



Sverige och sjömaten

– idag och i morgon.

Kan vi samtidigt öka produktion, konsumtion och hållbarhet?

Friederike Ziegler, Anna Axelsson, Christophe Sanders, Sara Hornborg



Mistra Food Futures Report #17

Sverige och sjömaten – idag och imorgon

Kan vi samtidigt öka produktion, konsumtion och hållbarhet?

Seafood in Sweden – today and tomorrow.

Can we increase production, consumption and sustainability at the same time?

Författare: Friederike Ziegler, Anna Axelsson, Christophe Sanders (praktikant hösten 2022), Sara Hornborg, RISE Research Institutes of Sweden, Jordbruk och Livsmedel

Denna rapport är framtagen inom forskningsprogrammet Mistra Food Futures. Det övergripande målet för programmet är att skapa en vetenskapligt baserad plattform som bidrar till att det svenska livsmedelssystemet kan transformeras till ett system som är ekonomiskt, socialt och miljömässigt hållbart samt resilient och kan leverera hälsosam mat. Målet uppnås genom att utveckla ett nära samarbete mellan akademin och ett antal nyckelaktörer i det svenska livsmedelssystemet. Den här rapporten utgör en del av Mistra Food Futures arbete med att beskriva produktionssystem som minskar klimatpåverkan. Detta utgör en av de centrala frågeställningarna inom Mistra Food Futures.

Mistra Food Futures leds och samordnas av Sveriges lantbruksuniversitet SLU i samarbete med forskningsinstitutet RISE och Stockholm Resilience Centre vid Stockholms universitet. Övriga partners inom programmet omfattar en bred representation av aktörer från akademi, näringsliv, branschorganisationer och regioner.

www.mistrafoodfutures.se

Publication: Mistra Food Futures Report #17
Year of publication: 2023
Publisher: Swedish University of Agricultural Sciences
Cover photo: NN
Print: SLU Repro, Uppsala
ISBN: 978-91-8046-874-9 (electronic), 978-91-8046-873-2 (print)



Sammanfattning

Sjömat, beroende på art och produktionsmetod, har visat sig vara ett bra alternativ till framför allt rött kött ur både miljö- och hälsosynpunkt. Sverige har dock utvecklingsbehov vad gäller såväl konsumtion som produktion av sjömat – vi når idag inte upp till Livsmedelsverkets rekommendation om att äta 2–3 portioner per vecka, vi håller oss till få arter och importerar dessutom omkring 75% av den sjömat vi äter. Att undersöka utvecklingspotentialen för svensk sjömatsektor är med andra ord högst relevant, inte minst mot bakgrund av den svenska livsmedelsstrategin som bl a syftar till ökad inhemsk produktion och försörjningskapacitet. Det är också viktigt att utvecklingen sker inom de delar av sektorn som är mest hållbara. Detta innebär exempelvis att fiskets fångster inte kan öka, utan i stället bör användas mer effektivt än idag. Syftet med den här rapporten är att kartlägga miljövtrycket av dagens produktion och konsumtion av sjömat och modellera framtidsscenarier för 2030 och 2045. Tanken är att ge en bild av hur det *skulle kunna* se ut, genom att kombinera pågående och önskvärda trender kring sjömat, snarare än att försöka ge en exakt bild av hur framtiden kommer att bli. Rapporten är främst tänkt att utgöra ett diskussionsunderlag för vad som behöver göras för att nå dit. Vi undersöker också om det finns förutsättningar att kunna tillgodose Sveriges befolkning med sjömat enligt rekommendationerna, samtidigt som klimatavtrycket minskar.

För de arter som dominerar dagens produktion respektive konsumtion identifierades de viktigaste produktionsteknikerna och bästa tillgängliga data för klimatavtrycket av dessa. För produktionen vägdes även potentiell övergödning samt påverkan på bestånd och bottenhabitat in och diskuterades semi-kvantitativt/kvalitativt. Framtidsscenarierna baserades sedan på fyra åtgärder för att öka produktionen och/eller minska klimatavtrycket: 1) ökat vattenbruk, 2) ökad användning av pelagisk fisk till livsmedel, 3) ökad användning av sidoströmmar från fiskberedning till livsmedel samt 4) minskat klimatavtryck och bränsleåtgång inom fisket bl a genom mer hållbar förvaltning. För att modellera framtida konsumtion antogs att fördelningen mellan huvudtyper av sjömat, t ex vitfisk och laxfisk, var liknande, men att efterfrågan på de mest klimatsmarta alternativen inom varje grupp ökade.

Analysen visar att det totala klimatavtrycket och övergödningspotentialen ökar när större volymer produceras, liksom klimatavtrycket per kilo med den sammansättning som är vald. Närsaltsutsläpp med potentiell övergödande effekt ökar både totalt och per kg p g a ökad produktion av kassodlad fisk. Vad gäller konsumtion innebär en växande inhemsk produktion i kombination med en förändrad sammansättning inom och mellan sjömatkategorier att vi kan nå upp till Livsmedelsverkets rekommendationer, samtidigt som sjömatkonsumtionens totala klimatavtryck minskar. Dessutom kan utveckling av teknik och foder leda till ytterligare förbättringar som vi idag inte kan förutse, men det kan också ske försämringar p g a klimatförändringarna. Det finns således teoretiska förutsättningar att öka både produktion och konsumtion till nivåer som ligger i linje med nationella behov och rekommendationer, och samtidigt minska klimatavtrycket per kg sjömat konsumerad. För att realisera detta krävs breda och målinriktade samarbeten mellan myndigheter och näring, hållbara inköpsstrategier samt långsiktigt hållbar förvaltning av fisket. Det finns många fördelar med att öka den inhemska produktionen, men trots kortare transporter är svenskproducerad sjömat inte per definition mer hållbar än importerad – det viktigaste är *hur* den är producerad. Det finns även behov av att utveckla vad som kännetecknar mervärden kring svensk sjömat. Ur perspektivet hållbara dieter är det dessutom viktigt att se till helheten, dvs även vilka produkter den nya sjömaten *ersätter*.

Nyckelord: sjömat, Sverige, produktion, konsumtion

Abstract

Seafood, depending on species and production method, has generally proven to be a good alternative to especially red meat from both an environmental and health perspective. However, Sweden is lagging behind in terms of both consumption and production of seafood – we do not reach the Swedish Food Agency’s dietary advice of having 2-3 portions per week, we eat only few species and import around 75% of the seafood consumed. In other words, investigating the development potential for the Swedish seafood sector is highly relevant, not the least in light of the national food strategy, where one aim is to increase domestic food production. It is also important to allow for sustainable development of the sector, which for instance means that catches cannot increase but should be used more effectively. The purpose of this report is to map the environmental footprint of current seafood production and consumption and model future scenarios for 2030 and 2045. Rather than trying to reflect the definite future, the idea is to show what it *could* look like, by combining ongoing and desirable trends regarding seafood. The report is primarily intended as a basis for discussions of what needs to be done to reach the desired future situation. We also investigate if we, through increased production, will be able to supply Sweden with seafood in accordance with the national recommendations, while reducing the climate impact.

For species dominating Swedish production and consumption today, the most important production techniques and best available data of greenhouse gas (GHG) emissions of these were identified. Eutrophication potential and impact on fish stocks and bottom habitats from production were also weighed in and discussed semi-quantitatively/qualitatively. The future scenarios were then based on possible measures to increase production and/or reduce the climate impact: 1) increased aquaculture, 2) increased use of pelagic fish for human consumption, 3) increased use of side streams from fish processing for human consumption, and 4) reduced climate impact and fuel consumption in fishing partly through more sustainable management. To model future consumption and imports, it was assumed that distribution between main types of seafood, e.g. whitefish and salmonids, remain similar, but that demand for the most climate-efficient alternatives within each group will increase.

Total climate and eutrophication potential increases with larger production and so does climate impact per kg seafood produced with the chosen composition. Nutrient emissions, that may cause eutrophication, increase both in total and per kg due to increasing netpen production of fish. In terms of consumption, it appears that a growing domestic production combined with changed composition within and between seafood categories, together with the growing domestic production, makes it possible to reach the Swedish Food Agency’s recommendations – while reducing the GHG emissions of consumption. In addition, development of feed and technology may lead to further improvements that we cannot foresee today, although climate change also can affect production. Opportunities do exist to increase both production and consumption to levels in line with national needs and recommendations, while reducing GHG emissions per kg seafood consumed. To make this happen, broad and goal-oriented collaborations between authorities and industry, sustainable sourcing strategies as well as a long-term sustainable management of Swedish fisheries is required. Increasing domestic production comes with multiple benefits, but despite shorter transports, Swedish seafood is not by definition more sustainable than imported – the most important aspect also for Swedish seafood is *how* it is produced. What characterizes added values of Swedish seafood also need to be developed, and a holistic perspective is essential, i.e. considering what products new seafood is *replacing*.

Keywords: seafood, Sweden, production, consumption

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	6
1.1. Matens och sjömatens betydelse	6
1.2. Svensk konsumtion och produktion av sjömat	7
1.3. Vad har gjorts tidigare?	9
1.4. Mål och syfte	10
2. Metod	11
2.1. Dagens produktion	11
2.2. Framtida produktion.....	15
2.3. Dagens konsumtion.....	16
2.4. Framtida konsumtion	18
3. Resultat.....	19
3.1. Dagens produktion	19
3.1.1. Klimat	19
3.1.2. Potentiell övergödning	19
3.1.3. Beståndspåverkan	20
3.1.4. Bottenpåverkan.....	22
3.2. Framtida produktion.....	24
3.3. Dagens konsumtion.....	26
3.4. Framtida konsumtion	27
4. Diskussion.....	30
4.1. Konsumtion.....	30
4.2. Produktion.....	31
4.3. Osäkerheter och dataluckor	33
5. Slutsatser/rekommendationer.....	35
Referenser.....	36
Tack.....	40
Bilaga 1: Datakällor	41
Bilaga 2: Svensk handel med sjömat	42

1. Inledning

1.1. Matens och sjömatens betydelse

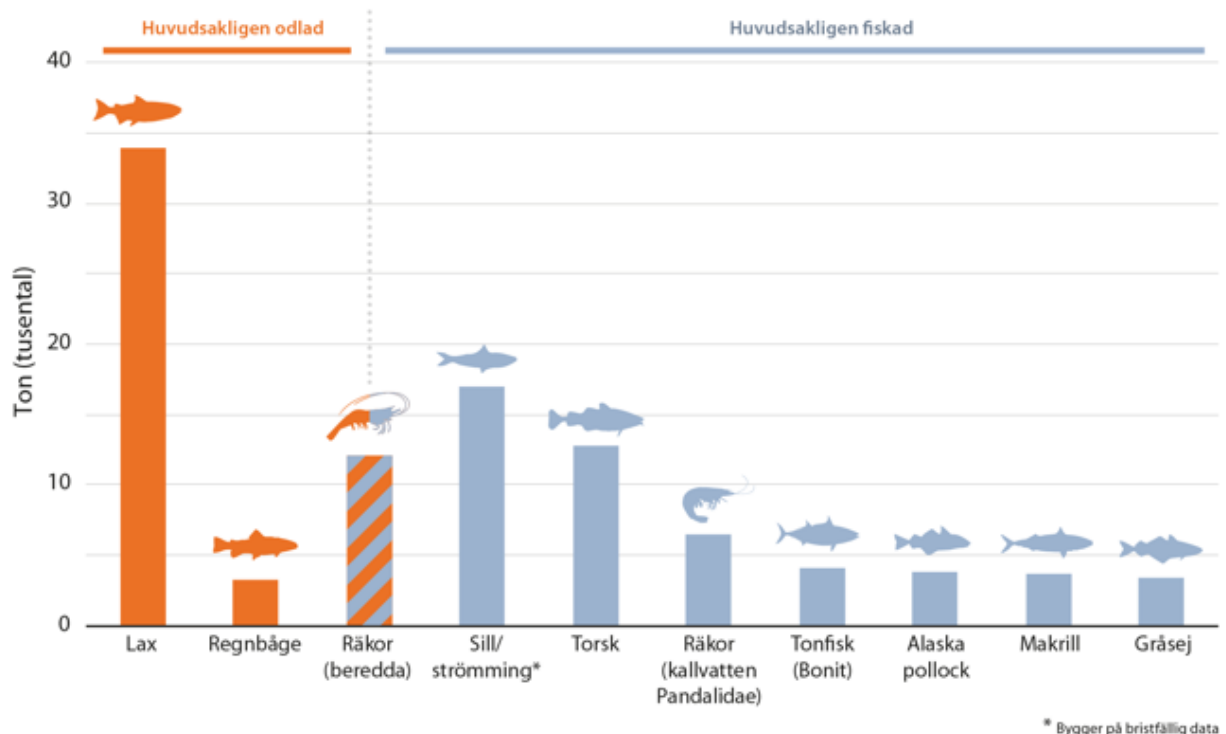
Maten står för en stor del av miljöpåverkan både globalt och av den enskilda människans miljöavtryck. Genom sin stora volym utgör maten en betydande del av vår konsumtion och på grund av dess snabba omloppstid kan vi genom våra matval åstadkomma relativt snabba förändringar (jämfört med t ex bilar där ett köpbeslut idag påverkar utsläppen i många år framöver). Alla de beslut vi dagligen tar kring vad vi ska äta, påverkar vad som säljs och till viss del vad som produceras. Det är dock främst på politisk nivå som förutsättningarna skapas för produktionen utifrån exempelvis ekonomi och lagstiftning; alla beslut som påverkar produktionsvillkoren positivt eller negativt får långsiktig betydelse för hur livsmedelsproduktionen utvecklas, inte minst på sjömatssidan.

Sjömat, d v s djur och växter som odlas eller fiskas i hav eller sötvatten för att användas som mat, har både ur klimat- och hälsosynpunkt visats vara ett bra alternativ till framför allt rött kött, så länge den kommer från hållbart fiskade bestånd och fiskats eller odlats med resurseffektiva metoder (Gephart m fl 2021, Bianchi m fl 2022). Det finns dock stora skillnader både mellan olika typer av sjömat, och inom en och samma art, beroende på produktionsmetod. Därför är det viktigt att främja de former av fiske och vattenbruk som leder till minst miljöbelastning – och att arbeta med förbättringar i alla system – genom åtgärder både i produktion och konsumtion. Detta särskilt mot bakgrund av att konsumtionen rekommenderas att öka (SLV 2022), i Sverige och i många andra länder.

