

BETYDELSEN AV BORTFORSLING AV ALGER FÖR REKRYTERING AV PLATTFISK PÅ GOTLAND



Rapporter om natur och miljö | Rapport nr 2015:12

Titel: **Betydelsen av bortforsling av alger för rekrytering av plattfisk på Gotland**

Rapportnummer: 2015:12

Diarienummer: 530-1917-14

Rapportansvarig/Författare: Jesper Martinsson, Campus Gotland, Uppsala universitet

Foto | omslagsbild: Ulf Smedberg

Foto | inlaga: Anges i anslutning till bild.

Utgiven av: Länsstyrelsen i Gotlands län

Tryckår: 2015

Tryckeri: Länsstyrelsen i Gotlands län, Visby. (Vid externt tryckeri anges tryckeriets namn och ort)

Rapporten finns att hämta i PDF-format på Länsstyrelsens webbplats:

www.lansstyrelsen.se/gotland



UPPSALA
UNIVERSITET

BETYDELSEN AV BORTFORSLING AV ALGER FÖR REKRYTERING AV PLATTFISK PÅ GOTLAND



Ett samarbete mellan Uppsala Universitet, Smedbergs Gård AB och Länsstyrelsen, Gotlands län. Projektet har finansierats med medel från Havs- och vattenmyndigheten via Länsstyrelsen på Gotland.

Författare

Jesper Martinsson

Fil.dr. Marinekologi

Forskningsstationen i Ar

Uppsala Universitet

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Bakgrund.....	5
Syfte.....	6
Mål.....	6
Definitioner.....	6
Metod.....	7
Fältprovtagningar.....	7
Uppskattning av miljövariabler.....	9
Restaurering.....	10
Resultat.....	11
Del 1 – regional skala.....	11
Del 2 - mikroskala (Lausviken).....	19
Diskussion.....	27
Fisk.....	27
Miljövariabler.....	27
Slutsats.....	27
Tack.....	28
Referenser.....	29
Bilaga A: Områdesbeskrivningar.....	31
Rensade områden.....	31
Ej rensade områden.....	33

Sammanfattning

Syftet med projektet var att utvärdera effekten av bortforsling av släke i vikar runt Gotlands kust på tätheten och storleken av juvenil piggvar och flundra som växer upp i denna typ av habitat. Juvenil piggvar och flundra samlades in med landvad i augusti 2014 och 2015 i totalt 19 områden där släke avlägsnades på nio stycken i delprojekt 1. I delprojekt 2 rensades en del av Lausviken medan en annan del av viken var orörd. I denna vik genomfördes flera provtagningar under säsongen medan endast en genomfördes på den regionala skalan i delprojekt 1. Förutom att fånga juvenil plattfisk togs även prover för att uppskatta syrehalt, turbiditet och organisk halt i sedimenten. Tätheten var generellt något högre i de rensade områdena för flundra 2015 i delprojekt 1 och för piggvar i slutet av säsongen i delprojekt 2 2014. Det är dock svårt att utesluta att andra faktorer påverkat de skillnader som uppstått då skillnaderna var små och variationen hög. Det senare speciellt för piggvar. Det fanns ingen skillnad i längd mellan rensade och ej rensade områden. I övrigt var den organiska halten lägre i de rensade områdena 2015 i delprojekt 1 och i delprojekt 2 hade halten minskat i den rensade delen och ökat i den ej rensade 2015 jämfört med året innan. Fler provtagningar behöver göras för att få en högre upplösning i tid och rum av miljövariablerna och för att säkerställa en eventuell trend i den organiska halten samt undersöka om resultaten för plattfisken blir tydligare.

Bakgrund

Det har pågått en debatt på Gotland under en tid angående strändernas upplevelsevärde då stora mängder alger i vattnet och på stranden minskar möjligheterna för rekreation. Åtgärder för att ta bort algerna i större skala har därför påbörjats. Under 2014 och 2015 forslades alger bort på ca 18 stränder på Gotland med hjälp av LOVA-stöd. Med anledning av dessa åtgärder genomför Länsstyrelsen på Gotland tillsammans med Region Gotland med medel från Havs- och vattenmyndigheten ett projekt i syfte att ta fram ett policydokument för att förenkla och tydliggöra hanteringen vid upptagning och bortforsling av alger. Förutom att erbjuda turister och boende finare stränder och minska halterna av kväve och fosfor i havet kan åtgärderna påverka rekryteringen av piggvar och flundra.

Piggvar och flundra är de enda plattfiskarterna som kan reproducera sig i den låga salthalt som omgärdar Gotland (Nissling et al. 2002, 2006). Arterna har varit mycket viktiga för det europeiska såväl som det gotländska yrkes- och husbehovsfisket, speciellt när torskbeståndet började dala under 90-talet (Ojaveer et al. 1985, Temming 1989, Florin 2005). Ett ökat fisketryck från ett flertal länder runt Östersjön under 90-talet medförde dock att piggvarsbeståndet minskade till kritiska nivåer, vilket bidrog till att piggvaren blev rödlistad i Östersjön 2005 (Gärdenfors 2005).

Piggvaren är känsligare än flundran då den inte är lika talrik och uppvisar en större variation i rekryteringen. Beståndet utgörs främst av ett fåtal stora årsklasser (Molander 1964, Draganik et al. 2005, Florin 2005). Det är oklart varför piggvaren uppvisar en högre variation men studier vid Forskningsstationen i Ar uppger att det skulle kunna bero på att piggvarens yngel är mer selektiva i fråga om habitat och föda jämfört med flundran (Nissling et al. 2007, Martinsson 2011).

Yngel av båda arterna anländer till grunda vikar runt Gotlands kust efter att ha levt i den fria vattenmassan som larver. Flundran uppträder i vikarna något tidigare än piggvaren; i början eller mitten av juli jämfört med i slutet eller början av augusti (Florin et al. 2009, Martinsson and Nissling 2011). Piggvaren och flundran uppvisar ett överlapp i sin diet när piggvaren är mindre än 30 mm. Piggvaren övergår då från mindre djur i sedimenten till större kräftdjur och fisk i den fria vattenmassan. Flundran håller sig främst till föda i sedimenten såsom fjädermyggs-larver, havsborstmaskar och mindre kräftdjur under hela sommaren (Aarnio et al. 1996, Nissling et al. 2007, Florin and Lavados 2010). På hösten rör sig de överlevande ynglen mot större djup för att senare ansluta sig till det vuxna beståndet. Vissa stannar dock kvar i uppväxthabitatet ytterligare en säsong. I likhet med andra arter uppehåller sig större individer på större djup. De flesta individer återfinns dock på mindre än en meters djup (Martinsson and Nissling 2011). Piggvaren visar en stark preferens för sandiga vikar medan flundran återfinns i relativt stora kvantiteter i många olika typer av habitat (Florin et al. 2009, Martinsson 2011). Tätheten av båda arterna minskar med ökad organisk halt i sedimenten. Sambandet är dock mycket starkare för piggvar jämfört med flundran.

