



Aqua reports 2019:12

Expeditionsrapport för 2017 års fiskäggundersökning i Bohusläns skärgårds- och fjordområden

Filip Svensson, Anders Svenson, Peter Jakobsson, Baldvin
Thorvaldsson, Anders Wernbo, Vidar Øresland, Håkan Wennhage



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Aqua report 2019:12

Expeditionsrapport för 2017 års fiskägundersökning i Bohusläns skärgårds- och fjordområden

Filip Svensson, Anders Svenson, Peter Jakobsson, Baldvin Thorvaldsson, Anders Wernbo, Vidar Øresland, Håkan Wennhage

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Havsfiskelaboratoriet, Turistgatan 5, 453 30 Lysekil

Juni 2019

Aqua reports 2019:12

ISBN: 978-91-576-9675-5

Rapportens innehåll har granskats av:

Patrik Börjesson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Karl Lundström, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Finansiär: Havs- och vattenmyndigheten

Vid citering uppge:

Svensson, F., Svenson, A., Jakobsson, P., Thorvaldsson, B., Wernbo, A., Øresland, V., Wennhage, H. (2019) Expeditionsrapport för 2017 års fiskägundersökning i Bohusläns skärgårds- och fjordområden. Aqua reports 2019:12. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Lysekil 22s.

Nyckelord:

fiskägg, lokala bestånd, lek, torsk, äggstadie, genetisk analys, genetisk streckkod

Rapporten kan laddas ner från:

<https://pub.epsilon.slu.se/>

Chefredaktör: Noél Holmgren, prefekt, Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet, Lysekil

E-post:

Projektledare: filip.svensson@slu.se

Expeditionsledare: anders.svenson@slu.se

Omslagsfoto:

Framsida: "Ägghävning utanför Brofjorden" Foto: Baldvin Thorvaldsson

Baksida: "Tidigt stadie av torskägg, fyra celler har hunnit bildas – ungefär nio timmar sedan ägget befruktades" Foto: F. Svensson.

Förord

Syftet med denna rapport är att kort redogöra för de viktigaste resultaten från 2017 års äggundersökning i Bohusläns skärgårds- och fjordområden. Äggundersökningen syftar till att bygga upp vår kunskap om vilka lokala bestånd som fortfarande förekommer längs svenska västkusten och har pågått årligen sedan 2013. Insamling av fiskägg med förekomst av tidiga äggstadier som indikation på lokal lek, i kombination med genetiska artbestämningar har i övervakningen redan visat sig vara en effektiv metod för att undersöka förekomsten av lokala torskbestånd utan att provtagningen ytterligare decimerar bestånden (Börjesson m fl 2013, Svedäng m fl 2016). Provtagningen fokuseras till fjordområden där det finns historisk information om lokala torskbestånd (Svedäng m fl 2004). Fältprovtagningen upprepas ett antal gånger under våren eftersom lekperioderna skiljer sig mellan arter, bestånd och i viss mån mellan år. På så sätt kan vi avsevärt förbättra vår kunskap om lokala bestånd och deras status för fler arter längs vår kust.

Sammanfattning

I äggundersökningen i Bohusläns skärgårds- och fjordområde som genomfördes under tre veckor (v. 9, 14 och 17) våren 2017 kunde ägg från totalt 16 olika fiskarter identifieras med hjälp av så kallade genetiska streckkodsmarkörer. Provtagningsområdet sträckte sig inomskärs från Smögen i norr till Marstrand i söder. Tidiga stadier av fiskägg (stadie Ia-Ib), som indikation på eventuell lokal lek identifierades för arterna: torsk, lerskädda, sandskädda, rödspätta, skarpsill och skrubb-skädda. Ägg från ytterligare två torskfiskar - vitling och bleka kunde identifieras dock utan att specifika äggstadier kunde bestämmas. Största koncentrationen av torskägg (alla stadier) hittades utanför Brofjorden samt i Gullmarsfjorden och runt ön Lyr mellan Orust och Tjörn. Tidiga stadier av torskägg (stadie Ia-Ib) hittades framförallt utanför Brofjorden och runt ön Lyr. Plattfiskägg hittades över hela provtagningsområdet dock med en viss koncentration av ägg från rödspätta i och utanför Brofjorden.

Abstract

In the egg survey conducted over three weeks (week 9, 14 and 17) in archipelago and fjord areas of Bohuslän during the spring of 2017 eggs from a total of 16 different fish species could be identified using genetic barcode markers. The surveyed area stretched from the island of Smögen in the north to the island of Marstrand in the south. Early stage fish eggs (stage Ia-Ib), as an indication of possible local spawning were identified for the species: cod, long rough dab, dab, plaice, sprat and flounder. Eggs from two other gadoids – whiting and pollack could also be identified, however, no specific egg stage could be determined for these species. Largest concentration of cod eggs (all stages) was found outside the Brofjord and inside the Gullmarsfjord as well as around the island of Lyr in between Orust and Tjörn. Early stage cod eggs (stage Ia-Ib) was mostly found outside the Brofjord and around Lyr. Flatfish eggs were generally found all over the surveyed area, but eggs from plaice were to some extent concentrated inside and outside of the Brofjord.

Innehåll

Bakgrund.....	6
Material och metod	6
Metod för ägginsamling i fält	6
Sortering och klassificering av ägg på laboratoriet.....	7
Genetisk analys	8
Resultat	9
Diskussion.....	9
Referenser	16
Tack	19
Bilagor	20

Bakgrund

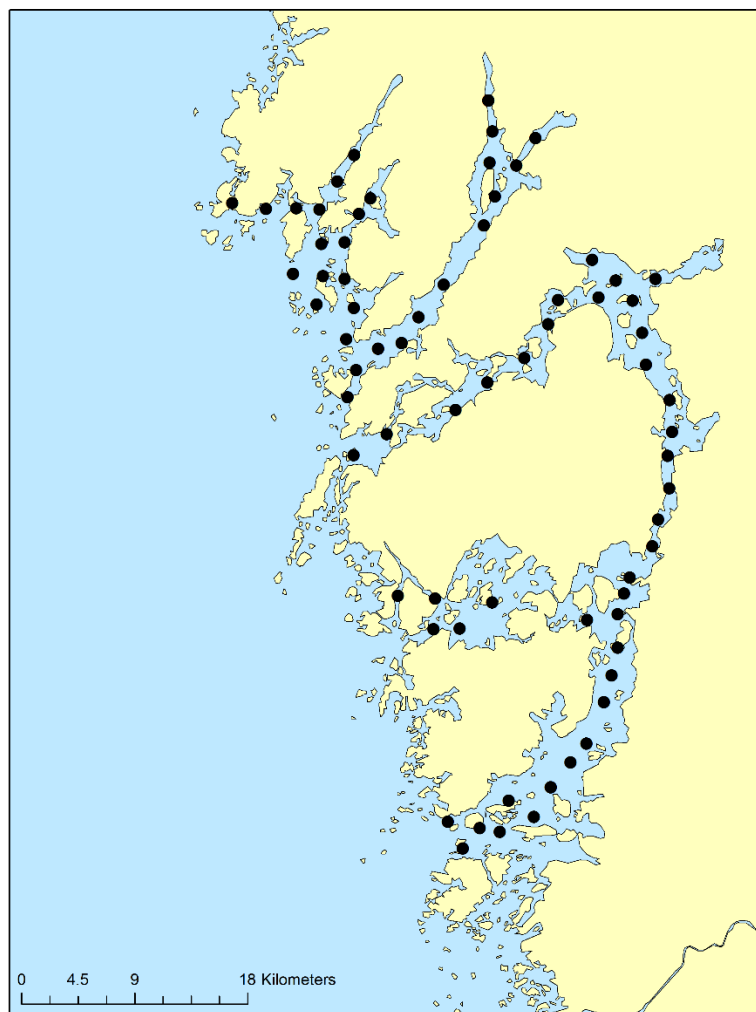
Lokalt lekande bestånd av torsk och andra bottenfiskar har under större delen av 1900-talet och sannolikt långt tidigare varit allmänt förekommande i Skagerraks och Kattegatts kustområden (Svedäng 2003, Svedäng & Bardon 2003). Sedan 1970-talet har torskbestånden och andra bestånd av bottenfiskar längs den svenska västkusten minskat kraftigt och en majoritet av de lokala bestånd som förr lekte i Bohusläns skärgårds- och fjordområden är idag antagligen helt utslagna eller kraftigt decimerade (Svedäng m fl 2004, Bartolino m fl 2012, Svedäng m fl 2016). Flera fiskfria områden har införts i Bohusläns skärgårds- och fjordområden, trots det finns det inga tecken från provfisken på att fiskbestånden längs kusten visar tecken på återhämtning (Bergström m fl 2016).

