



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

2024-10-07

Diariernr: SLU.aqua.2024.5.5-319

Havsfiskelaboratoriet

Joakim Hjelm och Mikaela Bergenius Nord

Mottagare HaV: Fredrik Palm,
Karin Linderholm och Malin
Wilhelmsson.

Beställning av underlag inom ramen för projektet för GFP-rådgivning: Tid och rum för skarpsillslek i Östersjön.

Frågeställning/Beställning

1. När och var leker skarpsillen i de olika SD av centrala Östersjön baserat på vetenskapliga publikationer?
2. Utifrån skarpsillens lek i tid och rum i resp. delområde, vilken effekt skulle en reglering av fiske i samband med skarpsillens lekperiod i centrala Östersjön kunna ge?
3. Var, när och hur lång tid skulle en sådan lekfredning kunna utformas för att säkerställa en förbättrad skarpsillsrekrytering?
4. Hur skulle en sådan reglering för skarpsill kunna anpassas för att samtidigt skydda lekande sill?

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

Utifrån en beställning från RK behöver HaV inhämta SLU:s bedömning om lämplighet och möjlighet med att utforma av fiskereglering i tid och rum för att skydda lekande skarpsill med syfte att förbättra skarpsillens rekrytering.

Sammanfattning

- Skarpsillsleken sker under 6–7 månader under året, med start i januari-februari.
- Leken sker över stora områden kring och i de djupa bassängerna i de östra delarna av centrala Östersjön (SD 26, 27 28 och 29).
- Den utbredda leken gör att det är svårt att peka ett specifikt område för en reglering av fiske i samband med lek. Ur en försiktighetsprincip skulle fredningen därför gälla hela centrala Östersjön.
- Om det inte är möjligt att freda skarpsillen i hela centrala Östersjön skulle en möjlig lämplig reglering av fisket kunna vara i områden djupare än 70 m i SD 26, 27, 28 och 29 under perioden januari-februari till augusti, för att täcka så mycket av leken som möjligt.
- Effekterna av en tillfällig fredning av skarpsillen under leken i hela, eller delar av centrala Östersjön, är dock oklara, eftersom tillfälligt fredade individer troligen skulle fångas i eller utanför området under andra delar av året.
- Skarpsillens lekdyamik och ungfiskproduktion är komplex och relaterad till en rad miljöfaktorer såsom salthalt, temperatur och vattendjup.
- I brist på mer detaljerad kunskap om skarpsillens migrationsmönster, uppdelning i lekområden, populationsstruktur, inklusive till vilken grad delbestånden är mixade, är rumsliga åtgärder troligen inte effektiva.
- En säkrare åtgärd för att skydda lekande fisk och därmed öka chansen för ökad ungfiskproduktion är att minska den generella fiskeridödligheten, alltså att sänka fångstkvoterna.
- En anpassning av en lekfredning av skarpsill så att den samtidigt skyddar lekande sill är att under fredningen kraftigt begränsa pelagisk trålning efter både sill och skarpsill.
- För övrigt bör man förstärka undersökningar/analyser vad som påverkar skarpsillens reproduktion eftersom ICES ser en nedgång i mängden biomassa och minskad ungfiskproduktion de senaste åren.

Bakgrund

Skarpsill är en pelagisk fisk som förekommer främst i öppna havsområden (Aro, 1989, Ojaveer and Kalejs 2010, Ojaveer 2017) och har en ekologiskt central roll i Östersjöns ekosystem, både som predator av mesozooplankton och som föda för torsk (Möllmann et al., 2004, Laurien et al., 2024).

