

**Institutionen för akvatiska resurser
Havsfiskelaboratoriet**

SLU.aqua.2023.5.4-337

Mikaela Bergenius Nord, Daniel Valentinsson, Joakim Hjelm, Katja Ringdahl, Nuno Prista,
Lovisa Wennerström, Ulf Bergström, David Gilljam.

Beställning TAC Östersjön, korrigerande åtgärder för sill

11. TAC-förordning Östersjön

Frågeställning/Beställning

1. När leker sillen i de olika SD för central sill baserat på vetenskapliga publikationer?
2. Utifrån sillens lekvandring och lek (i tid och rum) i resp. delområde, vilken effekt skulle en reglering av fiske i samband med sillens lekperiod i centrala Östersjön kunna ge?
3. Var (rumsligt) och när och hur lång tid (temporalt) skulle en sådan lekfredning kunna utformas för att säkerställa en återhämtning av lekbiomassan?

Bakgrund

Under förhandlingar om TAC för sill i egentliga Östersjöns förväntas medlemsländerna att ta fram förslag på korrigerande åtgärder utifrån MAP.

Utifrån en beställning från RK behöver HaV inhämta SLUs bedömning om lämplighet och möjlighet med en utformning av fiskereglering i tid och rum för att skydda lekande sill.

Format

Underlag i den form SLU Aqua finner lämpligt för att svara på frågeställningen.

Datum för leverans

2023-10-13

Underlag skickas till Fredrik Palm, med kopia till Karin Linderholm och Malin Wilhelmsson.

SLU Aqua

Följande kunskapsunderlag är strukturerat för att kortfattat och separat svara på de tre frågorna i beställningen. Vi har på eget initiativ också valt att lägga till en fjärde punkt som utgörs av en analys om proportionerna av sill och skarpsill i pelagiska Östersjöfångster provtagna inom ramen för SLU Aquas ombordprovtagingsprogram. Analysen under punkt 4 syftar till att undersöka om t ex rumsliga regleringar kan vara användbara för att minska fiskets påverkan på strömmingsbeståndet i centrala Östersjön genom att minska bifångsterna av strömming i fiske efter skarpsill.

Tidigare kunskapsunderlag

SLU Aqua vill först påminna om tidigare framtagna kunskapsunderlag i relativ närtid, med fokus på strömmingsbeståndens migration och biologi, samt om strömmingsfisket. Vi tänker i första hand på leveransen inom projekt RU trålgräns (SLU ID: SLU.aqua.2022.5.2-392), kunskapsunderlaget till HaVs RU att ”utreda hur fiskeregleringarna kan utvecklas för att skydda kustlekande bestånd av sill i norra Egentliga Östersjön (SD 27 samt 29) från februari 2022 (SLU.aqua.2022.5.5-46), ”presentationerna och underlag vid samrådsmötet i Göteborg i november 2019, kunskapsunderlag till HaVs utredning om fiske av sill/strömning inom ICES delområden 27 och 29 i juni 2020 (samt komplettering av detta underlag i september samma år), vår FAQ om sill/strömning (<https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/radgivning/faq-om-sill/>) samt vår bedömning av förslaget om fredningsområde i Bottenhavet (SLU.aqua.2021-5-5-304). Dessa tidigare kunskapsunderlag kompletterar nuvarande leverans med avseende på effekter av stängda områden, fiskemönster, biologi, ekologi och beståndsstruktur.

1. Sillens lekperioder i olika områden

1. När leker sillen i de olika SD för central sill baserat på vetenskapliga publikationer?

Sammanfattning

Sammanfattningsvis sträcker sig tidsperioden då sillen leker i den svenska kustzonen i centrala Östersjöns från april till juli för vårlekande strömning och från augusti till november för höstlekare. Generellt leker sill/strömning tidigare i söder jämfört med norr. Baserat framför allt på två intervjustudier redovisas tid för lek i olika delområden (subdivision) och ibland på en mera geografiskt detaljerad nivå. Det är dock sannolikt att det råder variation i den exakta tiden (kopplat bla till genetisk sammansättning och temperatur) för lek för olika delbestånd inom dessa områden och inom perioderna april-juli och augusti-oktober, och att denna sammanställning därför inte är heltäckande.