Det traditionella sättet att kartlägga förekomst av lekande bottenfisk är att fiska (ex. tråla) under lekperioden i potentiella lekområden, där förekomst av rinnande fisk indikerar lokal lek. Nackdelen med denna metod är förstås risken att fånga aggregeringar av vuxen lekfisk och därmed slå ut de få kvarvarande lokala bestånden av bottenfisk. En mindre destruktiv form av insamling är att under lekperioden samla in fiskägg i den fria vattenmassan för art- och beståndsanalys. Fynd av fiskägg i sig är dock ingen garanti för att leken har skett lokalt eftersom fiskägg kan transporteras långa sträckor med havsströmmarna, från det att det blivit befruktat tills att de kläcks. Till exempel, för ägg från torsk (*Gadus morhua*) så tar det, vid en vattentemperatur på 7° C, 11 dygn från befruktning tills dess att ägget kläcks (Hall m fl 2004). Däremot, fynd av tidiga stadier av ägg, s.k. stadie Ia-Ib vilka är 0-3 dygn gamla, är en indikation på lokal lek eftersom dessa ägg inte hunnit transporteras långa sträckor med havsströmmarna. Fynd av tidiga stadier av ägg är därför en viktig pusselbit för identifiering av lokala bestånd.

Material och metod

Metod för ägginsamling i fält

Torsk längs den svenska västkusten leker huvudsakligen under perioden januari – april (Svedäng m fl. 2004, Vitale m fl 2005). Ägg samlades därför in under tre provtagningsveckor på våren 2017, v. 9 (27/2 – 3/3), v. 14 (3/4 – 7/4) och v. 17 (24/4 – 28/4). Undersökningsområdet sträckte sig inomskärs från Smögen i norr till Marstrand i söder (Figur 1). Insamling av fiskägg utfördes genom vertikala håvdrag från botten till ytan från fartyget (R/V) Hålabben med en modifierad WP2 ringnätshåv med 0,5 mm maskstorlek i väven och en cirkulär öppning på 1 m i diameter. Efter att håven lyfts ombord spolas nätet försiktigt från utsidan med havsvatten. Spolningen sker uppifrån och ned så att det biologiska materialet sköljs nedåt och samlas upp i en filteringskopp. Filteringskoppen spolas försiktigt ur med medtaget filtrerat ytvatten från Gullmarsfjorden och planktonprovet spolas sedan försiktigt ner i en 500 ml provburk. Provburken är från början fylld med 250 ml filtrerat ytvatten och förvaras på is före och efter att planktonprovet överförs till burken. Detta för att sakta ner ägg- och larvutveckling och för att minimera syrekonsumtionen fram till sortering.



Figur 1. Stationer som provtogs under 2017 års äggundersökning. På varje station gjordes ett håvdrag per provtagningsvecka.

Sortering och klassificering av ägg på laboratoriet

På laboratoriet sorterades i första hand ägg från potentiella torskfiskar ut efter storlek på ägget (diameter; 1,2 – 1,6 mm) och resterande ägg artbestämdes så långt det var möjligt enligt bestämmingslitteratur; Munk och Nielsen (2005) och Andersson (2005). Ägg från potentiella torskfisk mellan 1,2 – 1,6 mm kan vara torsk (*Gadus morhua*), kolja (*Melanogrammus aeglefinus*) eller vitling (*Merlangius merlangus*; Börjesson m.fl. 2013). Anledningen till att dessa ägg morfologiskt inte kan bestämmas till art är att dessa tre arter har överlappande äggstorlekar (torsk 1,15-1,9 mm; kolja 1,2-1,7 mm; vitling 0,95-1,3 mm) och lekperioder (torsk jan-maj; kolja feb-juli; vitling mars-juli; Munk och Nielsen 2005). Ägg större än 1,6 mm med svart och gul pigmentering klassificeras som plattfisk, dessa ägg är troligtvis från rödspotta (*Pleuronectes platessa*), men kan också vara ägg från lerskädda (*Hippoglossoides platessoides*). Lerskädda har dock i regel betydligt större ägg med en medelstorlek runt 2,5 mm men uppvisar en stor variation i äggstorlek (1,4 – 3,5 mm) där ägget dessutom ändrar storlek under tiden som det utvecklas. Övriga ägg under 1,2 mm i diameter räknas och klassificeras som okända ägg. Dessa ägg kan t.ex. både komma ifrån skrubbskädda (*Platichthys flesus*) och sandskädda (*Limanda limanda*) som har relativt små ägg (skrubbskädda 0,8-1,1 mm; sandskädda 0,65 – 1,0 mm).

Notera att okända ägg under 1,2 mm inte nödvändigtvis behöver komma från fisk, det kan också komma ifrån andra organismer som t.ex. kräftdjuret krill med äggstorlek 0,36-0,85 mm (Tarling 2010).

För fiskägg i storleksklassen 1,2 – 1,6 mm (torskfisk), och större än 1,6 mm (plattfisk), har även en klassificering av utvecklingsstadiet hos äggen gjorts. Det tidigaste utvecklingsstadiet, Ia, sträcker sig hos torsk upp till och med 2 dygn efter befruktning vid en temperatur på 7° C, därefter följer utvecklingsstadierna Ib, II, III, IV och det sista stadiet V, som inträder strax innan äggen kläcks efter cirka 11-45 dygn från befruktning (Ouellet m fl 2001; Hall m fl 2004). Tiden från det att ägget är befruktat tills att det kläcks är temperaturberoende, vid högre temperatur kläcks ägget snabbare (Pepin m fl 1997). Se vidare Munk och Nielsen (2005) för beskrivning av de olika stadierna.

Vattentemperaturen som äggen utsätts för är beroende på vilket djup äggen befinner sig.

Undersökningar från Nordsjön visar att torskägg där kan hittas från ytan och ner till 30 m djup och ibland ännu djupare, samtidigt visar undersökningar från Kattegatt att de flesta torskägg i Kattegatt hittas i den övre delen av språngskiktet som ligger på 15-20 m djup (Munk m fl 2009; Pacariz m fl 2014). Temperaturmätningar under 2017 års ägginsamling visar att under första provtagningsveckan (v. 9) varierade temperaturen relativt mycket från 1,7° C i ytan till nästan 9° C under språngskiktet på 20 m djup (Bilaga 1), medan det under andra provtagningsveckan (v. 14) hade skett ett skifte och vattnet ovanför språngskiktet var nu varmare än vattnet under språngskiktet, tredje veckan provtagning visar sannolikt en temporär omblandning av yt- och djupvattnet. Sammantaget antyder detta att äggen i svenska kust- och fjordområdena om de befinner sig i eller under språngskiktet på ca 15 m djup kan vara utsatta för en relativt variabel vattentemperatur (2-9 ° C; Bilaga 1).

För att kunna bestämma från vilken population torskäggen härstammar ifrån skickades 133 presumtiva torskägg för populationsgenetisk analys; resultaten från den analysen är fortfarande under bearbetning och redovisas därför inte vidare i denna rapport. Alla övriga insamlade presumtiva ägg från torsk- och plattfiskar samt ett urval av okända ägg skickades till genetisk analys för artbestämning (Bilaga 2-3). Totalt skickades 192 torskfiskägg, 61 plattfiskägg och 144 prover med okända ägg till genetisk analys för artbestämning. I proverna med okända ägg har tio okända ägg samlats in per lokal, utav dessa tio ägg analyserades ett ägg, slumpmässigt utvalt, till art. I resultatdelen redovisas endast ägg som blivit genetiskt bestämda till art, antalet ägg för en specifik art har alltså räknas inte upp med någon uppräkningsfaktor.

Genetisk analys

Den genetiska analysen utfördes vid Centrum för Genetisk Identifiering på Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm. DNA extraherades med "Thermo Scientifics KingFisher Cell and Tissue DNA Kit" enligt beskrivning från tillverkaren. En bit (658bp) av den mitokondriella genen cytokromoxidas 1 (COI) amplifierades med primers från den så kallade COI-2 cocktailen beskriven i (Ivanova et al. 2007). Amplifierade DNA fragment renades sedan med Exo-SAP (Exonuclease I och Shrimp Alkaline Phosphatase) och sekvenserades med M13F primers. Innan identifiering av arter trimmades samtliga sekvenser så att endast baser med god kvalitet bibehölls. Sekvensanalys, filtrering och art-identifiering gjordes alla med hjälp av analyspaketet i programmeringsspråket R: sangerseqR (Hill et al. 2014), DECIPHER (Wright 2016), sangeranalyseR (Lanfear 2015).

För att skapa en referensdatabas med svenska fiskarter hämtades namn på samtliga fiskarter som enligt dyntaxa.se leker i svenska vatten. Släktskap och COI sekvenser för dessa hämtades sedan från "Barcode of Life Data System" med hjälp av R-paketet "bold" (Chamberlain 2017).

