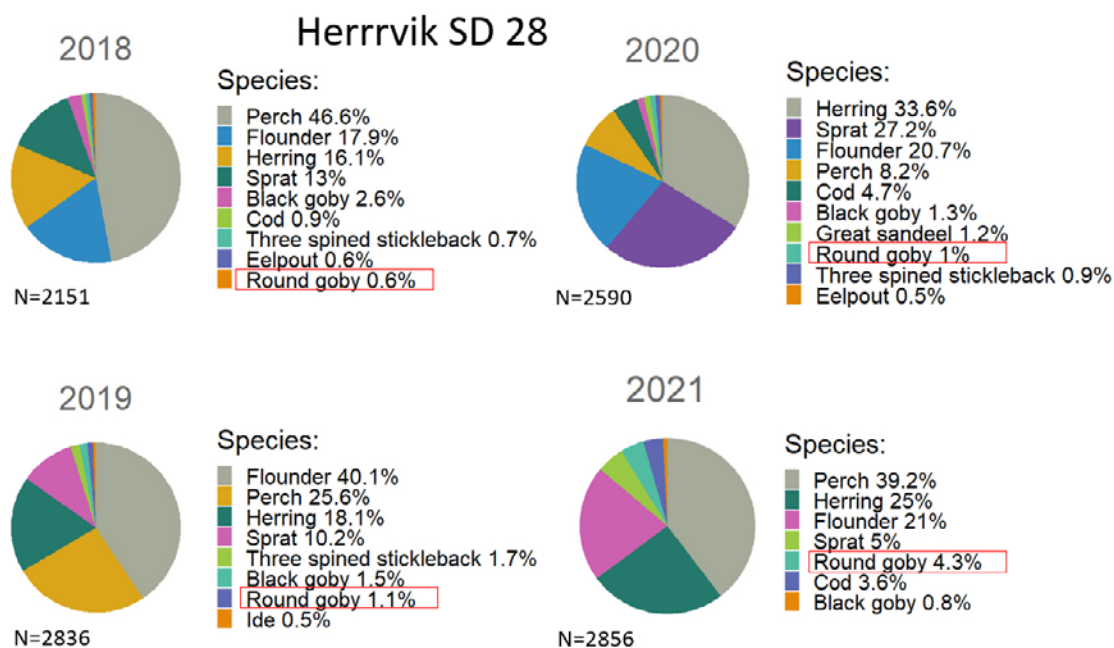


Figure 10. Species distribution for Herrvik in August 2018–2021. Species for which the number of fish correspond to > 0.5 % of the catch are shown in the pie charts.

In Lithuania, in spring 2015, bycatch was only 15 %. The two most common species were Baltic cod (*Gadus morhua*) 4.2 % and European smelt (*Osmerus eperlanus*) 2.9 % (Figure 11). Round goby dominated catches with 85 % in spring 2015, whereas only a small portion (3 %) of the catch consisted of round goby in autumn, when instead European smelt (41 %) and herring (38 %) being the two most common species (Figure 11).

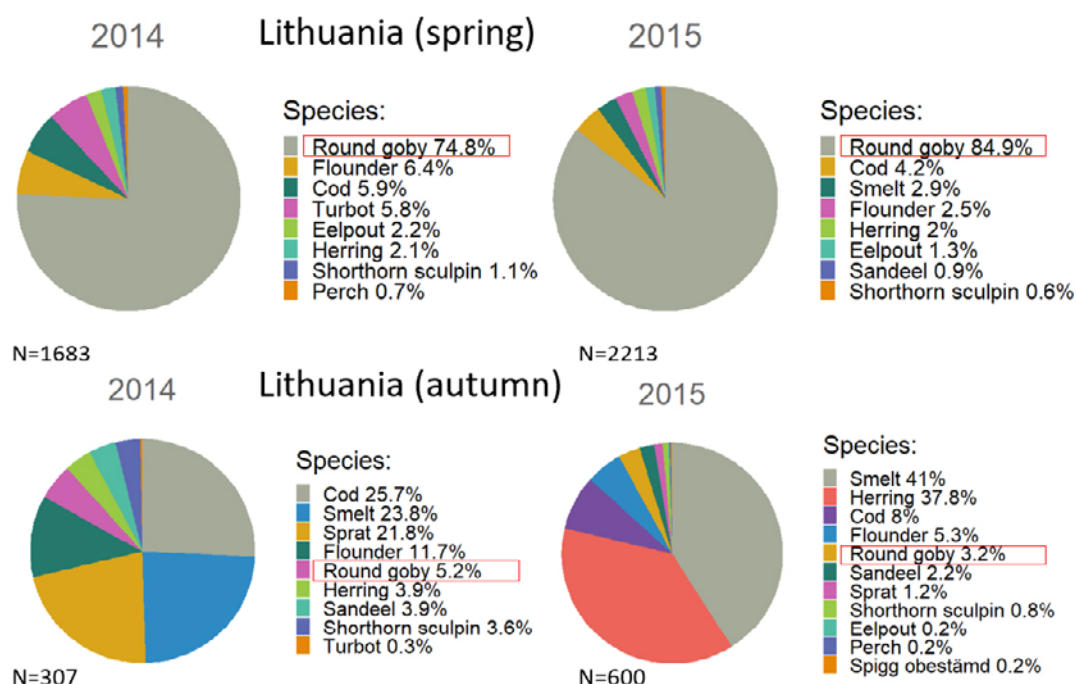


Figure 11. Species distribution for Lithuania catches in spring and autumn in 2014 and 2015. Species $n > 0.5$ % are shown in the pie charts.

In Karlskrona 99.8 % was bycatch in 2009 and 96 % in 2015. The most common species were perch 42 %, roach (*Rutilus rutilus*, 22 %) and herring (9 %, Figure 12). In 2009, less than 0.5 % of the catch was round goby and in 2015, 4.5 %.

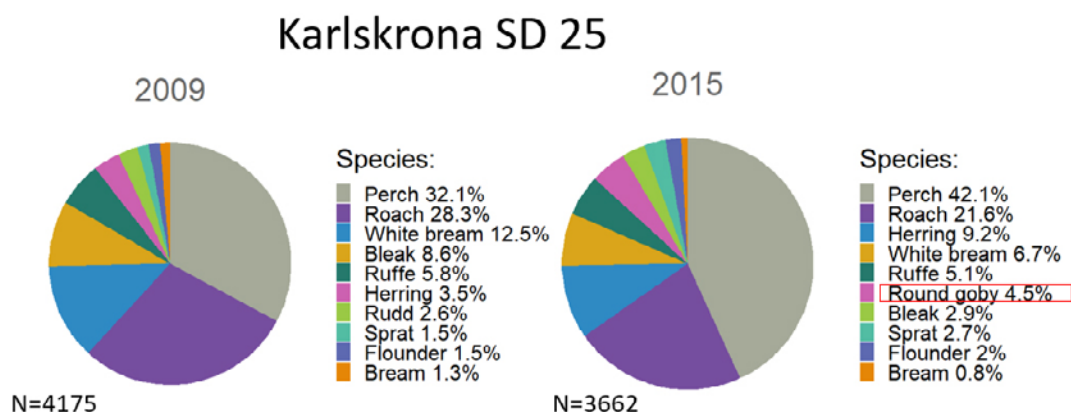


Figure 12. Species distribution for Karlskrona in July and August in 2009 and 2015. Species $n > 0.5$ % are shown in the pie charts.

Targeted round goby fishery using fyke nets

Fishing efforts to collect round goby with fyke nets (Figure 13) were done by commercial fishermen at four locations (Gävle, Muskö, Karlskrona and Karlshamn, Figure 2).



Figure 13. Round goby caught in fyke net outside Karlskrona (SD 25). Photo: Per Månsson.

Gävle SD 30

In Gävle, three standardized small paired fyke nets for coastal fish monitoring linked together were set at locations along the coast with varying distance from Gävle harbour in August to October (Figure 14).

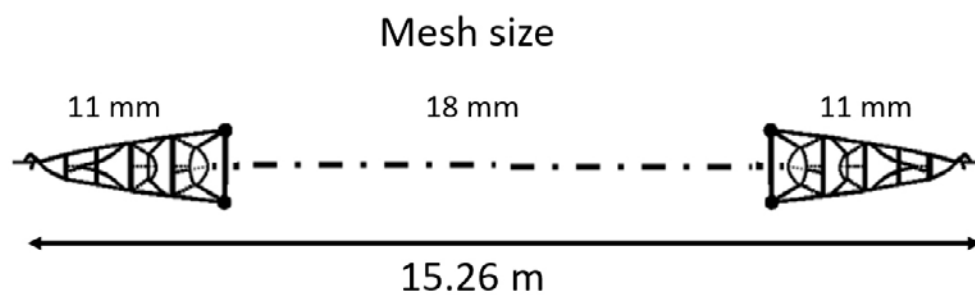


Figure 14. Standardized small paired fyke net for coastal fish monitoring (Bergström and Karlsson, 2016).

Catch per fykenet and night was generally low (Figure 15), but highest at the location closest to the harbour (Lutens) and in the location furthest from the harbour (Södra Orarna), no round goby were caught at all (Figure 16).

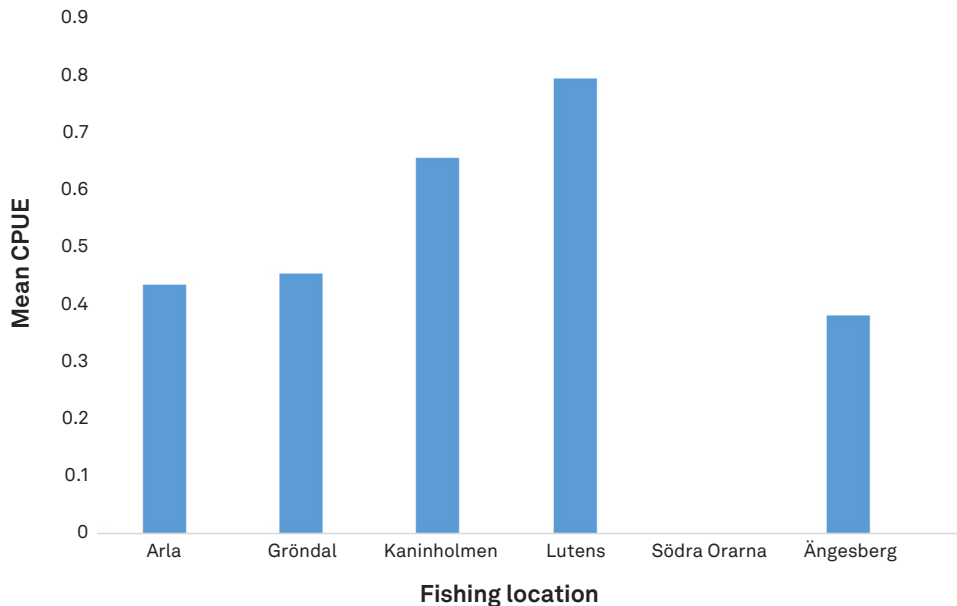


Figure 15. Catch per unit effort (CPUE) calculated as number of round goby caught per standardized small paired fyke net and night in Gävle SD 30.