Bakomliggande kunskap och data

Sill/strömningen har traditionellt delats in i vårlekande och höstlekande bestånd (Ojaveer, 1981), vilka visat sig utgöra genetiskt distinkta beståndskomponenter (Han m.fl. 2020). Vanligen sker leken under olika perioder beroende på område. Generellt leker sill/strömning tidigare i söder jämfört med norr (tabell 1 och 2, Aro 1989 och referenser däri) och att detta är kopplat till temperatur (Klinkhar 1996, Krasavskaya 2002). Generellt ökar temperaturen för lek med latitud, vilket resulterar i senare lek för nordliga beståndskomponenter (Jørgensen et al. 2005). Den lek som sker under våren infaller vanligen i april-juni, men varierar mellan olika områden och sker främst på vegetation eller hårdbottnar inne i skärgårdarna. Genetiska skillnader hos strömning inom Östersjön finns i många fall i regioner av genomet som visat sig vara kopplat till lektid (Han m. fl. 2020), varför det finns anledning att misstänka att olika delbestånd kan ha olika lektid. Ett exempel är den storvuxna strömning i södra Bottenhavet, Slåttersill, som utgör ett unikt genetiskt bestånd och som leker på i samma område som annan strömning, men något senare på året (Andersson 2023). Lek senare på säsongen sker närmare ytterskärgården, och höstleken, som infaller i augusti-oktober (Gunnartz m.fl. 2011), eller november (Popiel 1984 i Aro 1989), kan

även ske på utsjögrund. På grund av den korta svarstiden för denna beställning täcker litteraturgenomgången främst de västra delarna av Östersjön, men eventuella studier från andra än svenska områden förväntas inte förändra tidsperioden för sillens lek på den svenska kusten i centrala Östersjön som presenteras i detta underlag.

Tabell 1. Länsvis sammanställning över uppgifter gällande huvudsaklig lektid, djup, bottenssubstrat längs den svenska ostkusten grundat på en intervjuundersökning utförd av Gunnartz m.fl. (2011). Intervjustudien utfördes år 2003. En uppföljande intervjustudie utfördes av SLU 2021 (ej publicerade). Lektiderna som angavs av de intervjuade fiskarna i den studien stämmer väl överens med den tidigare studien (Gunnartz m. fl. 2011).

Vårlekare lekperiod (Gunnartz m. fl. 2011)

Område	Tid	Djup (m)
SD 25 Skåne, Blekinge	April - Juni	1- 10
SD 27 Kalmar, Östergötland	Maj - Juni	1 - 10
SD 29 Södermanland, Stockholm, Uppsala	Maj - Juli	1 - 10
SD 30 Gävleborg, Västernorrland	April - Juni	1 - 10
SD 31 Västerbotten, Nordbotten	Maj - September	1 - 15

Vårlekare lekperiod (SLU Aqua, Intervjustudie 2021)

Område	Län	Lektid	Antal intervjuade fiskare
SD 25	Östra Skåne	Maj-Juni	1
	Blekinge	April-Juni	10
SD 27	Södra Kalmar	April-Juni	1
	Norra Kalmar	Juni-Juli	4
	Östergötland	April-Juni	3
	Södra Stockholm	April-Juni	2

SD 28	Gotland	Maj-Juni	2
SD 29	Norra Stockholm	April-Juni	3
	Uppsala	Maj-Juni	4
SD30	Södra Gävleborg	April-Juni	4
	Norra Gävleborg	Maj-Juni	3
	Västernorrland	Maj-Juni	6
SD 31	Södra Västerbotten	April-Juni	1
	Norra Västerbotten	Maj-Juni	4
	Södra Norrbotten	Maj-Juli	5
	Norra Norrbotten	Juni-Juli	4

Höstlekare lekperiod (Gunnartz m. fl. 2011)

Område	Tid	Djup (m)
SD 25 Skåne, Blekinge	NA	NA
SD 27 Kalmar, Östergötland	NA	NA
SD 29 Södermanland, Stockholm, Uppsala	Augusti - Oktober	1 - 10
SD 30 Gävleborg, Västernorrland	September - Oktober	3 - 15
SD 31 Västerbotten, Nordbotten	September - Oktober	3 - 30

Höstlekare lekperiod (SLU Aqua, Intervjustudie 2021)

Område	Län	Lektid	Antal intervjuade fiskare
SD 25	Östra Skåne	NA	1

	Blekinge	Augusti-Oktober	10
SD 27	Södra Kalmar	NA	1
	Norra Kalmar	Augusti-Oktober	4
	Östergötland	NA	3
	Södra Stockholm	September-Oktober	2
SD 28	Gotland	NA	2
SD 29	Norra Stockholm	September	3
	Uppsala	Augusti-September	4
SD30	Södra Gävleborg	September-ovember	4
	Norra Gävleborg	Augusti-Oktober	3
	Västernorrland	September-Oktober	6
SD 31	Södra Västerbotten	Augusti	1
	Norra Västerbotten	Oktober	4
	Södra Norrbotten	NA	5
	Norra Norrbotten	Oktober	4

2 & 3. Sillens lekvandring och lek (i tid och rum) i resp. delområde

2. Utifrån sillens lekvandring och lek (i tid och rum) i resp. delområde, vilken effekt skulle en reglering av fiske i samband med sillens lekperiod i centrala Östersjön kunna ge?