Övergödning är ett stort problem i Östersjön som förstört habitat för många arter, i de stora djupen såväl som vid kusten. För att säkerställa rekryteringen av i synnerhet piggvar i framtiden kan åtgärder för att minska halterna av kväve och fosfor i plattfiskarnas uppväxthabitat vara nödvändiga. Bortforsling av alger i dessa områden kan vara en bra metod. Om åtgärden minskar siktdjupet kan också piggvarens möjligheter att finna föda förbättras då det är en visuell predator som är beroende av arter i den fria vattenmassan.

Det är emellertid oklart om bortforsling av alger verkligen har en positiv effekt på överlevnad och rekrytering. Det går inte att utesluta att åtgärden tvärtom skadar piggvarens och flundrans uppväxthabitat och försämrar arternas möjlighet till reproduktion. Om det senare är fallet kan

tidpunkten för framtida rensningar av vikar behöva begränsas. Oklarheterna ovan behöver utredas inför framtagandet av policydokumentet.

Syfte

Syftet med projektet är att ta reda på om bortforsling av tång och alger vid strandkanten har en effekt på levnadsförhållandena för yngel av piggvar och flundra med betydelse för överlevnad och rekrytering till det vuxna beståndet.

Mål

Utföra en kvantitativ studie på Gotland där områden som rensats och områden som ej rensats jämförs i fråga om täthet och storlek av piggvar och flundra samt siktdjup (turbiditet), organisk halt och syrehalt.

Definitioner

Släke: Ett gotländskt ord för dött organiskt material i form av tång och alger som ansamlas i vikar och stränder.

0-grupp: Årsyngel av plattfisk

I+: Yngel som kläcktes förra säsongen eller äldre

Rekrytering: Tillskott av nya individer till det juvenila eller vuxna beståndet.

Metod

Fältprovtagningar

Del 1 – Regional skala

Fältprovtagningar utfördes 28 juli-26 augusti 2014 samt 27 juli – 21 augusti 2015 i totalt 19 områden (Figur 1) på Gotland. Av dessa rensades nio områden. Provtagningarna utfördes vid ett tillfälle i varje område då uppskattningar av mängden årsyngel av piggvar och flundra gjordes samt behovet av rensning och mängden släke i vattnet. Tre slumpmässiga mätningar av temperatur och syrehalt togs på 0,2 m och 0,6 m djup vardera. Även tre slumpmässiga vattenprov (500 ml) för dessa djup togs för senare uppskattning av turbiditet på forskningsstationen i Ar. Ett sedimentprov (500 ml) togs även på 0,5 m djup för uppskattning av organisk halt i sedimenten, kornstorlek och sedimentens sorteringsgrad.

Fisken samlades in med hjälp av en landvad; en minitrål som drogs längs med botten över en bestämd area (89,4 m²). Landvaden har en kopp i ena änden där fångsten samlas. Koppen tömdes i en back för genomgång direkt efter varje drag då längden för alla individer av piggvar och flundra samt djupet de fångades på, deras vridenhet, mängden släke i draget samt avståndet till stranden noterades. Totalt tio drag utfördes slumpmässigt i varje område där fem drag utfördes parallellt mot stranden på 0,2 m och 0,6 m djup vardera. Fisken förvarades i syresatta kylväskor tills de kunde släppas utan risk att fångas igen.

Behovet av rensning uppskattades på en femgradig skala där 1 motsvarade mycket litet behov och 5 mycket stort behov. Mängden släke i vattnet uppskattades i varje drag med landvaden på en skala från 0-10 där 0 motsvarar ingen släke och 10 så mycket släke att landvaden måste dras in på land och tömmas bakvägen



Figur 1. Karta över de undersökta områdena i del 1 och 2 (GIS -lager hämtat från Baltic GIS Portal).

Del 2 – mikro skala

Lausviken delades in i två delar; den norra som restaurerades den 5 och 17 augusti 2014 samt den södra som lämnades orörd. Fältprovtagningarna utfördes den 4, 12, 19 och 25 augusti 2014 samt den 11, 19 och 25 augusti 2015. Det innebär att en provtagning utfördes innan rensningen 2014 och sex stycken efteråt, tre under 2014 och tre 2015. Två provtagningar var inplanerade innan rensning 2014 men en invasion av cyanobakterier tillsammans med en risk för högvatten som skulle göra det svårare att samla in släken gjorde att endast en provtagning innan åtgärden utfördes var praktisk möjlig. Under 2015 kunde fisk endast samlas in den 11 augusti eftersom mycket större mängder släke övriga tillfällen gjorde det omöjligt att dra landvaden.

Provtagningarna utfördes på samma sätt som för den regionala studien med undantaget att endast tre drag per djup utfördes samt endast två mätningar per djup av temperatur och syrehalt. Även två prover per djup togs för senare uppskattning av turbiditet. Ett prov för uppskattning av organisk halt i sedimenten togs i varje område vid första fältprovtagningen.

Uppskattning av miljövariabler

Turbiditet

Turbiditeten, eller grumligheten, i de sex vattenprover som samlades in från varje område uppskattades med hjälp av en turbidimeter (HANNA, HI98713 ISO Portable Turbidimeter). Turbidimetern uppskattar turbiditeten genom att mäta hur mycket ljus som släpps genom provet. Resultatet visas i antalet Formazin Nephelometric Units (FNU). Ju högre värde desto högre turbiditet. Innan mätning omrördes varje prov ordentligt varefter 10 ml extraherades med hjälp av pipett. Innehållet tömdes i en kyvett som sattes in i turbidimetern. Kyvetten rengjordes invändigt mellan mätningarna med batterivatten samt utvändigt innan mätning med silikonolja och optisk duk. Alla bubblor togs bort genom varsam omblandning av provet.

Syrehalt

Syrehalten uppskattades med en syremätare i enheterna mg per liter (mg/l) och procent (%).

Organisk halt

Den organiska halten uppskattades genom mätning av halten organiskt kol med en Leco CN-2000 enligt ISO-10694 TOC och TC. Även den totala mängden kol mättes då sedimenten på Gotland innehåller en stor mängd karbonater (oorganiskt kol).