Bycatch was not registered at every fishing trip, but, when noted it consisted of a few herrings, perch, roach and eelpouts (*Zoarces viviparous*). The fyke nets were placed from the steep shoreline at 1–10 m depth. No length measurement were done for the round gobies caught in Gävle, since these fish were included in an experiment and handling them risked harming them and affect their health and performance in the experiment.



Figure 16. Map of the fishing stations outside Gävle (nr 5 in Figure 2).

Karlshamn SD 25

Outside the city Karlshamn (Figure 2, location 6), round goby targeted fishery was conducted in 2021 during June, August and September. Three different types of fyke nets were used: double fyke nets 60/5 (mesh size 17, 14, 12 mm) and 80/7 (mesh size 17, 14, 11 mm) at 1 to 1.5 and 3 m depth and big fyke nets (mesh size 24, 20, 16 mm) at 4 m depth. Efforts varied between gears with 12 fishing occasions, varying between 1, 3 or 4 nights for gear “60/5”, 2 fishing occasions varying between 3 and 4 nights for gear “80/7” and 8 fishing occasions, varying between 1 to 3 nights for gear “big fyke net”. In total, 308 round gobies were caught with a total weight of 15.6 kg.

The length distribution of the catch (Figure 17) showed that bigger fish were caught in the big fyke nets compared to gear “80/7”. The fyke net “60/5”, which was the most commonly used gear caught round goby of all size classes, but, with a lower mean value in the length distribution compared to the big fyke nets (Figure 17).

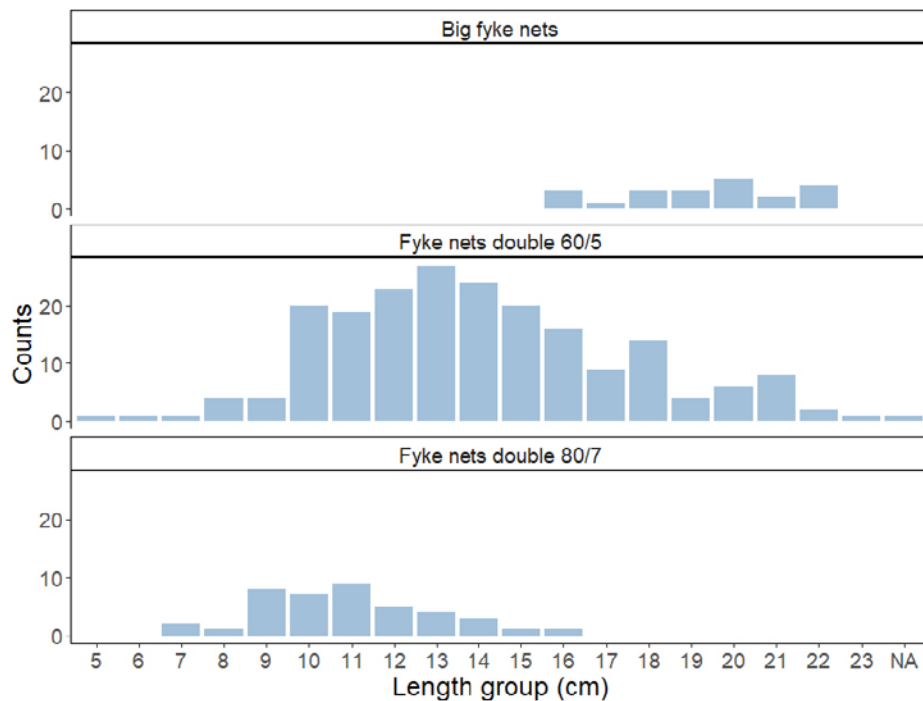


Figure 17. Length distribution of round goby per fyke net type in Karlshamn SD 25.

To compare catch per gear, the catch per unit effort (CPUE) was calculated. The CPUE as kg round goby per fyke net and night varied between 0.005 to 0.160 kg, with a mean value of 0.053 kg (Figure 18). The higher CPUE for the big fyke nets in August depended on bigger sized fish in the catch than in the other gears that month.

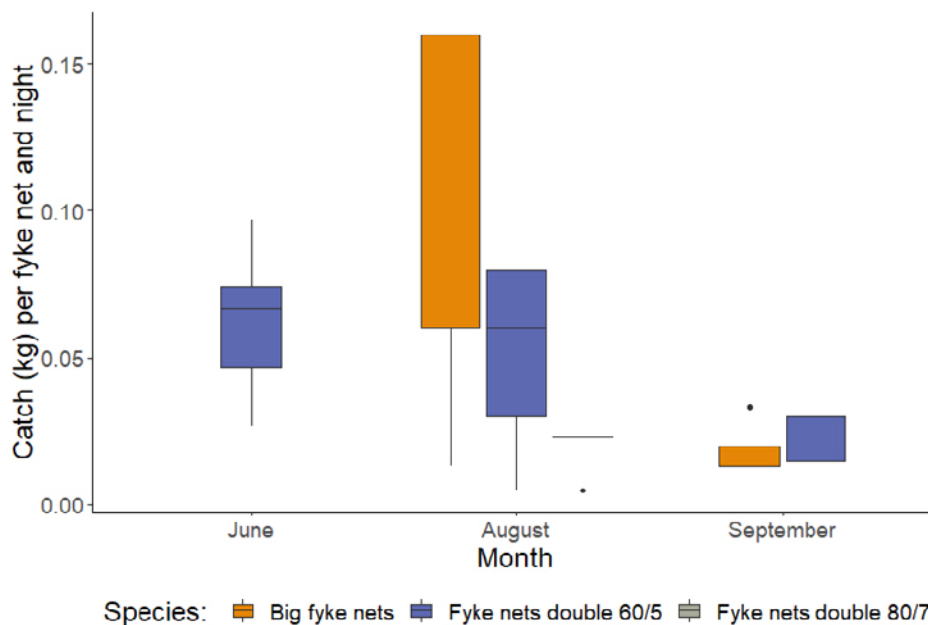


Figure 18. Catch per unit effort as kg round goby per fyke net and night per month in Karlshamn SD 25.

The catch per unit effort (CPUE) as the number of round goby per fyke net and night varied between 0.13 to 2.30, with a mean value of 1.10 (Figure 19). The highest CPUE in August for gear “60/5” depends on a higher number of smaller sized fish in the catch compared to the big fyke nets.

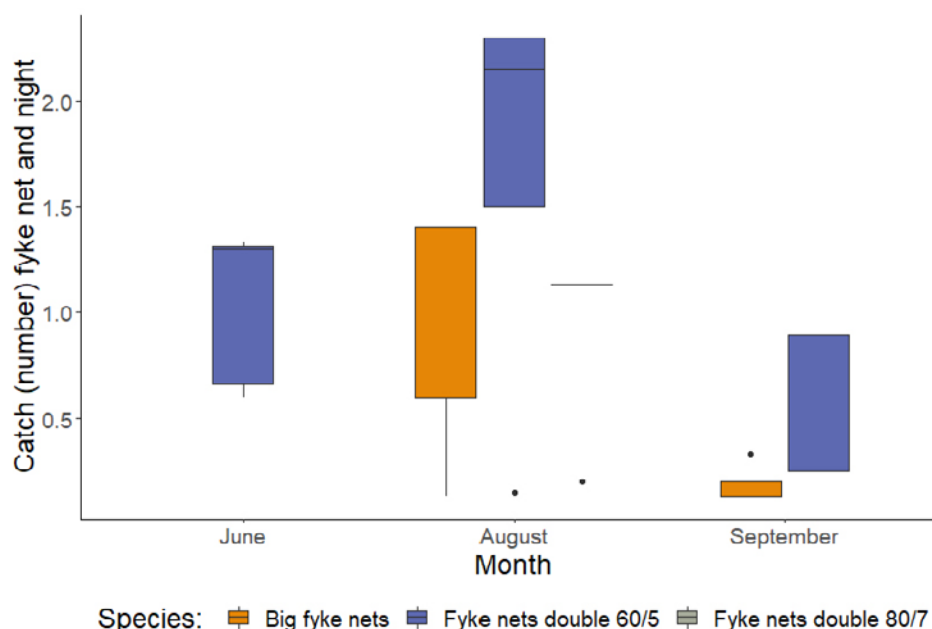


Figure 19. Catch per unit effort as the number of round goby per fyke net and night per month in Karlshamn SD 25.

Catch information was limited to only round goby and eel, and not other species caught. The number of eels caught in the double fyke nets 60/5 (mesh size 17, 14, 12 mm) in Karlshamn was registered during ten fishing trips in June, August and September. Between 3 and 5 eels were caught per effort (10 fyke nets per night at 1–1.5 m depth). The average CPUE measured as the number of eels per fyke net and night increased from 0.25 in June, to 0.375 in August and 0.400 in September (Figure 20). There was one report of seal damaged catch during the last fishing effort, September 30.

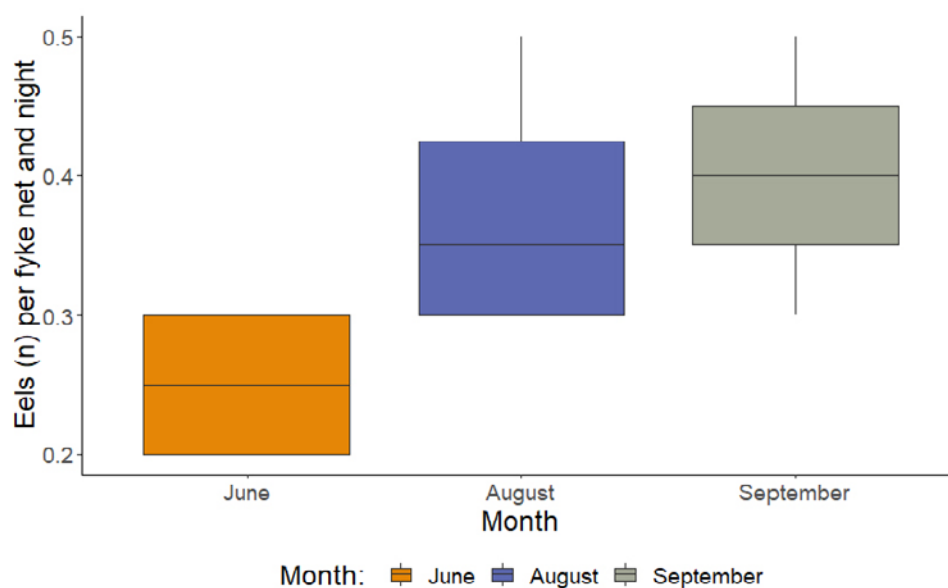


Figure 20. Catch per unit effort as the number of eels per fyke net and night per month in Karlshamn SD 25.