Skarpsillens utbredningsområde i Östersjön sträcker sig från Bälthavet och västra Östersjön till Kvarkområdet i norr och även till den nordöstra delen av finska viken (Aro, 1989, Figur 1). Den är vanligt förekommande i södra och centrala Östersjön och mindre vanlig i Bottenhavet. Internationella havsforskningsrådet (ICES) identifierar i dagsläget två olika bestånd: ett i Östersjön (ICES delområden, 22–32) och ett i Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt (ICES område 4 och fångstområden 3a). Skarpsill från Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt har liknande genetiska signaler, vilket tyder på att de härstammar från samma bestånd med undantag för tre lokala populationer från Uddevalla, Stora Bält och Öresund. Dessa lokala populationer visar i stället likheter med Östersjöns skarpsill (ICES 2018). Resultat från studier om tillväxt,

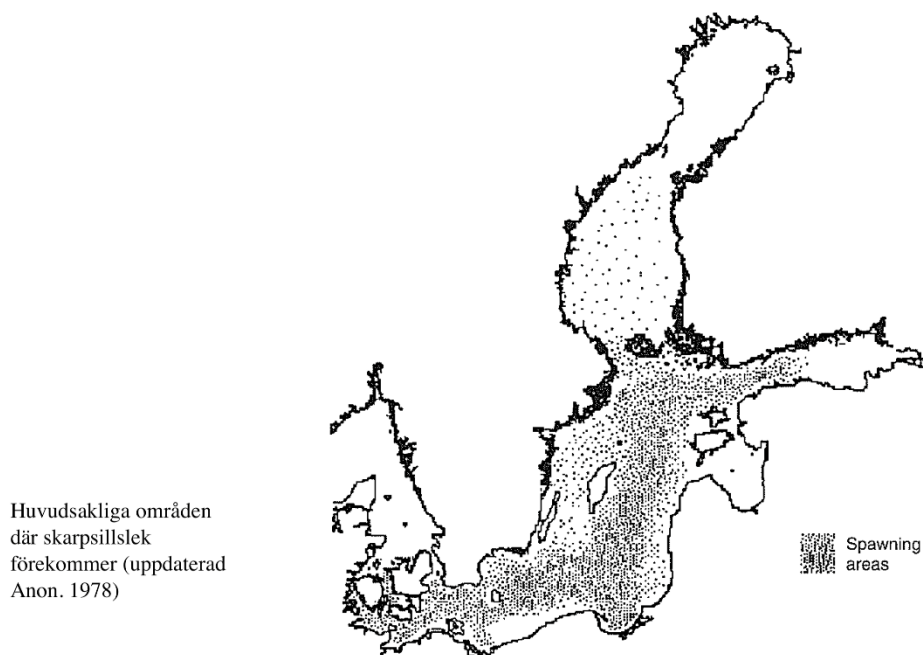
reproduktion (Vitale, 2015) och genetisk variation (Vitale and Bartolino, 2023) tyder på att skarpsillen som leker och lever på Skagerrakskusten sannolikt utgör en genetiskt separat population, åtskild från bestånden i Nordsjön och Östersjön. Limborg et al. (2009) visade att lekande skarpsill från Arkonabasängen, Bornholmsbasängen och Gdanskdjupet är genetiskt olika. På grund av den omfattande och oklara migrationen och blandningen av olika lekbestånd, bedöms och förvaltas skarpsillen i Östersjön trots detta som ett enda bestånd (Ojaveer och Kalejs, 2010).

Skarpsill fiskas av många länder kring Östersjön och är särskilt ekonomiskt betydelsefull för Polen, Ryssland, Sverige och Danmark (ICES, 2024a). Den rumsliga fördelningen av skarpsillfångsterna har varit relativt stabil de senaste 20 åren, och där 42, 21 och 14 % fiskas i respektive ICES delområden (SD) 26, 28 och 25 (ICES 2024a).