Resultat

Utifrån de 397 äggprover som skickades in för genetisk analys fick man ut DNA med tillräckligt god kvalitet och mängd från 268 prover som kunde bestämmas till art eller högre släkte (Bilaga 2-3). Fyra ägg som analyserades från de proverna med okända ägg från Gullmarsfjorden visades sig inte komma från fisk utan från krill, närmare bestämt *Meganyctiphanes norvegica*. Totalt härrörde 263 ägg från fiskar där de tre vanligaste arterna (alla äggstadier) var torsk, sandskädda och rödspätta (Figur 2).

Den största andelen ägg som blev genetisk bestämda till torsk var mellan 1.3 – 1.6 mm i diameter (Figur 3). Ägg från lerskädda och rödspätta visade sig delvis överlappa med torskäggen storleksmässigt men ägg över 1.6 mm i diameter kom nästan uteslutande från lerskädda eller rödspätta samtidigt som ägg mellan 1.6 mm till 1.3 mm nästan uteslutande kom från torsk. De flesta äggen från sandskädda var under 1.2 mm i diameter.

Majoriteten utav de genetisk analyserade äggen av tidiga äggstadier (Ia-Ib) kom från torsk, sedan i fallande ordning: lerskädda, sandskädda, rödspätta och skarpsill (Figur 4). Tidiga stadier (Ia-Ib) av torskägg hittades under vecka 9 och 14, men inte under vecka 17. Störst koncentration återfanns runt Brofjorden och ön Lyr mellan Orust och Tjörn, men tidiga stadier hittades också i Gullmarsfjorden och i 8-fjordar-området (Figur 5 och 6).

Ägg från plattfiskarterna lerskädda, sandskädda, skrubbskädda och rödspätta hittades i hela det undersökta området, med en viss koncentration av ägg från rödspätta runt Brofjorden (Figur 7). Enstaka ägg från småvar och bergvar hittades också.

Ett fåtal ägg från vitling, bleka och glyskolja hittades (Figur 8). Ägg från kolja hittades överhuvudtaget inte. Ett fåtal ägg från skarpsill och olika arter av skärlångor kunde också identifieras.

Det totala antalet okända ägg (ägg < 1.2 mm i diameter) varierade kraftigt mellan provtagningsveckor och områden (Bilaga 4). Första veckan hittades det flest ägg på stationer i och runt Brofjorden. Andra veckan hittades flest ägg på stationer i Gullmarsfjorden, med som mest 700 ägg per station, en del okända ägg hittades också i 8-fjordar. Också under tredje veckan hittades flest okända ägg i Gullmarsfjorden där det på en station hittades mer än 1000 ägg.

Diskussion

Resultaten från 2017 års äggundersökning indikerar, genom förekomst av tidiga stadier av ägg, att lek av torsk, lerskädda, sandskädda, rödspätta och skrubbskädda fortfarande kan förekomma i Bohusläns skärgårds- och fjordområde. Att äggen också kan komma från andra närliggande lekområde kan dock inte helt avskrivas men åtminstone för torskägg så bedöms det som mindre sannolikt. Vid en vattentemperatur på 7° C så tar det tre dygn för torskägg att nå sista delen av stadie Ib. Rent hypotetiskt, vid en konstant hög strömhastighet av 2 knop skulle torskägg i den sista delen av stadie Ib ha hunnit driva ungefär 270 km från det att de befruktats tills att äggen fångas i ägghåvningen. De

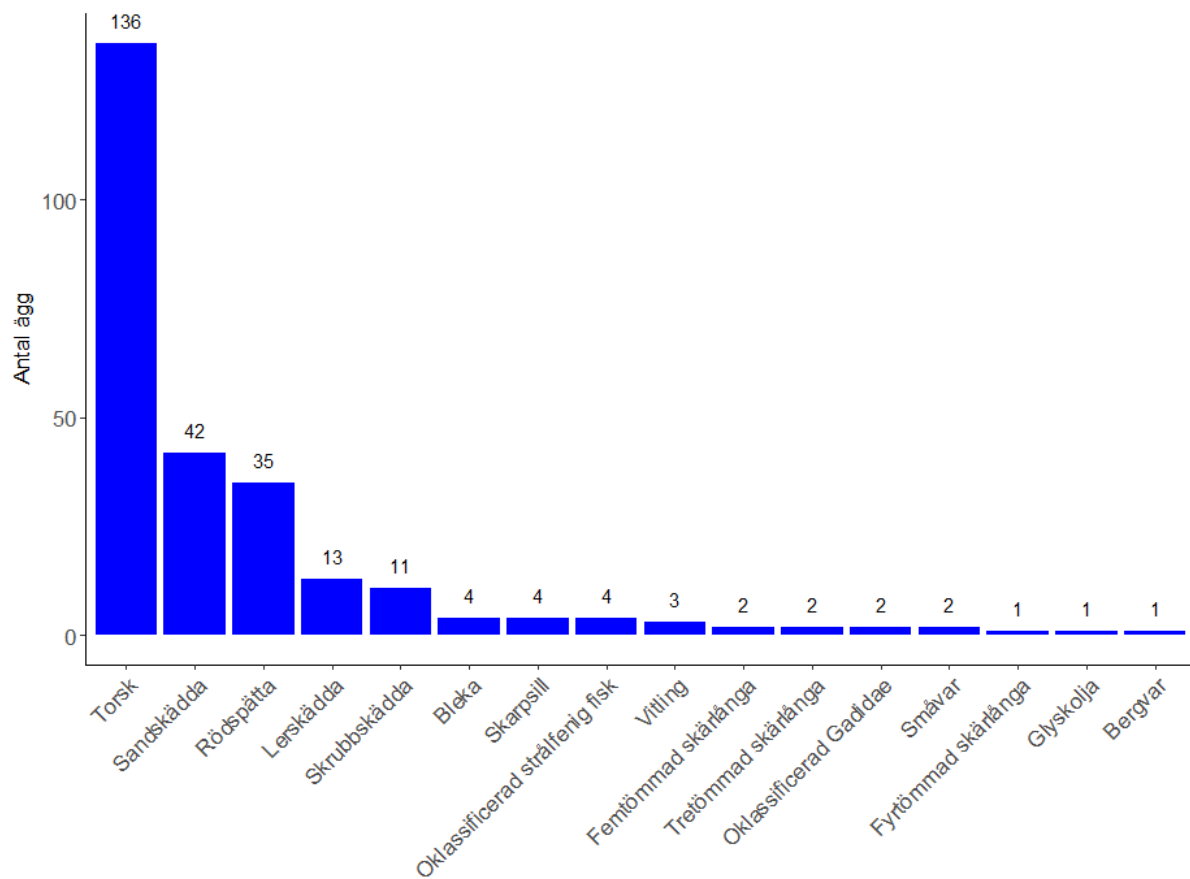
enda större kända lekområden för torsk inom 270 km utgörs av södra Kattegatt och norra delen av Öresund. Längs norska kusten och i norska fjordar i Skagerrak finns även reproducerande populationer av torsk, men den i huvudsakliga västliga kustströmmen längs den norska Skagerrak-kusten gör det mindre sannolikt att äggen skulle härstamma från dessa populationer (Jonsson m fl 2016, Barth m fl 2017).

De slumpmässiga fynden av ägg från vitling och bleka som gjordes bland de okända äggen är intressanta men tyvärr gjordes ingen notering på äggstadie, vilket annars hade kunnat peka på lokal lek av dessa arter. Ägg från vitling (diameter: 0.97-1.22 mm) och bleka (0.97-1.32 mm) är något mindre än de torskägg som provtogs i denna studie (1.2-1.6 mm) och föll därför utanför det storleksintervall där äggstadie också noterades (Munk och Nielsen 2005). Inför kommande års provtagning kommer provtagnings-metodiken justeras något så att även äggstadie på ägg från vitling och bleka ska kunna bestämmas, vilket skulle det göra det möjligt att ta reda på om lek från dessa arter fortfarande förekommer i Bohusläns skärgårds- och fjordområde.