Sjömatproduktion är idag en liten och ganska osynlig del av svensk livsmedelssektor. Samtidigt har den stor potential att växa, vilket vore positivt ur många synvinklar. Ett exempel är dagens beroende av import från andra länder för livsmedelsförsörjningen, vilket fått en ökad aktualitet i samband med de störningar i livsmedelskedjan som skett till följd av bl a pandemi och Rysslands invasion av Ukraina. Sjömatproduktionen i Sverige idag består både av fiske och vattenbruk, men en stor del av den svenska sjömatssektorn arbetar också med att bereda importerad råvara till produkter. En stor del av råvaran (84%) i Sverige kommer från Norge som, till skillnad från Sverige, är en viktig global aktör inom produktion och export av sjömat.

1.2. Svensk konsumtion och produktion av sjömat

Sjömat är en viktig källa till en rad näringsämnen, framför allt till vitamin D, selen, jod och omega-3-fettsyror. Livsmedelsverket rekommenderar därför att vi äter sjömat 2–3 gånger per vecka, vilket med en portionsstorlek av 125 g blir drygt 300 g/vecka. Med en befolkning på 10 miljoner, skulle det således krävas 163 000 ton sjömat per år för att försörja Sveriges befolkning med sjömat enligt rekommendationen. Hornborg m fl (2021) anger att 124 000 ton årlig sjömat (dvs filé eller skaldjur utan skal) är summan av produktion, import, export av sjömat, vilket är ett mått på vad som ”finns kvar” i Sverige, dvs är tillgängligt för konsumtion. Detta motsvarar 238 g/vecka eller 80% av vad Livsmedelsverket rekommenderar. Den faktiska konsumtionen är troligen lägre än så p g a att den uppskattade volymen ej tar hänsyn till svinn och andra förluster. Enligt Livsmedelsverkets egen kostundersökning Riksmaten (SLV 2011), äter vi i snitt 39 g sjömat per dag (motsvarande 273 g/vecka), vilket med samma antaganden om portions- och befolkningsstorlek som tidigare ger en lite högre total sjömatkonsumtion (142 000 ton/år). Uppskattningarna skiljer sig p g a olika metodik och antaganden. Sveriges befolkning är också konservativ när det kommer till vilken typ av sjömat vi äter. De tio vanligaste arterna står för hela 75% av konsumtionen i volym (Hornborg m fl 2021), och alla arter som konsumeras mest är i huvudsak importerade från främst Norge: odlad lax och vildfångad sill, torsk och räka (Figur 1).



Figur 1. De tio viktigaste typerna av sjömat i svensk konsumtion 2019, uppdelat i odlat respektive vildfångat. Kategorin Räkor (beredda) avser en mix av beredda Pandalus och odlade räkor. Figur av Azote för Formas-projektet Seawin (seawin.earth), data från Hornborg m fl (2021).

Jordbruksverket, som publicerar officiell statistik för övriga livsmedelsgrupper, redovisar sedan år 2000 inte siffror för sjömat p g a brist på tillförlitlig statistik. Eftersom det är viktigt hur mycket och vilka typer av sjömat som konsumeras både för beräkningar av intag av önskade och oönskade ämnen, liksom hållbarhetsberäkningar kring sjömatkonsumtion, är detta en lucka som har behövts fyllas. I stället för officiell statistik kring sjömatkonsumtion har forskare inom ramen för olika forskningsprojekt tagit fram data kring svensk sjömatkonsumtion (Ziegler & Bergman 2017, Borthwick m fl 2019, Hornborg m fl 2021). Detta är i dagsläget den enda tillgängliga data som finns kring svensk sjömatkonsumtion och även den som används av myndigheter. En detaljerad metodbeskrivning har nyligen tagits fram baserat på framför allt den senaste och mest utvecklade rapporten på uppdrag av Jordbruksverket, för att eventuellt ligga till grund för kommande officiell statistik (Axelsson m fl 2023).

Samtidigt som myndigheter rekommenderar ökad sjömatkonsumtion, både av hälso- och miljöskäl, är Sverige till stor del importberoende när det gäller sjömat. Hornborg m fl (2021) beräknade att 74% av det som konsumeras är importerat, vilket skulle betyda att endast runt 32 000 ton av den sjömat vi äter kommer från svenskt fiske och vattenbruk. Detta kan t ex jämföras med nöt- och griskött där andelen importerad ligger på 50 respektive 30 (Nilsson m fl 2022). För att tillgodose Sveriges befolknings behov av sjömat, skulle den inhemskt producerade volymen behöva öka med en faktor fem. Enligt förslaget till nya nordiska näringsrekommendationer (NNR 2023) bör vi äta 300–450 g sjömat per vecka. Detta leder till en ännu något högre siffra, 195 000 ton, för att tillgodose behoven, vilket skulle kräva en ökning av sjömatproduktionen med en faktor sex. Om Sverige ska bli en sjömatnation, d v s även bli en stor nettoexportör av sjömat, behöver produktionen ökas mångdubbelt mer.

Mot bakgrund av den svenska livsmedelsstrategin och de senaste årens ökade fokus på en mer inhemskt baserad livsmedelsförsörjning, behöver alltså sjömatproduktionen i Sverige öka kraftigt. Då vilda bestånd är begränsade och fisket på många av dem därmed inte kan ökas, kan en hållbar ökning i produktion främst ske genom följande åtgärder:

- 1) Ökning av vattenbruk
- 2) Använda större del av fångsten till livsmedel (i stället för till foder)
- 3) Använda mer sidoströmmar från fiskberedning till mat

Centrumbildningen Blå Mat arbetar sedan 2021 med forskning och nätverkande för att skapa nya möjligheter för svensk sjömatsektor att expandera och för Sverige att bli en större aktör inom sjömatproduktion, huvudsakligen genom dessa tre vägar.

1.3. Vad har gjorts tidigare?

Förutom hur mycket och vad som konsumeras, är det som sagt viktigt hur produktionen har gått till, vilka produktionstekniker som använts och hur hållbara de är, på de stora skillnaderna mellan både arter och produktionssätt. Forskningsprojektet Seawin (seawin.earth) arbetade under 2016-2022 med liknande frågeställningar och kartlade hållbarheten. Detta inkluderade viktiga nuvarande sjömatprodukter i svensk konsumtion (Ziegler m fl 2022), men även innovativa svenska produktionssystem (Frösell 2019, Bergman m fl 2020), samt tittade mer övergripande på produktgrupper globalt med nya metoder (Gephart m fl 2021). Seawin tog även fram ett antal policy briefs kring aktuella hållbarhetsfrågor kring sjömat¹. Till det senaste av dessa (Policy Brief #7 ”Sjömatlandet Sverige”) användes data bakom Gephart m fl (2021) som underlag för att modellera klimatpåverkan av olika framtidsscenarier för svensk sjömatkonsumtion. Där beräknades klimatavtrycket efter hur varje art produceras globalt, vilket kan skilja sig avsevärt från hur den är producerad när den konsumeras i Sverige, dvs den faktiska svenska importen kommer inte från ett globalt genomsnitt. Ett viktigt exempel på detta är odlad lax, som domineras svensk sjömatkonsumtion och nästintill uteslutande importeras till Sverige ifrån Norge men produceras i flera länder med stor skillnad i miljöpåverkan (Phillis m fl 2019).

I Hallström m fl (2019) modellerades klimatavtrycket av svensk sjömatkonsumtion med hänsyn taget till produktionssätt och ursprung, men baserat på spridd LCA-data som fanns tillgänglig 2018. En hel del nya data har blivit tillgänglig sedan dess för flera arter viktiga i svensk konsumtion. Hallström m fl (2019) jämförde klimatavtrycket mot näringsdensiteten av olika arter vanliga i svensk sjömatkonsumtion viktade efter ursprung och fann att spannet var stort i bägge parametrar, men att tydliga mönster ändå framträdde vad gäller vilka arter som ledde till låga utsläpp per näringsdensitet² (framför allt pelagiska fiskarter som sill, skarpsill och makrill, men även Pinklax och Alaska pollock som fiskas i Stilla Havet, liksom insjöfisk som abborre) och att det vore bra om dessa tog större plats i konsumtionen.

Sundblad m fl (2020) kartlade vilken typ av sjömatkonsumtion som påverkar haven kring Sverige. I analysen inkluderades de 11 viktigaste arterna (99% av volymen) som produceras i Sverige, med data från år 2018. Rapporten fann att enbart cirka 17% av produktionsvolymen nådde svenska konsumenter som direkt ätbar sjömat – resten försvann längs värdekedjan som foder, sidoströmmar eller export. Det visade sig även att dagens

¹ Se www.seawin.earth ”Read more news”, scrolla ner till Sjömat i Sverige och i Världen-7x Seawin Policy Briefs eller se <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/expertiser/sjomat>, Mer information eller <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/seawin-okad-produktion-och-konsumtion-av-hallbar-sjomat-i-sverige>

² För alla arter som ingick, relaterades näringsinnehållet i 100g filé av 24 näringsämnen till det rekommenderade dagliga intaget, vilket sedan vägdes ihop till ett index på näringsdensitet. Arterna rankades dels efter klimatavtryck och näringsdensitet separat, liksom efter klimatavtryck per näringsdensitet.

konsumtion av sjömat i Sverige har en svag koppling till påverkan av svensk havsmiljö, då merparten importeras. Dessutom lyftes havsförvaltningens roll för att minska påverkan, då konsumenter har mindre möjlighet att påverka hur produktionen sker.

Sammanfattningsvis kan man säga att om Sveriges produktion skall öka så kraftigt som antyds i strategier och målbilder (HaV & JV 2021a, b), utan att äventyra klimatåtaganden eller bredare miljömål, är det viktigt att utvecklingen sker inom de delar av sektorn som ser mest lovande ut ur hållbarhetssynpunkt, både vad gäller arter och produktionstekniker, och att utsläpp och annan miljöpåverkan fortsätter reduceras. Det skulle också profilera en växande svensk sjömatproduktion som resurssmart och hållbar, vilket är en konkurrensfaktor av växande betydelse. Hallström m fl (2019) gav en nulägesbild av klimatavtrycket av konsumtionen per art, men saknade en sammanställning av hållbarheten av svensk produktion och konsumtion som helhet med modellering av framtidsscenarioer baserat på olika åtgärder, både vad gäller produktions- och konsumtionsmönster. Kunskap om detta är dock en förutsättning för att förändring skall kunna ske. Eftersom vi även i framtiden troligen kommer att vilja importera sjömat som inte produceras i Sverige, och kanske exportera mer svensk sjömat, är det också viktigt att minimera klimatavtrycket av det som importeras, för att undvika att utsläpp helt enkelt flyttas utanför Sveriges gränser – något som står i strid med generationsmålet för de svenska miljömålen.

1.4. Mål och syfte

Det övergripande syftet med denna rapport är att kartlägga miljöavtrycket av svensk sjömatproduktion idag och identifiera vägen mot en ökad produktion med mindre påverkan per mängd sjömat producerad. Fokus är klimatpåverkan, men även övergödning samt påverkan på bestånd och bottenhabitat vägs in. Detta görs genom att kartlägga dagens (2020) produktion och sedan modellera tänkbara framtidsscenarioer för åren 2030 och 2045 där olika åtgärder har genomförts för att öka både produktion och konsumtion samt skifta mot ökad hållbarhet. Ett delmål är att besvara frågan om vi kan öka produktionen till att leverera 2–3 sjömatportioner per vecka till Sveriges befolkning, samtidigt som miljöavtrycket, åtminstone per kg sjömat som produceras minskar från 2020 års nivå. I tillägg kommer miljöavtrycket av konsumtionen uppskattas och framtidsscenarioer baserade på en förändrad sammansättning att göras. Tanken är att skapa en målbild kring hur det skulle kunna se ut 2030 och 2045 som ett diskussionsunderlag för vad som behöver göras för att nå dit.

2. Metod

2.1. Dagens produktion

De arter som idag dominerar svensk produktion i volym eller värde, från fiske respektive vattenbruk, kartlades miljömässigt baserat på befintliga livscykelanalyser (LCA:er) med avseende på klimatavtryck och potentialen för övergödning. Utsläpp av klimatpåverkande respektive potentiellt övergödande ämnen som kväve och fosfor till luft, mark och vatten, kartlades alltså baserat på litteratordata. Inom fisket drivs utsläpp främst av bränsleåtgången på båtarna med koldioxid- och kväveoxidutsläpp från förbränning av fossila bränslen. För vattenbruket är det i stället foderproduktionen som ger störst klimatutsläpp medan själva odlingen står för huvuddelen av de potentiellt övergödande utsläppen. Odling av arter som inte kräver foder som alger, musslor, ostron och sjöponng liknar mer fiske än vattenbruk i vad som driver utsläppen (Ziegler m fl 2022). I avsaknad av foder domineras utsläppen från deras produktion av båtars bränsleåtgång för underhåll och skörd samt materialåtgång. För fiske kartlades även andel av total volym som bedöms vara överfiskad i den vetenskapliga rådgivningen utifrån EU:s målsättning kring maximalt hållbart uttag (MSY). Även hur stor andel som fiskas med bottentrål beräknades, som en grov indikator på fiskets potentiella påverkan på bottenhabitat.

För fisket inkluderades arterna sill, skarpsill, makrill, havskräfta, räka, torsk, vilka tillsammans representerade 80% av fisket i volym år 2020. Dessa valdes antingen för att de är viktiga i volym och/eller värde eller för att de representerar en specifik eller flera alternativa produktionsmetoder. För vattenbruket inkluderades regnbåge, röding, blåmussla, Tilapia/rödstrimma, Clarias/ålmal, motsvarande i princip allt vattenbruk i Sverige. Förutom volym och värde vägdes produktionsmetod och typ av sjömat in i beslutet om vilka arter som inkluderades, i syfte att få en bredd i kartläggningen. Några arter av karaktären ”bubblare” lades till baserat på uppmärksamhet på senare år och potential för produktionsökning; braxen, sockertång och sjöponng (Tabell 1).