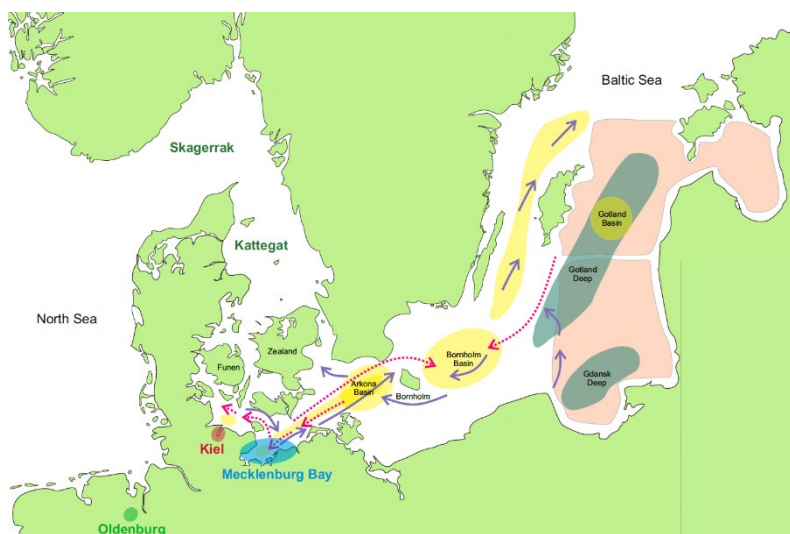
Analys och slutsatser

1. När och var leker skarpsillen i de olika SD för centrala Östersjön baserat på vetenskapliga publikationer?

Den huvudsakliga födosökssäsongen i centrala och södra Östersjön är från juli till november, då skarpsillen migrerar efter leken mot djupare områden i Östersjön (Figur 2, Aro, 1989; Möllmann et al., 2004). Även om vandringsvägarna mellan födosöks- och lekområden har föreslagits är detaljerna kring dessa rutter, inklusive hur långt de olika lekbestånden vandrar, inte fullständigt kartlagda (Aro, 1989). Enligt tidigare uppskattningar var skarpsillen spridd över stora delar av egentliga Östersjön, inklusive Bottenviken och att den vida utbredningen också beskrev potentiella lekområden (Figur 1).



Figur 1. Beskrivning av utbredning och var man antog att skarpsillen lekte på 1970-talet. Från Raimo et al. 1994.