Karlskrona SD 25

During 2015 and 2017–2021, round goby was targeted with two different types of gears, small (10 mm) and normal (13 mm) mesh size fyke nets at 2 to 5 m depth, along the coast of the city Karlskrona (Figure 2, location 1). The largest catch was in 2018 for both gear types with a total of 2 686 round gobies (Table 1), thereafter catches declined. Number of fish was registered, but no information of weight for other species than eel (*Anguilla anguilla*).

Table 1. Number of round gobies in the Karlskrona catch, effort (hours) and fyke nets per year and gear type.

Year	Normal mesh size fyke net			Small mesh size fyke net			Total N Round goby
	Effort (hours)	N fyke net	N Round goby	Effort (hours)	N fyke net	N Round goby	
2015	5 928	234	1 203				1 203
2017	187	125	339	207	87	350	689
2018	1 340	205	1 604	240	78	1 082	2 686
2019	336	80	194	614	153	340	534
2020	389	150	324	392	96	336	660
2021	150	55	111				111

Length distribution

The length of round goby was measured per five or ten cm length classes, with a range between 0–30 cm (Figure 21 and 22). Black goby (*Gobius niger*) > 10 cm were occasionally registered in the protocols, but since that species rarely grows above > 10 cm of length in the Baltic Sea, these gobies were probably not black goby and in the data re-assigned as round gobies instead. In 2018, all length classes were represented in the catch, but no round gobies < 10 cm was caught thereafter. It is difficult to know if the reason is due to a decline in reproduction or juvenile survival, or that individuals < 10 cm might just easily escape from the fyke nets due to their small size and slim bodyshape.

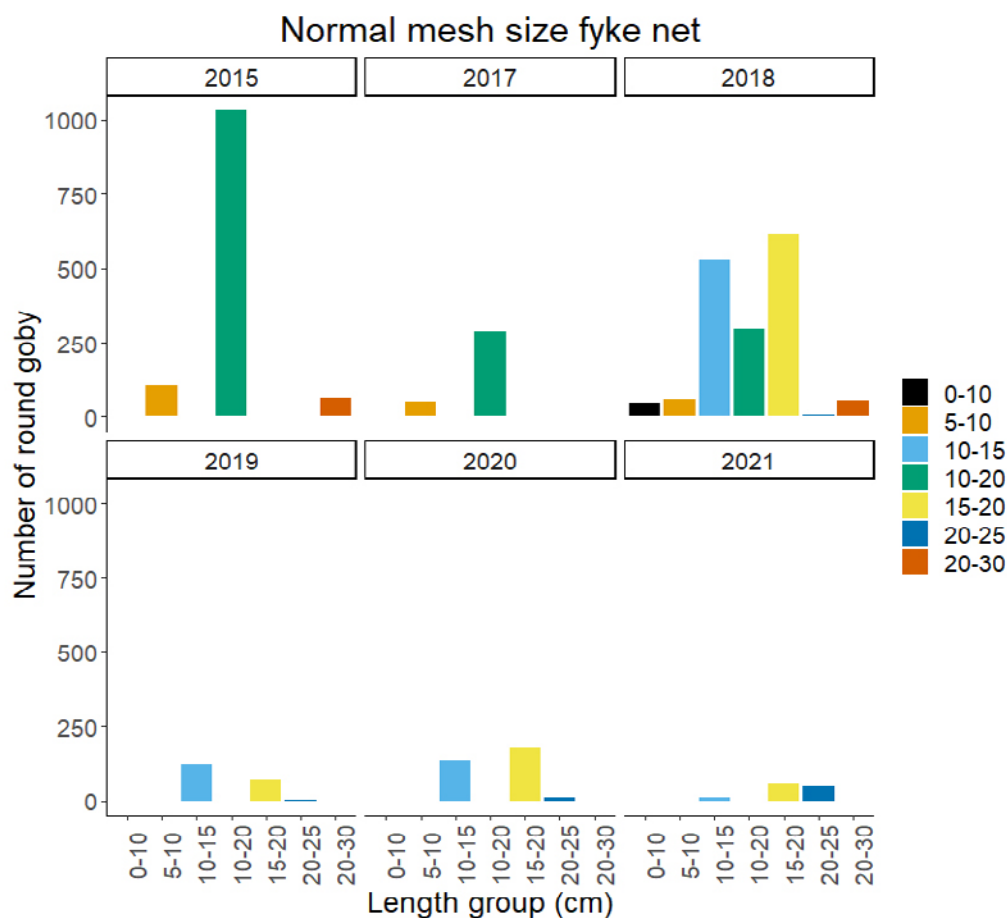


Figure 21. Length distribution per year for normal mesh size fyke net in Karlskrona SD 25.

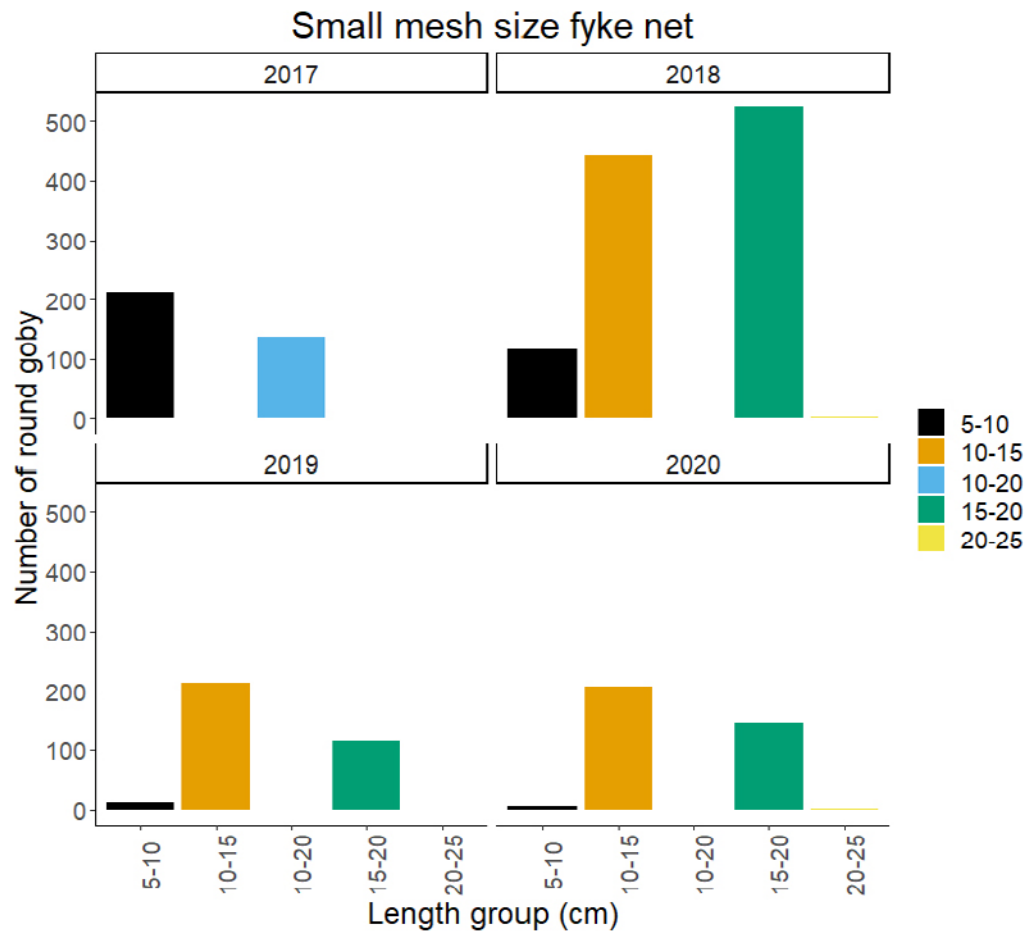


Figure 22. Length distribution per year for small mesh size fyke net in Karlskrona SD 25.

Catch per unit effort

The fishing effort was assigned as hours or days. In order to allow for comparison of CPUE with other areas, fishing trips with efforts hours < 24 hours were regarded as one night. The maximum catch per fishing trip occurred in May in 2018 with 688 round gobies, corresponding to a CPUE of 69 round gobies per normal mesh size fyke net and night (Figure 22). The maximum catch for the small mesh size fyke nets also occurred then with 619 round gobies, corresponding to a CPUE of 103 round gobies per small mesh size fyke net and night (outside the y-axis range and marked with a star in Figure 23). During the extremely warm summer of 2018, findings of large amounts of dead round gobies were reported along the southern coast of Sweden and Gotland. Since the record in May 2018, CPUE declined and have remained on a lower level with highest CPUE in April, May and June (Figure 23).