I nästa steg identifierades hur varje art produceras idag, d v s med vilka fiske- eller odlingsmetoder, samt bästa tillgängliga data för att skatta miljövtryck. Vad som var bästa tillgängliga data för en kombination av art och produktionsmetod bestämdes efter följande principer i fallande betydelse:

- Teknisk representativitet, dvs att tekniken som används är den som skall representeras
- Art, dvs att data gäller produktion av den art eller artgrupp som ska representeras
- Geografi, dvs att produktionen sker i det land eller del av världen som ska representeras

Källor utgjorde i de flesta fall publicerade livscykelanalyser av produkterna (Bilaga 1). För vildfångad fisk baserades dessa värden i några fall på bränsleförbrukningen i fisket, vilken räknades om till klimat- respektive övergödningsavtryck baserat på en metod beskriven av Parker m fl (2018) samt LCA-data kring övergödande utsläpp från produktion och förbränning av dieselolja (Ecoinvent³ och Cooper m fl 2005).

Av de arter som används både till mat och foder (sill och skarpsill) räknades volymen som går till foder bort i uppskattningarna av sjömatproduktionen. Det finns olika anledningar till att fisk används till foder i stället för mat – bl a handlar det om efterfrågan och marknad, vem som betalar mest för fångsten. För fet fisk från Östersjön finns även restriktioner för intag som livsmedel för olika grupper på grund av potentiellt innehåll av oönskade ämnen som dioxiner. Trots att halterna skiljer sig åt både mellan storlekar på fisken och mellan områden, omfattas i dagsläget all fet fisk från Östersjön av dessa kostråd. På grund av kostråden och antagandet att dessa har genomslag och leder till begränsad konsumtion, har Sverige ett undantag från EU-regler och sälja fet fisk från Östersjön på den svenska marknaden. När den används som foder måste den först genomgå en reningsprocess där halterna av dioxiner och dioxinliknande ämnen minskas. Nyligen gjordes en genomgång av var och hur sill och skarpsill landas och används och hur andelen som går till humankonsumtion kan ökas (JV 2023).

Volymen hel fisk som går till mat räknades sedan om till konsumerad volym med hjälp av artspecifika omräkningsfaktorer för ätlig andel från EUMOFA (2022), se Tabell 1. Undantag gjordes dock för röding och regnbåge där norska omräkningsfaktorer för lax användes (Fiskeridirektoratet 2018), motiverat främst av att inte få skillnader mellan laxfiskarna som beror enbart på skillnader i utbyte (norsk statistik skiljer ej på odlad lax och regnbåge). Bristen på robust och tillförlitliga data på filéutbyten för olika arter leder rent generellt till osäkerheter i uppskattningarna av sjömatproduktion och dess miljöavtryck. Sammanställningen av data resulterade i ett klimat- respektive potentiellt övergödningsavtryck för varje kombination av art och produktionsmetod. Dessa viktades sedan utifrån volym samman för totala skattningar för svensk sjömatproduktion 2020. Ingen hänsyn till användning av sidoströmmar (huvud, skinn, ben, skal) togs vad gäller dagens produktion, d v s all resursanvändning och utsläpp bärs av den del som äts. I

³ För produktion: Ecoinvent processen “Diesel, low-sulfur (Europe without Switzerland) market for diesel, low-sulfur cut-off “ och CML-IA för övergödning. För förbränning: Cooper m fl 2005.

framtidsscenarierna (se nedan i 2.2) antogs ökande användning av sidoströmmar och dessa andelar fick då bära sin del av miljöavtrycket at produktionen.

Tabell 1. Viktiga arter eller produktionstekniker i produktion (år 2020) och konsumtion (år 2019). Av produktionen (svenskt fiske och vattenbruk) har endast den volym som uppskattas gå till mat räknats med, och endast den ätliga andelen av denna volym. För de arter som i stor utsträckning går till foder (sill och skarpsill) innebär det att volymen som presenteras här betydligt mindre än svenska landningar. Sjömat som importeras, bereds och återexporteras finns inte heller med i tabellen, utan endast ”nettoimport”, dvs produktion + import – export, som en uppskattning av konsumtionen.

	Art	Ätlig andel	Volym producerad/konsumerad (ton ätlig del)
Produktion	Sill	52%	18 860
	Regnbåge ¹	45%	3893
	Makrill	41%	3689
	Blåmussla ¹	47%	1081
	Skarpsill	37%	1058
	Havskräfta	48%	837
	Räka	44%	517
	Röding ¹	45%	473
	Torsk	33%	284
	Tilapia/Clarias ¹	37%	38
	Sockertång ¹	100%	50
	Braxen	40%	14 (endast en producent)
	Sjöpung ¹	100%	12
Konsumtion (inkl. sjömat-kategori)	Lax ¹ (Laxfisk)	45%	29 870
	Räka (Skaldjur)	44%	15 934
	Sill (Pelagisk)	52%	15 446
	Torsk (Vitfisk)	33%	11 165
	Sej (Vitfisk)	39%	4895
	Tonfisk (Tonfisk)	42%	4413
	Regnbåge ¹ (Laxfisk)	45%	4098
	”Övrig saltvattensfisk” ²	Ej medräknad pga ospecifik	3941
	Alaska pollock (Vitfisk)	34%	3425

¹Från vattenbruk

² Ej medräknad p g a omöjligt att matcha med utbytes- och miljödata

För bedömning av beståndspåverkan från dagens produktion undersöktes fisketrycket i förhållande till beståndsstatus 2020 och 2022 för aktuella bestånd (sill/strömming, skarpsill, torsk, makrill, havskräfta, räka, och braxen) baserat på ICES rådgivning 2022 (ICES 2022). För arter där flera bestånd kan finnas inom samma fiskeområde (sill/strömming, skarpsill och torsk) erhöles data från Havs- och Vattenmyndigheten och ICES över svenska landningar år 2020, fördelade per av ICES definierad subdivision. Fisketrycket relaterades till F_{MSY} ⁴ och fick röd markering om detta referensvärde överskreds. Beståndsstatus relaterades till $MSY B_{trigger}$ ⁵ för respektive bestånd i vilken de olika subdivisionerna ingår och fick en grön markering om det överskreds. För arter/bestånd där data saknades eller referensvärden inte definierats, antogs fisketrycket vara högre än F_{MSY} och beståndsstatusen lägre än $MSY B_{trigger}$ som en form av försiktighetsprincip. Avsaknad av information ger ökad osäkerhet och risk för överfiske och för att likställa bestånd där det finns information som visar på hållbart fiske med dem där information saknas, gjordes detta antagande. Vi vet dock inte om fisket är hållbart eller inte hållbart, men beståndet får denna nackdel p g a bristen på information. Detta antagande gjordes för skarpsill från subdivision 4B-C och torsk från subdivision 21 och 25–30, braxen samt för biomassa för havskräfta.

Fiskets påverkan på bottenmiljön uppskattades semi-kvantitativt/kvalitativt genom att först beräkna volymandelen som fiskas med bottentrål. Här valdes att inte inkludera fiske med trålredskap som inte vidrör botten, såsom flyttrålar för pelagiskt fiske. Andelen sill och skarpsill som fångas med bottentrål bedömdes vara försumbar, p g a att den är mycket liten samt innebär en form av trålning som inte påverkar botten i samma utsträckning som exempelvis en kräfttrål (Bergenius m fl 2018). Utifrån relevant litteratur (Amoroso m fl 2018, Eigaard m fl 2015, Piet m fl 2018), gjordes därefter en kvalitativ bedömning av hur detta kan påverka bottenmiljön, baserat på känsligheten i de mest intensivt trålade områdena.

⁴ F_{MSY} = gränsen för fiskedödlighet förenlig med Maximum Sustainable Yield, dvs den största genomsnittliga fångst som kontinuerligt kan tas från ett bestånd under befintliga förhållanden och med befintlig kunskap

⁵ $MSY B_{trigger}$ = gränsen för storleken på lekbeståndets biomassa vid vilken förvaltningsåtgärder ska vidtas för att säkerställa att bestånden återhämtas till en nivå som kan producera MSY på lång sikt under befintliga förhållanden och med befintlig kunskap

2.2. Framtida produktion

När baslinjen för 2020 var framtagen identifierades och modellerades fem ofta diskuterade och tänkbara framtida åtgärder som skulle kunna *öka* produktionen och/eller *minska* klimatavtrycket:

1. Förbättrad förvaltning av fiskbestånd
2. Ökat vattenbruk
3. Ökad användning av det pelagiska fiskets fångster till mat
4. Ökad användning av sidoströmmar till mat
5. Minskat klimatavtryck av fisket, bl a genom minskad bränsleåtgång

Förslag på åtgärderna och nivåer på förändringarna presenterades och diskuterades med ledningsgruppen för centrubildningen Blå Mat samt några viktiga producenter, varefter anpassningar gjordes innan slutliga nivåer bestämdes. Vi vill dock poängtera att de slutliga valen är gjorda av författarna och att alla synpunkter ej kunde tas hänsyn till, bl a för att de ibland gick åt olika håll. År 2030 antogs produktionen av extraktiva arter (musslor, ostron, alger, sjöpunng) ha ökat med en faktor fem (alltid jämfört med 2020), kassodling med en faktor fem, landbaserad odling av Clarias/Tilapia med en faktor tio, samt att en produktion av 10 000 ton laxfisk (regnbåge, röding eller atlantlax) i recirkulerande system på land har kommit i gång (idag finns ingen sådan produktion). Av sill antogs 60% användas till mat i stället för 42%, som idag. Av skarpsill antogs 20% gå till mat i stället för dagens 6%. Dessutom antogs att 20% av alla sidoströmmar från beredning av svenskfångad eller -odlad fisk och skaldjur används till produktion av livsmedel eller livsmedelsingredienser. Sidoströmmarna får bära sin del av produktionens miljöpåverkan (se ovan 2.1), men den ökade användningen (från att tidigare bara använda filéer) innebär minskad påverkan per kg jämfört med ren filé. Fiskets klimatavtryck inklusive bränsleåtgång antogs ha minskat med 10%, bl a kopplat till mer hållbart nyttjande av bestånd och åtgärder som minskar utsläpp, såsom energieffektiviseringar och användning av alternativa bränslen.

År 2045 antas produktionen av extraktiva arter ha ökat med en faktor tio (från 2020), kassodling med en faktor tio, landbaserad odling av Clarias/Tilapia med en faktor 15 samt att 20 000 ton regnbåge produceras i recirkulerande system. 80% av sill och 40% av skarpsill används till mat (i stället för 42% och 6%) och 40% av sidoströmmarna används till produktion av livsmedel eller livsmedelsingredienser. Fiskets klimatavtryck inklusive bränsleåtgång har minskat med 30%, baserat på ytterligare tekniska och förvaltningsmässiga förbättringar. Detta innebär att den procentuella ökningen, till skillnad från ökningen i produktionsvolym, är större mellan 2020 och 2030 än mellan 2030 och 2045 och dessa val är förstås förknippade med osäkerheter vars effekter diskuteras senare.

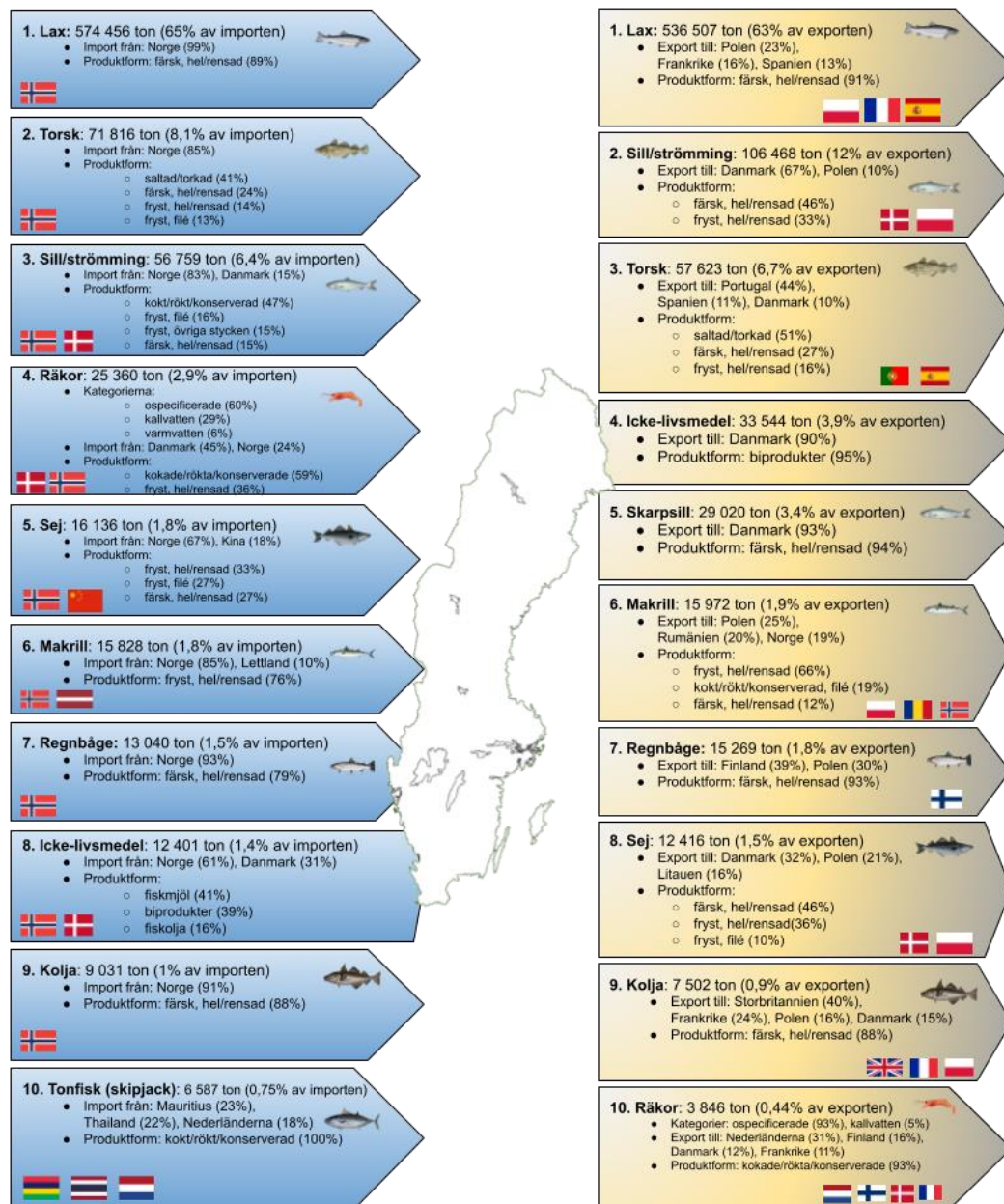
Minskningen i bränsleförbrukning inom fisket är alltså baserad på hållbara fiskenivåer, men även på teknikutveckling, energieffektivisering och övergång till alternativa bränslen. I övrigt har inga framtida effektiviseringar eller skalfördelar av produktionsuppskalning modellerats utan det är dagens produktion som antagits växa. En mer storskalig produktion kan ofta ske mer effektivt (med lägre miljöavtryck per kg), men också leda till större lokala miljöeffekter, inom både fiske och vattenbruk. Kostnader i form av energi och andra resurser som krävs för att bearbeta sidoströmmar till att bli livsmedel har räknats med baserat på tester i mindre skala där proteinråvara isolerades från sidoströmmar från sillberedning (Coelho m fl 2022, 2023). Ett kilo sidoströmmar från sillberedning genererade i dessa tester 0.4 kg proteinråvara med (80% vatteninnehåll) som kan användas som livsmedelsingrediens. För att extrahera denna mängd proteiningrediens släpptes i genomsnitt 0.8 kg CO₂-ekvivalenter ut (för produktion av energi och syror och annat som behövs i processen).