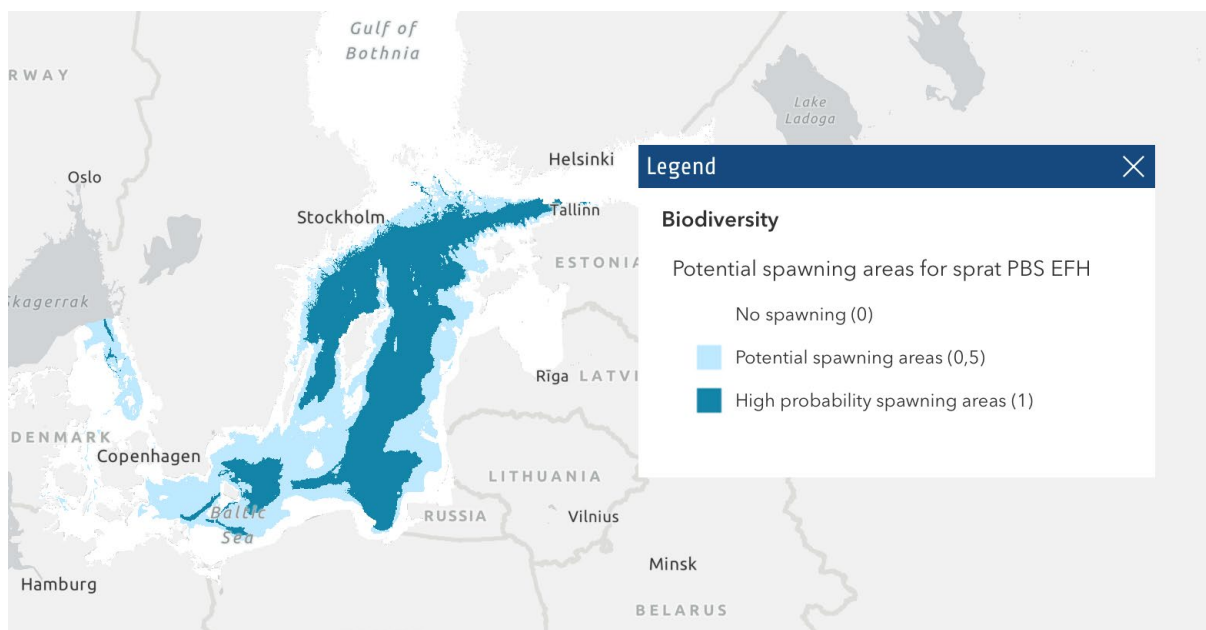


Figur 2. Skarpsillens migrationer. Under juli–november vandrar vuxen skarpsill i västra och mellersta Östersjön för att söka föda (lila pilar) från kustområdena till de djupare delarna av Östersjön mot Bornholmsbasängen. Leken i västra Östersjön äger rum från januari-februari till augusti, och skarpsillen vandrar till sina lekområden (gula) i Kielbukten, Mecklenburgviken, Arkonabasängen, Bornholmsbasängen Gdanskdjupet och Gotlandsdjupet. Antagen lekvandring (streckade röda pilar) och födosöks-/övervintringsflyttning (heldragna lila pilar) visas. Grågrön skuggning: födosöksområden; Röd skuggning: Övervintringsområden. Kartan är hämtad från Laurien et al., (2024) som i sin tur modifierat den från Aro (1989).

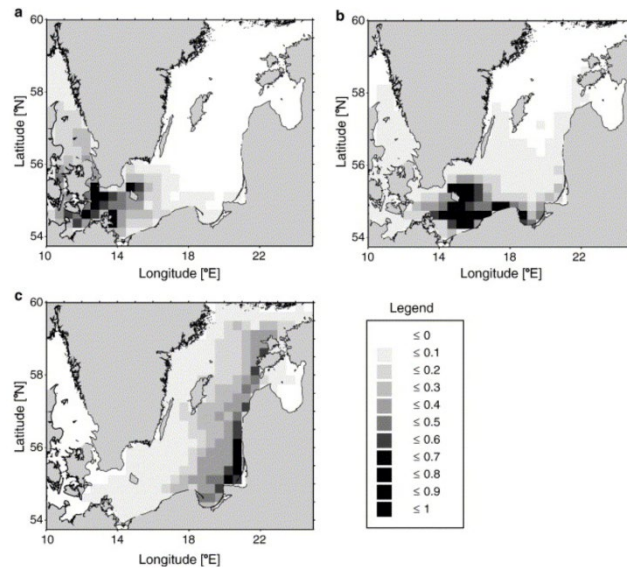
Likt många andra pelagiska arter är skarpsillen en serielekare (batch spawner), vilket betyder att den släpper sina ägg under en utdragen leksäsong, och där äggen är pelagiska (Alheit, 1988). Noteras bör att skarpsillens lekdynamik i relation till miljöfaktorer är komplex (Haslob et al., 2013). Till exempel, tidpunkten för lek har visats vara kopplat till temperaturförhållandena (Karasiova, 2002) och andelen aktivt lekande skarpsillshonor varierar under lekperioden (Kraus och Köster 2004). Skarpsill leker vanligtvis pelagiskt i de djupa bassängerna i centrala Östersjön och vid kustsluttningarna av djupen, dessutom i Kielbukten, Mecklenburgbukten, Arkonabasängen, Bornholmsbasängen och Gdanskdjupet (Figur 2, Aro, 1989; Ojaveer och Kalejs, 2009). Färska fiskeriundersökningar visar att skarpsill inte längre leker i finska viken (ICES, 2024b)

Leken i Östersjön börjar i februari-mars och varar till juli–augusti och är vanligtvis längre i södra delarna av Östersjön än i norra Östersjön (Aro, 1989, Ojaveer and Kalejs, 2010), även om lekande individer har påvisats så tidigt som i januari i södra- och centrala Östersjön (Haslob et al., 2013). Leken är generellt som intensivast mellan maj och juni, men kalla vintrar kan senarelägga den (Karasiova, 2002). En andra lektopp observerades på hösten 2003 efter exceptionellt varma vattentemperaturer under sommaren (Kraus et al., 2004). Längre norrut börjar leken senare på året, men det är mer osäkert. På våren leker skarpsillen nära botten och på sommaren tenderar de att leka i ytlagren ovanför djupet (Aro, 1989). Rekryteringen är delvis beroende av salthalt och halter under 8 promille försämrar skarpsillens äggöverlevnad (Petereit et al., 2009). Leken sker således huvudsakligen i västra Östersjön och i de djupa bassängerna i centrala Östersjön där salthalten är lämplig (Aro 1989; Baumann et al., 2006). Enligt Essential fish habitat (EFH) map on Potential spawning areas for sprat (hittas i