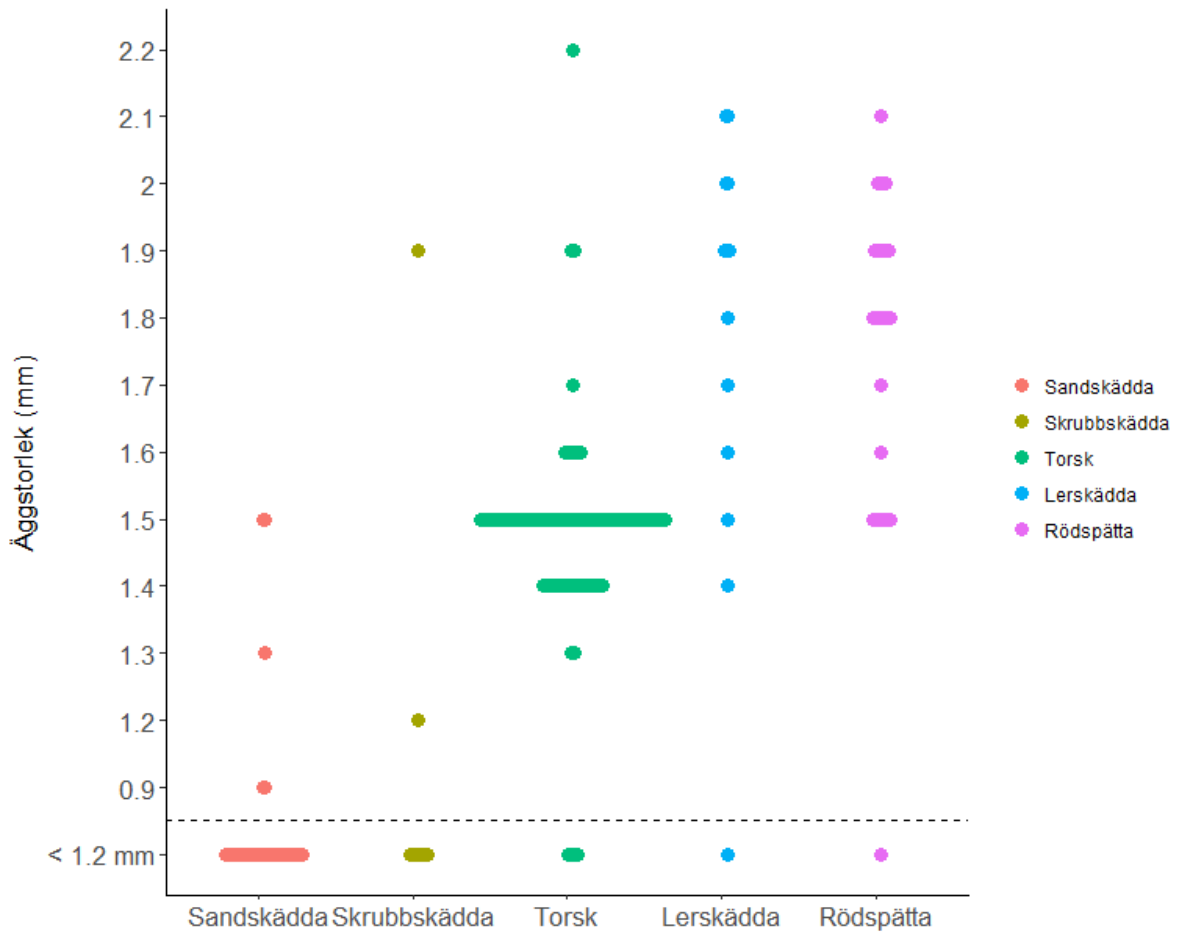
I kusttrålningen, det provfiske som sedan 2013 genomförs av SLU i september månad på den svenska västkusten, har de senaste åren inga eller endast ett fåtal köns mogna individer av kommersiella fiskarter så som torsk, kolja och rödspätta noterats i fångsterna (Svensson m fl 2019). Arter som tidigare varit allmänt förekommande längs kusten (Svedäng 2003). Äggtrålningen bidrar med kunskap om att lek fortfarande förekommer för dessa arter i närområdet. Det är dock oklart om det är lokala populationer även om viss genetisk information om torsk i Skagerraks kustområde nu ackumulerats som indikerar förekomster av lokala beståndsenheter i Norska fjordar och i kustområdet på gränsen mellan Norge och Sverige (Barth m fl 2017, Knutsen m fl 2018). Nyligen publicerade genetiska studier på torskägg insamlade i Bohusläns fjordar och kustområden under åren 2013 och 2014 indikerar att det håller på att ske en återkolonisering av lokal torsk i Bohuslän men var den torsken härstammar ifrån är mer osäkert (Svedäng m fl 2018, Cardinale m fl 2019).

Från ett förvaltningsperspektiv utgör närvaron av flertalet populationer av kommersiella fiskar en viktig komponent i den biologiska mångfalden. Kustområden som kan hysa flera olika arter av lokala fiskpopulationer med kompletterande eller med helt olika populationsdynamik kan bidra till kustekosystemens stabilitet vad gäller produktion av fisk (Schindler m fl 2010). Dessa så kallade portfölj-effekter från biologisk mångfald kan också på sikt ha positiva effekter på mänskliga samhällena på kusten som är beroende av fiske genom att buffra för förändringar i fisken livsmiljö (Cline m fl 2017).

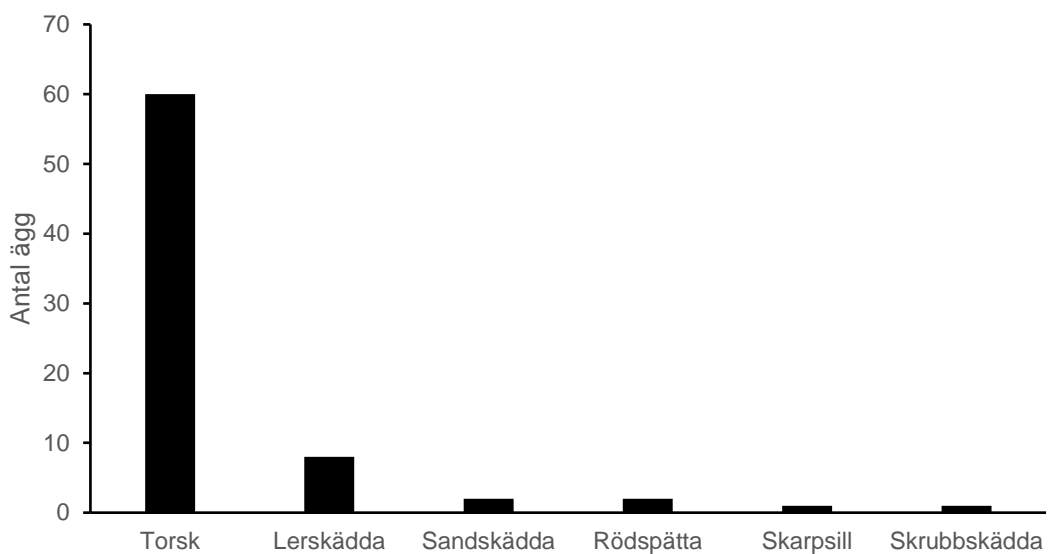
Samtidigt är kusthabitaten utsatta för en stor antropogen påverkan vilket hotar dess funktion som lek- och uppväxtområde för många olika arter av kommersiella fiskar och skaldjur (Seitz m fl 2014, Brown m fl. 2018). Därför är det viktigt att utveckla och bibehålla övervakningen av ägg i Skagerraks skärgårdsområden som ett mått på förekomst och produktivitet av lokala lekbestånd och kustens betydelse som lekområde. Möjliga utvecklingsområden för att ytterligare kunna bringa klarhet i olika fiskarters användning av kustområdena som lek- och uppväxtområden är att komplettera med populationsgenetisk information om juvenil och adult fisk, i kombination med information om olika fiskars rörelsemönster. För vissa arter av gadoider, i.e. torsk och kolja, som under leken alstrar speciella ljud skulle det kanske också vara möjligt att med hjälp av undervattensmikrofoner kunna precisera specifika lekområden för respektive art (Casaretto m fl 2014).