2.3. Dagens konsumtion

När det gäller konsumtionen har bara klimatavtrycket inkluderats, motiverat av brist på information om många arter som medför svårigheter för helhetlig bedömning av andra relevanta miljöpåverkanskategorier. Uppgifter kring de åtta dominerande arterna (motsvarande 70% i volym av total konsumtion) togs från data bakom Hornborg m fl (2021). I tillägg beskrevs även i *vilken produktform* de importeras och *från vilka länder* (baserat på data från EUMOFA). Liksom för produktion, bestämdes hur varje art produceras, dvs vilka fiskemetoder eller vattenbrukstekniker som används baserat på både statistik, branschdata, expertkunskap och litteratur (Hallström m fl 2019; Bianchi m fl 2022), kompletterad för tillkommande produktionstekniker. Bästa tillgängliga data för klimatavtrycket identifierades för varje kombination av art och produktionsteknik, enligt samma principer som för produktionen. Hel fisk räknades därefter om till konsumerad volym med hjälp av artspecifika omräkningsfaktorer för ätlig andel från EUMOFA (2022), med undantag för laxfiskarna lax och regnbåge där norska omräkningsfaktorer användes (Fiskeridirektoratet 2018), se Tabell 1. Ingen användning av sidoströmmar antogs här, vilket innebär att all resursanvändning och utsläpp bärs av filé eller den sjömat som konsumeras. Klimatavtrycket från transporter av importerad sjömat inkluderades inte eftersom det i de flesta fall utgör en begränsad del av det totala avtrycket i de fall transporten inte sker med flyg (Wocken m fl 2022); produktionen står exempelvis för 60–90% av fiskets klimatavtryck enligt Parker m fl (2018).

I Figur 1 illustreras import- och exportflödet för några av de vanligast konsumerade arterna och artgrupperna sjömat (samt kategorin "Icke-livsmedel") i Sverige. Handelsstatistiken är hämtad från EUMOFA och avser år 2020. Sammanställningen gör det tydligt att Sverige trots en relativt låg produktion inom både fiske och vattenbruk, spelar en stor roll i den europeiska sjömatshandeln. Den sammanlagda importen 2020 var 883 666 ton, vilket

utgjorde nästan 10% av det totala importvärdet av sjömat inom EU. Flödena beskrivs utförligare i Bilaga 2, tillsammans med de senast tillgängliga siffrorna över svensk sjömatkonsumtion, och används för att analysera framtidsscenarier för konsumtionen.



Figur 2. Import (blå pilar) och export (gula pilar) av sjömatprodukter till och från Sverige under 2020, rangordnade efter volym per art. Produkterna är sammanställda per art, produktform samt viktigaste import- och exportländer. Notera att exporten till stor del är återexport av importerad råvara, som kan ha blivit vidareförädlad i eller bara passerar genom Sverige. Illustration av C. Sanders, data från EUMOFA.

2.4. Framtida konsumtion

För att modellera framtida import gjordes vissa antaganden om förändringar i sammansättning jämfört med idag. Även dessa antaganden har presenterats och diskuterats brett, men är förstås bara ett av många tänkbara framtidsscenarier. Det antogs att fördelningen mellan huvudtyper av sjömat (laxfisk, pelagiskt, vitfisk, skaldjur, tonfisk och alger och sjöpunng) var liknande, dvs att vi inte kommer att börja äta en mycket ensidig sjömatdiet bestående bara av de mest hållbara alternativen, men att efterfrågan ökade på de mest klimatsmarta alternativen *inom varje grupp*. Musslor ingick i skaldjur och i den kategorin byttes t ex en del räkor ut mot musslor och i laxfiskskategorin byttes en del odlad lax mot vildfångad pinklax från Stilla Havet, samt mot mer svenskodlad röding och regnbåge.

Allt som odlas i Sverige antas också konsumeras i Sverige, vilket innebär att en del av den totala ökningen av konsumtionen (33% ökning jämfört med 2020) kommer från inhemsk produktion. Andelen inhemsk produktion bestäms genom att från total konsumtion dra bort total produktion för respektive år och se hur stor andel av konsumtionen denna utgör. Andelen skiljer sig förstås mycket mellan arter.

Följande förändringar undersöktes (de arter som inte nämns här, som torsk och tonfisk, stannar på samma nivå som 2020):

- År 2030 antogs konsumtionen av sill ha dubblats och andelen ”pelagiskt” ha ökat från 17% till 28% av konsumtionen. Andelen ”laxfisk” minskar samtidigt från 39% till 31% av konsumtionen och 40% av norsk odlad lax i denna kategori har ersatts till hälften av pinklax och till hälften med kassodlad regnbåge eller röding. Räka är till hälften utbytt mot musslor. När det gäller vitfisk så har volymen sej och Alaska pollock antagits dubblas och svenskodlad Clarias och Tilapia tillkommer.
- År 2045 har 60% av den norska laxen bytts ut mot 1/3 pinklax och 2/3 kassodlad regnbåge eller röding och andelen laxfisk i konsumtionen minskat till 27%. Viktigt att notera är att endast produktion har tagits med i beräkningen, ej beredning eller transport till Sverige. Den ökande produktionen av sjömat i Sverige bidrar i större utsträckning till konsumtionen, nu även nya arter som Tilapia, Clarias, alger och sjöpunng

3. Resultat

3.1. Dagens produktion

År 2020 producerades ca 28 600 ton livsmedel av de ca 185 000 ton fisk och skaldjur som landades eller slaktades i Sverige. Det betyder att ca 15% blev till mat. Visserligen täcks inte all produktion in av de 14 arterna, men de arter som inte är med används uteslutande till foder (volymmässigt främst tobis) eller bidrar med mycket begränsade volymer, t ex plattfiskar, och skulle därför inte påverka beräkningen av andel mat i större utsträckning. Den svenska sjömatproduktionen domineras helt av pelagisk fisk, dvs sill/strömming, skarpsill och makrill (75%), följt av, odlad regnbåge och röding (15%), fiskade skaldjur, d v s räka och kräfta (5%), odling av extraktiva arter, d v s musslor, alger och sjöpunng (tillsammans 4%).

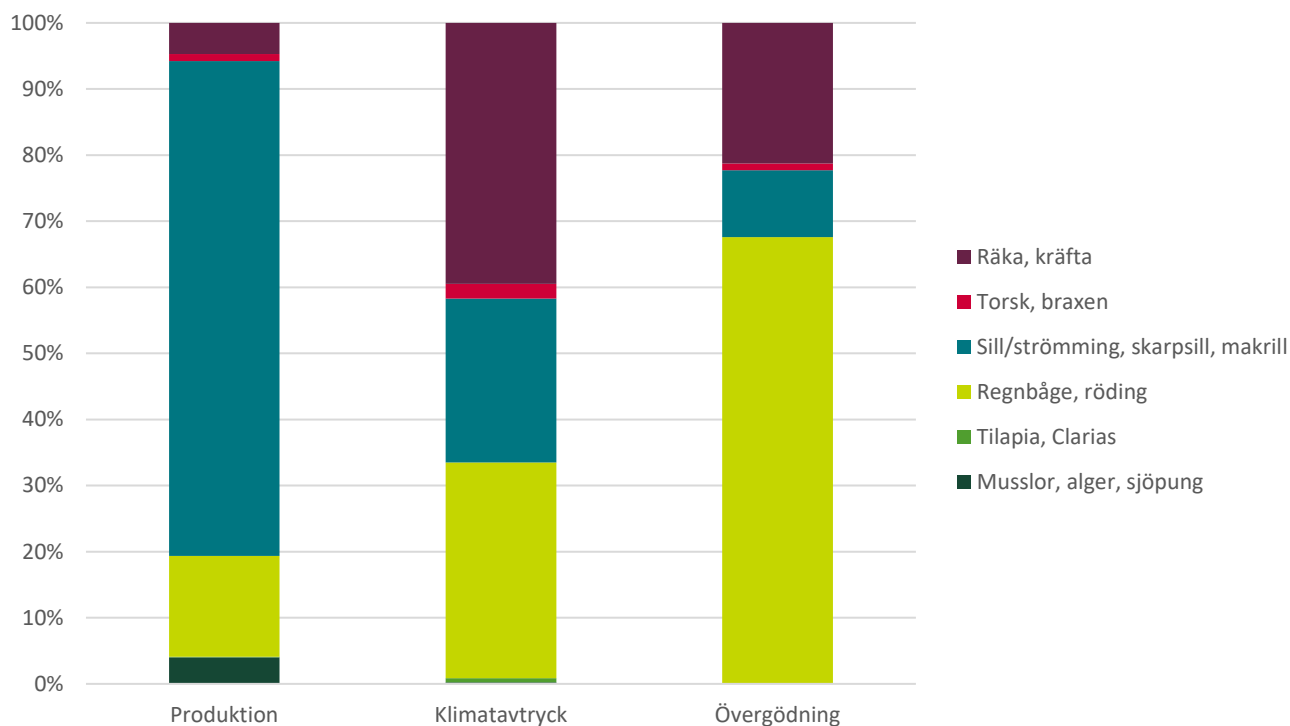
3.1.1. Klimat

Klimatavtrycket fördelar sig annorlunda mellan produkterna än produktionsvolymerna (Figur 2) och här dominerar i stället räka och kräfta (vilka utgör 4% av volymen) med 39% av klimatavtrycket, följt av odlad regnbåge och röding (33%) och sill/strömming, skarpsill och makrill (25%). Totalt orsakade svensk sjömatproduktion utsläpp av 69 000 ton CO₂e, under år 2020, motsvarande i snitt 2,4 kg CO₂e/kg sjömat. Detta gäller under antagandet att inga sidoströmmar används. Snittvärdet är relativt lågt tack vare den höga andelen pelagisk fisk, som har ett lågt klimatavtryck per kg.

3.1.2. Potentiell övergödning

Utsläpp av potentiellt övergödande ämnen från nuvarande produktion domineras av regnbåge och röding (68%), följt av skaldjursfiske på räka och kräfta (21%), och pelagiskt fiske (10%). När det gäller fisket kommer de potentiellt övergödande kväveutsläppen från tillverkning och förbränning av bränsle som ger utsläpp av bl a kväveoxider. Dessa släpps ut till luft och regnar förr eller senare ner över land eller vatten. Deras potentiellt övergödande effekt beror på *var* de hamnar (dvs på recipientens närsaltsstatus), till skillnad från koldioxid som släpps ut i atmosfären och ger samma klimatpåverkan oavsett var utsläppet sker. I grunden är förstås närsalter grunden för att ekosystemet fungerar (precis som koldioxid), men det är viktigt att det inte tillförs mer än vad ekosystemet klarar av.

Enligt modellen är de totala utsläppen av potentiellt övergödande ämnen från dagens sjömatproduktion 310 ton PO₄e, (fosfatekvivalenter), varav ca 1/3 kommer från fisket och 2/3 från vattenbruket.



Figur 2. Fördelning av produktion, klimatavtryck och övergödning av svensk sjömatproduktion 2020 mellan olika grupper av sjömat.

3.1.3. Beståndspåverkan

Utvärderingen av beståndens status gav en dyster bild och indikerar att volymerna som idag genereras från svenskt fiske troligtvis inte kan öka utan snarare kan minska framöver (Tabell 2). För sill/strömmingsbeståndet i centrala Östersjön (exkl. Rigabukten), var merparten (52%) av de svenska landningarna av arten kommer från, låg fisketrycket under både 2020 och 2022 på en högre nivå än F_{MSY} och beståndsstus var under $MSY B_{trigger}$. Totalt råder ett för högt fisketryck på 56% av den fiskade volymen av sill/strömming och enbart två bestånd uppvisade grönt ljus för både fisketryck och biomassa i ICES rådgivning: höstlekande sill fångad i Nordsjön, Skagerrak, Kattegatt och östra Engelska Kanalen samt strömming fångad i Bottniska viken i Östersjön. Dock visar båda dessa bestånd en nedåtgående trend i biomassa: under de senaste 10 åren för sillen samt sedan början av 1990-talet för strömmingen. Strömmingen från Bottniska viken går dessutom nästintill uteslutande till foder. För den vårlekande sillen i Skagerrak, Kattegatt & västra Östersjön rekommenderar ICES nollkvot, och sillen/strömmingen i centrala Östersjön har

både ett för högt fisketryck samt en för låg biomassa i relation till förvaltningsmålen (MSY).

Torsk har tidigare varit en viktig art för svenskt fiske men utgör numera en mycket liten landningsvolym i svenskt fiske. Situationen är allvarlig för flera bestånd. För Kattegatt har ICES rekommenderat nollkvot sedan år 2002 och där fångas den enbart som bifångst. ICES rekommenderar även nollkvot för det tidigare stora fisket på torsk från det östra beståndet i Östersjön, som numera är stängt. För västra beståndet i Östersjön har en övergång skett från riktat fiske till bifångstfiske.