Kornstorlek och sorteringsgrad

Sedimentproverna torkades i 60°C i minst 24 timmar varefter de delades upp i olika kornstorleksfraktioner med U.S. standard maskstorlekarna #230, #60, #10 och #5. De motsvarar gränsen mellan sand och grov silt (#230), medium sand och fin sand (#60), grus och grov sand (#60) och grovt grus och grus (#5 på Wentworth's storleksskala (Boggs 2005). Vikten för varje fraktion uppskattades med en noggrannhet på 0,001 g. Medelvikten av fraktionerna från varje prov användes för att uppskatta den genomsnittliga kornstorleken i sedimentet med hjälp av method of moments (Krumbein and Pettijohn 1938). Sorteringsgraden motsvarar standardavvikelsen av den procentuella andelen av varje fraktion i provet. Konsultera Boggs 2005 för en detaljerad beskrivning av beräkningen. Låga värden indikerar ett väl sorterat och högre värden ett icke-väl sorterat sediment i relation till kornstorlek. Kornstorlek och sorteringsgrad uppskattades endast 2014 (Tabell 1). Kornstorleken var i medel 1,0135 mm och varierade mycket lite mellan områdena (sd 0,00561).

Kornstorleken ligger precis på gränsen mellan grov sand och mycket grov sand med övervikt på den senare.

Tabell 1. Redovisning av kornstorlek och sorteringsgrad för de undersökta områdena.

Område	Kornstorlek (mm)	Wentworth size class	Sorteringsgrad (ϕ)	Sorteringsgrad (klass)
Bunge	1,00526	Mycket grov sand	0,15346	Mycket välsorterat
Ekeviken	1,01760	Mycket grov sand	0,25817	Mycket välsorterat
Fröjel	1,00651	Mycket grov sand	0,16737	Mycket välsorterat
Gnisvärd	1,01747	Mycket grov sand	0,25749	Mycket välsorterat
Herta	1,01230	Mycket grov sand	0,21998	Mycket välsorterat
Hide	1,01856	Mycket grov sand	0,26527	Mycket välsorterat
Holmhällar	1,00297	Mycket grov sand	0,13197	Mycket välsorterat
Kappelshamn	1,00960	Mycket grov sand	0,19753	Mycket välsorterat
När1	1,00129	Mycket grov sand	0,09615	Mycket välsorterat
När2	1,01677	Mycket grov sand	0,25408	Mycket välsorterat
Raudstajnsand	1,01248	Mycket grov sand	0,22142	Mycket välsorterat
S:t Olofsholm	1,00601	Mycket grov sand	0,16174	Mycket välsorterat
Sandviken ER	1,01739	Mycket grov sand	0,25841	Mycket välsorterat
Sandviken R	1,01838	Mycket grov sand	0,26612	Mycket välsorterat
Sjaustru	1,01675	Mycket grov sand	0,25299	Mycket välsorterat
Slite	1,01519	Mycket grov sand	0,24200	Mycket välsorterat
Tjälder	1,01358	Mycket grov sand	0,22974	Mycket välsorterat
Åminne	1,01210	Mycket grov sand	0,21839	Mycket välsorterat
Ängman	1,01785	Mycket grov sand	0,25960	Mycket välsorterat
Lau ER	1,01856	Mycket grov sand	0,26672	Mycket välsorterat
Lau R	1,01750	Mycket grov sand	0,26308	Mycket välsorterat

Rensning

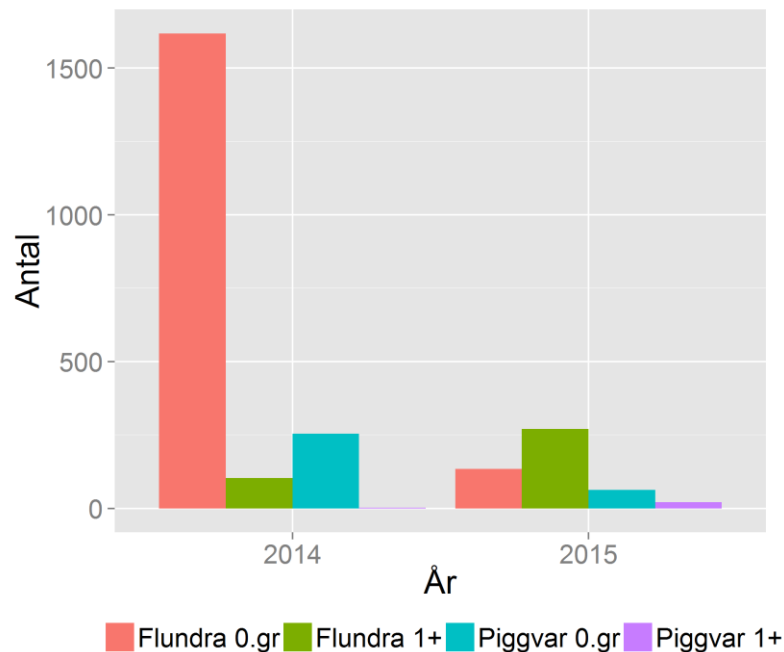
Bortforsling av släke i de rensade områdena i delstudie 1 utfördes av ett antal olika aktörer där släke togs upp manuellt med krattor och andra handredskap eller diverse lantbruksmaskiner samt mer anpassade redskap (se bilaga A). Rensningarna på de flesta stränder utfördes emellertid av Smedbergs Gård AB. Rensningarna i dessa områden utfördes i en trestegsprocess där det första steget innefattade bortförsel av tång och alger på strandkanten och vattenbrynet så fort som möjligt efter att materialet kommit upp på land. Traktorlastare med olika slags grepar användes när större mängder material forslades bort. En ombyggd och modifierad redskapsbärare, med redskap utvecklade för ändamålet, användes för uppforsling av material i vattenkanten på land. I det andra steget ytplanerades stranden med en modifierad harv för att lättare kunna transportera bort det organiska materialet och underlätta kommande hopsamlingar. Det tredje steget innefattade bortförsel av organiskt material som blandats in i sanden vid steg ett och två genom sällning. Denna åtgärd utfördes med hjälp av en specialmaskin ”Beach Tech”.

Resultat

Del 1 – regional skala

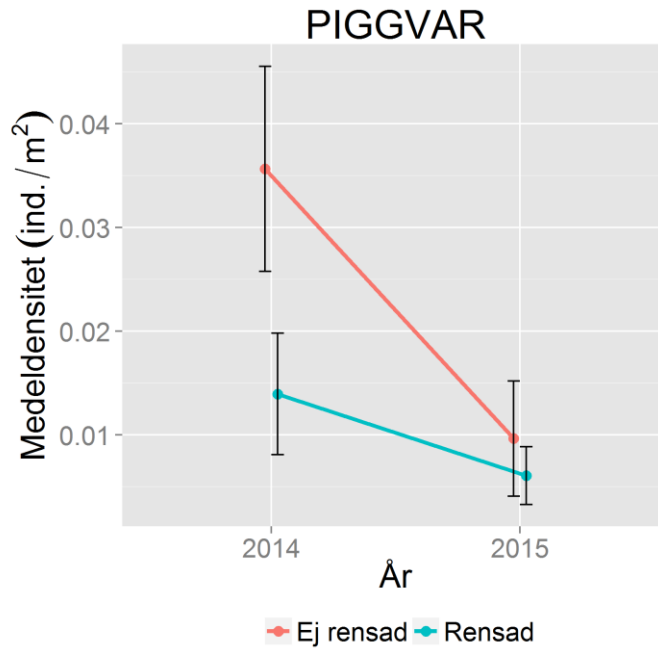
Fisk

Totalt fångades 2320 respektive 366 årsyngel av flundra och piggvar under provtagningarna 2014. Antalet individer var mycket lägre 2015 då endast 164 årsyngel av flundra och 112 av piggvar fångades (Figur 2).