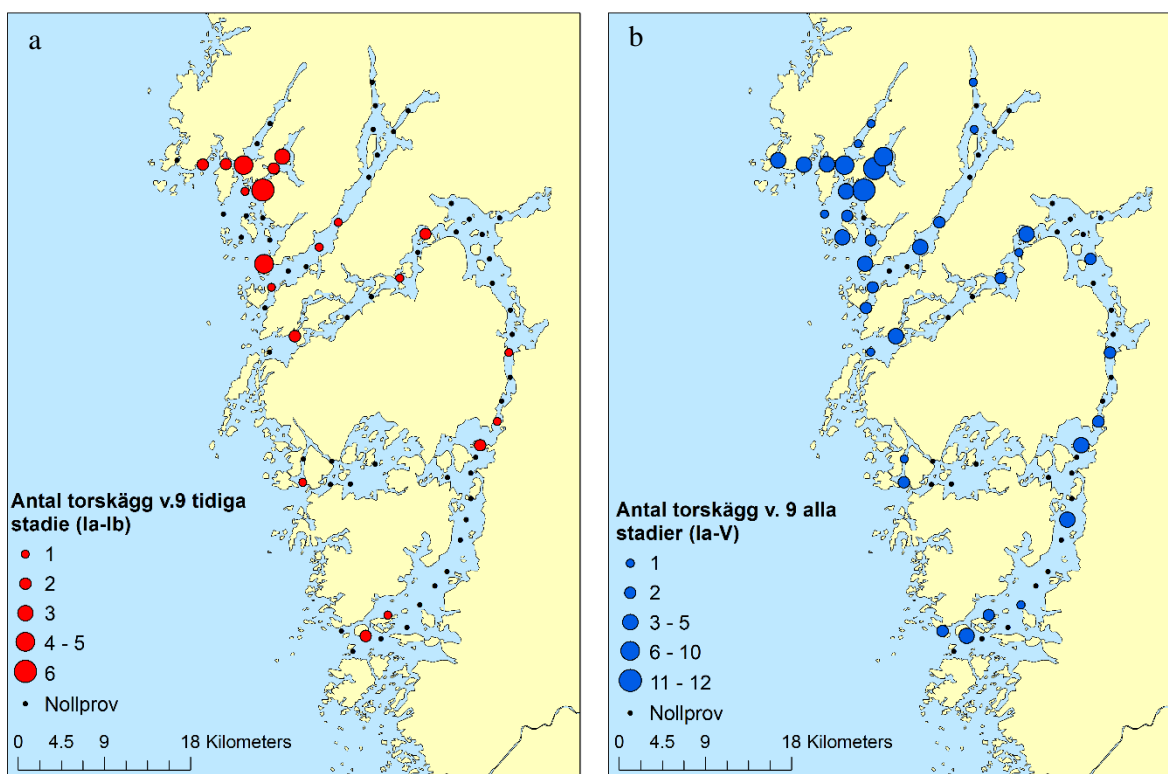
Figur 2. Antal ägg per art som genetiskt kunde artbestämmas under 2017 års äggundersökning.



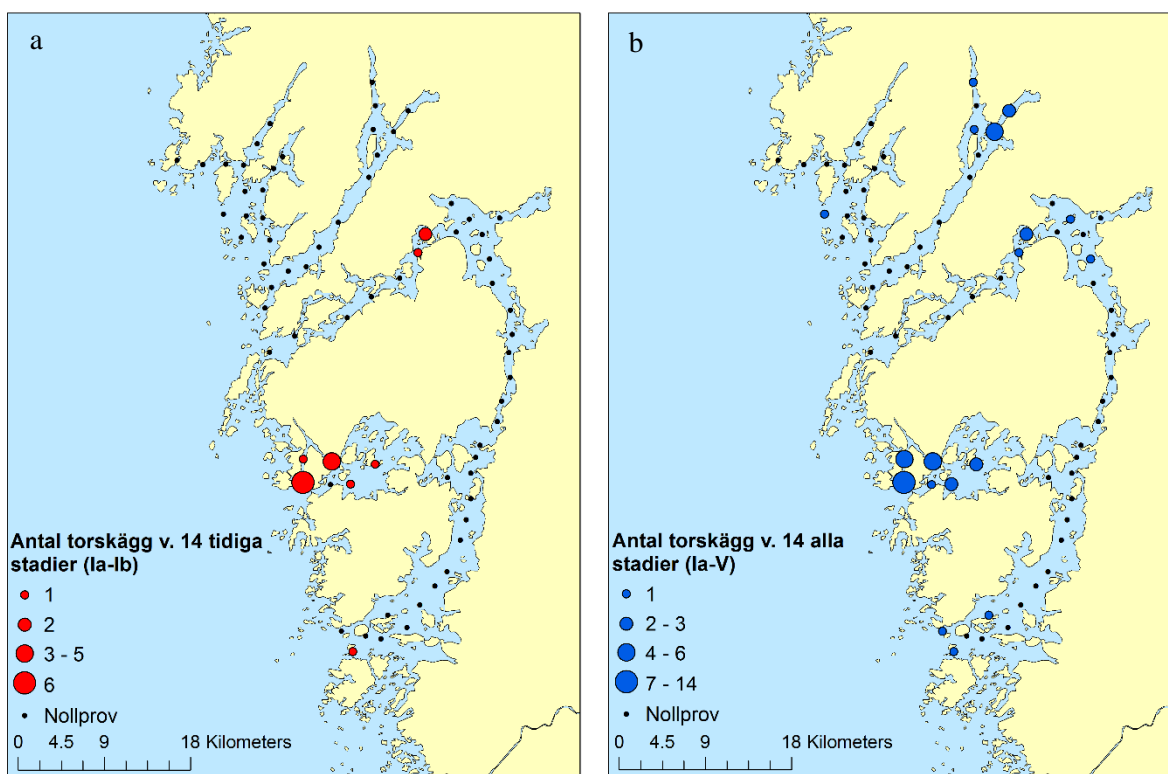
Figur 3. Storleksfördelning av ägg genetiskt bestämda till art för de vanligaste arterna. Bredden på linjerna för varje storlek är proportionerlig mot antal ägg som bestämdes till respektive art. Ägg under den streckade linjen är okända ägg som är mindre än 1.2 mm i diameter som kunde bestämmas till art men där en exakt äggstorlek inte är uppmätt. För antal ägg per art se figur 2.



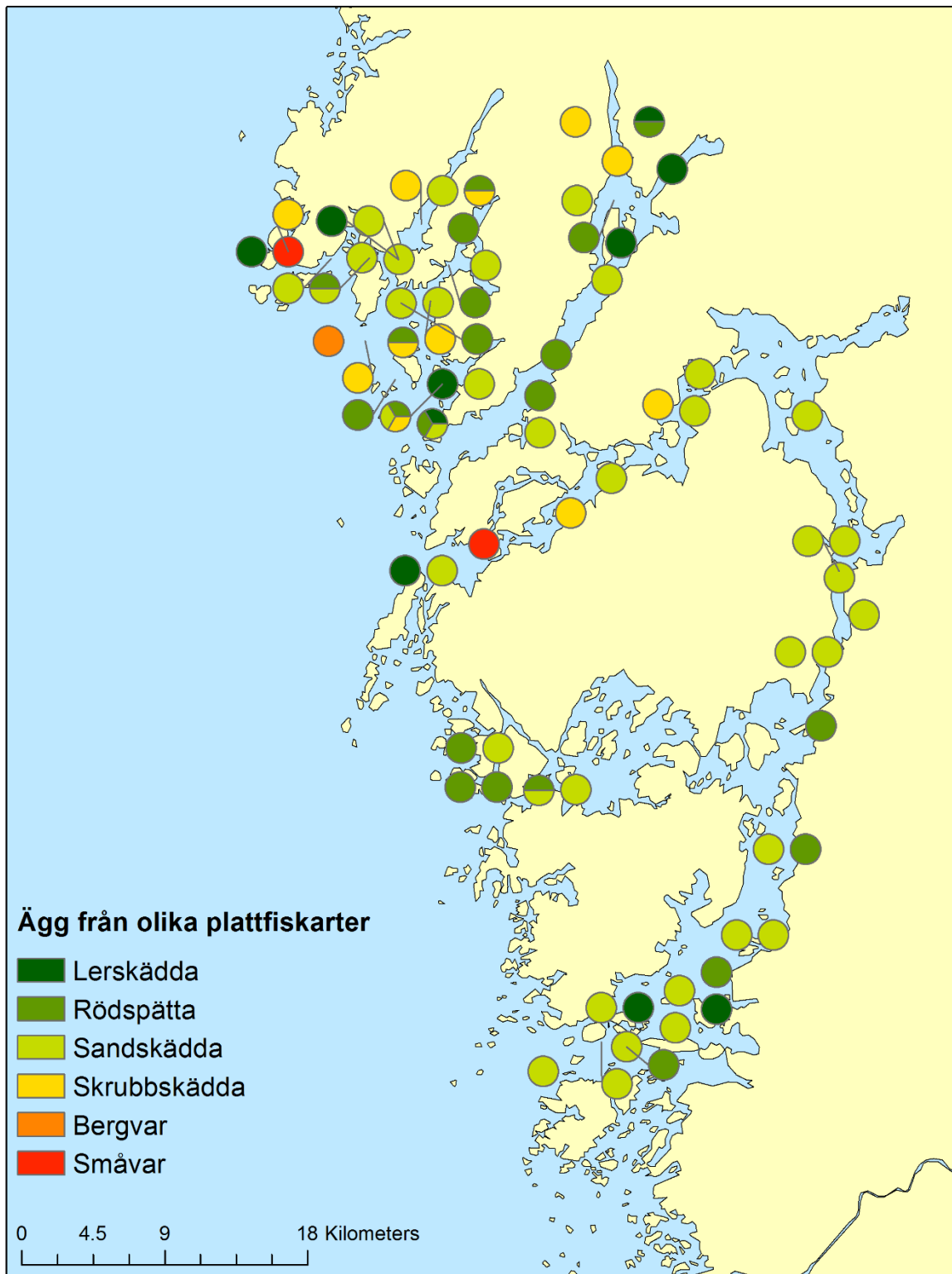
Figur 4. Antal ägg av tidiga stadier (Ia-Ib) som blev genetiskt identifierad till art.