Rent generellt kan man observera att flera av de bestånd som förvaltas inom ramen för EU:s gemensamma fiskeripolitik saknar referenspunkter för F_{MSY} och/eller $MSY B_{trigger}$. Beroende på hur det hanteras i förvaltning samt beståndets tillstånd, medför det en hög risk att inte uppnå hållbart fiske.

För braxen saknas vetenskaplig rådgivning från ICES då det är en nationellt förvaltrad fiskeresurs, men enligt nationell rådgivning kan fångsterna öka i Östersjön, Bottniska vikten, Väneren och Mälaren, medan de inte bör öka i Hjälmarén (Havs- och Vattenmyndigheten 2022). För Vättern saknas även nationell rådgivning.

Tabell 2 Fisketryck, F , relativt F_{MSY} , där grönt betyder F lägre än F_{MSY} , rött högre än F_{MSY} . Biomassa B , relativt $MSY B_{trigger}$, där grönt betyder biomassa över $MSY B_{trigger}$, rött under $MSY B_{trigger}$ för viktiga bestånd i svenskt fiske för år 2020 respektive 2022 enligt ICES rådgivning från 2022 (ICES 2022).

Art	Fångstområde	Bestånd [datum för rådgivning]	Svensk landning 2020 (enligt ICES, 2022)	Fisketryck 2020	Biomassa 2020	Fisketryck 2022	Biomassa 2022
Sill	Nordsjön, Atlanten, Skagerrak, Kattegatt	Nordöstra Atlanten & arktiska havet (norsk vårlekande) [220930]	3 065				
		Nordsjön, Skagerrak, Kattegatt och östra Engelska Kanalen (höstlekande) [220630]	13 149				
	Skagerrak, Kattegatt,	Skagerrak, Kattegatt & västra	12 357				

	Östersjön (ICES SD 23–24)	Östersjön (vårlekande) [220630]					
Sill/ strömming	Östersjön (ICES SD 25–29, 32)	Centrala Östersjön exkl. Rigabukten [220617]	45 289				
Strömming	Östersjön (ICES SD 30–31)	Bottniska viken [230522]	12 438				
Skarpsill	Nordsjön	Skagerrak, Kattegatt & Nordsjön [220509]	3 546*	-	-	-	-
	Östersjön	Östersjön [220531]	41 071				
Torsk	Nordsjön, Skagerrak	Nordsjön, östra engelska kanalen & Skagerrak [221108]	355				
	Kattegatt	Kattegatt [220630]	11	-	-	-	-
	Östersjön (ICES SD 22–24)	Västra Östersjön [220531]	349*				
	Östersjön (ICES SD 24–32)	Östra Östersjön [230424]	12	-	-	-	
Makrill		Nordöstra Atlanten och omgivande vatten [220930]	3 671				
Havskräfta	Skagerrak, Kattegatt	Skagerrak, Kattegatt [221028]	1 796		-		-
Nordhavsräka	Skagerrak, Kattegatt	Skagerrak, Kattegatt och norska rännan [220509]	1 289				

*Uppgift saknas i ICES rådgivning, landning baserad på data från HaV.

Referenspunkt saknas för F_{MSY} eller $MSY B_{trigger}$

3.1.4. Bottenpåverkan

Av den totala produktionsvolymen från fisket år 2020, fiskades 2% med bottentrål baserat på helvikt. När omräkning sker till ätlig volym ökar trålningsandelen till 5% av

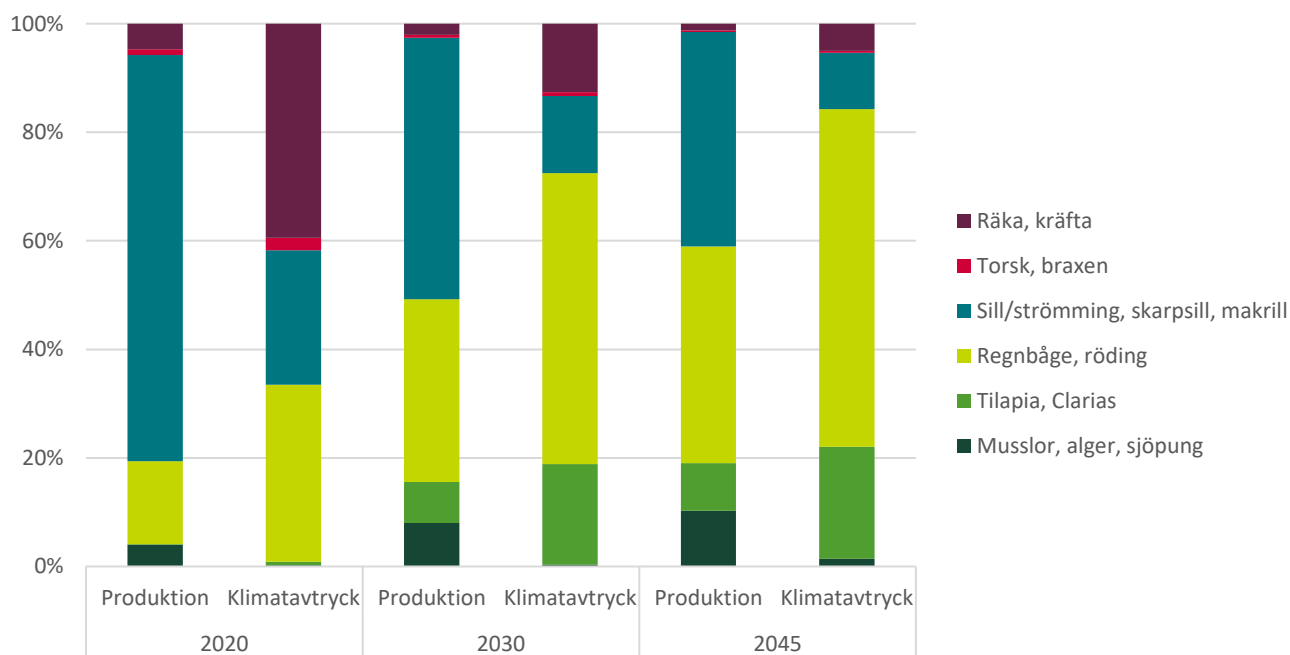
produktionen inom fisket, vilket kan förklaras med att merparten av den volym som främst fiskas med bottentrål (havskräfta och räka) har ett lågt ätligt utbyte samt betydande volymer av framför allt sill/strömming, vilka vanligtvis inte bottentrålas, går till andra ändamål än livsmedel.

De scenarier som satts kring produktionsökningar till 2030 och 2045 skulle resultera i minskade trålningsandelar inom fisket, till 4% respektive 3%. Däremot skulle en större *volym ätlig* sjömat komma från trålfisken, trots att landningarna från dessa fisken inte väntas öka. Detta på grund av att vi enligt scenarierna kommer nyttja större mängder sidoströmmar från dessa redan befintliga värdekedjor.

De arter som i den svenska produktionen främst fiskas med bottentrål (havskräfta, räka och torsk) kommer uteslutande från Kattegatt och Skagerrak, vilka tillsammans utgör ett av de tre mest intensivt trålade områdena i världen (Amoroso m fl 2018). Båda dessa områden täcks till stor del av mjukbottenar med hög andel lera och sand, vilket ökar känsligheten mot bottentrålning (Eigaard m fl 2015). I Kattegatt och Skagerrak överlappar utbredningen av bottentrålning med områden omfattande 24 km² respektive 872 km² som OSPAR år 2016 definierade som särskilt sårbara med avseende på hotade och/eller degraderande arter och habitat, och möjligheten till återhämtning är särskilt begränsad i Skagerrak (Piet m fl 2018). Trots den höga trålningsintensiteten i området (vilket inkluderar även flera länders flottor) och dess påverkan av livsmiljöer, finner vi att det volymmässiga bidraget till svensk produktion av livsmedel från fiske är mycket litet från fiske med bottentrål. Det innebär att en liten volym sjömat genereras från en fiskemetod med omfattande bottenpåverkan, vilket också bekräftas av Amoroso m fl (2018).

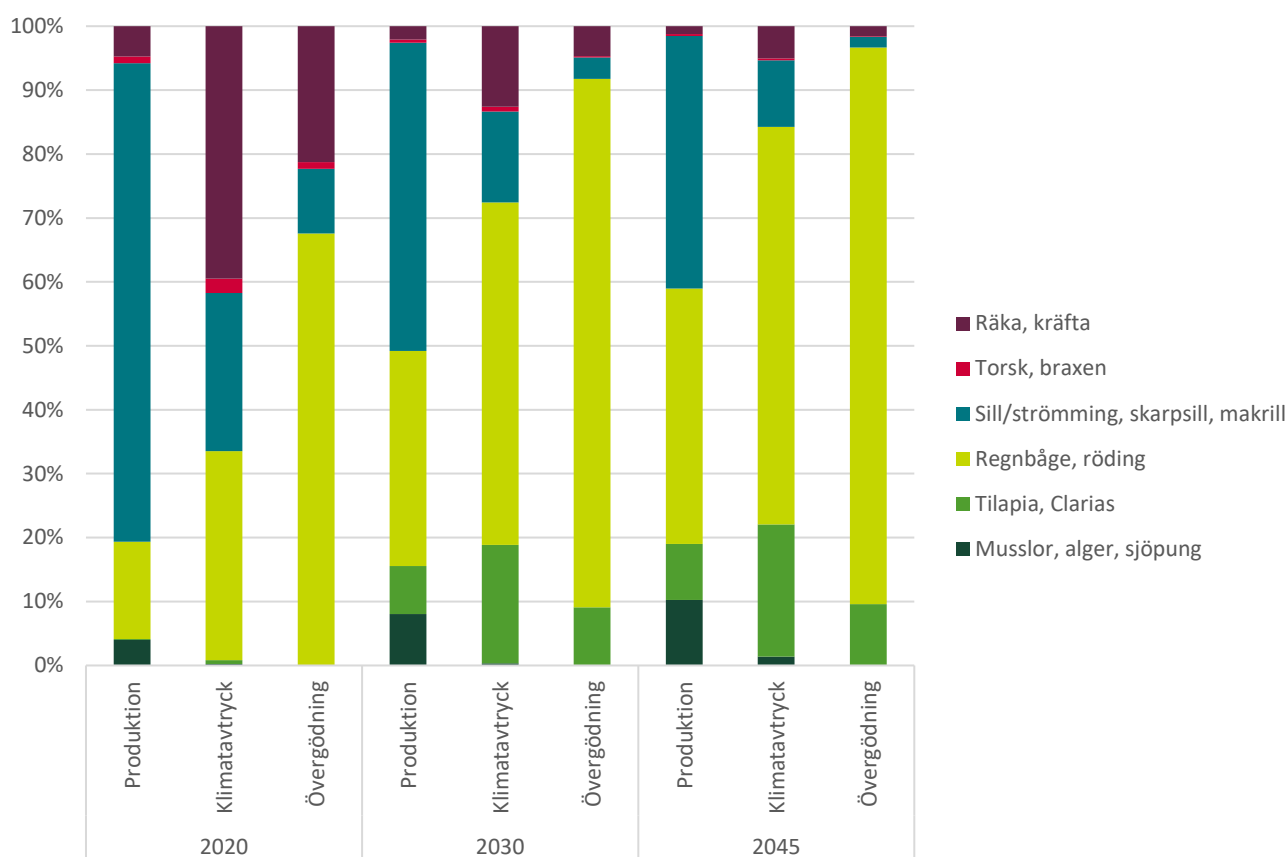
3.2. Framtida produktion

Med de antaganden som gjorts om produktionens utveckling, det vill säga ökad produktion inom vattenbruket, kommer fördelningen mellan artgruppernas klimatpåverkan att förskjutas mot ökad relativ betydelse av odlade arter (regnbåge, röding, Tilapia, Clarias liksom mussla, alg och sjöpunng) och minskad relativ betydelse av fiskade arter (sill/strömming, skarpsill, räka och kräfta) (Figur 3).



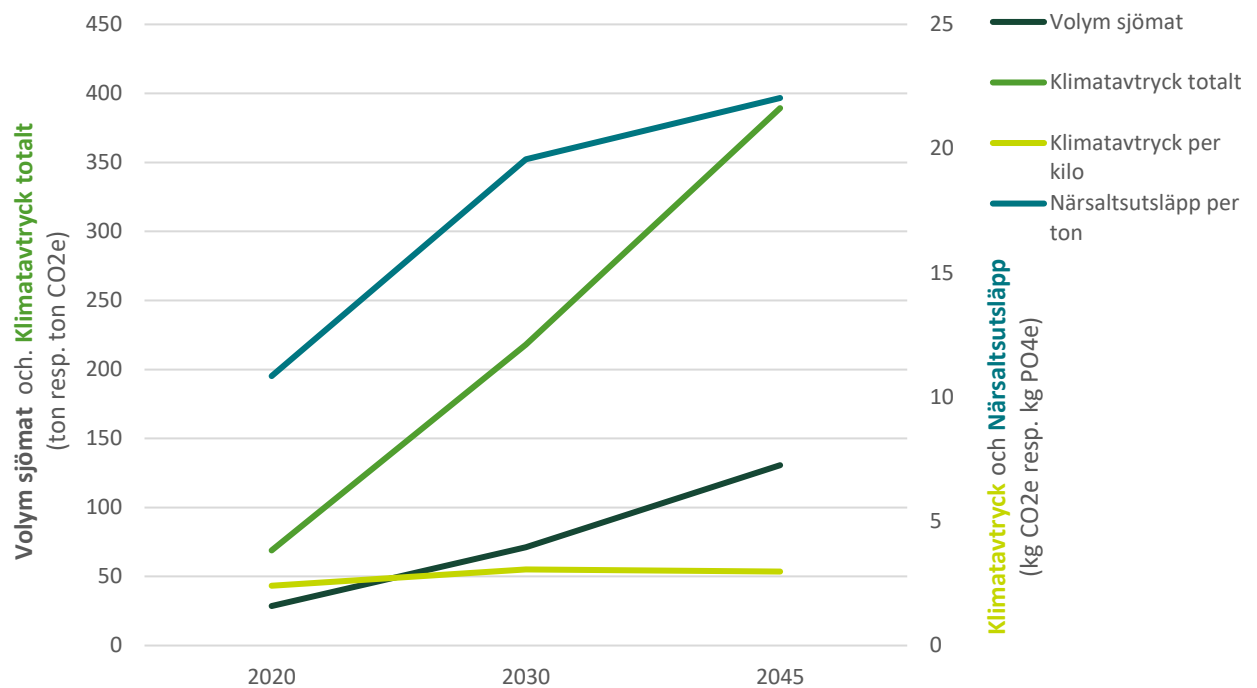
Figur 3. Utveckling av fördelning produktion och klimatavtryck från år 2020 till 2030 och 2045 mellan de olika grupperna av sjömat.