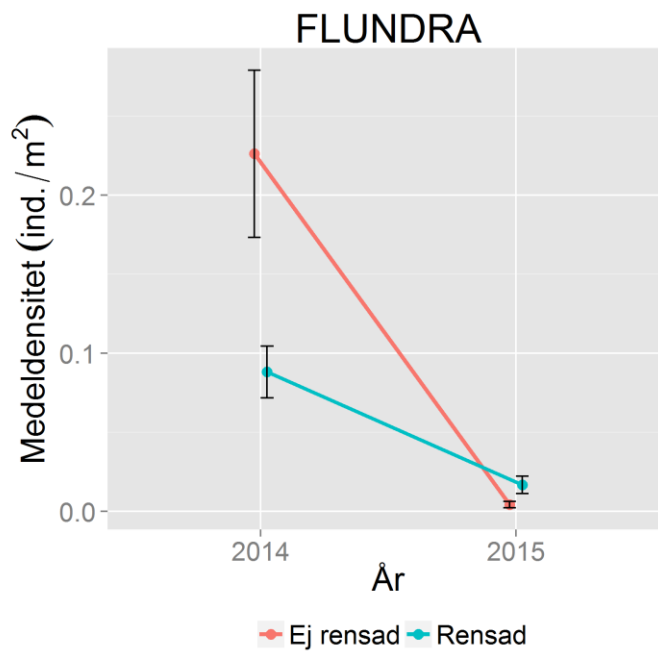


Figur 2. Antalet individer av flundra- och piggvarsyngel 2014 och 2015. 0.gr står för årsyngel och 1+ för fjolårsyngel eller äldre.

Vid en statistisk analys konstaterades att det fanns en signifikant interaktionseffekt mellan faktorerna Rensning och År för både piggvar och flundra (ANOVA, $p < 0.01$). Det innebär att skillnaderna i täthet (antal/m²) mellan rensade och ej rensade områden ser olika ut mellan åren. För piggvaren var tätheten högre i de icke-rensade områdena båda åren men skillnaden var större 2014 (Figur 3). Flundran uppvisade samma mönster som piggvaren 2014 men 2015 var tätheten högre för de rensade områdena (Figur 2). Det fanns i övrigt ingen effekt av djup eller avståndet till stranden på tätheten för någon av arterna.

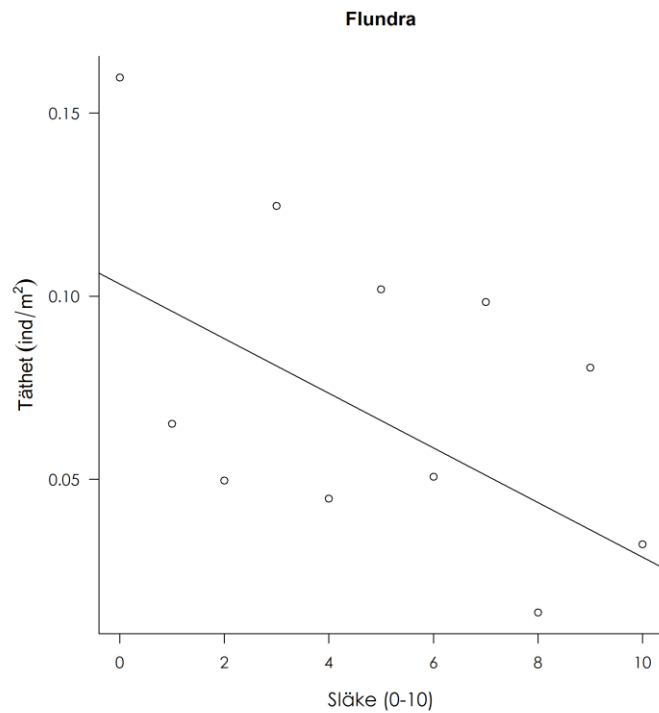


Figur 3. Medeltätheten (ind./m²) för årsyngel av piggvar i rensade och ej rensade områden 2014 och 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

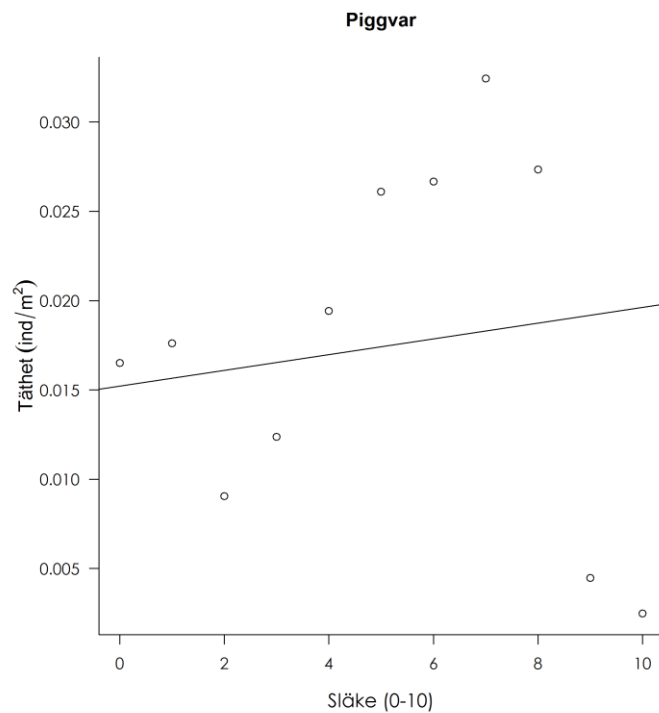


Figur 4. Medeltätheten (ind./m²) för årsyngel av flundra i rensade och ej rensade områden 2014 och 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

I övrigt kunde en negativ effekt av mängden släke i landvadsdraget konstateras (regression, $\beta = -0,007$, $F=4,98$, $p<0,05$). Med andra ord, vid högre uppskattad mängd släke observerades generellt sett lägre tätheter av juvenil flundra (Figur 5). Inget samband hittades för piggvar (regression, $\beta = 0,0004$, $F=0,40$, $p=0,52$, Figur 6).