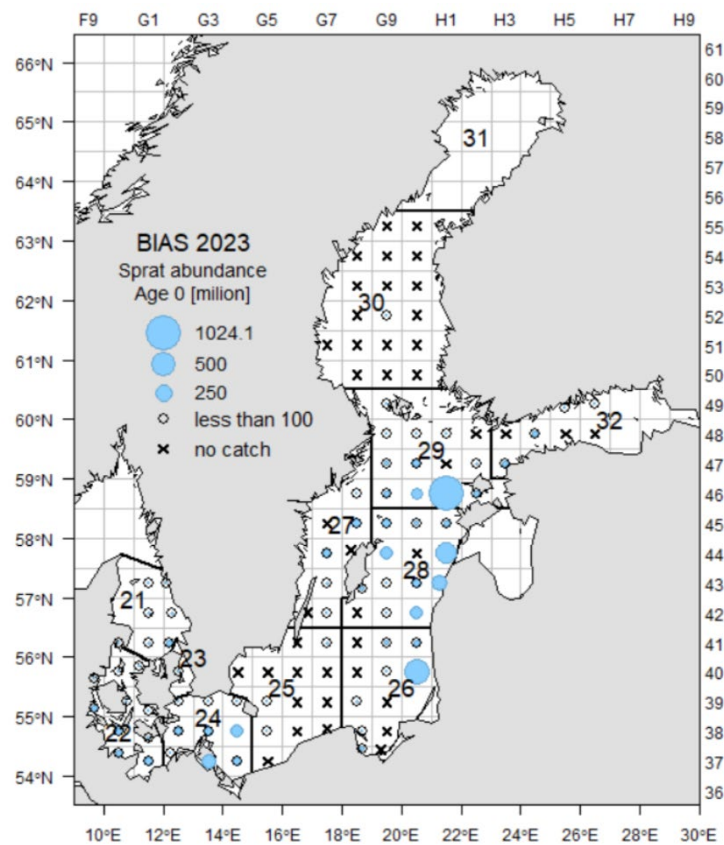
PanBalticScope project, co-founded by the European Maritime and Fisheries Fund of the European Union; <http://www.panbalticscope.eu/>) skulle potentiella lekområden för skarpsill avgränsades som områden med salthalt > 6 och vattendjup > 30 m, men för Arconabäckens djup användes > 20 m (Figur 3). "Lekområden med hög sannolikhet" avgränsades för områden som är djupare än 70 m. Alekseev och Alekseeva (2005) rapporterade dock att skarpsills lek kan förskjutas från under haloklinen (30-60m) i början av lekperioden till ytvattenlager mot slutet av leksäsongen, vilket belyser att informationen om skarpsills lek är varierande och därmed inte helt klarlagd. Vidare har man har påvisat att skarpsills ungfiskproduktion (ICES, 2024a), inte är direkt kopplad till lekbeståndets biomassa, utan troligen drivs av en rad interagerande miljöfaktorer (Köster et al., 2003, MacKenzie och Köster, 2004, Petereit et al., 2009).



Figur 3. Kartan är baserad på litteratur och miljövariabler, inte faktiska data om skarpsills lek. Kartan kan överskatta lekarealen väster och norr om Gotland. Datalagren för miljövariabler baserar sig på modellering. Essential fish habitat (EFH) map on potential spawning areas for sprat (<http://www.panbalticscope.eu/>).



Figur 4. Modellerad förekomst av juvenila skarpsillar i augusti. a) ursprungligen från Arkonabasängen, b) ursprungligen från Bornholmsbasängen och c) ursprungligen från Gotlandsdjupet. Figuren är hämtad från Hinrichsen et al. (2005).