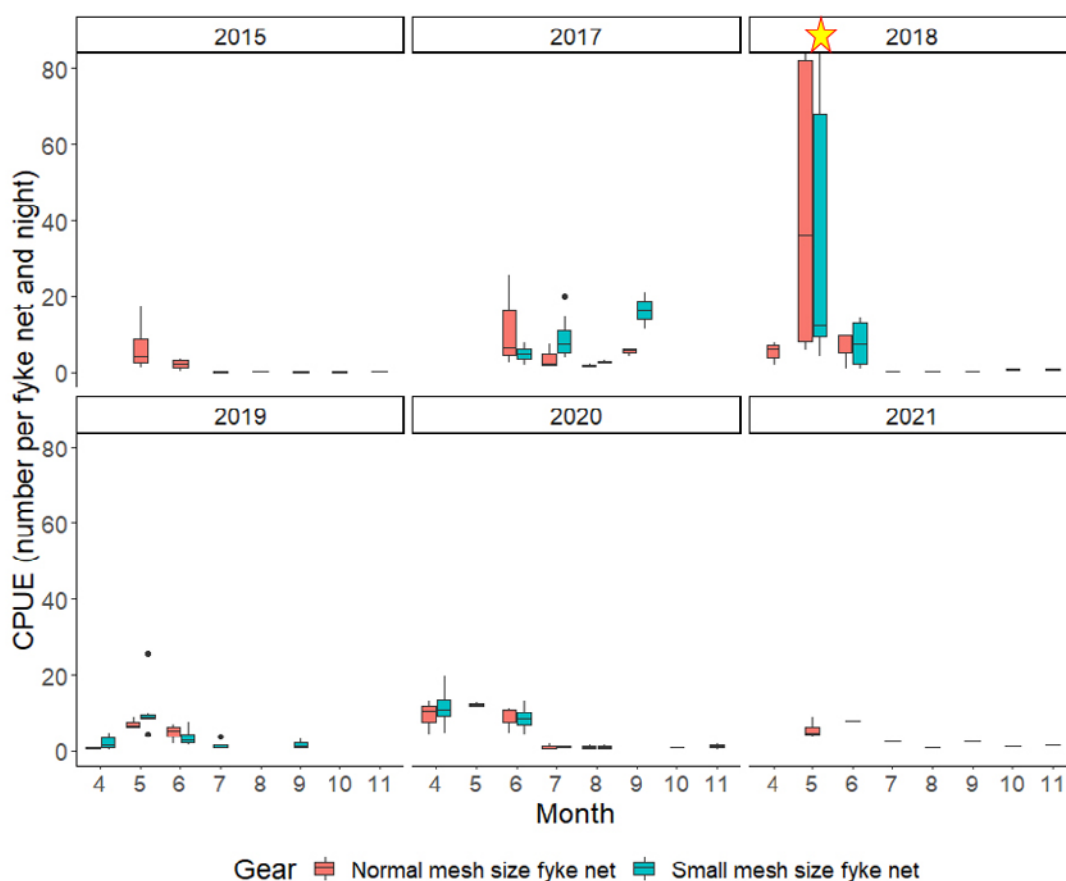


Figure 23. Catch per unit effort in Karlskrona SD 25, as the number of round goby per fyke net and night. The star in the 2018 panel, indicate the maximum CPUE (206) for small mesh size fyke nets, outside the limit of the y-axis.

Other locations than previously described, was also fished outside Karlskrona in 2015 with normal mesh size fyke nets. The average CPUE was highest in May (2 round gobies per fyke net and night, Figure 24), which is lower than CPUE in Figure 23 (6.5), indicating that abundance vary locally within the same area and time period.

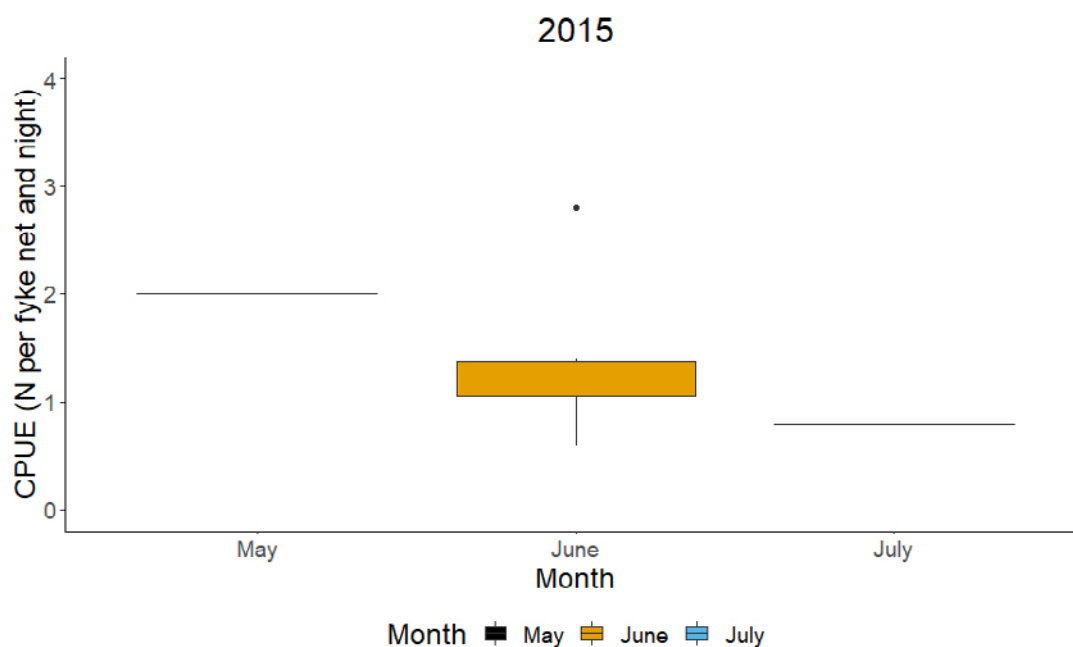


Figure 24. CPUE (number of gobies per fyke net and night) for fisherman B, fishing with normal mesh size fyke nets along the coast in Karlskrona in 2015.

Depth

The depth range was small (2–5 m), and round goby were caught in all depth intervals. The depth distribution of CPUE (number of round goby per fyke net and night) shows that CPUE for 2018 was much higher at 3–4 m depth for both gears and for other years, only slightly higher (Figure 25).

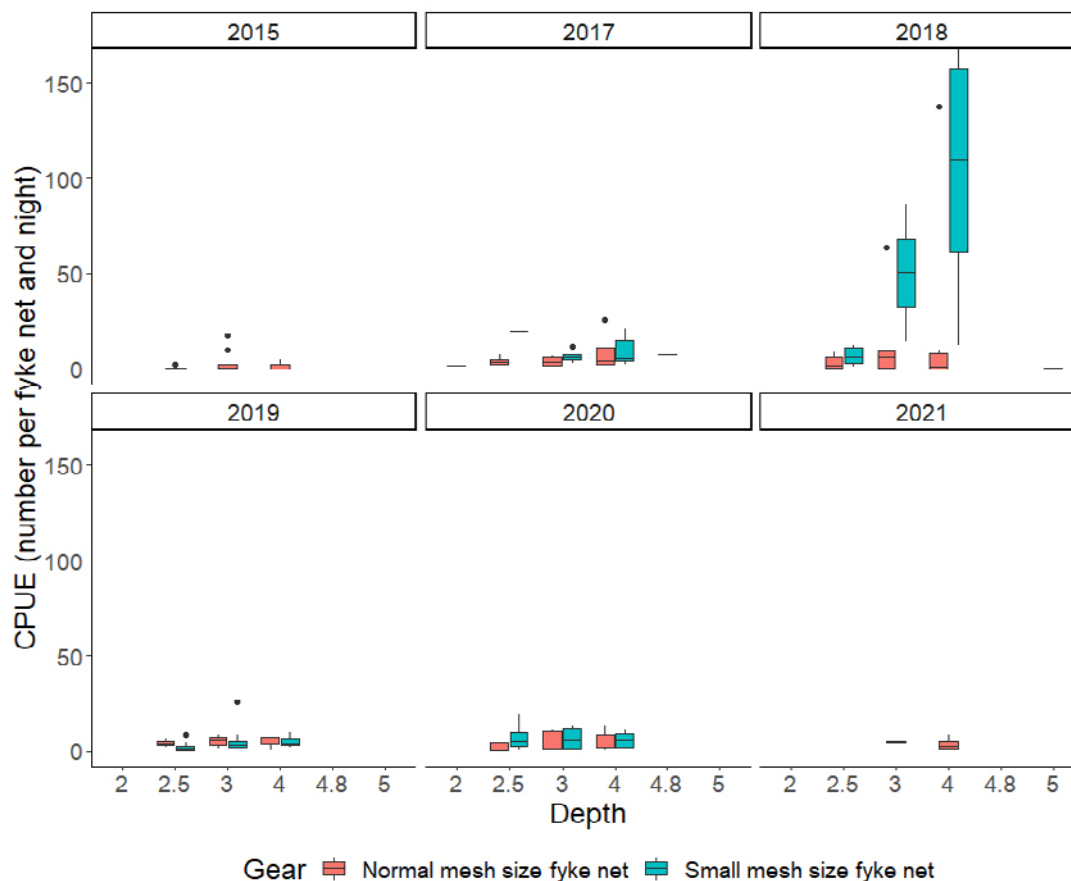


Figure 25. Depth distribution: catch per unit effort as the number of round goby per fyke net and night, divided per depth interval and year for small- and normal mesh size fyke nets in Karlskrona.

Bycatch: Normal mesh size fyke nets

All species in the catch were registered as number of fish, from 2018 to 2021. The majority of the catch in the normal mesh size fyke nets consisted of round goby (50.5–81.9 %, Figure 26). Eel, a red listed fish species, was the second most common species in the catch during the time period (4.3–16.8 %). The length of eels was not measured, but the weight was estimated. Approximately 46 % weighed < 400 g, 30 % weighed 400–700 g, 14 % weighed 700–1000 g and 9 % weighed > 1000 g. Perch was the third most common species for the time period 2018–2020, and eelpout for 2021. Round goby has decreased in the catch compared to other species since 2018, while eel has increased.

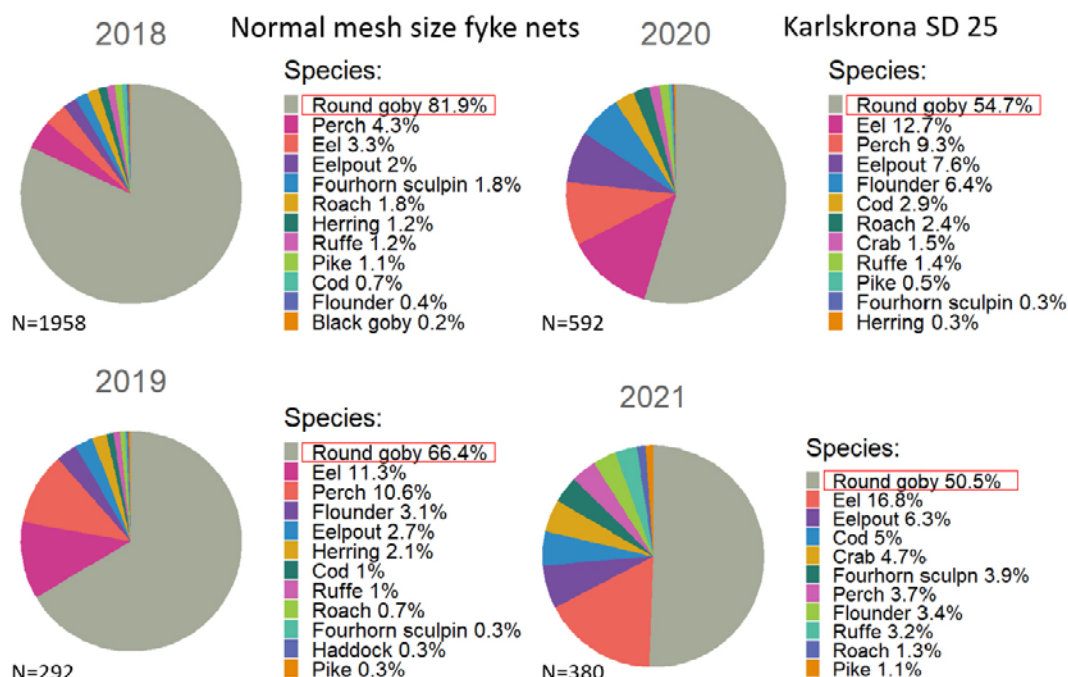


Figure 26. Species distribution for normal mesh size fyke net 2018–2021 in Karlskrona. The twelve most common species are shown in the pie charts.