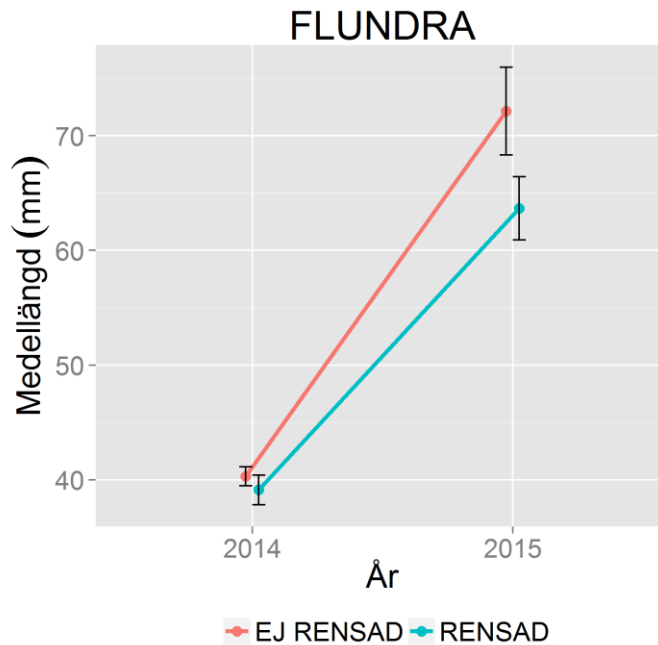


Figur 5. Sambandet mellan tätheten av 0-grupp flundra och uppskattad mängd släke i landvadsdraget.

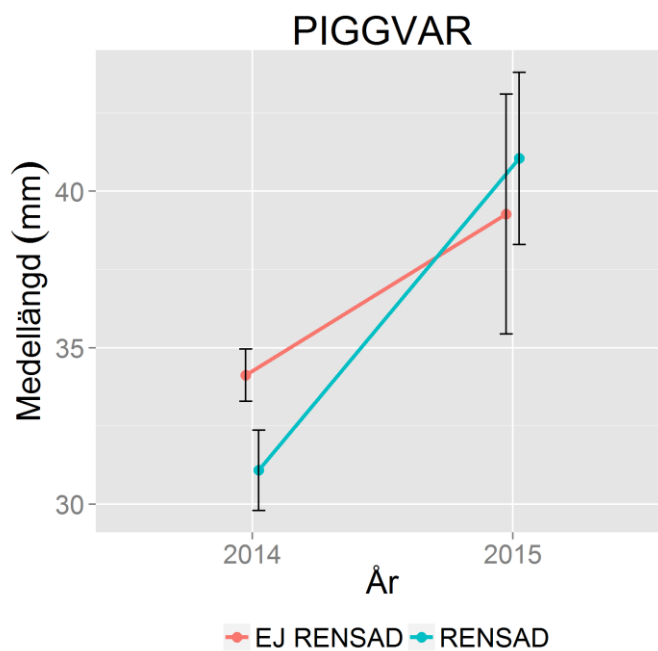


Figur 6. Sambandet mellan tätheten av 0-grupp piggvar och uppskattad mängd släke i landvadsdraget.

Vid analys av skillnader i längd hittades en interaktionseffekt för flundra mellan Rensning och År (ANOVA, $df=3143, F=18.86, p<0,01$). Effekten ser ut att bestå i en större skillnad mellan rensade och ej rensade områden 2015 jämfört med 2014 (Figur 7). Medellängden är betydligt lägre i de rensade områdena 2015. För piggvar fanns endast en skillnad mellan år (ANOVA, $df=530, F=13,64, p<0,001$) där medellängden var större 2015 (Figur 8).



Figur 7. Medellängd (mm) för flundra i rensade och ej rensade områden 2014 och 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

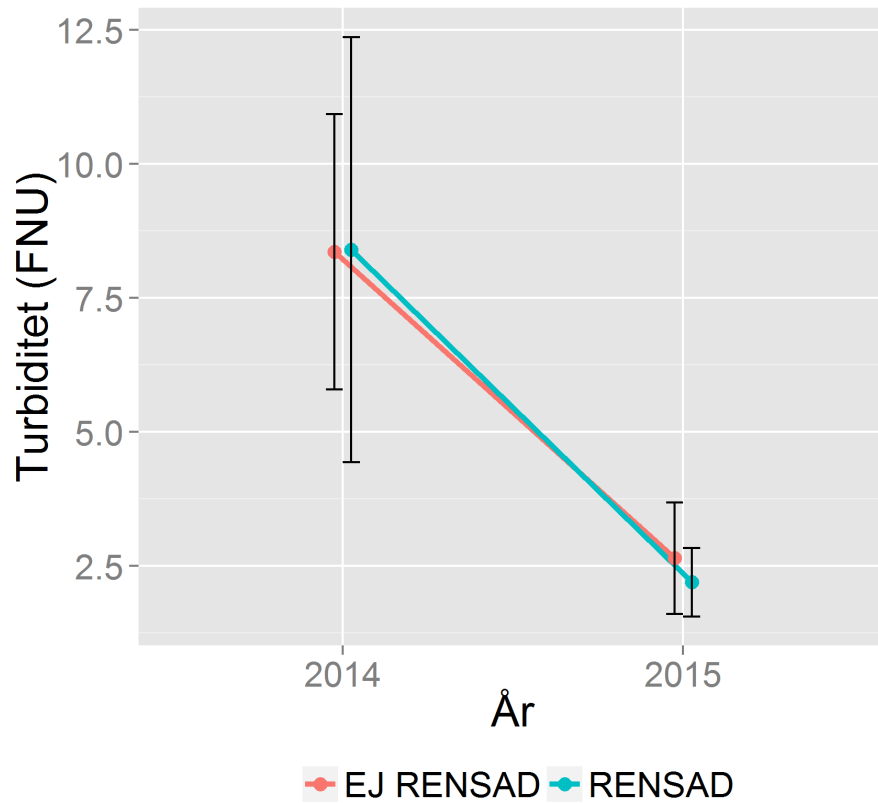


Figur 8. Medellängd (mm) för piggvar i rensade och ej rensade områden 2014 och 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