3. Var (rumsligt) och när och hur lång tid (temporalt) skulle en sådan lekfredning kunna utformas för att säkerställa en återhämtning av lekbiomassan?

Sammanfattning

En tidbegränsad reglering av fiske i samband med lek skulle inte i första hand inte minska fiskets totala påverkan på bestånden, eftersom fiskets ansträngning högst sannolikt endast skulle flyttas till en annan tid på året eller annan plats. En förväntad effekt skulle därmed kunna vara att större individer ”sparas” från uppfiskning endast vid tiden för lek. Då det huvudsakliga fisket idag inte sker på aktivt lekande individer i grunda områden utan på ansamlingar av sill/strömning i förleks- och övervintringsområden, behöver en eventuell reglering, om syftet är att skydda så stor del av populationen som möjligt under en begränsad tid på året, därför anpassas till tiden då fisken befinner sig i dessa områden och inte i grunda lekområden. Exakta positioner är svåra att peka ut för dessa ansamlingar annat än att de sannolikt äger rum under haloklinen, dvs kring ca 50-60 m djup. Det vore därmed säkrast att

generellt stänga områden med vattendjup < 70 m, för en tidsbegränsad stängning (i enighet med tidigare RU-leveranser; SLU.aqua.2022.5.5-46 och SLU.aqua.2022.5.2-392). Eftersom kunskapen om sillens/strömningens vandringsmönster inte har en detaljerad rumslig upplösning, utan är mer generell, är det oklart hur väl en sådan åtgärd skulle skydda fisken i praktiken, eftersom den kan fiskas upp vid ett senare tillfälle någon annanstans. När i tid en stängning bör äga rum för att skydda förleksansamlingar är olika för höst- och vårlekare, men för att skydda båda lektyper, samt både ansamlingar före och under lek, behöver fisket vara stängt under större delen av året.

Bakomliggande kunskap och data

Kunskapen kring sillens/strömningens migrationer i Östersjön omfattar främst generella mönster (Aro 1989 och referenser däri). I nuläget saknas mer detaljerad kunskap om förekomsten av olika lekbestånd i Östersjön och då även hur olika lekbestånd vandrar och blandar sig. Vårlekare och höstlekare har olika migrationsmönster, men allmänt kan sägas att de mest omfattande migrationerna görs mellan kustens lek- och uppväxtområden och födosöks-, förleks- och övervintringsområden på djupare vatten (Aro 1989). Kunskapen kring huruvida övervintrings- och födosöksområden är samma platser som förleksområdena är bristfällig, men baserat på bla Aro 1989 utgår vi från att de gemensamt är platser med djupare vatten, dvs. under haloklinen på ca 50-60 m djup, där vattnet vintertid är lite varmare. Dock kan framförallt juvenil fisk vara kvar i skärgårdarnas grundare vatten hela året (Ojaveer 2003, Kaljuste m.fl. 2009, Polte m.fl. 2017). Under vårvintern och våren migrerar den vårlekande sillen/strömningen från övervintrings- och förleksansamlingarna på djupare vatten (>50 m) utanför kusten in till kusten för lek. Leken sker vanligen på hårbotten grundare än 10 m (Aneer 1989, Kääriä m.fl. 1997, Gunnartz m.fl. 2011). En sammanställning av märkningsdata, utförda på adult fisk, visar att strömningen längs svenska Bottenhavskusten generellt företar rätt korta vandringar ut till öppet hav, medan sill/strömningen i centrala Östersjön ibland kan företa längre vandringar till mer sydliga utsjöområden där temperaturer och födoförhållanden är gynnsamma vintertid (Aro 1989, 2002). Det är också sannolikt att det förekommer mer stationära lekbestånd i en del kustområden (Aro 2002). Efter leken migrerar könsmogen sill/strömning ut från kusten och ut till öppna vattenområden för födosök och övervintring.