Bycatch: Small mesh size fyke nets

Round goby was the most common species in the catch for the small mesh size fyke nets (37.4–89.4 %) for the time period 2018–2020 (Figure 27). Eel was the second most common species (3.1–13.6 %), and approximately 56% weighed < 400 g, 24 % weighed 400–700 g, 18 % weighed 700–1000 g and 2 % weighed > 1000 g. Perch was the third most common species (2.2–14.4 %). For both gears, 2018 stands out as the year with highest abundance of round goby.

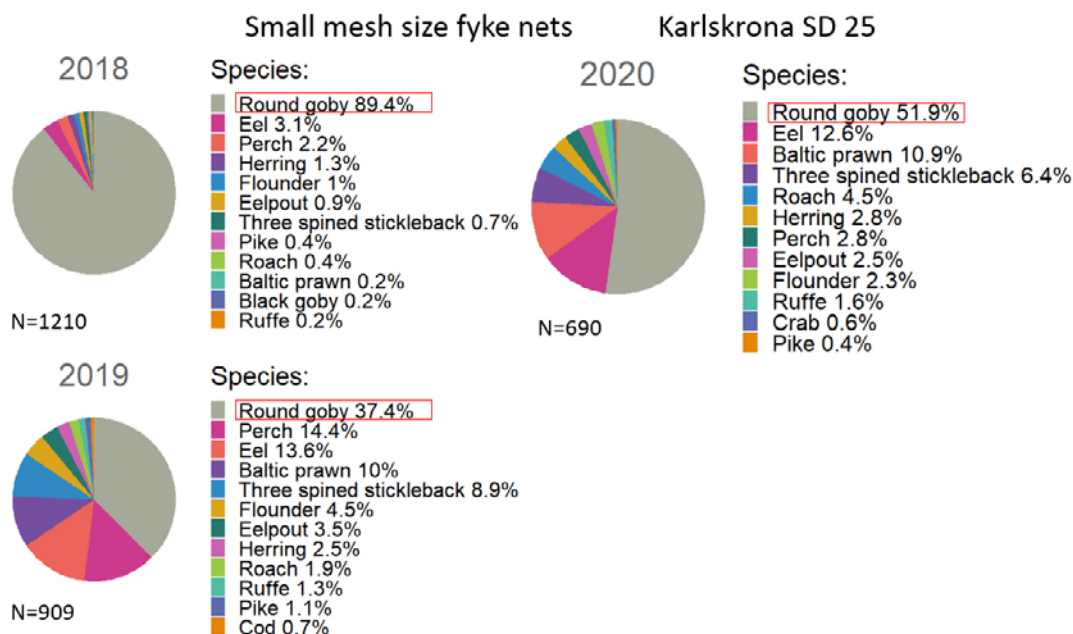


Figure 27. Species distribution for small mesh size fykenet 2018-2020 in Karlskrona. The twelve most common species are shown in the pie charts.

Muskö SD 27

Round gobies were collected in Muskö (Figure 2, location 4), during August 2021 with paired fyke nets (14 mm mesh size in the cod end) for an experiment in Älvkarleby. The CPUE varied between 2–11 round gobies per fyke net and night (Figure 28).

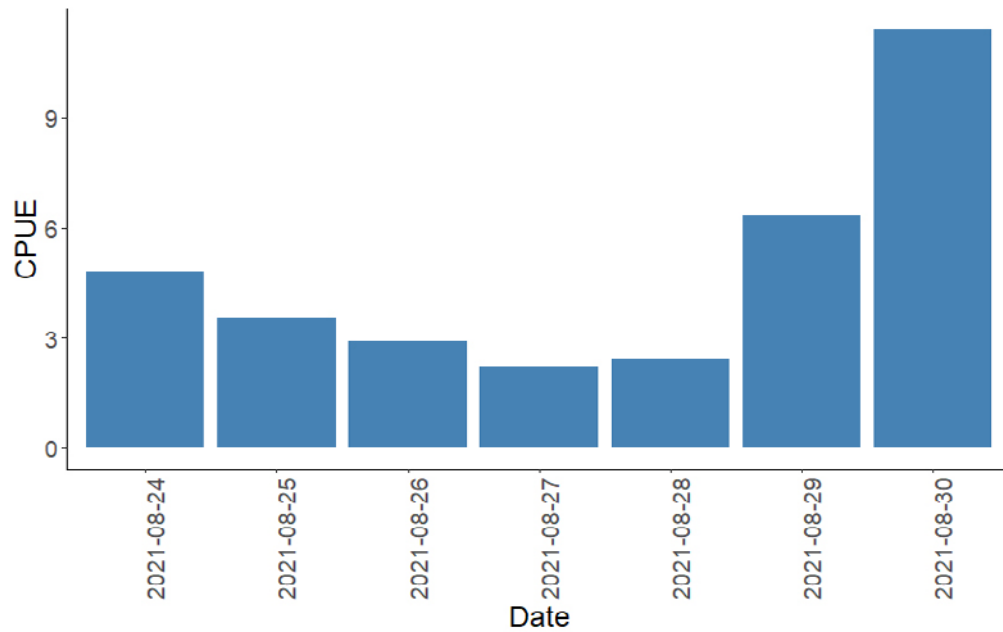


Figure 28. CPUE as the number of round gobies per fyke net and night in Muskö SD 27.

The length distribution ranged between 7–19 cm with the peak at 11 and 12 cm (Figure 29).

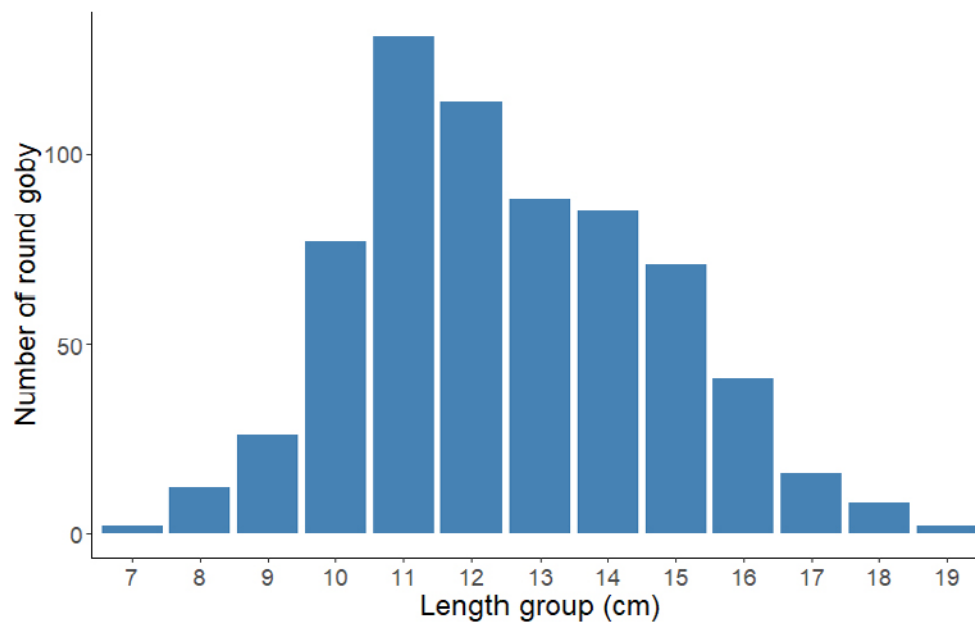


Figure 29. Length distribution of round goby catch with eel fyke nets in Muskö in August.

Round goby was the most common species in the catch (84.4 %), thereafter eelpout (5.4 %) and roach (4.9 %, Figure 30).

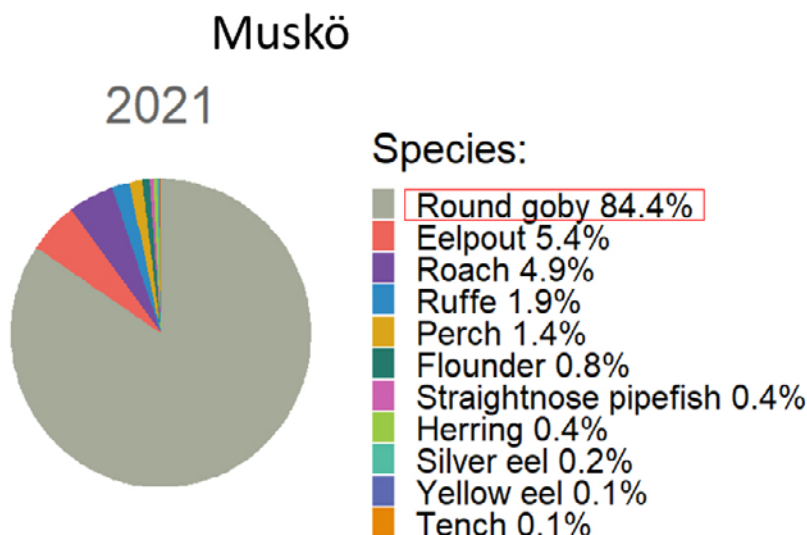


Figure 30. Species distribution for eel fykenet 2021 in Muskö. All species are shown in the pie charts.

Commercial fishery for round goby

Comments from scientists about commercial fisheries on round goby

- In the Gulf of Finland round gobies can be caught at relatively deep water. However, as fyke nets are mostly used, the depth is approximately 2–10 m, seldom more. The fish is caught when it is active, generally during the summer months.
- In Estonia, commercial fishing is generally conducted with fykenets. It is possible, however, to use gillnets as well. The monthly landings for 2020 showed the peak catches in June, but also lower catches in November and December.
- Round gobies are mostly landed with the gear that is used in coastal fisheries. The fyke nets that are used in round goby fishery today were previously used for catching perch. But as the perch population in Pärnu bay, Gulf of Livonia (also known as Gulf of Riga) is in rather poor state, the fishermen switched to round goby instead. So, if we consider it now as a target species then the bycatch is “all other coastal commercial fish species”.
- The available information from the Latvian scientific gillnet survey clearly indicated a peak in the abundance of the round goby in shallow waters from April to June.