Miljöfaktorer

Turbiditet

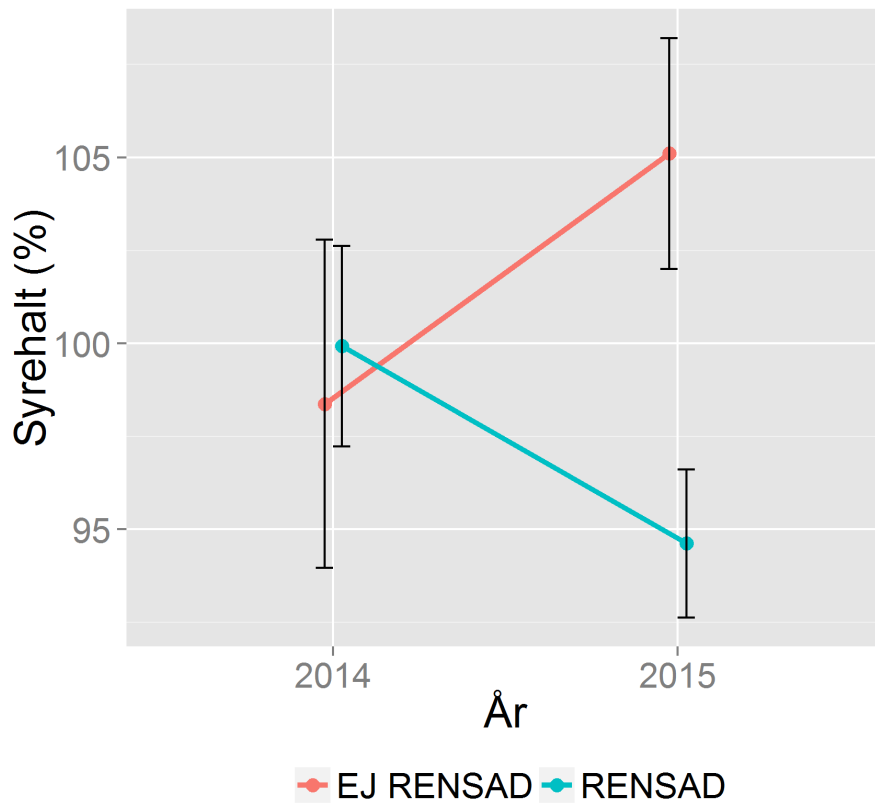
Det fanns ingen skillnad i turbiditet mellan rensade och ej rensade områden något av åren. Det fanns dock en skillnad mellan år (Figur 9). Inga skillnader mellan djup kunde konstateras.



Figur 9. Medelturbiditet (siktdjup) för rensade och ej rensade områden för 2014 och 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall

Syrehalt

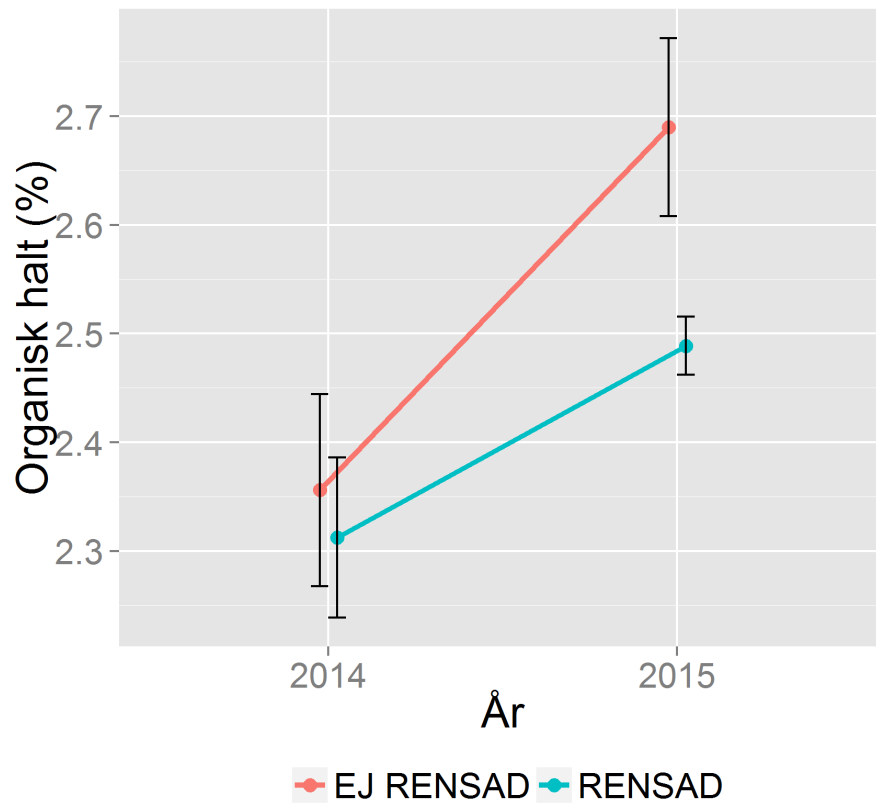
För syrehalten fanns en statistiskt signifikant interaktion mellan faktorerna Rensning och År. Det innebär att det inte var någon skillnad i syrehalt mellan rensade och ej rensade områden 2014 samt att syrehalten var lägre generellt sett i de rensade områdena 2015 (Figur 10). Inga skillnader mellan djup kunde konstateras.



Figur 10. Syrehalt (%) i medel för rensade och ej rensade områden för 2014 och 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall

Organisk halt

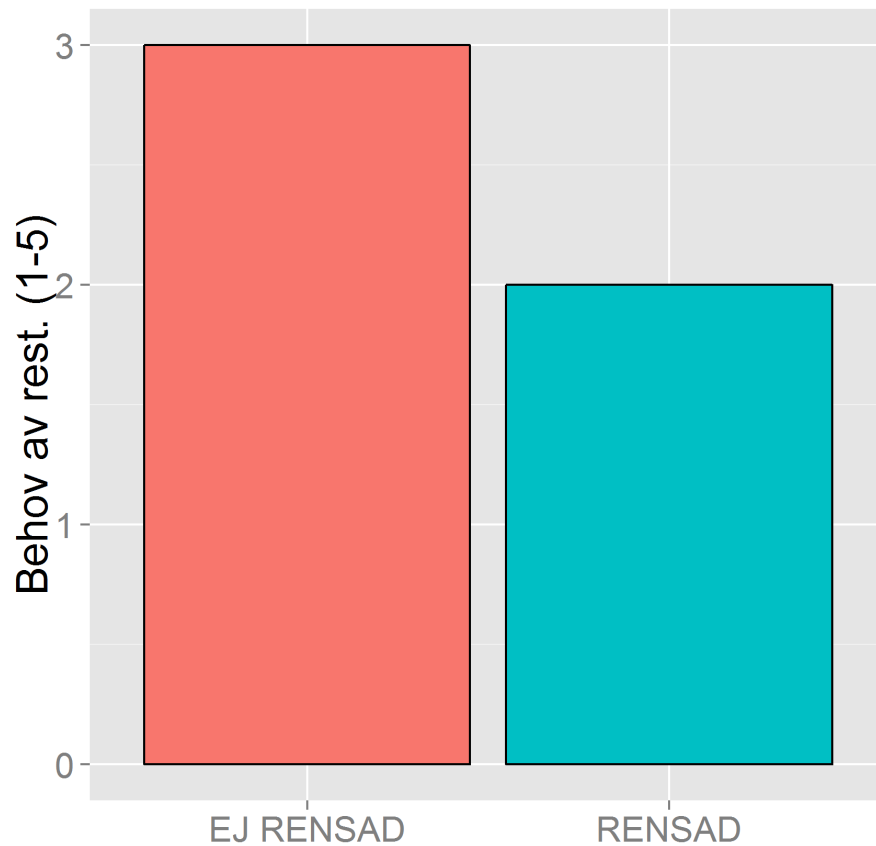
Det fanns en statistiskt signifikant interaktionseffekt mellan faktorerna Rensning och År. Det innebär i detta fall att det inte fanns någon skillnad i organiskt halt mellan rensade och ej rensade områden 2014 men att den organiska halten var lägre i de rensade områdena 2015 (Figur 11).