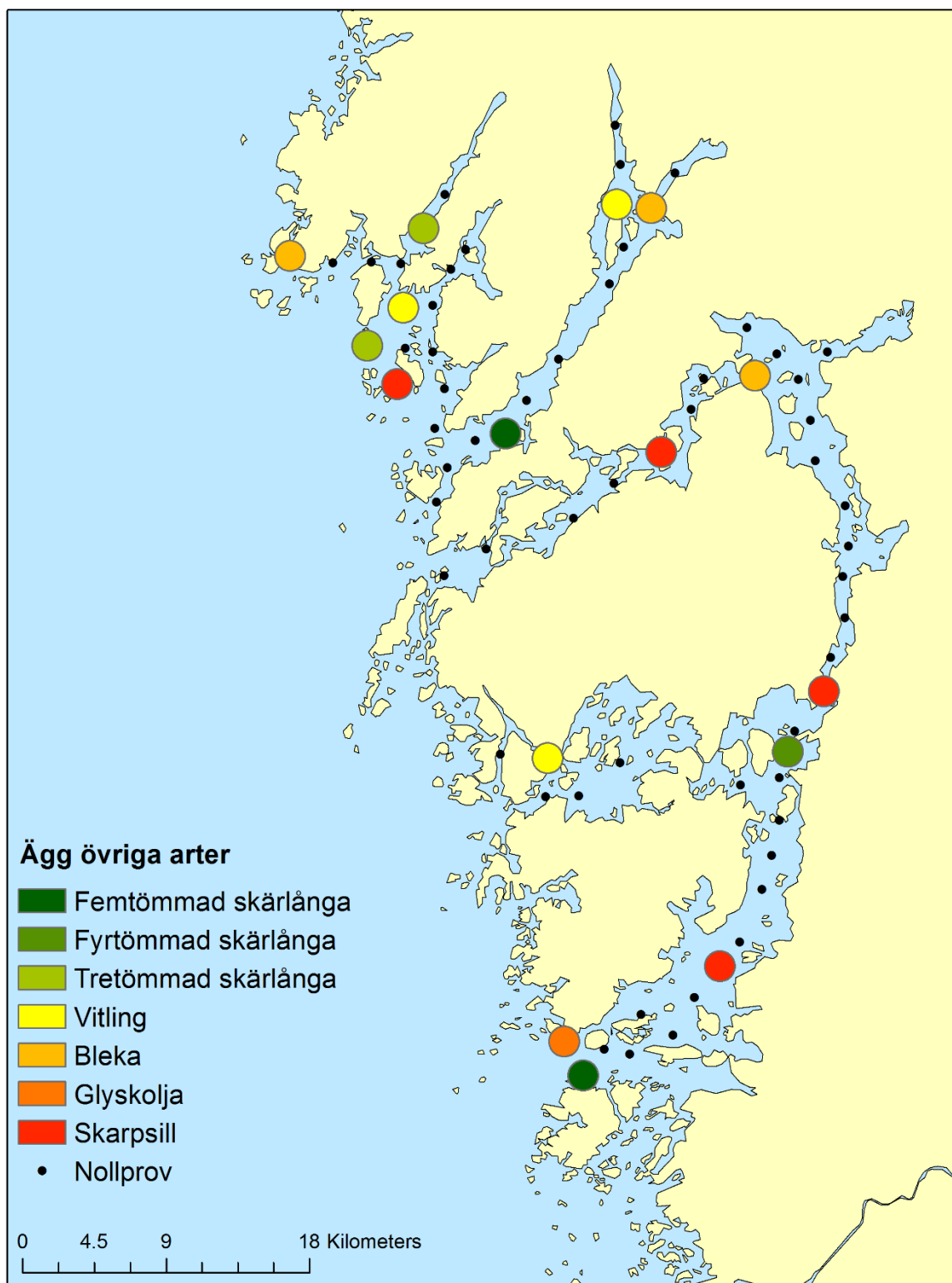
Figur 5. Antal genetisk identifierade torskägg av (a) tidiga stadier (Ia-Ib) och (b) alla stadier (Ia-V) insamlade under vecka 9, första provtagningsveckan.



Figur 6. Antal genetisk identifierade torskägg av (a) tidiga stadier (Ia-Ib) och (b) alla stadier (Ia-V) insamlade under vecka 14, andra provtagningsveckan.



Figur 7. Stationer med plattfiskägg som blev genetiskt bestämda till art, insamlade under vecka 9, 14 och 17. Äggen kommer både från gruppen stora ägg där samtliga ägg artbestämdes samt gruppen okända ägg där ett ägg utav tio insamlade blev genetiskt bestämd till art. För de stationer där ägg kunde identifieras under mer än en vecka förskjuts cirklarna som representerar antalet ägg något för att undvika överlapp med andra veckor. Färg anger från vilken art äggen kommer ifrån.



Figur 8. Ägg från övriga fiskarter som blev genetiskt bestämda till art, insamlade under vecka 9, 14 och 17. Äggen kommer både från gruppen stora ägg där samtliga ägg artbestämdes samt gruppen okända ägg där ett ägg utav tio insamlades blev genetiskt bestämda till art. Färg anger från vilken art äggen kommer ifrån. Stationer utan ägg representeras av små svarta cirklar.

Referenser

Barth, M. J., Berg, P. R., Jonsson, P. R., Bonanomi, S., Corell, H., Hemmer-Hansen, J., Jakobsen, K., Johannesson, K., Jorde, P. E., Knutsen, H., Moksnes, P-O., Star, B., Stenseth, N. C., Svedäng, H., Jentoft, S., André, C. 2017. Genome architecture enables local adaptation of Atlantic cod despite high connectivity. *Molecular Ecology*, 26: 4452-4466. <https://doi.org/10.1111/mec.14207>

Bergström, U., Sköld, M., Wennhage, H. & Wikström, A. (2016). Ekologiska effekter av fiskefria områden i Sveriges kust- och havsområden. Aqua reports 2016:20. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 207 s.

Brown, E. J., Vasconcelos, R. P., Wennhage, H., Bergström, U., Støttrup, J. G., van de Wolfshaar, K., Milisenda, G., Colloca, F., Le Pape, O. 2018. Conflicts in the coastal zone: human impacts on commercially important fish species utilizing coastal habitat. *ICES Journal of Marine Sciences*, 75: 1203-1213.

Börjesson, P., Jonsson, P., Pacariz, S., Björk, G., Taylor, M., Svedäng, H. 2013. Spawning of Kattegat cod (*Gadus morhua*) – Mapping spatial distribution by egg surveys. *Fisheries Research* 147: 63-71.

Cardinale, M., Mariani, S., Hjelm, J. 2019. Comment on Local cod (*Gadus morhua*) revealed by egg surveys and population genetic analysis after longstanding depletion on the Swedish Skagerrak Coast by Svedäng *et al.* *ICES Journal of Marine Sciences*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz095>

Casaretto, L., Picciulin, M., Olsen, K., Hawkins, A. D. 2014. Locating spawning haddock (*Melanogrammus aeglefinus*, Linnaeus, 1758) at sea by means of sound. *Fisheries Research*, 154: 127-134.

Cline, T., J. Schindler, D. E., Hilborn, R. 2017. Fisheries portfolio diversification and turnover buffer Alaskan fisheries communities from abrupt resource and market changes. *Nature Communication*, 8: 14042.

Chamberlain, Scott. 2017. Bold: Interface to Bold Systems Api. <https://CRAN.R-project.org/package=bold>.

Jonsson, P. R., Corell, H., André, C., Svedäng, H., Moksnes, P-E. 2016. Recent decline in cod stocks in the North Sea-Skagerrak-Kattegat shifts the source of larval supply. *Fisheries Oceanography*, 23:210-228.

Knutsen, H., Jorde, P. E., Hutchings, J. A., Hemmer-Hansen, J., Grønkjær, P., Jørgensen, K-E., André, C., Sodeland, M., Albretsen, J., Olsen, E. M. 2018. Stable coexistence of genetically divergent Atlantic cod ecotypes at multiple spatial scales. *Evolutionary Applications*, 1-13. <https://doi.org/10.1111/eva.12640>.

Munk, P., Fox, J. C., Bolle, J. L., Van Damme, J. G., Fossum, P., Kraus, G. 2009. Spawning of North Sea fishes linked to hydrographic features. *Fisheries Oceanography*, 18: 458-469.