Då den större delen av fisket idag inte sker på aktivt lekande individer i grunda områden utan på ansamlingar av sill/strömning i förleks- och övervintringsområden, behöver en eventuell reglering, om syftet är att skydda så stor del av populationen som möjligt under en begränsad tid på året, därför anpassas till tiden då fisken befinner sig i dessa områden. Eftersom exakta positioner inte finns dokumenterade för dessa ansamlingar annat än att de sannolikt äger rum under haloklinen, dvs djupare än ca 50-60 m djup, vore det säkrast att utgå från områden med minst dessa vattendjup, eller snarare <70 m för en tidsbegränsad stängning, för att garantera att förleksansamlingarna skyddas. Att utesluta allt fiske i grundare vatten innanför dessa djup skulle skydda inte bara förleksansamlingar men också individer ansamlade för lek. I delområden 27, 28 och 29 omfattar området ut till 12 nm till stora delar lämpliga förleks- och övervintringsområden med djup större än 50 m (ref till tidigare underlag). I delområde 25 är tillgången på lämpliga övervintringsområden inom 12 nm från

baslinjen begränsad. I detta område bör en stängning därför flyttas ut till att täcka in vattendjup < 70 m där sillen höst och vintertid är exponerad för fiske. När i tid denna stängning bör äga rum för att skydda förlekansamlingar varierar för höst och vårlekare, men för att skydda båda lektyper, samt både ansamlingar före och under lek, behöver fisket vara stängt under större delen av året (se fråga 1).

I enighet med SLU Aquas bedömning i FAQn om Sill/Strömning och tidigare leveranser ser vi att sambandet mellan förekomsten av lokala bestånd och deras koppling till bestånd och fiske utanför kusten är centrala frågeställningar i effekterna av rumslig fiskreglering. Även om kunskapsläget är oklart finns sannolikt lokala lekbestånd av sill/strömning inom de två stora förvaltningsenheterna (Bottniska viken och Centrala Östersjön) i Östersjön. Ett högt fisketryck lokalt kan riskera att minska förekomsten av lokala bestånd. Eftersom kunskapen om sillens/strömningens vandringsmönster är begränsad är det oklart hur väl en områdes- och tidsbegränsad stängning kopplat till sillens lek skulle skydda fisken i praktiken och vilken effekt som kan förväntas på mängden strömning. Störst effekt av ett fredningsområde kan förväntas om området är stängt för fiske hela året och de lokala bestånden har begränsad spridning utanför området. Åtgärden skulle ha mindre effekt om beståndet gör längre årliga vandringar, eftersom de då kan fångas utanför området under andra delar av året. Mindre effekt kan också förväntas om fredningsområdet är tidsbegränsat, eftersom fisken då kan fångas där under andra delar av året. Med ett tidsbegränsat fredningsområde på lekplatser eller där fisken ansamlas innan lek, skulle man alltså inte i första hand uppnå en minskning av fiskets totala fångster, om detta inte kombineras med en sänkt fångstkot, utan endast ett skydd av fisken när den vistas i det fredade området. Förväntade effekter av detta skulle alltså kunna vara att större lekande individer ”sparas” från uppfiskning när de befinner sig i området och därmed ges en ökad chans till reproduktion. Men utan kunskap om beståndens struktur och migrationsmönster kan inte den effekten säkras för centrala sillbeståndet som helhet, eftersom ett fredningsområde till och med riskera leda till en ökad ansträngning (via sk. effort displacement) på andra oidentifierade lokala bestånd. SLU Aqua vill påminna om att mot bakgrund i bristen på detaljerad kunskap om strömningens populationsstruktur, inklusive om delbestånden är mixade, är rumsliga och tidsbegränsade åtgärder sannolikt mindre effektiva. En säkrare åtgärd för att beståndets möjlighet till återhämtning är att minska den generella fiskeridödligheten, alltså att sänka fångstkoterna.

4. Preliminära resultat från ombordprovtagning av pelagisk fiske i Östersjön – tilläggsanalys om fångstproportioner av sill och skarpsill

Sammanfattning

Data från ombordprovtagning av det svenska pelagiska fiskets fångster antyder att sill/strömning dominerar fångsterna i grundare och mer kustnära områden i SD 25-29 medan skarpsill dominerar fångsterna i utsjön. Denna nya information förstärker därmed motiven till, och möjligheterna, att skydda förleksansamlingar och

övervintrande sill/strömning i grundare områden mer kustnära (<70 m djup alt innanför 12 Nm zonen- se fråga 1-3)

Bakgrund

I den ordinarie beställningen (punkt 1-3) efterfrågas underlag till stöd för eventuella rumsliga och tidsmässiga regleringar som kan bidra till att skydda sillen/strömningens populationsutveckling. Mycket av bakgrunden till SLU Aquas svar på frågorna i beställningen baseras på kunskaper om biologi och vandringsmönster. Detta tillägg från SLU Aqua, som baseras på analyser av hur blandningen av sill och skarpsill ser ut i svenskt pelagiskt fiskes fångster, visar på ytterligare belägg för, och möjligheter för, att skydda sillen/strömningen via rumsliga (alt. djupbaserad) regleringar.