Figur 11. Organisk halt (%) i medel för rensade och ej rensade områden för 2014 och 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

Behov

Det fanns en statistiskt signifikant skillnad i det uppskattade behovet av rensning mellan rensade områden och ej rensade områden (Figur 12). Behovet var något mindre i de rensade områdena (Wilcoxon test, $p < 0,01$).

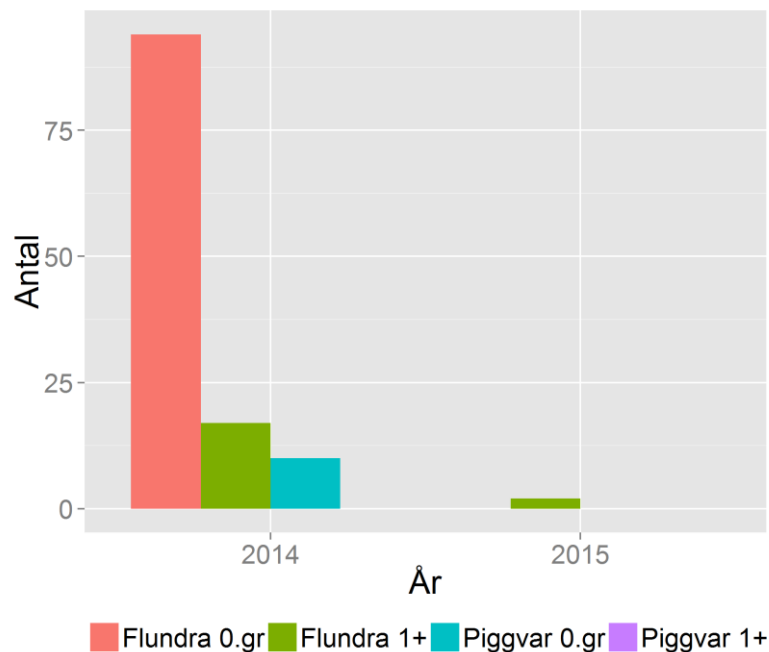


Figur 12. Redovisning av medianen för behov av rensning (1-5) där högre värde motsvarar högre behov utifrån hur mycket släke som låg i strandkanten.

Del 2 - mikroskala (Lausviken)

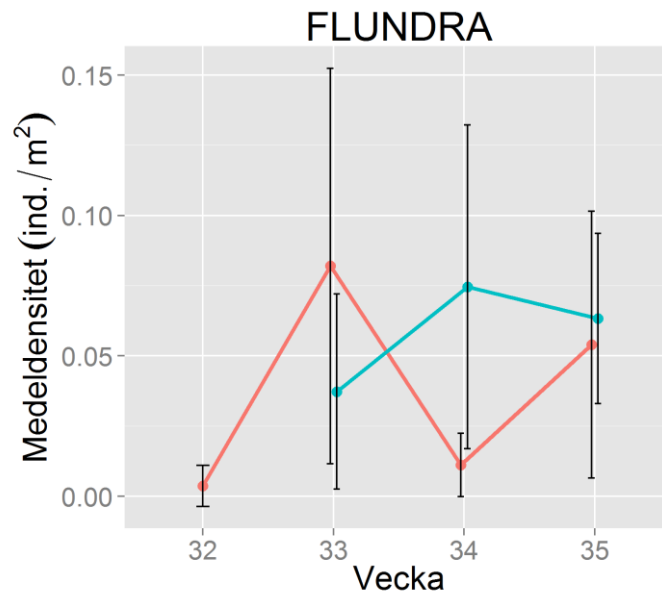
Fisk

Totalt fångades 81 respektive 7 årsyngel av flundra och piggvar under provtagningarna 2014. Antalet individer var mycket lägre 2015 då ingen 0-gruppindivid fångades i något av områdena, endast äldre flundror (Figur 13).

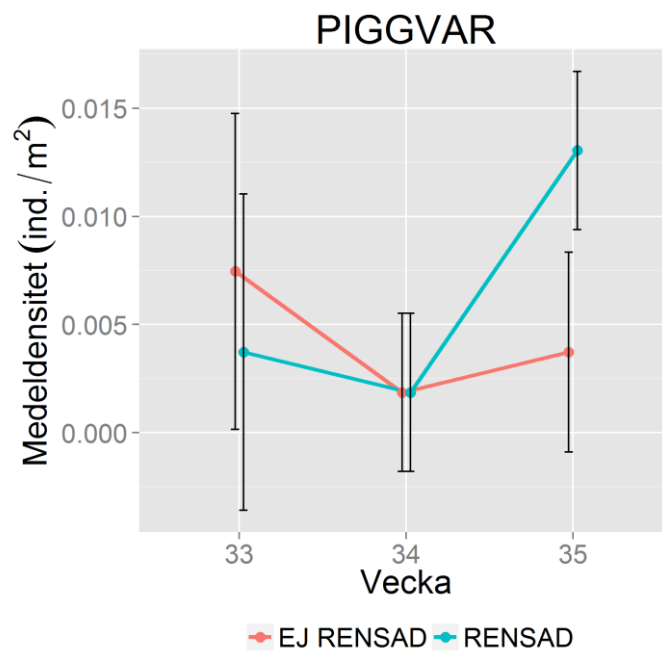


Figur 13. Totala antalet individer för piggvar och flundra uppdelat på 0-grupp samt fjolårsyngel eller äldre (1+) 2014 och 2015.

Eftersom endast fisk från 2014 fångades avser följande jämförelser av täthet endast detta år. För flundra fanns det endast en statistiskt signifikant effekt av tid (Vecka) på tätheten. Det innebär att ingen skillnad mellan den rensade och ej rensade delen kunde påvisas statistiskt sett (Figur 14). För piggvar fanns en statistiskt signifikant interaktionseffekt mellan faktorerna Rensning och Vecka (ANOVA, $F=4,96$, $p<0,05$). Det innebär att skillnaden mellan den rensade och ej rensade delen skiljde sig mellan de olika tillfällena (Figur 15). Figuren visar att konfidensintervallen för de båda områdena vecka 35 inte överlappar. Tätheten var alltså högre i den rensade jämfört med den ej rensade delen vecka 35. Det är värt att notera att det under vecka 32 (innan rensningarna hade börjat) endast påträffades fisk i den ej rensade delen för flundra. Det fanns i övrigt ingen effekt av djup eller avståndet till stranden på tätheten för någon av arterna.