Literature review

Gear used to catch round goby in Baltic Sea (in scientific papers)

Our literature review about the gears to catch round goby in Baltic Sea showed that both passive gears (including fyke nets, traps, fishing rods and gillnets) and active gears (including beach seine, trawl and electrofishing) were used to collect this species from different areas, mostly during mid-spring and summer (Table 2). Passive gears were more common and there were some sampling events during September and November (Table 2). Commercial fishermen use mostly fyke nets and trap nets to catch round goby. It seems that fykenet is a suitable gear to catch round goby especially in shallow waters and that early summer is a proper time to fish gobies because they are more abundant and active. Similarly, intense fyke fishing at night was recommended to catch round goby in the outlet channel of the Karrebaek and Dybsoe estuary, situated in the Western Baltic Sea (Christoffersen *et al.*, 2019). In three monitored locations in 2017 in the western Baltic Sea (Denmark), CPUE was highest in May (7–9 kg/fyke net) compared to other months (April – October), (Brauer *et al.*, 2020). Acoustic telemetry and snorkel surveys revealed that round goby is most active at night and conduct seasonal migrations off shore to deeper habitats during winter, and return to coastal shallower waters in spring, while they stay more stationary during summer (Blair *et al.*, 2019; Christoffersen *et al.*, 2019). Knowledge about seasonal distribution can be used when targeting round goby in commercial fishery to increase efficiency throughout the year.

The commercial fishery targeting round goby has increased over time in the southern Baltic Sea and among the largest landings were reported from the Latvian coast, increasing from < 1 ton in 2011 to > 500 ton in 2016 (Kornilovs, 2017). Also, in the Gulf of Finland, as much as > 80 % of the biomass in gillnet catches (mesh size 36–44 mm) consisted of round goby in the 2010s (ICES, 2017). Statistical modelling based on environmental data and catches in the Baltic Sea, indicate that round goby in general prefer shallow, warmer waters, sheltered from wave exposure (Holmes *et al.*, 2019). They are more likely to be found close to harbours and areas with intense shipping traffic, as they are primarily introduced to new areas through ballast water discharge. Early invasion, usually consists of a few individuals with limited distribution, to gradually colonizing larger areas in shallow waters, preferably stony habitats, but with time also sandy bottoms (Sapota, 2004). Round goby has the capacity to habitat a wide range of salinities from marine, brackish to freshwater (Charlebois *et al.*, 1997), and even if there have been no findings in Swedish freshwater yet, there is a risk with increased dispersal and distribution in the future.

Table 2. Overview of round goby catches with passive gears from scientific literature.

Gear	Type	Location	Sampling time	Gear details	References
Passive gear	Fyke nets + / - fishing rod	Gulf of Gdańsk, Baltic Sea, Poland	2001–2003	Fyke nets	(Kvach and Skóra, 2007)
		Gulf of Gdańsk (Baltic Sea): in Gdynia harbour	Aug 2016 & June–July 2017	Angling and fyke nets	(Sokołowska and Fey, 2011)
		Szczecin and Kamieński lagoons	2009	Fyke nets	(Czugała and Woźniczka, 2010)
		Southwestern Baltic Sea	July 5 and September 5, 2010	By fishermen using fyke nets (and personally using seine)	(Kvach and Winkler, 2011)
		Gulf of Gdańsk (southern Baltic Sea)	April 2007, October 2011, July 2007, 2012	Fishing rod in Gdynia Harbour; fyke nets near Hel Harbour	(Guellard <i>et al.</i> , 2015)
		Two sites in Mariehamn, Finland	August 20 through mid-September 2014	Small fyke nets	(Schrandt <i>et al.</i> , 2016)
		Guldborgsund, Kalvehave, and Karrebæksminde	April 2017 to November 2017	Fyke nets (30 mm mesh size) to target eels (72–94 h)	(Brauer <i>et al.</i> , 2020)
		Western Baltic Sea (Schleswig Holstein, Germany)	August–October 2014	Angling	(Matern <i>et al.</i> , 2021)
	Gillnets	Baltic Sea		Nordic coastal survey nets (45 m long)	(Karlsson, 2015)
		Coastal waters of SE Baltic Sea	May–October 2012	Multi mesh gill nets, depths 6 to 11 m	(Skabeikis and Lesutienė, 2015)
		Curonian Lagoon (SE Baltic Sea)	2007–2012	Multipanel gill nets (40 m length, mesh sizes 14, 17, 21.5, 25, 30 mm)	(Rakauskas <i>et al.</i> , 2013)
		NE Baltic Sea	April, 2002	Trapnet at 5 m	(Ojaveer, 2006)
		Coastal waters of SE Baltic Sea	May–October 2012	Baited minnow trap (2.5 mm MS), depth 2–3 m, small gobids	(Skabeikis and Lesutienė, 2015)
	Traps	Field station in Baltic Sea	2nd of August 2014	Local fishermen's basket trap (5 m depth)	(Nurkse <i>et al.</i> , 2016)
		Two sites in Mariehamn, Finland	August 20 through mid-September 2014	Crawfish cage traps	(Schrandt <i>et al.</i> , 2016)
		Denmark, Lithuania, Estonia and Finland	June 2015	Identical trap assays at each site	(Herlevi, 2017)
		Pärny bay, Gulf of Riga		Fisherman's basket trap	(Nurkse <i>et al.</i> , 2018)
		NE Baltic Sea	Spring (June) 2016 – spring (June) 2017	Trapnet	(Ojaveer <i>et al.</i> , 2020)

Table 3. Overview of round goby catches with active gears from scientific literature.

Gear	Type	Location	Sampling time	Gear details	References
Active gear	beach seine and/or trawl	Gulf of Gdańsk, Baltic Sea, Poland	July	Beam trawls (2 m wide) in depth 5–50 m	(Sapota, 2004)
		Gulf of Gdańsk, Baltic Sea, Poland	2001–2003	Trawl and sweep	(Kvach and Skóra, 2007)
		Curonian Lagoon (SE Baltic Sea)	2007–2012	Beach seine	(Rakauskas <i>et al.</i> , 2013)
		Latvian coast	May–June 1998–2014	Beach seine	(Ustups <i>et al.</i> , 2016)
		Inshore lagoon & Oderbank Plateau (up to 14 m)	May 2011 – July 2012	Beach seine and trawl	(Oesterwind <i>et al.</i> , 2017)
		Pomeranian Bay, Western Baltic Sea	Aug–Nov 2014	Beam trawl	(Oesterwind <i>et al.</i> , 2017)
		Greifswald Bay, Western Baltic Sea	2014–2015 (April)	Beach seine (mesh size 5 mm, net opening 7 m)	(Wiegleb <i>et al.</i> , 2018)
		Szczecin and Kamieński lagoons	2009	Trawlings	(Czugała and Woźniczka, 2010)
	Electrofishing	North Estonian coast	2011	Backpack electrofishing gear	(Verliin <i>et al.</i> , 2017)
Others		Baltic sea costal area (Liepaja, West Latvia)	August 2015 and 2017		(Gruduls <i>et al.</i> , 2018)
		Western Baltic Sea		Acoustic telemetry and snorkel surveys	(Christoffersen <i>et al.</i> , 2019)
		The entire Baltic Sea		Database (modelling)	(Holmes <i>et al.</i> , 2019)

Acknowledgement

We would like to thank the fishermen Johan Eriksson, Sören Flodberg, Ture Hagman, Per Månsson, Mikael Nord, and Leif Stigenberg for collecting round goby and deliver catch data. The research conducted within this project was financed by the Swedish Board of Agriculture and European Fisheries Foundation (Leader Sydost) as well as by the Environmental Research Grant from Swedish Environmental Protection Agency in cooperation with Formas.

References

Behrens, J. W., Ryberg, M. P., Einberg, H., Eschbaum, R., Florin, A.-B., Grygiel, W., Herrmann, J. P., Huwer, B., Hüsey, K., Knospina, E., Nõomaa, K., Oesterwind, D., Polte, P., Smoliński, S., Ustups, D., van Deurs, M. & Ojaveer, H. (2022). Seasonal depth distribution and thermal experience of the non-indigenous round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea: implications to key trophic relations. *Biological Invasions* 24(2): 527–541.

- Bergström, L. & Karlsson, M. (2016). Djupstratifierat provfiske med småryssjor. *Havs- och vattenmyndigheten*.
- Blair, S. G., May, C., Morrison, B. & Fox, M. G. (2019). Seasonal migration and fine-scale movement of invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) in a Great Lakes tributary. *Ecology of Freshwater Fish* 28(2): 200–208.
- Brauer, M., Behrens, J. W., Christoffersen, M., Hyldig, G., Jacobsen, C., Björnsdóttir, K. H. & van Deurs, M. (2020). Seasonal patterns in round goby (*Neogobius melanostomus*) catch rates, catch composition, and dietary quality. *Fisheries Research* 222: 105412.
- Charlebois, P. M., Marsden, J. E., Goettel, R. G., Wolfe, R. K., Jude, D. J. & Rudnika, S. (1997). *The round goby, Neogobius melanostomus (Pallas): a review of European and North American literature*. Illinois Natural History Survey Special Publication no. 20.
- Christoffersen, M., Svendsen, J. C., Behrens, J. W., Jepsen, N. & van Deurs, M. (2019). Using acoustic telemetry and snorkel surveys to study diel activity and seasonal migration of round goby (*Neogobius melanostomus*) in an estuary of the Western Baltic Sea. *Fisheries Management and Ecology* 26(2): 172–182.
- Czugała, A. & Woźniczka, A. (2010). The River Odra estuary—another Baltic Sea area colonized by the round goby *Neogobius melanostomus* Pallas, 1811. *Aquatic Invasions* 5(Suppl 1): 61–65.
- Gruduls, A., Balina, K., Ivanovs, K. & Romagnoli, F. (2018). Low temperature BMP tests using fish waste from invasive Round goby of the Baltic Sea.
- Guellard, T., Sokołowska, E. & Arciszewski, B. (2015). First report on intersex in invasive round goby *Neogobius melanostomus* from the Baltic Sea (Gulf of Gdańsk, Poland). *Oceanologia* 57(1): 102–106.
- Herlevi, A. A. (2017). Economic growth or sowing the seeds of destruction? The role of economic development zones in China. *Journal of Chinese political science* 22(4): 675–689.
- Holmes, M., Kotta, J., Persson, A. & Sahlin, U. (2019). Marine protected areas modulate habitat suitability of the invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 229: 106380.
- ICES (2017). Advice on fishing opportunities, catch, and effort Baltic Sea Ecoregion. Cod (*Gadus morhua*) in subdivisions 24–32, eastern Baltic stock (eastern Baltic Sea). Available at: <https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2017/2017/cod.27.24-32.pdf>
- Karlsson, M. (2015). Provfiske i Östersjöns kustområden–Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät. *Havs- och vattenmyndigheten. Version 1(3)*.
- Kornilovs, G. (2017). The state of fish stocks and catch control in the Baltic Sea in 2016-2017. *Latvian Fisheries Yearbook*.
- Kotta, J., Nurkse, K., Puntila, R. & Ojaveer, H. (2016). Shipping and natural environmental conditions determine the distribution of the invasive non-indigenous round goby *Neogobius melanostomus* in a regional sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 169: 15–24.