Om även övergödning beaktas (Figur 4) framgår att regnbåge/röding kommer att dominera än mer i denna kategori.



Figur 4. Utveckling av fördelning produktion, klimatavtryck och övergödning från år 2020 till 2030 och 2045 mellan de olika grupperna av sjömat.

Viktigt att notera är att detta så långt är relativa värden, samtidigt som vi har antagit att produktionen totalt ökar – men olika mycket för de olika grupperna (Figur 5). Detta påverkar också den relativa fördelningen och leder till fiskets minskande betydelse volymmässigt. Den totala volymen mat producerad samt klimatavtrycket ökar med ungefär en faktor tre mellan 2020 och 2030 (volymen något mindre än tre, klimatavtrycket något mer än tre), medan klimatavtrycket ligger. Potentiellt övergödande utsläpp per kg ökar med ca 60% p g a ökningen av öppen fiskodling. Notera dock att framtida utveckling kring t ex foder, utfodringsteknik och avel ej har beaktats men sannolikt kommer att ge högre effektivitet/minskade utsläpp i framtiden – och att närsaltsutsläpp till ekosystem där mänsklig aktivitet har minskat närsalthalter, t ex vissa kraftverksdammar, kan bidra till att återställa tidigare närsalthalter, det är dock viktigt att se till att närsaltsutsläppen inte ökar nedströms. Det som kvantifierats här är närsaltsutsläpp från dagens system om de skulle skalas upp precis som de är och inte vilka effekter dessa utsläpp ger i ekosystemet.



Figur 5. Volymen sjömat som produceras, klimatavtrycket av produktionen totalt samt per kg sjömat och potentiellt övergödande närsaltsutsläpp per ton sjömat producerad år 2020, 2030 och 2045.

3.3. Dagens konsumtion

Idag konsumeras en stor del laxprodukter (39% av sjömatkonsumtion) och denna kategori består huvudsakligen av lax och regnbåge från norska odlingar. Därefter följer tre kategorier av sjömat med likartad betydelse: vitfisk (22%), där de viktigaste arterna är torsk, sej och Alaska pollock; skaldjur (18%), som i dagsläget främst är bottentrålad nordhavsräka; samt pelagisk fisk (18%), vilket huvudsakligen är sill/strömming.

När dessa åtta arter matchas med lämpliga data kring klimatavtrycket resulterar det i en stor spridning mellan arterna, med ett snitt på 5,2 kg CO₂e/kg sjömat som konsumeras. Återigen har antagandet gjorts att sidoströmmar ej används. Den teoretiska andelen svensk produktion var 22% år 2020 (baserat på nettobalansen mellan svensk produktion och konsumtion), vilket stämmer väl överens med beräkningar som gjorts med annan metod i Hornborg m fl (2021). Viktigt att notera är att det är ett teoretiskt bidrag, då det som produceras i Sverige kan exporteras, och vi kan importera samma eller andra arter i stället. Det går alltså inte att veta om den svenska produktionen konsumeras i Sverige, det vill säga faktisk självförsörjningsgrad.

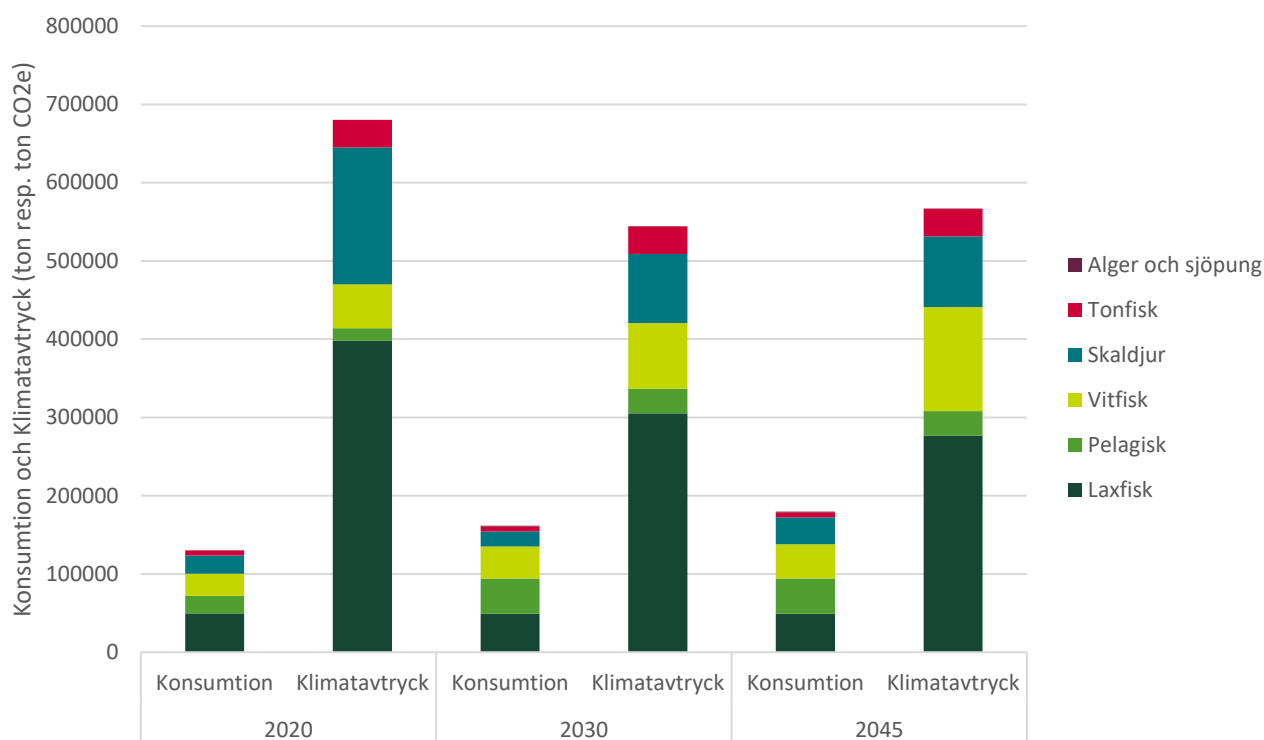
3.4. Framtida konsumtion

I scenarierna som undersökts visar det sig först och främst att konsumtionen kan nå rekommenderade nivåer. Samtidigt minskar sjömatkonsumtionens totala klimatavtryck, trots den stora volymökningen (Figur 6).

Bidraget från laxfisk minskar i scenarierna och det beror både på något minskad andel (från 38% till 31% och sedan 27%), men kanske främst på hur kategorin är sammansatt. Framför allt pinklaxen har lägre klimatavtryck p g a att den fiskas mer energieffektivt. Transport till Sverige (från Alaska) tillkommer, men den är som tidigare nämnt ofta av mindre betydelse för fryst fisk som fraktas på båt (Ziegler & Hilborn 2022). Enligt den data som finns är regnbåge mer klimateffektiv att odla än lax, men inputdata kommer från odlingar i olika länder (regnbåge odlad i Finland och lax odlad i Norge). Norskodlad regnbåge dominerar svensk konsumtion (Figur 2 och Ziegler & Bergman 2017), men det har inte gått att särskilja odling av regnbåge och lax i Norge vad gäller klimattal (Johansen m fl 2022). För svenskodlad regnbåge finns en datarapport (Sweco 2018) som användes som datakälla för den framtida landodlade laxfisken, men för kassodlad regnbåge valdes i stället data från en nyare finsk studie (Silvenius m fl 2022).

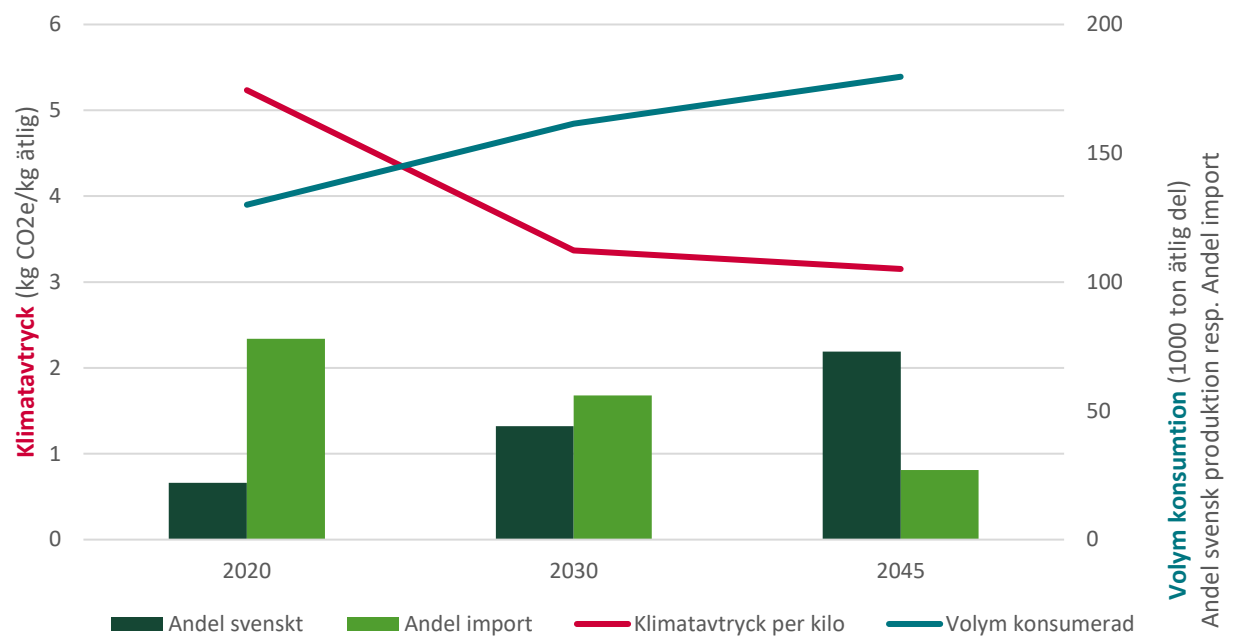
Kategorin vitfisk ökar i framtidsscenarierna, både i relativ betydelse och i totala utsläpp. Det beror främst på dubblingen av sej och Alaska pollock och i mindre utsträckning på inkluderingen av odlad vitfisk som Clarias och Tilapia. De senare har i dagsläget relativt höga utsläpp, men dessa kan komma att minska med nya foder och andra förändringar i värdekedjan. Skaldjurens klimatavtryck minskar däremot, vilket beror på att hälften av konsumtionen av räka ersatts med musslor, som har betydligt lägre klimatavtryck.

Det är viktigt att komma ihåg att vildfångad fisk endast finns i begränsad mängd, men hållbar förvaltning leder till större hållbara fångster på lång sikt. Ökat nyttjande av fångster och sidoströmmar till mat kan ge betydligt ökade volymer. De definierade scenarierna där användningen av sidoströmmar ökar 2030 (20%) och 2045 (40%) gör att utsläppen *per kg producerat livsmedel av en art* minskar jämfört med 2020. Detta på grund av att mer används och därmed kan avtrycket från produktionen delas upp på en större volym, d v s sidoströmmarna har samma typ av produktion bakom sig som filén. Med denna modellering, där även sidoströmmarna används, ökar därmed *både volym och relativt klimatavtryck av respektive sjömatkategori*. Det framförs ibland att sidoströmmar bör ses som miljömässigt ”gratis”, men eftersom ingen livsmedelsproduktion kommer utan miljöpåverkan anser vi att det är motiverat att räkna på dem utifrån produktionens påverkan, för att tänka på hållbarhet även där. En råvara från en resursintensiv/ohållbar produktion blir inte hållbar för att den recirkuleras till ett annat produktionssystem.



Figur 6. Konsumtion av sjömat i Sverige och dess klimatavtryck totalt samt fördelning mellan kategorier av sjömat

På det hela taget kan vi genom olika förändringar av konsumtion och produktion nå upp till rekommenderad konsumtionsnivå av sjömat, utan att öka de totala utsläppen. Detta genom minskade utsläpp per kg som konsumeras (Figur 7) – 2045 skattas klimatavtrycket per kg som konsumeras kunna vara 40% lägre än 2020. Andelen svensk produktion kan om de antaganden som gjorts förverkligas öka från 22 till 89%, men detta förutsätter som sagt att stora förändringar genomförs – inom fisket, vattenbruket och längs hela produktionskedjan.



Figur 7. Total volym sjömat konsumerad, klimatavtrycket per kg konsumerad sjömat samt andel import och andel svenskt i konsumtionen år 2020, 2030 och 2045.

4. Diskussion

4.1. Konsumtion

Baserat på de scenarier som undersökts, har denna rapport visat att det finns sätt att öka konsumtionen av sjömat i Sverige enligt kostrekommendationerna – samtidigt som dess klimatavtryck kan minskar, totalt och per kg sjömat som konsumeras – med en minst lika varierad sjömatsmeny som idag. Det handlar i stora drag om att öka konsumtionen på rätt sätt, t ex att välja de mest klimatsmarta alternativen inom de kategorier av sjömat som konsumenter tycker om att äta – och kanske att försöka påverka eller nudga⁶ en ökad konsumtion av vissa kategorier, mindre av andra. Beräkningarna har gjorts baserat på befintlig produktionsteknik och tillgängliga data kring nuvarande produktionsmetoder. Det kommer att hända mycket som ännu inte går att modellera eller förutse – såväl negativa effekter på produktivitet från klimatförändringar som innovationer som kan medföra effektivare produktion med mindre miljöpåverkan. Innovationer kan handla om allt ifrån mer energieffektiva fiske- eller odlingsmetoder till nya foder.