Kommissionens förslag om att endast tillåta bifångster av sill/strömning i centrala Östersjön och Bottniska viken innehöll inga förslag på TAC:er. Därför frågade Kommissionens Internationella havsforskningsrådet (ICES) om hur stora de oundvikliga bifångsterna av sill (*Clupea harengus*) är i det pelagiska fisket efter skarpsill. Den 8 september 2023 svarade ICES att det inte var i stånd att tillhandahålla ytterligare information angående bifångster i det pelagiska fisket för 2023. ICES menade att orsaken var att det krävs ytterligare arbete för att utveckla scenarier för mixfiske för Östersjön och att det förmodligen behövs en särskild workshop för att ta fram relevanta råd.

I avsaknad av råd från ICES, och för att undvika begränsade TAC:er (s.k. choke species), föreslog KOM, baserat på befintlig landningsinformation, egna TAC:er för sill i centrala och Bottenhavet för att minska bifångst på sill.

För sill i Bottniska viken (SD 30-31) har KOM argumenterat att tillåtna sillfångster bör vara ytterst begränsade med tanke på att riktat fiske efter skarpsill inte förekommer i området och eftersom de totala landningarna av skarpsill mycket låga. Då det riktade skarpsillfisket är därmed nästan obefintligt har KOM föreslagit 1 000 ton som TAC för strömningen i Bottniska viken (-99 % jämfört med 2023).

I motsats till Bottniska viken är fisket efter skarpsill betydande i centrala egentliga Östersjön (SD 25-29). KOM bedömer därför att detta fiske förväntas ha oundvikliga bifångster av sill/strömning från det centrala beståndet. För att minimera bifångsterna av sill i centrala föreslog KOM en TAC på 171 815 ton för skarpsill. Detta förslag på TAC för skarpsill bör, enligt KOM, resultera i en bifångst-TAC för centrala sillen på 28 550 ton (baserade på proportionerna av sill och skarpsill i landningar). Denna beräkning baseras på F_{MSY} lower minus en 20% försiktighetsbuffert (-60 % jämfört med 2023).

Båda dessa föreslagna sill-TAC:er saknar, så vitt vi kan se, en vetenskaplig grund baserat på relevanta data och som ett alternativ visar vi på ett tilläggsanalys av mixfiskeproblematiken baserat på svenska tillgängliga ombordprovtagningsdata från det pelagiska fisket.

Data, analys, resultat och diskussion

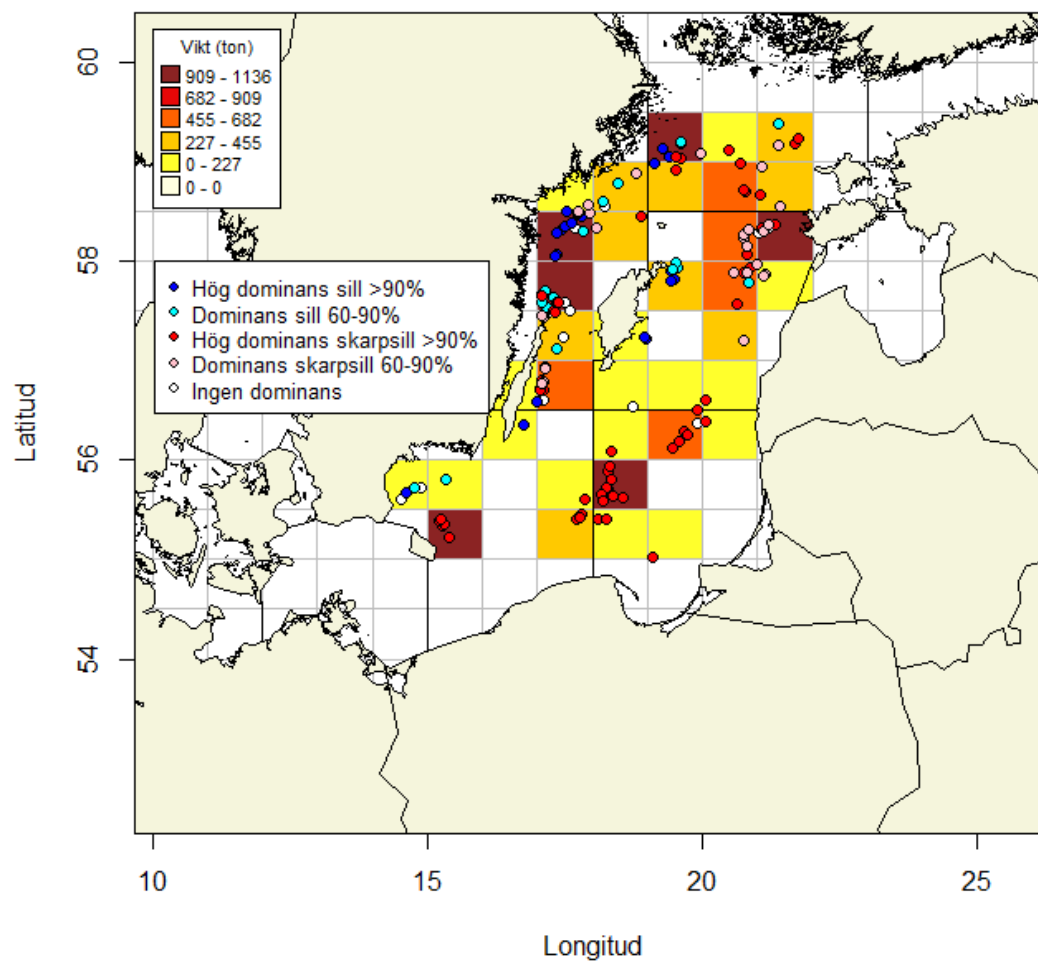
Det pelagiska fisket har historiskt följts främst via provtagningar på fiskets landningar. SLU Aqua har dock de senaste åren provtagit detta fiskets fångster till sjöss (fartygsstorlek i medel 38,6 m och BT = 686 ton) med vetenskaplig personal ombord.