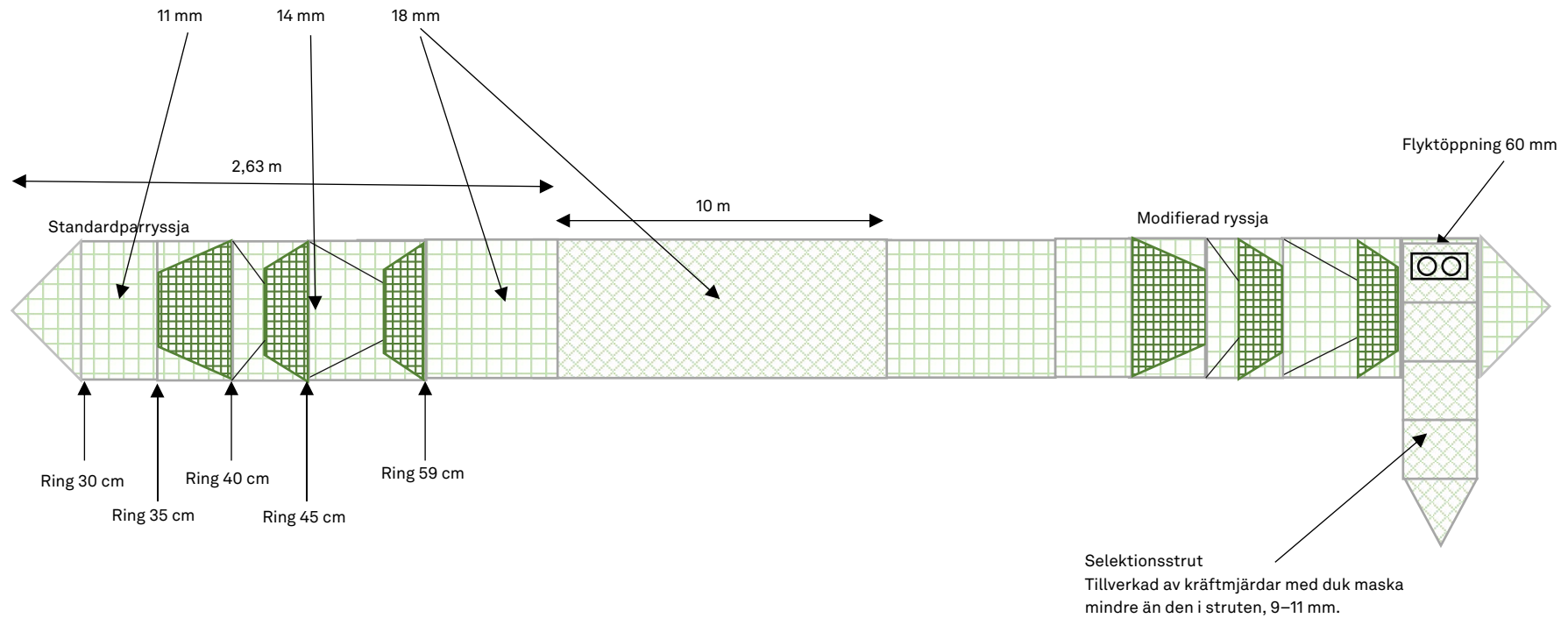
- Kvach, Y. & Skóra, K. E. (2007). Metazoa parasites of the invasive round goby *Apollonia melanostoma* (*Neogobius melanostomus*)(Pallas)(Gobiidae: Osteichthyes) in the Gulf of Gdańsk, Baltic Sea, Poland: a comparison with the Black Sea. *Parasitology Research* 100(4): 767–774.
- Kvach, Y. & Winkler, H. M. (2011). The colonization of the invasive round goby *Neogobius melanostomus* by parasites in new localities in the southwestern Baltic Sea. *Parasitology Research* 109(3): 769–780.
- Matern, S., Herrmann, J.-P. & Temming, A. (2021). Differences in diet compositions and feeding strategies of invasive round goby *Neogobius melanostomus* and native black goby *Gobius niger* in the Western Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 16(2).
- Nurkse, K., Kotta, J., Orav-Kotta, H. & Ojaveer, H. (2016). A successful non-native predator, round goby, in the Baltic Sea: generalist feeding strategy, diverse diet and high prey consumption. *Hydrobiologia* 777(1): 271–281.
- Nurkse, K., Kotta, J., Rätsep, M., Kotta, I. & Kreitsberg, R. (2018). Experimental evaluation of the effects of the novel predators, round goby and mud crab on benthic invertebrates in the Gulf of Riga, Baltic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 98(1): 25–31.
- Oesterwind, D., Bock, C., Förster, A., Gabel, M., Henseler, C., Kotterba, P., Menge, M., Myts, D. & Winkler, H. M. (2017). Predator and prey: the role of the round goby *Neogobius melanostomus* in the western Baltic. *Marine Biology Research* 13(2): 188–197.
- Ojaveer, H. (2006). The round goby *Neogobius melanostomus* is colonising the NE Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 1(1): 44–45.
- Ojaveer, H., Turovski, A. & Nõomaa, K. (2020). Parasite infection of the non-indigenous round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 15(1).
- Rakauskas, V., PŪTYS, Ž., Dainys, J., LESUTIENĖ, J., LOŽYS, L. & ARBAČIAUSKAS, K. (2013). Increasing population of the invader round goby, *Neogobius melanostomus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae), and its trophic role in the Curonian Lagoon, SE Baltic Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 43(2).
- Sapota, M. R. (2004). The round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Gulf of Gdańsk—a species introduction into the Baltic Sea. In *Biology of the Baltic Sea*, pp. 219–224: Springer.
- Schrandt, M. N., Stone, L. C., Klimek, B., Makelin, S., Heck, K. L., Mattila, J. & Herlevi, H. (2016). A laboratory study of potential effects of the invasive round goby on nearshore fauna of the Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 11(3).
- SEAmBOTH, M. (2019). Mustatäplätokon maailmanvalloitus. <https://www.bonus-inspire.org/>
- Skabeikis, A. & Lesutienė, J. (2015). Feeding activity and diet composition of round goby (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814) in the coastal waters of SE Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 44(4): 508–519.

- Sokołowska, E. & Fey, D. (2011). Age and growth of the round goby *Neogobius melanostomus* in the Gulf of Gdańsk several years after invasion. Is the Baltic Sea a new Promised Land? *Journal of Fish Biology* 78(7): 1993–2009.
- Ustups, D., Bergström, U., Florin, A., Kruze, E., Zilniece, D., Elferts, D., Knospina, E. & Uzars, D. (2016). Diet overlap between juvenile flatfish and the invasive round goby in the central Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 107: 121–129.
- Verliin, A., Kesler, M., Svirgsden, R., Taal, I., Saks, L., Rohtla, M., Hubel, K., Eschbaum, R., Vetemaa, M. & Saat, T. (2017). Invasion of round goby to the temperate salmonid streams in the Baltic Sea. *Ichthyological Research* 64(1): 155–158.
- Wiegand, J., Kotterba, P., Hammer, C. & Oesterwind, D. (2018). Predation of the round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) on Atlantic herring eggs in the Western Baltic Sea. *Marine Biology Research* 14(9-10): 989–1003.

Bilaga 3 – Redskap

2022

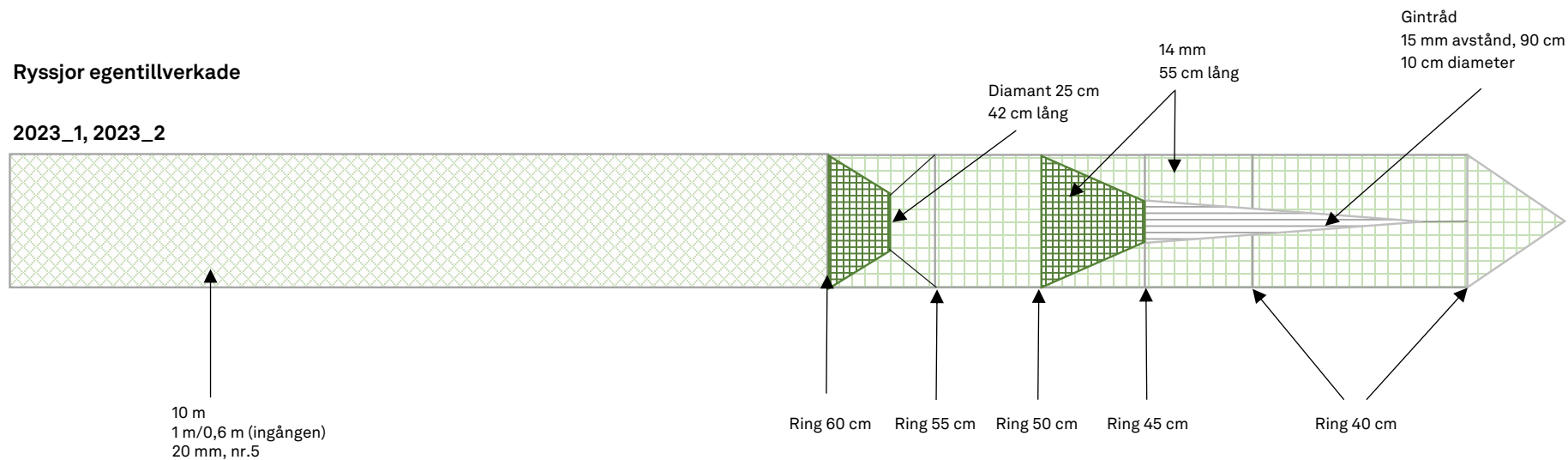
Ryssjor av standardtyp

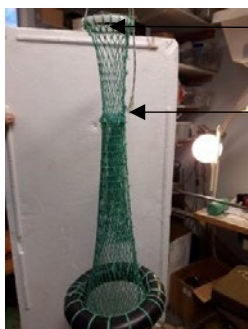


2023

Ryssjor egentillverkade

2023_1, 2023_2



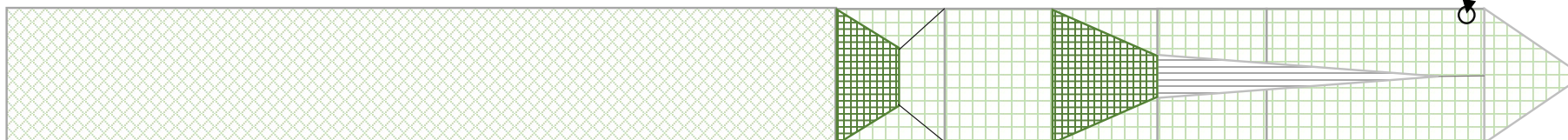


18 maskor

15 maskor

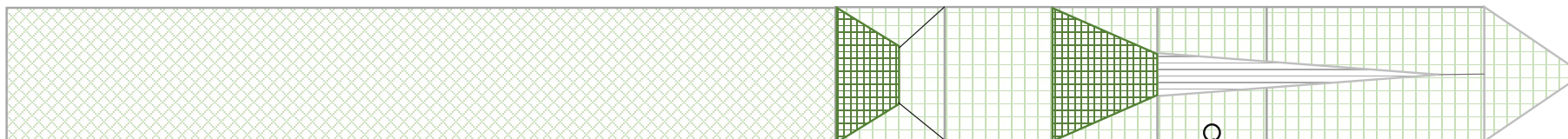
Uppsamlingsstrut
Användes vid provfiske under 2023
Fästes mot flyktöppning i modeller 3–8
Grön 14 mm nylonduk.