Figur 5. Antal 0-åriga skarpsillar per ruta september-november 2023 (BIAS).

Modelleringar visar drift av larver österut från de troliga lekområdena i Östersjön (Hinrichsen et al 2005; Figur 4). Den rumsliga fördelningen av 0-åriga skarpsillar under den internationellt koordinerade akustikundersökningarna (BIAS, Baltic International Acoustic Survey) i september-november 2023 ger ytterligare belegg för dessa modelleringsresultat och därmed

också att det viktigaste området för skarpsillens lek sker de östra delarna av Östersjön (ICES, 2024b; Figur 5).

I ett tidigare underlag till HaV, har SLU Aqua, under de senaste åren, provtagit det pelagiska fiskets fångster till sjöss (fartygsstorlek i medel 40,85 m och >700 ton) med vetenskaplig personal ombord. Denna provtagning har analyserats avseende på dominans av antingen sill eller skarpsill. Baserat på provtagningen av dessa hal, spridda i tid och olika delar av centrala Östersjön, kan man se att det finns områden i centrala östersjön där skarpsill tycks dominera fångsterna, specifikt i utsjödalar av SD 25, 26, 28 och 29, vilket i stort överensstämmer med de ovan föreslagna områdena i östra delen av Östersjön (Fig. 1–3). De pelagiska fångsterna under tidiga delar av skarpsillens lekperiod kan därmed också peka på potentiella lekområden.

Sammanfattningsvis som svar på frågan när skarpsillen leker i de olika delarna av Östersjön, är det biologiska kunskapsläget inte på en mera detaljerad tidsmässig och rumslig upplösning än att leken är utdragen under 6–7 månader under året, med start i januari-februari och att leken sker främst i västra Östersjön och över stora områden kring och i de djupa bassängerna i centrala Östersjön. Vidare är skarpsillens lekdynamik och ungfiskproduktion komplex och relaterad till en rad miljöfaktorer såsom salthalt, temperatur och vattendjup.

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

3. Var, när och hur lång tid skulle en sådan lekfredning kunna utformas för att säkerställa en förbättrad skarpsillsrekrytering?

Kunskapsläget kring skarpsillens lekperiod och lekutbredning är av mer övergripande natur. Leken sker under lång tid och över ett stort område (Fråga 1). Detta gör att det är svårt att peka ett specifikt område för en reglering av fiske i samband med lek och ur en försiktighetsprincip skulle regleringen gälla hela centrala Östersjön. Om detta inte är möjligt skulle en lämplig reglering av fisket kunna vara i områden djupare än 70 m i SD 26, 27, 28 och 29 under perioden februari till augusti för att täcka så mycket av leken som möjligt (Fråga 1).

Generellt sett är effekten av tidsbegränsade fredningsområden på skarpsillsbeståndet, inklusive ungfiskproduktionen, dock oklar. Kunskapen om skarpsillens specifika vandringsmönster och uppdelning i olika lekområden är begränsad. Med en generell vetskap att den gör längre årliga vandringar till och från olika lek och födosöksområden, är det oklart hur väl en sådan åtgärd skulle skydda fisken i praktiken. Detta då skarpsillen kan fångas utanför området under andra delar av året. Med ett tidsbegränsat fredningsområde skulle man troligen därför inte uppnå en minskning av fiskets fångster, utan ett temporärt skydd av fisken när den vistas i speciellt känsliga områden. Möjliga effekter skulle då kunna vara att könsmogna individer "sparas" för uppfiskning när de befinner sig i skyddade lekområden, och att det då ger en ökad chans till reproduktion och därmed ökad rekrytering. Tills vi vet mera om de olika lekbeståndens migrationsmönster och beblandningar, samt relationen mellan ungfiskproduktion och miljöfaktorer kan dock inte den effekten säkerställas.