Provtagningen har utförts på 24 resor och totalt har 143 hal provtagits sedan 2021 (antal prover per kvartal: Q1 (n=13), Q2(n=4) and Q4 (n=9)). I föreliggande analys har denna provtagning analyserats med avseende på dominans av antingen sill eller skarpsill. Det är oklart för SLU Aqua om andra länder har motsvarande provtagning av det pelagiska fiskets fångster till sjöss med samma upplösning.

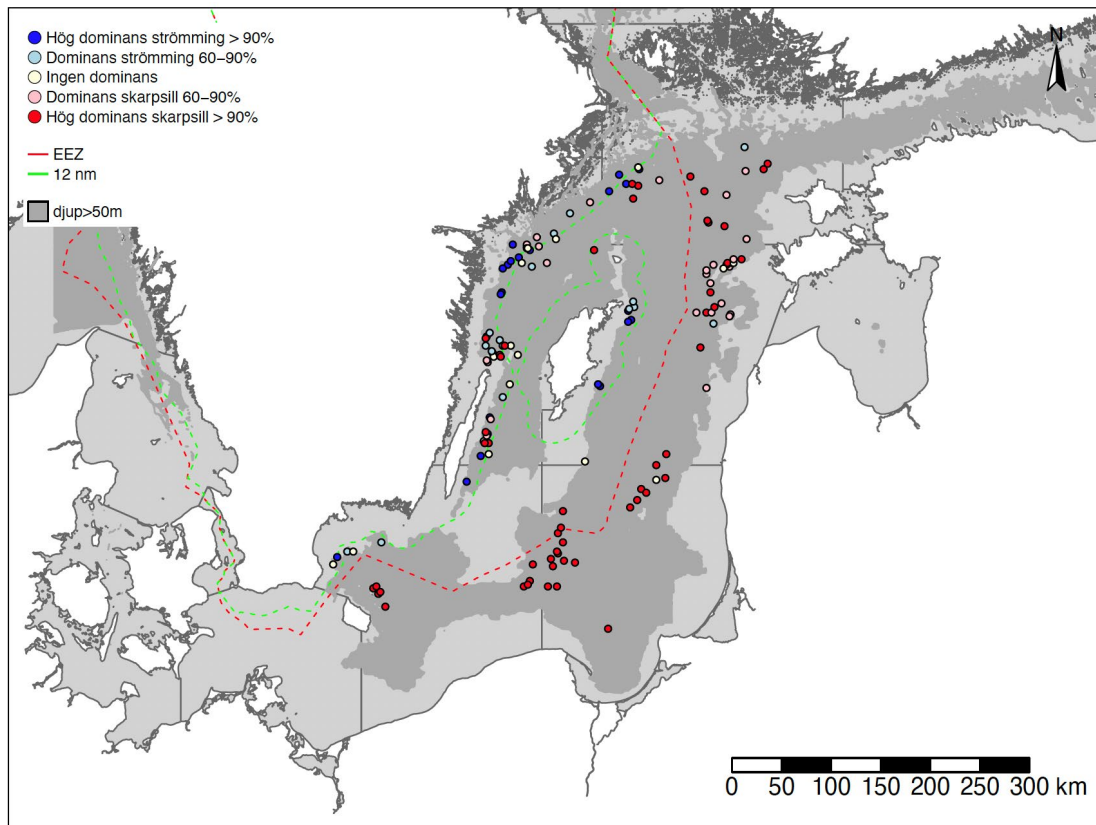
Baserat på provtagningen av dessa hal, spridda i tid och olika delar av centrala Östersjön, antyder data att det finns områden i centrala östersjön där skarpsill dominerar fångsterna i utsjödellarna av SD 25, 26, 28 och 29 (fig. 1 och 3). Sill/strömming tycks tvärtom dominera fångsterna nära kusten oberoende av område.