Även om resultatet visar att det finns stora möjligheter till ökad hållbar försörjningskapacitet vad gäller sjömat genom att satsa rätt på utbyggd produktion, kommer vi sannolikt att fortsätta importera sjömat. Detta beror helt enkelt på att vi vill äta många olika sorters sjömat. Det behöver dock inte vara ohållbart att importera (eller exportera) sjömat; transporten har ofta ett begränsat bidrag till produkters totala klimatavtryck. Detta gäller så länge inte flygfrakt av färsk fisk är inblandad, men det är en mycket begränsad del av vår konsumtion idag för vilken det är aktuellt (Wocken m fl 2022). Svenskproducerad sjömat får därmed inte per automatik 'carte blanche' som hållbar bara för den är lokalt producerad. Även här är det viktigt *hur* produktionen sker och att både fiske och vattenbruk utvecklas på ett genomtänkt sätt, där det går att dra lärdomar av erfarenheter gjorda i andra länder kring vad som är viktigt att tänka på. Det är också viktigt att inte stirra sig blind på en miljöaspekt som klimat – och acceptera att alla miljöaspekter inte kan minimeras samtidigt. Mer om detta nedan.

⁶ Nudging är en metod som går ut på att underlätta hållbara val utan att ta bort valmöjligheter, och på det sättet styra individers beteenden i önskvärd riktning.

4.2. Produktion

Sverige skulle kunna ha betydligt större egen försörjningskapacitet av sjömat än idag och producera 75% av sjömaten som konsumeras i stället för 25%, som idag. Exempelvis gick enbart 15% av den sjömat som producerades i Sverige år 2020 till direkt produktion av livsmedel, en siffra i hög grad överensstämmande med Sundblad m fl (2020) som också täckte in merparten av produktionsvolymen men täckte år 2018 och bitvis lite andra arter.

För att en stor produktionsökning över huvud taget skall kunna äga rum vad gäller vattenbruk och ökat nyttjande av sidoströmmar måste detta prioriteras och satsas på. Det handlar exempelvis om tillgång till kapital, ett konstruktivt samarbete mellan myndigheter och näring och en förståelse för att en uppbyggnadstid kan behövas innan en produktionsanläggning är helt intrimmad och optimerad, men att ett medvetet och riskbaserat tänk under etableringen kan skapa klimateffektiv och överlag hållbar produktion. Eventuellt skulle en provotid kunna behövas under vilken osäkra parametrar testas och sätts mer definitivt. Det är viktigt att en sektor som samhället önskar ska växa genom framtagande av strategier och handlingsplaner (som dock ej är juridiskt bindande, t ex HaV & JV 2021a, b) inte begränsas av föråldrade regelverk som motverkar hållbar produktion – vare sig det gäller hållbart nyttjande av en begränsad fiskresurs, ökat nyttjande av sidoströmmar eller odlingssystem med överlag mindre miljöbelastning. Samtidigt kan existerande strikta miljökrav vändas till mervärden av svensk produktion och för att nischa denna mot marknader, inhemska eller exportmarknader, där efterfrågan för hållbart producerad sjömat finns. Att hitta dessa mervärden är ett viktigt steg i att profilera en egen nisch för svensk sjömat, som bör bygga på kvalitet och hållbarhet snarare än att, som idag, att leverera stora mängder råvara till foderproduktion. Då krävs dock att de som bestämmer vilken sjömat som ska säljas på marknaden också väger in dessa mervärden i sina inköpsstrategier och ser att de själva och deras företag spelar en viktig roll i utvecklingen av svensk sjömatsektor.

Resultaten visar att om inte stora förändringar i produktion genomförs, kommer sjömatsektorns utsläpp att öka i takt med ökad produktion. Detta är en utveckling som kanske måste tillåtas för en sektor som vi av flera skäl önskar se växa, för att allt ifrån att skapa sysselsättning i glesbygd, trygga försörjningen av sjömat, minska beroendet av komplexa handelskedjor samt minska utsläppen för livsmedelsektorn som helhet. Det finns många argument för ökad sjömatproduktion, där den växande svenska sjömatsektorn behöver ses i ett större perspektiv vad gäller totala utsläpp, t ex genom att även beakta vilka produkter den nya svenska sjömaten skulle ersätta. Om den växer på bekostnad av landbaserad animalieproduktion, innebär det ofta en win-win både ur miljö-

och hälsosynpunkt. Dessutom skulle en ökad inhemsk produktion potentiellt resultera i minskad miljöbelastning i de områden där produktionen av vår tidigare importerade sjömat ägde rum, vilket är i linje med generationsmålet för de svenska miljömålen.

Det finns även andra begränsningar och miljöaspekter att ta hänsyn till vad gäller sjömatproduktion. Även om vi här har fokuserat mycket på klimatavtrycket, så är det viktigt att inte stirra sig blind på och optimera enbart detta. Olika produktionssystem har olika styrkor och svagheter och det viktiga är att vara medveten om och arbeta med svagheter på ett medvetet sätt. I de scenarier som satts upp skulle fiskets påverkan på bottenhabitat minska över tid, och med fortsatt utveckling av mindre miljöbelastande produktion även efter 2045, finns potential att fasa ut den ytterligare. Den i jämförelse med andra länder låga effektiviteten (fångst per påverkad bottenyta) inom svenskt trålfiske, indikerar att en övergång till större andel alternativa redskap, t ex burar i kräftfisket, skulle kunna vara gynnsam, om utrymme finns. Burfiske har, förutom minskad bottenpåverkan, dessutom visat sig vara gynnsamt för såväl fisk- som kräftbestånd genom minde bifångster (Hornborg m fl 2016). När det gäller vattenbruk finns en tydlig sådan skiljelinje mellan öppna och stängda system, där öppna har lägre klimatavtryck, men högre utsläpp av *potentiellt* övergödande utsläpp, medan stängda ofta har högre klimatavtryck och betydligt lägre övergödande utsläpp (Philis m fl 2019). Olika system kan passa i olika recipienter, t ex kan öppna system vara befogade att ha i områden där det inte finns ett överskott, eller t o m brist på närsalter, som t ex i vissa svenska kraftverksdammar. Där slutna system är bäst lämpade, p g a hög närsaltsbelastning (t ex i södra Östersjön), går det i stället att jobba för minimerat klimatavtryck genom energieffektivisering och användning av förnybar energi.

Det finns två primära men viktiga begränsningar vad gäller framtida sjömatproduktion från svenskt fiske. Den allra viktigaste begränsningen är fortsatt utveckling för redan sviktande bestånd. Sedan 2020 har både fiskestopp på torsk införts samt det finns flera alarmerande signaler från strömmingsfisket i Östersjön, med nollkvot rekommenderad för västra beståndet. Fortsatt misslyckade att garantera hållbart nyttjande inom fisket har stor påverkan på svensk sjömatsektor. Den andra begränsningen är förekomsten av oönskade ämnen som dioxiner och PCB i framför allt stor strömming och från norra Östersjön. Detta leder till marknadsrestriktioner och särskilda kostråd som syftar till att begränsa intaget. Denna begränsning kan till viss del mötas genom exempelvis produktutveckling, men det kräver en samlad ansträngning av aktörer inom fiskeriförvaltningen och industrin – från hav till bord – för att bryta trenden att alltmer av resursen går till foder (JV 2023). Om inte båda begränsningarna kan överkommas riskerar bidraget från svenskt fiske till svensk sjömatkonsumtion minska ännu mer i betydelse, vilket är ännu ett scenario som dock inte undersöktes i rapporten.

4.3. Osäkerheter och dataluckor

De modelleringar av framtidsscenarioer som gjorts bygger på befintlig kunskap och data om produktion/konsumtion och är sällan gjorda för exakt den produkt som ska representeras, vilket leder till osäkerheter. Som nämndes under metodbeskrivningen har dock ansträngningar gjorts för att använda den mest representativa data som finns tillgänglig och för att harmonisera data och metoder för att möjliggöra jämförelser mellan arter och artgrupper.

Antagandena kring framtidsscenarierna har gjorts i samråd med näring och med centrubildningen Blå Mat och därmed förankrats med personer som är väl insatta i förutsättningarna för svensk sjömatindustri. Utifrån de diskussioner som uppstått har modellerna modifierats och förbättrats för att åstadkomma en så realistisk bild som möjligt. På grund av flera oroande signaler kring fiskets utveckling som beskrivits i kapitel 4.2, hade fiskets landningar och bidrag till framtida sjömatproduktionen kunnat minskas ytterligare jämfört med idag. För att inte ge oss in i att göra antaganden kring detta modellerades fiskets fångster som konstanta och ökningen av sjömatproduktionen från fisket kom enbart från ökad användning av fångster och sidoströmmar till livsmedel.

Som nämndes i metoddelen antogs en större procentuell tillväxt i vattenbruket mellan år 2020 och 2030 än mellan 2030 och 2045 (medan volymökningen är betydligt större under den senare perioden). Detta kan diskuteras. Det kan vara lätt att öka produktionen i början, från en mycket låg nivå, men att bygga ut till större volymer kan ta tid. Å andra sidan tar det tid att omsätta nya odlingstillstånd till faktiskt produktion när dessa väl är på plats och det kan mycket väl vara så att vi överträffar dessa scenarier för tillväxt och når upp till ännu större produktionsvolymer. Detta dels till följd av förändringar i industrin såväl som i omvärlden som är svåra att förutse, senaste årens pandemi och Rysslands invasion av Ukraina är exempel på snabba förändringar som påverkat industrin. Dessutom påverkas marknaden av politiska beslut samt konsumentbeteenden, och förutsägbara och oförutsägbara konsekvenser av klimatförändringarna kommer bli alltmer påtagliga.

Aspekter av miljöeffekter som i nuläget inte inkluderas i modellen inkluderar exempelvis effekter på biologisk mångfald (samt påverkan av förlust av densamma) samt fiskets påverkan på havsbottens funktion som kolsänka. Trots att andelen sjömat fiskad med bottentrål minskar över tid, väntas den landade volymen inte förändras. Detta gör att kollagrande sediment skulle kunna fortsätta frigöra utsläpp om det är så att det sker idag. I dagsläget vet vi dock för lite om detta för att kunna dra slutsatser om huruvida bottentrålning ger betydande bidrag till fiskets klimatavtryck genom att frisätta kol bundet i sediment (Hiddink m fl 2023). Även när det gäller beståndspåverkan är det svårt att göra projektioner i en kvantitativ modell, eftersom såväl klimatförändringar och biologisk komplexitet som ekonomiska, sociala och politiska faktorer gör att utvecklingen inte sker linjärt. Även här kan innovation, teknisk utveckling (som förbättringar av selektiva redskap

samt alternativa energisystem), policybeslut (som ekosystembaserad förvaltning) och inte minst förbättrade beståndsmodeller få betydelse och potentiellt minska fiskets påverkan. Det finns även risk för fler fiskestopp p g a ohållbart nyttjande, och allra viktigast är därmed en politisk vilja att förändra nuläget.

Slutligen, fram tills tydliga mervärden med just svenskproducerad sjömat har etablerats bland konsumenter, kan vi inte med automatik hävda att svenskt = hållbart. Den inhemska produktionen behöver kartläggas och optimeras, precis som produktion i andra länder, liksom logistikkedjan hit. Samtidigt kan en ökad svensk sjömatproduktion omfatta mervärden utöver miljömässig hållbarhet, såsom försörjningskapacitet, lokal sysselsättning och bättre förutsättningar för kontakt mellan producent och konsument. På det hela taget finns det stora möjligheter för svensk sjömatsektor att expandera på ett hållbart sätt, men det kräver en tydlig strategi och prioriteringar samt ett brett samarbete mot tydliga och tidsatta mål.

5. Slutsatser/rekommendationer

- Klimatavtrycket per kg konsumerad sjömat kan minskas betydligt genom förändrad sammansättning av vad samt konsumeras och hur det har producerats, framför allt inom sjömatkategorier, men även genom viss förskjutning mellan kategorierna.
- Alla aktörer i kedjan – från förvaltning/myndigheter, fiske, vattenbruk, fiskbransch, handel och konsument – spelar en viktig roll i att möjliggöra ökad inhemsk sjömatproduktion och omställningen till en hållbar sjömatkonsumtion i Sverige i enlighet med kostråden.
- Svenskt fiske behöver förvaltas på ett långsiktigt hållbart sätt för att fångsterna skall ge hållbart producerad sjömat framöver, både ekologiskt och klimatmässigt.
- Produktutveckling, ökad geografisk kunskap om förekomsten av oönskade ämnen i fet fisk skulle göra det möjligt att ge mer precisa kostråd och öka förutsättningarna för att använda en större del av fångsterna till mat.
- Produktionen av sjömat i Sverige skulle kunna öka betydligt och täcka de inhemska behoven för konsumtion till åtminstone 75%.
- Sjömatsektorns utsläpp behöver ses i ett större perspektiv där andra värden vägs in, såsom betydelsen av en ökad inhemsk och lokal försörjning av sjömat, och där det också vägs in vad den nya sjömaten ersätter – d v s beakta totala utsläpp från vår livsmedelskonsumtion.