2023_3

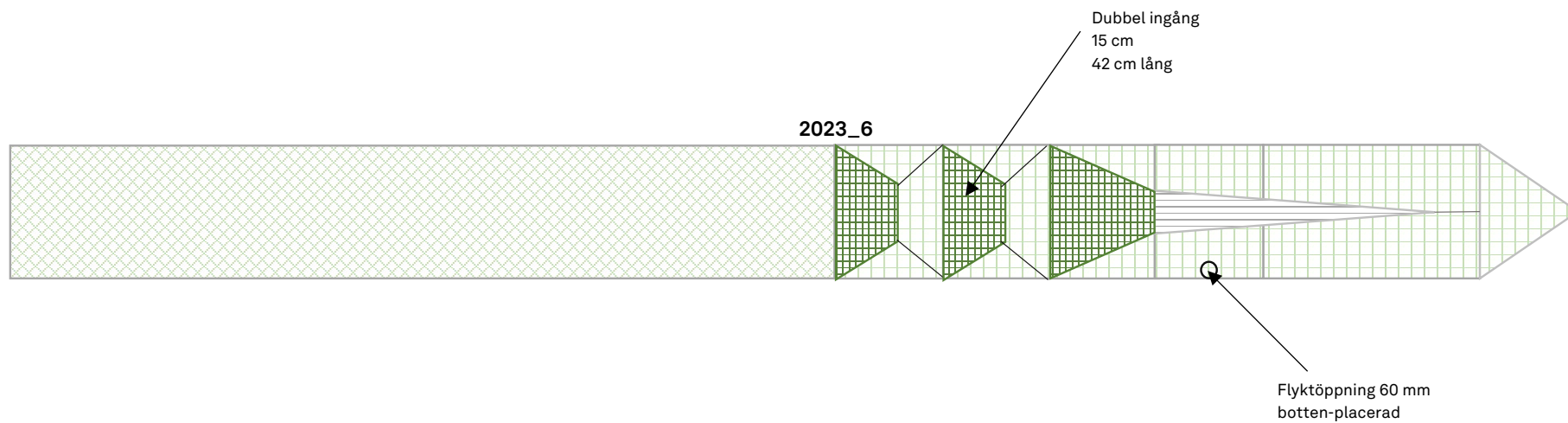
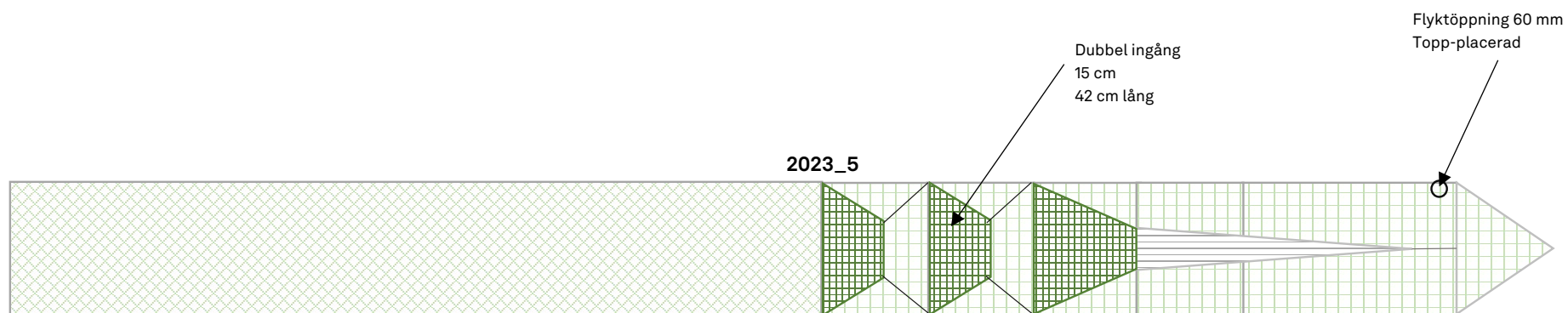


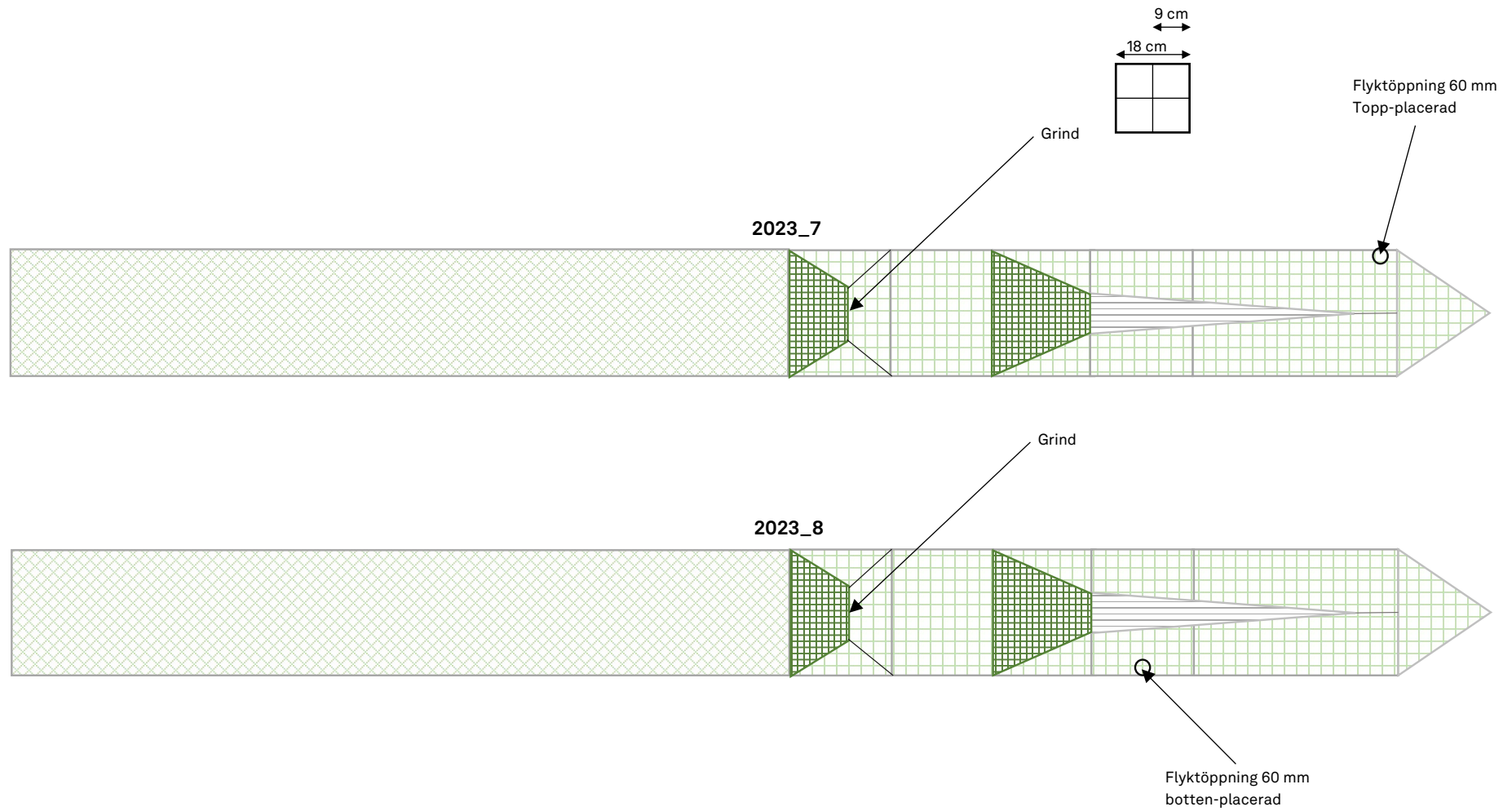
Flyktöppning 60 mm
Topp-placerad

2023_4



Flyktöppning 60 mm
botten-placerad





Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte
Naturvårdsverkets ställningstagande.
Författaren svarar själv för innehållet
och anges vid referens till rapporten.

Svartmunnad smörbult – förvandla risk till resurs

Rapporten presenterar resultat från ett projekt med syfte att kvantifiera effekten av svartmunnad smörbult i svenska vatten, utveckla nya metoder för att minska spridning och begränsa täthet, samt att undersöka potentialen att nyttja arten som resurs. Modellering pekar på att en invasion av svartmunnad smörbult gynnar förekomst av rovfiskar medan sik och skrubbskädda minskar. Experiment tyder på att arten kan vara en risk för laxfiskars lek. Ekonomiska analyser visar en negativ effekt på värdet av fritidsfisket. Projektet visar också att befintliga barriärer i flodsystem och hög hastighet i slitsrännor kan sakta ned men inte hindra spridning. Rovfiskar visade sig i både fält och experiment äta stor mängd svartmunnad smörbult och även i modeller ha en negativ effekt på dess förekomst i kustvatten. Det bör därför gå att begränsa smörbulten genom att stärka rovfiskbestånden. Projektet modifierade även vanliga fiske-redskap som ryssjor att fånga smörbult effektivt men släppa ut bifångst.



Havs
och Vatten
myndigheten