Med utgångspunkt i dessa resultat skulle man kunna minska risken för stora bifångster av sill i ett riktat skarpsillfiske genom att bara tillåta pelagiskt fiske utanför 12 nm (se fig. 2) eller i djupare områden (under haloklinen, dvs djupare än ca 70 m). Att den rumsliga regleringen (12 Nm) listas först beror på att SLU bedömer att en sådan är enklare att både beskriva och att kontrollera än en reglering baserad på djup. Därmed kan man undvika att fiska i de områden där sill/strömming övervintrar och ansamlas inför lek (se punkt 2-3). Aqua saknar tillräcklig provtagning i SD 30 och kan därför inte uttala sig om detta fångstsammansättningsmönster stämmer också i detta område.

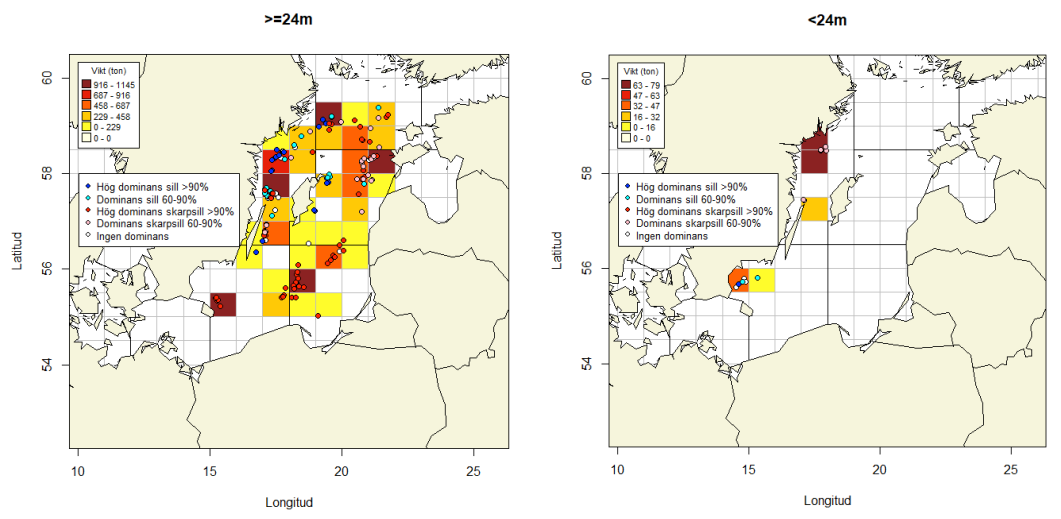
Vidare, eftersom det finns delbestånd av både vår- och höstlekare i centrala Östersjön och då ansamling inför lek sker i dessa mer kustnära djupområden skulle en fredning innanför 12 nm gälla året runt för att skydda både vår- och höstlekare. Ett mildare förslag och sannolikt mindre effektivt förslag kan vara att begränsa fisket innanför 12 Nm när det största uttaget av pelagisk fisk sker, alltså vanligtvis under höst, vinter och vår (Q4, Q1 och delar av Q2; se fig. 4).