Referenser

- Axelsson, A., Ziegler, F., Hornborg, S. (2022). Metod för beräkning av svensk sjömatkonsumtion. RISE Rapport 2023:4
- Bergman, K., Henriksson, P., Hornborg, S., Troell, M., Borthwick, L., Jonell, M., Philis, G., Ziegler, F. (2020). Recirculating aquaculture is feasible without major energy tradeoff: Life Cycle Assessment of warmwater fish farming in Sweden. *Environmental Science & Technology*, 54(24):16062-16070
- Bianchi, M.A., Hallström, E., Parker, R.W.R., Mifflin, K., Tyedmers, P.H., Ziegler, F. (2022). Assessing seafood nutritional diversity together with climate impacts informs more comprehensive dietary advice. *Communications, Earth and Environment* 3: Article No.188
- Borthwick, L., Bergman, K., Ziegler, F. (2019). Svensk konsumtion av sjömat. RISE Rapport 2019:27 <http://ri.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1305161&dswid=3908>
- Coelho, C.R.V., Peters, G., Zhang, J., Hong, B., Abdollahi, M., Undeland, I. (2022) A comparative life cycle assessment of cross-processing herring side streams with fruit pomace or seaweed into a strable food protein ingredient. *Future Foods* 6(2022)100194
- Coelho, C.R.V., Peters, G., Zhang, J., Hong, B., Abdollahi, M., Undeland, I. (2023) Fish beyond fillets: Life cycle assessment of cross-processing herring and lingonberry co-products into a food product. *Resources, Conservation & Recycling* 188(2023)106703
- Cooper, D., Flodström, E., Gustafsson, T., Jernström, M. (2005) Emission factors, fuel consumption and emission estimated for Sweden's fishing fleet 1990-2004 SMED Report No 68 2005
- Eigaard O. R., Bastardie, F., Hintzen, N., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., Dinesen, G. E., Fock, H., Geitner, K., Gerritsen, H., Gonzalez Manuel, M., Jonsson, P., Kavadas, S., Laffargue, P., Lundy, M., Mirelis, G. G., Nielsen, R., Papadopoulou, N., Posen, P., Pulcinella, J., Russo, T., Sala, A., Silva, C., Smith, C., Vanelslander, B., Zengin, M. & Rijnsdorp, A. D. (2015). Benthic impact of fisheries in European waters: the distribution and intensity of bottom trawling. BENTHIS - Deliverable 2.3. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00310/42138/>

- EUMOFA (2022). European Market Observatory For Fisheries And Aquaculture Products Data management, Conversion factors by CN-8 code, from 2021-2021 Metadata 2-Data management. Annex 7
- Fiskeridirektoratet. (2018). Norske omregningsfaktorer. VERSJON VI Gjeldende fra 01.05.2018.
- Gephart, J.A., Henriksson, P.J.G., Parker, R.W.R., Shepon, A., Gorospe, K.D., Bergman, K., Eshel, G., Golden, C.D., Halpern, B.S., Hornborg, S., Jonell, M., Metian, M., Mifflin, K., Newton, R., Tyedmers, P., Zhang, W., Ziegler, F., Troell, M. (2021). Environmental impacts of blue foods Nature online Sep 15 2021 597:360-365
- Hallström, E., Bergman, K., Mifflin, K., Parker, R., Tyedmers, P., Troell, M. Ziegler, F. (2019). Combined climate and nutritional performance of seafoods. Journal of Cleaner Production 230: 402-411
- HaV & JV (2021a) Strategi för svensk fiske och vattenbruk 2021-2026- friska ekosystem och hållbart nyttjande Online:
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.3258773a179c55014dd4490d/1622622996825/ovr598.pdf> (Senast använd 22 juni 2023)
- HaV & JV (2021b) Handlingsplan för utveckling av svenskt vattenbruk 2021-2026
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.3258773a179c55014dd4457a/1622622688851/ovr596.pdf> (Senast använd 22 juni 2023)
- Havs- och Vattenmyndigheten. (2022). Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2021 - Resursöversikt. Havs- och Vattenmyndigheten rapport 2022:02.
- Hiddink, J.G., van de Velde, S.J., McConnaughey, R.A., De Borger, E., Tiano, J., Kaiser, M.J., Sweetman, A.K., Sciberras, M. (2023). Quantifying the carbon. 617:E1-E2
- Hornborg, S. & Främberg, A. (2020). Carp (Cyprinidae) fisheries in Swedish Lakes: A combined environmental assessment approach to evaluate data-limited freshwater fish resources as food. Environmental Management 65:232-242
- Hornborg, S., Jonsson, P., Sköld, M., Ulmestrand, M., Valentinsson, D., Eigaard, O. R., Freekings, J., Nielsen, J. R., Bastardie, F. & Lövgren, J. (2016). New policies may call for new approaches: The case of the Swedish Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fisheries in the Kattegat and Skagerrak. ICES Journal of Marine Science 74(1), doi: 10.1093/icesjms/fsw153
- Hornborg, S., & Mann, M. (2019). Broad sustainability analysis of Northern shrimp fisheries in the Skagerrak. RISE Rapport 2019:36. Online: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1318454&dswid=-781>
- Hornborg, S., Bergman, K., Ziegler, F. (2021). Svensk konsumtion av sjömat. RISE rapport 2021:83 <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1603845&dswid=1961>

- ICES (2022). ICES Advice 2022. ICES Advice Publications. Collection.
<https://doi.org/10.17895/ices.pub.c.5796935.v105>
- Johansen, U., Arntzen Nistad, A., Ziegler, F., Mehta, S., Langeland, M., Wocken, Y., Skontorp Hognes, E. (2022). Greenhouse gas emissions of Norwegian salmon products. SINTEF Ocean AS report 2022:01198. Online:
<https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/3044084>
- JV (2023) Vägen framåt mot mer livsmedel av svenskfångad sill och skarpsill. Kapacitet i landning och beredning av fisk i Sverige Rapport 2023:8 Online:
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.4483ef91188de34c0fd8d3dd/1687765981852/ra23_8v3.pdf
- Nilsson, K., Sjons, J. & Baky, A. (2022). Klimatindikatorer för svensk direktkonsumtion av livsmedel 2016 och 2018 - Resultat & metodik. RISE Rapport P108268, januari 2022
- NNR (2023). Nordic Nutrition Recommendations 2023 Integrating environmental aspects. Public consultation draft March 31, 2023
- Parker, R.W.R. m fl (2018). Fuel Use and Greenhouse Gas Emissions of World Fisheries. *Nature Climate Change*. 8: 333-337
- Philis, G., Ziegler, F., Dverdal Jansen, M., Gansel, L.C., Hornborg, S., Hansen Aas, G., Stene, A. (2021). Quantifying environmental impacts of cleaner fish use as sea lice treatments in salmon aquaculture with life cycle assessment. *J Ind Ecol* 26(6):1992-2005 <https://doi.org/10.1111/jiec.13118>
- Piet, G., Hintzen, N. & Quirijns, F. (2018). Impact of fisheries on seabed bottom habitat – Fisheries from The Netherlands, Germany, Denmark and Sweden. Wageningen Marine Research report C012/18.
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/535570>
- Silvenius, F., Setälä, J., Keskinen, T., Niukko, J., Kiuru, T., Kankainen, M., Saarni, K. & Silvennoinen, K. & Silvennoinen, K. (2022). The climate impact of Finnish fish products. *Natural Resources and Bioeconomy Research* 13/2022. Natural Resources Institute Finland. Helsinki, 37 p.
- Bergenius, M., Ringdahl, K., Sundelöf, A., Carlshamre, S., Wennhage, H. & Valentinsson, D. (2018). Atlas över svenskt kust- och havsfiske 2003-2015. *Aqua reports* 2018:3, SLU.
- SLV (2011). Riksmaten-vuxna 2010-11. Livsmedelsverket. Online:
https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2011/riksmaten_2010_20111.pdf
- SLV (2022). Livsmedelsverkets kostråd kring fisk och skaldjur.
<https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/kostrad/rad-om-bra-mat-hitta-ditt-satt/fisk>

- Sundblad, E-L, Hornborg, S., Uusitalo, L. och Svedäng, H. (2020). Svensk konsumtion av sjömat och dess påverkan på haven kring Sverige. Rapport nr 2020:1, Havsmiljöinstitutet.
- Sweco (2018). Livscykelanalys av svensk odling av fisk i öppna system och recirkulerande system. Teoretisk jämförelse med tidigare LCA-studier av svensk produktion av fågel, nöt och fläsk. Sweco uppdragsrapport nummer 1655423000 Online: <https://files.builder.missite.com/d7/86/d786b374-fa08-4405-bd6f-21929c586bb4.PDF>
- Undeland, I., (2011) Innovativa metoder för att höja värdet på fiskbiprodukter och underutnyttjade arter - fas II. Dnr: 31-652-08 Slutrapport
- Winther, U., Skontorp Hognes, E., Jafarzadeh, S., Ziegler, F. (2020). Greenhouse gas emissions of Norwegian seafood products in 2017. SINTEF Ocean AS report 2019:01505
- Zhang, X., Kotin, A., Zgola, M., (2021). Life Cycle Assessment of wild Alaska pollock. Final ISO LCA report Quantis
- Wocken, Y., Axelsson, A., Ziegler, F. (2022). The WWF Sustainable Seafood Guide from a greenhouse gas emissions perspective. Report commissioned by WWF Sweden.
- Ziegler, F., Bergman, K. (2017). Svensk konsumtion av sjömat - en växande mångfald. SP Rapport 2017:07 <http://ri.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1094275&dsid=3908>
- Ziegler, F., Parker, R.W.R., P. Tyedmers (2022) Methods matter: Improved practices for environmental evaluation of dietary patterns. Glob Environ Chang 73:102482. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2022.102482
- Ziegler, F., Hilborn, R. (2023). Fished or farmed: Life cycle impacts of salmon consumer decisions and opportunities for reducing impacts. Science of the Total Environment 854:158591

Tack

Vi vill tacka samarbetspartners både inom Mistra Food Futures och centrubildningen Blå Mat för att ha bidragit med inspel på upplägget av framtidsscenarierna, gett kommentarer på rapporten och ställt bra frågor längs vägen. Samtidigt vill vi säga att vi av olika skäl inte har kunnat ta hänsyn till alla inspel i själva modelleringen, och ibland har synpunkter och frågor i stället lett till förtydliganden i texten, vilket också är värdefullt. Valen hur vi slutligen har gjort är helt våra egna. Tack även till kollegorna Markus Langeland och Yannic Wocken som läst och gett synpunkter på tidiga versioner av rapporten. Tack förstås också till Mistra och Formas som finansierar dessa stora initiativ för mer hållbar (sjö)mat (Formas 2020-0008).

Bilaga 1: Datakällor

Art (produktionstekniker ¹)	Fiske/ Vattenbruk	Svensk produktion	Import	Datakälla
Sill	F	x	x	Winther m fl (2020)
Skarpsill	F	x		Som sill
Makrill	F	x	x	Som sill
Torsk (viktat medel av norskt fiske)	F		x	Winther m fl (2020)
Torsk (bottentrål, passiva redskap)	F	x		EU-MAP data ²
Havskräfta (bur, trål)	F	x		EU-MAP data ²
Räka	F		x	Winther m fl (2020)
Räka	F	x		EU-MAP data ² i Hornborg & Mann (2019)
Braxen	F	x		Hornborg & Främberg (2020)
Alaska pollock	F		x	Zhang mfl (2021)
Pinklax	F		x	Ziegler & Hilborn (2022)
Sej	F	x	x	Winther m fl (2020)
Tonfisk (skipjack/bonit)	F		x	Bianchi m fl (2022)
Lax	V		x	Johansen m fl (2022)
Regnbåge	V	x	x	Kassodling: Silvenius m fl (2022) Recirkulerande odling: Sweco (2018)
Röding	V	x	x	Som regnbåge
Tilapia	V	x	x	Bergman m fl (2020)
Clarias	V	x	x	Bergman m fl (2020)
Sockertång	V	x	x	Thomas m fl (2021)
Blåmusslor	V	x	x	Thomas m fl (2021)
Sjöpung	V	x		Thomas m fl (2021)

¹ Om fler än en

² EU-MAP data är ekonomiska data kring bränsleåtgång insamlad av Havs- och Vattenmyndigheten inom ramen för EUs datainsamling

Bilaga 2: Svensk handel med sjömat

Sverige producerar årligen omkring 195 000 ton fisk och skaldjur, enligt statistik över 2020 års produktion, vilket utgör endast 2% av de totala landningarna inom EU. På grund av att stora mängder både importeras och exporteras, är Sverige trots detta en viktig spelare på den europeiska sjömatmarknaden. 883 666 ton sjömat importerades till Sverige 2020, vilket utgjorde 7,6% av importvolymen och 9,8% av importvärdet inom EU-länderna. I kombination med en nästan lika stor export (856 300 ton) gör det sjömat till den varugrupp inom svenskt jordbruk och livsmedel med störst omsättning. Av den importerade sjömaten kommer 45% från Norge, medan de viktigaste exportparterna utgörs av Danmark, Polen och Frankrike.

Den avsevärt mest populära arten bland svenskarna är lax, genom en årlig konsumtion på omkring 30 000 ton (filé/ätlig vikt) enligt 2019 års konsumtionsstatistik. Lax står dessutom för 65% respektive 63% av svensk import och export och är därmed den viktigaste sjömaten även ur ett handelsperspektiv. Det gör också Sverige till den största importören och exportören av lax bland EU-länderna. En övervägande majoritet (99%) importeras från Norge och den inhemska produktionen av lax är relativt liten (924 ton år 2020). Färsk och hel/rensad lax utgjorde 2020 omkring 90% av såväl import som export, vilket indikerar att Sverige inte heller processar några betydande mängder utan snarare fungerar som ett transitland mellan Norge och resten av EU. Den tesen stärks av att Sverige år 2018 stod för endast 2,5% av omsättningen inom processindustrin för sjömat i EU.

Sverige är också en inom EU stor importör och exportör av demersala arter (främst torsk men också t ex sej och kolja), samt sill/strömming. Eftersom den inhemska produktionen av dessa arter är liten, kan de exporterade volymerna antas komma från import. Ur importperspektivet är torsk viktigast efter lax, med en volym år 2020 på 71 816 ton vilket utgjorde 8,1% av volymen nationellt. Majoriteten importeras från Norge och omkring 40% är i saltad/torkad form medan resten framför allt är färsk eller fryst och hel/rensad. Räknat på export är det i stället sill/strömming som är näst viktigast, med en volym år 2020 på 106 468 ton vilket var 12% av den totala exporten. Sill/strömming är också den art som svenskar konsumerar mest av efter lax (15 446 ton), medan torsk hamnar på tredjeplats (11 165 ton). Av den totala produktionen sill/strömming är det dock enbart runt 40% som går till humankonsumtion, då majoriteten exporteras till framför allt Danmark för

produktion av fiskfoder. Därför sker större delen av exporten av sill/strömming i färsk eller frusen och hel/rensad form, medan hälften av importen är tillredd eller konserverad.

Efter lax, sill/strömming och torsk följer räkor som en bland svenskarna populär artgrupp och konsumtionen av nordhavsräkor år 2019 var 10 633 ton. Den totala importen och exporten av räkor, där även fler arter ingår, utgör en relativt liten del av den svenska sjömatshandeln (2,9% respektive 0,44%) och sker framför allt med Danmark och Norge. Andra arter som är viktiga ur handelssynpunkt inkluderar (i fallande ordning gällande storlek på import) sej, tonfisk, regnbåge, makrill och kolja. Dessa finns också på listan över de 25 vanligast konsumerade arterna av sjömat i Sverige.

Handelsstatistiken är hämtad från EUMOFA (2020) och EC/Eurostats (2022), produktionsstatistiken från SCB för år 2020 och konsumtionsstatistiken för 2019 från Hornborg m fl (2021).