I brist på kunskap om skarpsillens populationsdynamik och säsongsmigrationer, är en säkrare åtgärd att skydda ungfiskproduktionen genom att minska fiskeridödligheten över lag, alltså att sänka fångstkquoterna för beståndet som helhet. Vid oförändrad TAC förblir sannolikheten för skarpsillen i centrala Östersjön att bli uppfiskad oförändrad. Som ytterligare belägg för att lekfredning (område och tid) av skarpsill har en begränsad effekt, är att man nu beslutat att ta bort Skarpsillsboxen i Nordsjön för vissa redskap under en provperiod på 3 år, eftersom man inte kunnat påvisa någon positiv effekt av denna reglering.

Sammanfattningsvis och som svar på frågorna om "vilken effekt skulle en reglering av fiske i samband med skarpsillens lekperiod i centrala Östersjön kunna ge" och "när och över hur lång tid en sådan lekfredning skulle kunna utformas för att säkerställa en förbättrad skarpsillsrekrytering" är att det för närvarande är oklart. Detta beror på att tillfälligt fredade individer troligen skulle fångas i eller utanför området under andra delar av året, om fångstkquoter förblir oförändrade. En säkrare åtgärd för att skydda lekande fisk och därmed öka chansen för ökad ungfiskproduktion skulle vara att generellt minska fiskeridödligheten över lag.

4. Hur skulle en sådan reglering för skarpsill kunna anpassas för att samtidigt skydda lekande sill?

Även om skarpsillen tycks dominera fångsterna i utsjödalar av SD 25, 26, 28 och 29 (se fråga 2 och 3), fångas skarpsillen tillsammans med sill till en varierande andel i olika områden (ICES 2023). Detta betyder att en lekfredning av skarpsill, om den skulle innefatta hela centrala Östersjön, skulle behöva innebära en kraftig begränsning för pelagiskt fiske som helhet, och därmed också begränsa sillfångster. Skarpsillens utdragna lekperiod inkluderar även tiderna då sillen leker. Som diskuterats i fråga 2 och 3 behöver en lekfredning dock kombineras med ett över lag minskat fisketryck, eftersom den annars finns en betydande risk att fisket efter skarpsill och sill endast förflyttas till andra tider och platser under året. Lekfredning i kombination med ett minskat fisketryck ger goda chanser att säkerställa en långsiktigt hållbar lekbiomassa och därmed möjligheten för en god ungfiskproduktion.

Om en lekfredning för skarpsill endast skulle begränsas till områden djupare än 70 m i SD 26, 27, 28 och 29 under en period med stort pelagiskt fiske (dvs sen höst och vår-vintern) finns risk att denna fiskeansträngning förflyttas närmare kusten, vilket skulle öka fisketrycket på sill i grundare områden. Med andra ord, ett rumsligt begränsat skarpsillfiske medför en stor risk för ökat fisketryck på sill. En begränsning av skarpsillfisket till områden djupare än 70 m skulle också innebära betydande uppföljningsproblem och fiskerikontroll.

Sammanfattningsvis som svar på frågan hur "en sådan reglering för skarpsill kunna anpassas för att samtidigt skydda lekande sill?" är att då en lekfredning för skarpsill skulle behöva innebära ett stopp för pelagisk trålning efter både sill och skarpsill då dessa oftast fångas samtidigt. Detta skulle innebära ett skydd även för lekande sill; en reglering som dock behöver kompletteras med ett generellt minskat fisketryck.

Skrivelsen är granskad av Francesca Vitale (forskare, SLU Aqua) och Massimiliano Cardinale (docent, SLU Aqua).

Referenser

Alheit, J. (1988). Reproductive biology of sprat (*Sprattus sprattus*): factors determining annual egg production. J. Du Conseil 44, 162-168. doi:10.1093/icesjms/44.2.162.

Aro, E. (1989). A review of fish migration patterns in the Baltic. Rap. Proc. Verb. Ré. Cons. Int. Explor. Mer 190, 72–96.

Baumann, H., Hinrichsen, H.-H., Malzahn, A., 2006. Recruitment variability in Baltic Sea sprat (*Sprattus sprattus*) is tightly coupled to temperature and transport patterns affecting the larval and early juvenile stages. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2201, 2191–2201. <http://dx.doi.org/10.1139/F06-112>.