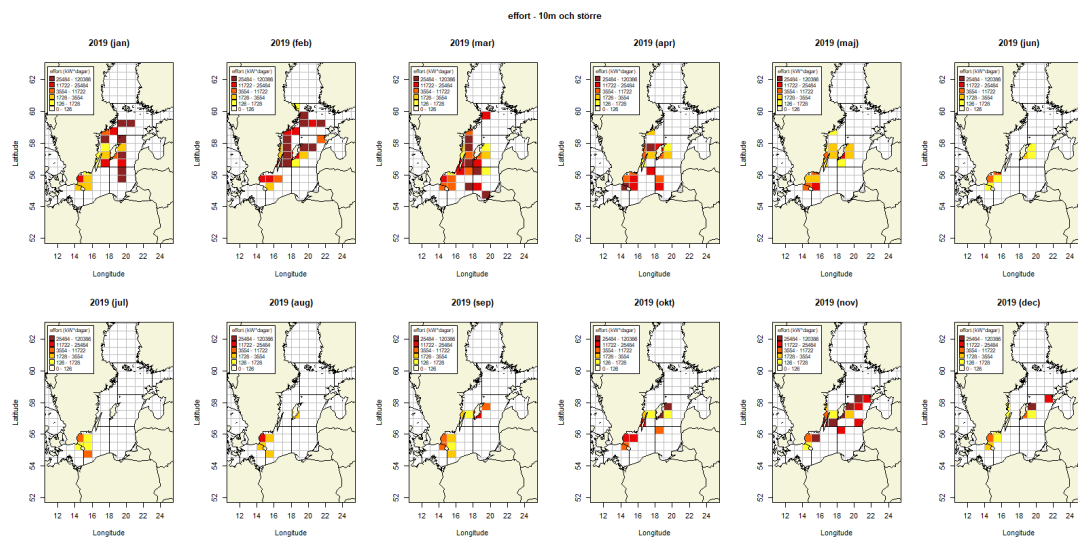
Figur 1. Provtagna hal (cirkelar) och mängd fångst (fyrkanter) i olika områden.



Figur 2. Provtagna hal (cirklar) samt deras relation till 12 Nm-gränsen, 50 m djupkurva och EEZ.



Figur 3. Provtagna hal (cirklar) och mängd fångst (fyrkanter) i olika områden. Till vänster för fartyg >24 m och till höger för fartyg < 24 m.



Figur 4. Månatlig effort (kW-dagar) för fartyg större än 10 meter 2019 (från tidigare underlag).

Referenser

Aro E. 1989. A review of fish migration patterns in the Baltic. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 190: 72-96.

Aro E. 2002. Fish migration studies in the Baltic Sea—a historical review. In *ICES Marine Science Symposia* 215, 361-370.

Andersson L. 2023. Förekomst av miljöföroreningar hos olika bestånd av Östersjösill och dess betydelse för ett uthålligt fiske. Rapport Jordbruksverket dnr 3.311-04147/2022-1.

Gunnartz U, Lif M, Lindberg P, Ljunggren L, Sandström A, Sundblad G. 2011. Kartläggning av lekområden för kommersiella fiskarter längs den svenska ostkusten – en intervjustudie. *Finfo* 2011:3.2

Han F, M. Jamsandekar M. E. Pettersson L. Su, A. P. Fuentes-Pardo, B. W. Davis, D. Bekkevold, F. Berg, M. Casini, G. Dahle, E. D. Farrell, A. Folkvord, L. Andersson. 2020. Ecological adaptation in Atlantic herring is associated with large shifts in allele frequencies at hundreds of loci. *eLife* 9: e61076

Jørgensen H.B.H., Hansen M.M., Bekkevold D., Ruzzante D.E. and Loeschcke V. 2005. Marine landscapes and population genetic structure of herring (*Clupea harengus* L.) in the Baltic Sea. *Molecular Ecology*, 14: 3219-3234. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02658.x6>

Kaljuste O., Blass M. och Söderberg K. 2009. Research report from the Bothnian Sea spring survey (Vårsurvey, 16–25.03.2009), Fiskeriverkets Kustlaboratorium, 19 pp.

Klinkhardt M. 1996. *Der Hering Clupea harengus*. Die Neue Brehm-Bücherei 199. Westarp Wissenschaftenverlagsgesellschaft, Magdeburg, Germany.

Krasovskaya N. 2002. Spawning of Baltic herring in the Vistula Lagoon: effects of environmental conditions and stock parameters. *Bull. Sea Fish. Inst* 1.155: 3-25.

Kääriä J., Rajasilta M., Kurkilahti M., Soikkeli M. 1997. Spawning bed selection by the Baltic herring (*Clupea harengus membras*) in the Archipelago of SW Finland. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 917–923.

Ojaveer E. 2003. Baltic herring. in *Fishes of Estonia*. (Ojavee, E., Pihu, E., Saat, T. eds.), pp. 57-79. Estonian Academy Publishers, Tallin.

Polte P., Kotterba P., Moll D., and Von Nordheim L. 2017. Ontogenetic loops in habitat use highlight the importance of littoral habitats for early life-stages of oceanic fishes in temperate waters. *Sci. Rep.* 7:42709. doi: 10.1038/srep42709.