- Pacariz, S., Björk, G., Jonsson, P., Börjesson, P., Svedäng, H. 2014. A model study of large-scale transport of fish eggs in the Kattegat in relation to egg density. *ICES Journal of Marine Science* 71: 345-355.
- Hill, J. T., Demarest, B. L., Bisgrove, B. W., Su, Y-C., Smith, M., Yost, H. J. 2014. "Poly Peak Parser: Method and Software for Identification of Unknown Indels Using Sanger Sequencing of Polymerase Chain Reaction Products." *Developmental Dynamics* 243: 1632-1636.
- Ivanova, N., V., Zemlak, T. S., Hanner, R., H. Hebert, P., D., N. 2007. "Universal Primer Cocktails for Fish Dna Barcoding." *Molecular Ecology Resources* 7: 544-48.
- Lanfear, Rob. 2015. *SangeranalyseR: SangeranalyseR: A Suite of Functions for the Analysis of Sanger Sequence Data in R.*
- Pepin, P., Orr, D. C., Anderson, J. T. 1997. Time to hatch and larval size in relation to temperature and egg size in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 2-10.
- Schindler, D. E., Hilborn, R., Chasco, B., Boatright, C. P., Quinn, T. P., Rogers, L. A., Webster, S. W. 2010. Population diversity and the portfolio effect in an exploited species. *Nature*, 3: 609-613. <https://doi:10.1038/nature09060>.
- Seitz, R. D., Wennhage, H., Bergström, U., Lipcius, R. N., Ysebaert, T. 2014. Ecological value of coastal habitats for commercial and ecological important species. *ICES Journal of Marine Science*, 71: 648-665.
- Svedäng, H. 2003. The inshore demersal fish community on the Swedish coast: regulation by recruitment from offshore sources. *ICES Journal of Marine Sciences* 60: 23-31.
- Svedäng, H. Bardon, G. 2003. Spatial and temporal aspects of the decline in cod (*Gadus morhua* L.) abundance in the Kattegat and eastern Skagerrak. *ICES Journal of Marine Science* 60: 32-37.
- Svedäng, H., Hagberg, J., Börjesson, P., Svensson, A. & Vitale, F. 2004. Bottenfisk i Västerhavet. Fyra studier av beståndens status, utveckling och lekområden vid den svenska västkusten. *Finfo* 2004:6. 42 s.
- Svedäng, H., Hagberg, J., Börjesson, P., Svensson, A., Vitale, F. 2004. Bottenfisk i Västerhavet. Fyra studier av beståndens status, utveckling och lekområden vid den svenska västkusten. *Finfo* 2004:6.
- Svedäng, H., Wikström, A., Wennhage, H., Hentati-Sundberg, J. 2016. Ett fiskefritt område för skydd av torsk, piggvar och rödspätta i Västkustens fjordområden. I: Bergström m fl 2016. *Ekologiska effekter av fiskefria områden i Sveriges kust- och havsområden. Aqua reports* 2016:20.
- Svedäng, H., Barth, J. M. I., Svensson, A., Jonsson, P., Jentoft, S., Knutsen, H., André, C. 2018. Local cod (*Gadus morhua*) revealed by egg surveys and population genetic analysis after longstanding depletion on the Swedish Skagerrak coast. *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fsy166.

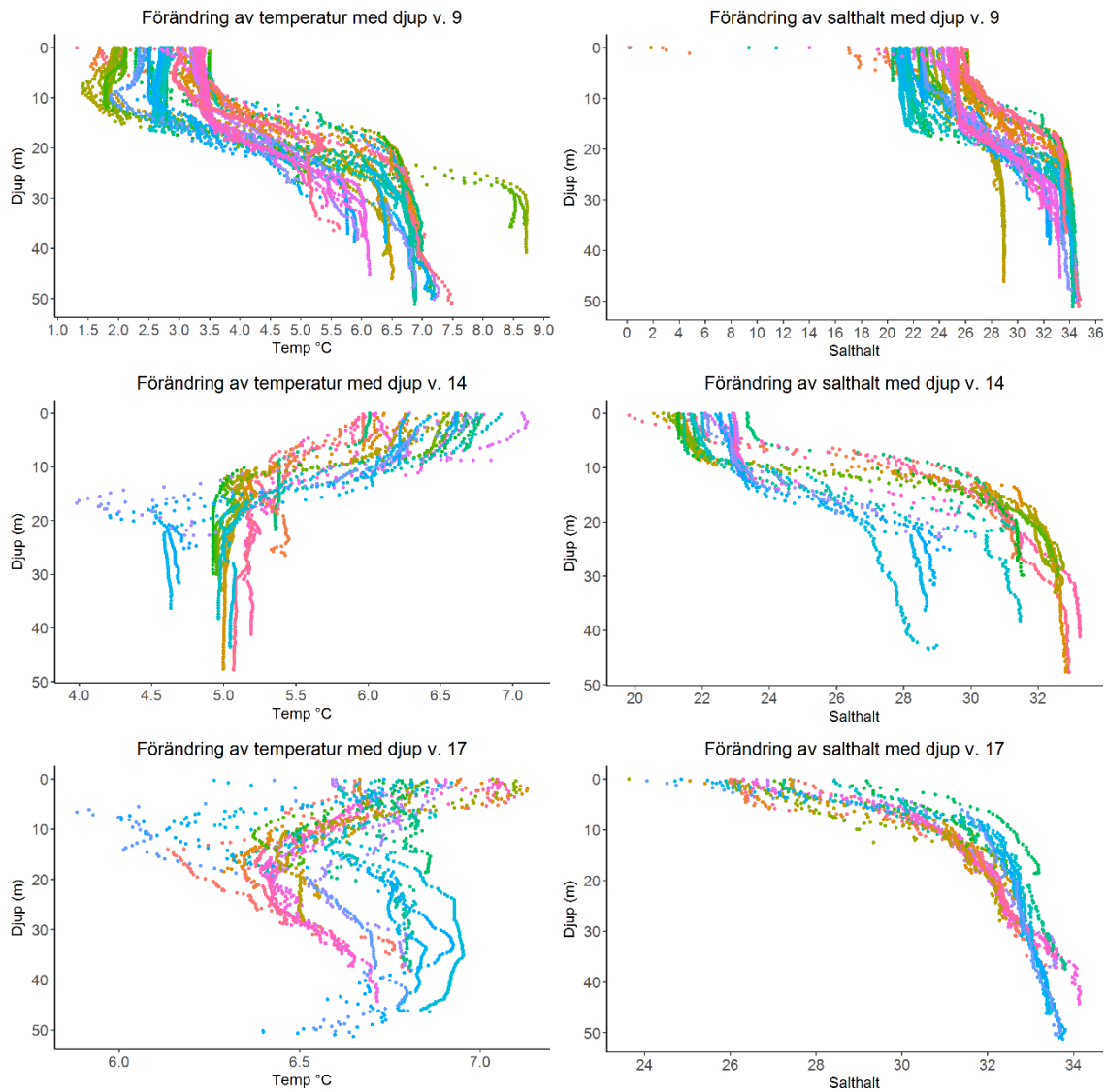
Svensson, F., Svenson, A., Jacobsson, P., Thorvaldsson, B., Hentati-Sundberg, J. & Wennhage, H. (2019) Rapport för 2018 års kusttrålundersökning av kustnära fiskbestånd längs den svenska västkusten. Aqua reports 2019:10. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Lysekil 19s.

Wright, E. S. 2016. "Using Decipher V2.0 to Analyze Big Biological Sequence Data in R." *The R Journal* 8: 352–59.

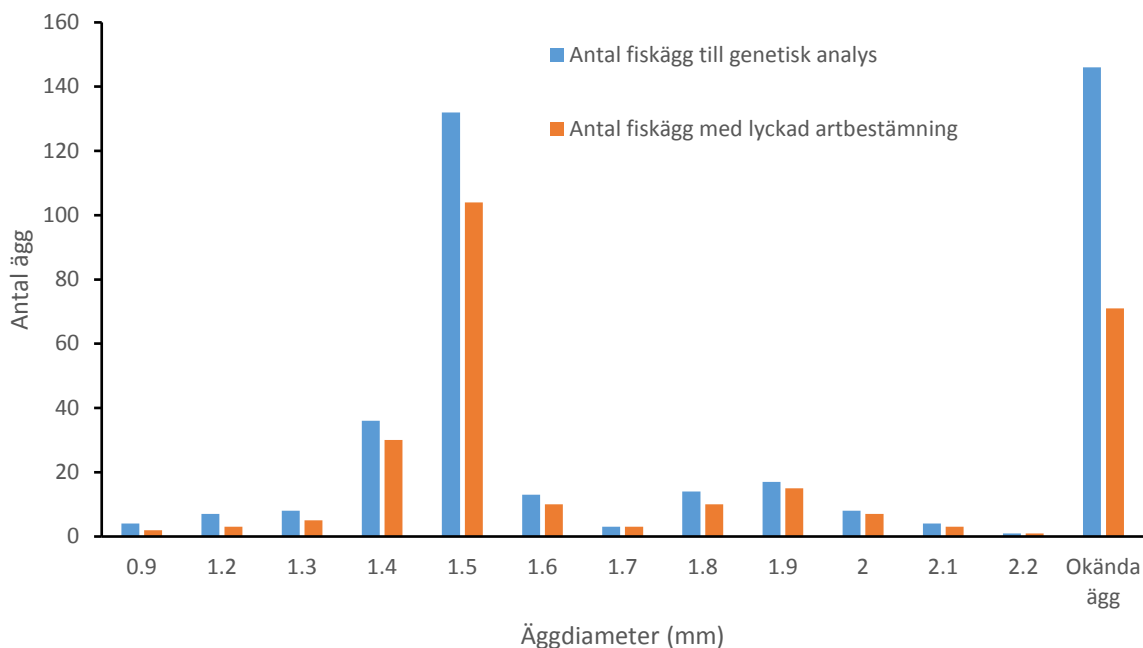
Tack

Tack till granskarna Patrik Börjesson och Karl Lundström. Tack till Malin Werner som hjälpte till med layout på fram- och baksida av rapporten.