Haslob, H., Rabade-Uberos, S., Saborido-Rey, F., 2013. Seasonal variability of fecundity and spawning dynamics of Baltic sprat. Fish. Res. 138, 99–109. <http://dx.doi.org/10>.

Hinrichsen H-H, Kraus G, Voss R, Stepputtis D, Baumann H, 2005a. The general distribution pattern and mixing probability of Baltic sprat juvenile populations. Journal of Marine Systems, 58, 52–66.

ICES. 2018. Report of the Benchmark Workshop on Sprat (WKSPRAT), 5–9 November 2018. København: Internationella Havsforskningsrådet; 2018. ICES CM; 2018/ACOM:35. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.19291145.v1>

ICES. 2023. Benchmark Workshop on Baltic Pelagic stocks (WKBBALTPEL). ICES Scientific Reports. 5:47. 350 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.23216492>

ICES 2024a. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.25764978.v3>

ICES 2024b. Baltic International Fish Survey Working Group (WGBIFS). ICES Scientific Reports. 6:55. 113 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.25922290>.

Kraus, G., Köster, F.W., 2004. Estimating Baltic sprat (*Sprattus sprattus balticus* S.) population sizes from egg production. Fish. Res. 69, 313–329.

Köster, F.W., Möllmann, C., Neuenfeldt, S., Vinther, M., St. John, M.A., Tomkiewicz, J., Voss, R., Hinrichsen, H.-H., Kraus, G., Schnack, D., 2003a. Fish stock development in the central Baltic Sea (1976–2000) in relation to variability in the environment. ICES Marine Science Symposia 219, 294–306.

Limborg, M.T., Pedersen, J.S., Hemmer-Hansen, J., Tomkiewicz, J., Bekkevold, D., 2009. Genetic population structure of European sprat *Sprattus sprattus*: differentiation across a

steep environmental gradient in a small pelagic fish. Mar. Ecol. Prog. Ser. 379, 213–224. <http://dx.doi.org/10.3354/meps07889>.

MacKenzie, B.R., Köster, F.W., 2004. Fish production and climate: sprat in the Baltic Sea. Ecology 85 (3), 784–794.

Mollmann, C., Kornilovs, G., Fetter, M. and Koster, F.W. (2004). Feeding ecology of central Baltic Sea herring and sprat. J. Fish Biol. 65, 1563–1581. doi:10.1111/j. 0022-1112.2004.00566.x.

Ojaveer, E. (2017). Ecosystems and Living Resources of the Baltic Sea. New York: Springer Berlin Heidelberg.

Ojaveer, E. and Kalejs, M. (2010). Ecology and long-term forecasting of sprat (*Sprattus sprattus balticus*) stock in the Baltic Sea: a review. Rev. Fish Biol. Fisher 20, 203–217. doi:10.1007/s11160-009-9130-5

Parmanne, Raimo, Otto Rechlin, and Bengt Sjöstrand. "Status and future of herring and sprat stocks in the Baltic Sea." Dana 10.1994 (1994): 29-59.

Petereit, C., Hinrichsen, H.-H., Voss, R., Kraus, G., Freese, M., Clemmesen, C., 2009. The influence of different salinity conditions on egg buoyancy and development and yolk sac larval survival and morphometric traits of Baltic Sea sprat (*Sprattus sprattus balticus* Schneider). Sci. Mar. 73, 59–72. <http://dx.doi.org/10.3989/scimar.2009.73s1059>

Vitale, F., Mittermayer, F., Krischansson, B., Johansson, M., Casini M., 2015. Growth and maturity of sprat (*Sprattus sprattus*) in the Kattegat and Skagerrak, eastern North Sea Aquat. Living Resour. 28 (2-4) 127–137 (2015) DOI: 10.1051/alr/2016007

Vitale, F. and Bartolino, V. Genetiska studier av skarpsill (*Sprattus sprattus*) i Skagerrak och Kattegatt. Havs- och vattenmyndigheten Rapport, Dr 2687-21, 23 sidor.