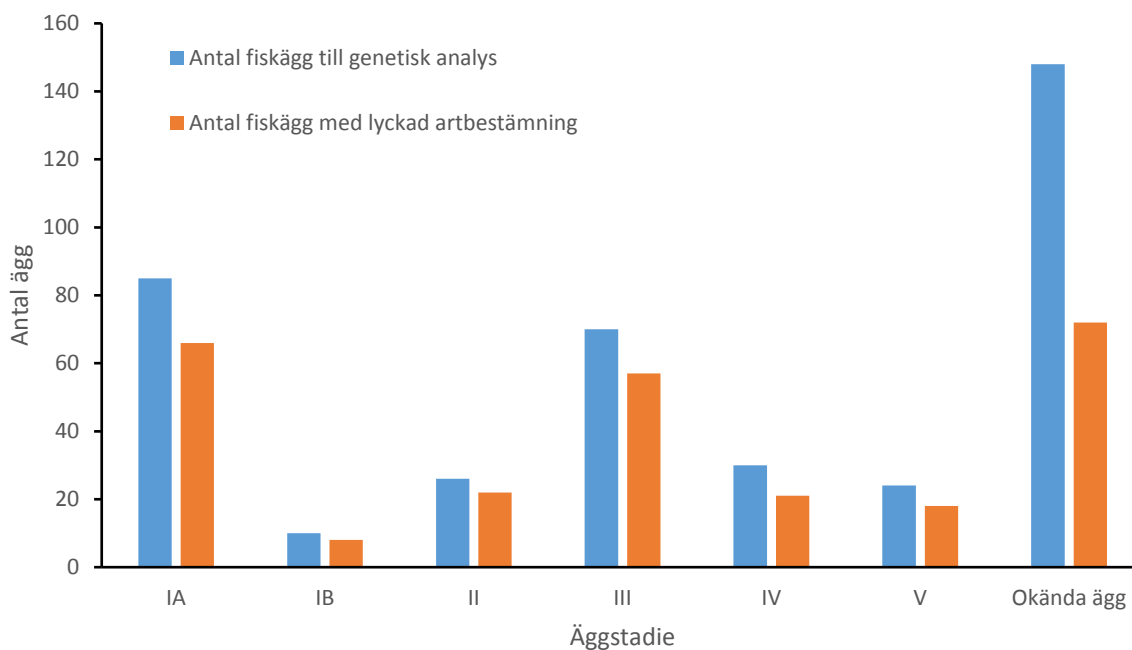
Bilagor



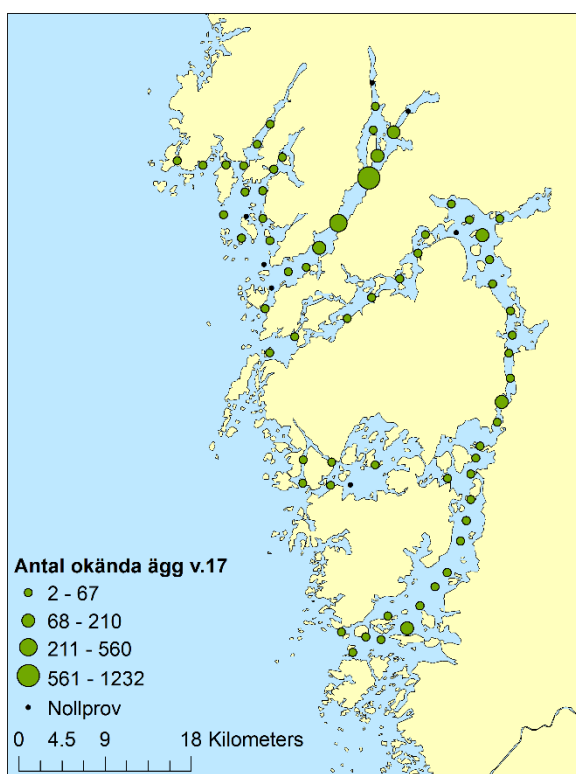
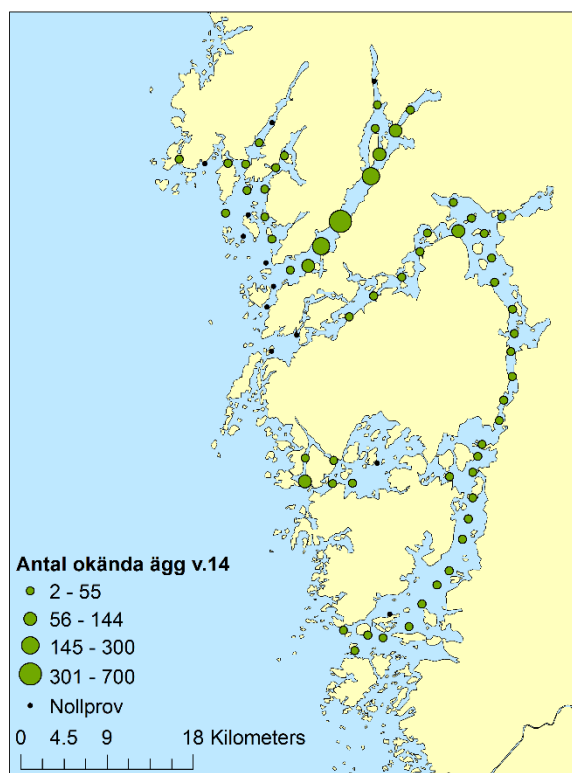
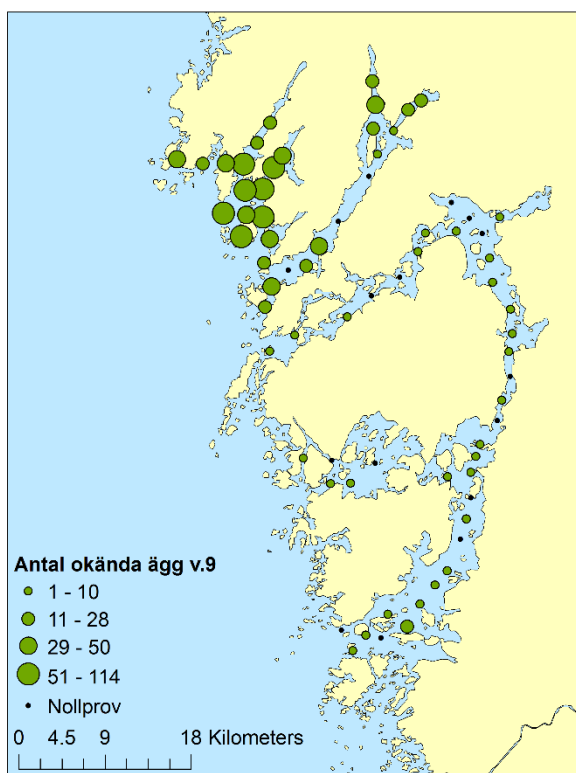
Bilaga 1. Förändring av vattentemperatur och salthalt med djupet för ett urval av stationer under vecka 9, 14 och 17. Notera olika skalor på x-axlarna.



Bilaga 2. Antal fiskägg per äggstorlek som skickades till genetisk artbestämning samt antal fiskägg per äggstorlek som lyckades bestämmas till art. Okända ägg utgörs av ägg mindre än 1.2 mm i diameter som samlades in på varje lokal.



Bilaga 3. Antal fiskägg per äggstadie som skickades för genetisk artbestämning samt antal fiskägg per äggstadie som lyckades bestämmas till art. Okända ägg utgörs av ägg mindre än 1.2 mm i diameter som samlades in på varje lokal.



Bilaga 4. Antal okända ägg (< 1,2 mm i diameter) per hävstation för vecka 9, 14 och 17.