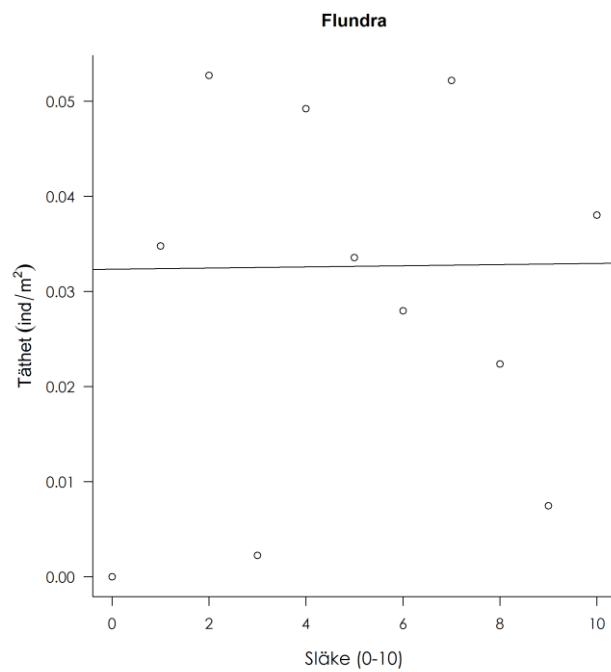


Figur 14. Medeltäthet (ind./m²) för flundra 2014 för den rensade och ej rensade delen av Lausviken under vecka 32 till 35. Släkten började rensas vecka 33. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

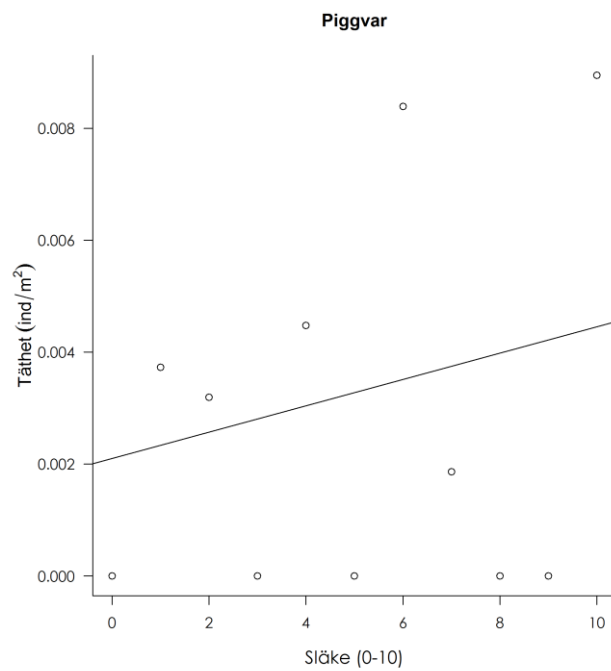


Figur 15. Medeltäthet (ind./m²) för piggar 2014 för den rensade och ej rensade delen av Lausviken under vecka 33 till 35. Släkten började rensas vecka 33. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

Det fanns inget samband mellan mängden släke i landvadsdragen och tätheten för någon av arterna (Figur 16 & 17).

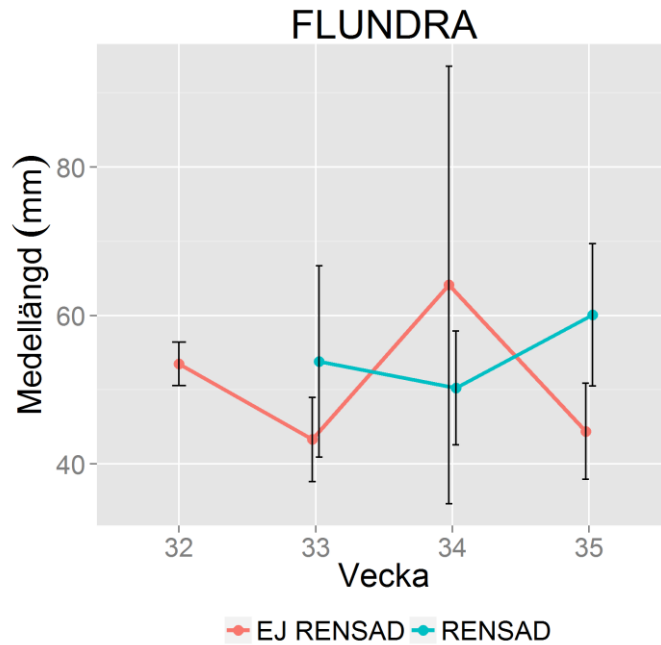


Figur 16. Sambandet mellan tätheten av 0-grupp flundra och uppskattad mängd släke i landvadsdragnet.

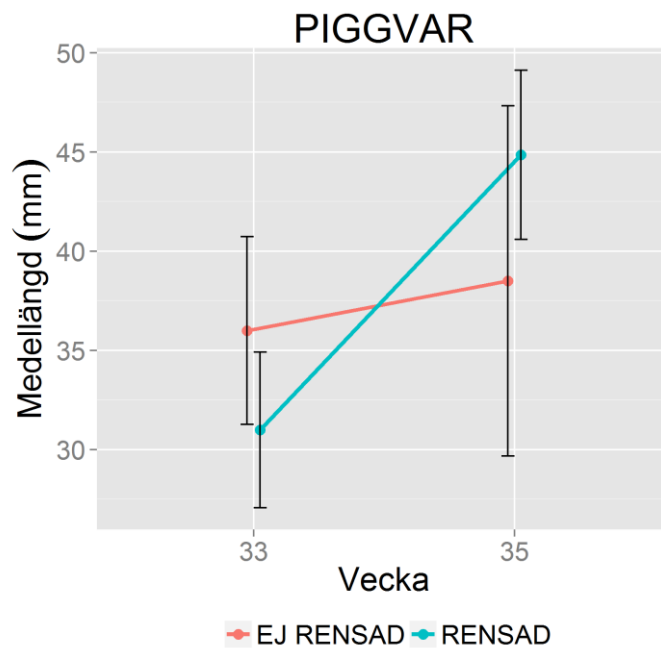


Figur 17. Sambandet mellan tätheten av 0-grupp piggvar och uppskattad mängd släke i landvadsdragnet.

Vid analys av fiskarnas längder hittades en skillnad mellan områdena (ANOVA, $df = 195$, $F = 4.05$, $p < 0,05$). Det var dock på gränsen till en interaktionseffekt, att områdena turades om mellan veckorna i fråga om högst medellängd, vilket man kan se på att linjerna korsar varandra (Figur 18). För piggvaren fanns en statistiskt signifikant skillnad mellan veckor (ANOVA, $df = 11$, $F = 4,98$, $p < 0,05$, figur 19).



Figur 18. Medellängden (mm) för flundra i den rensade och ej rensade delen för vecka 32-35 2014.

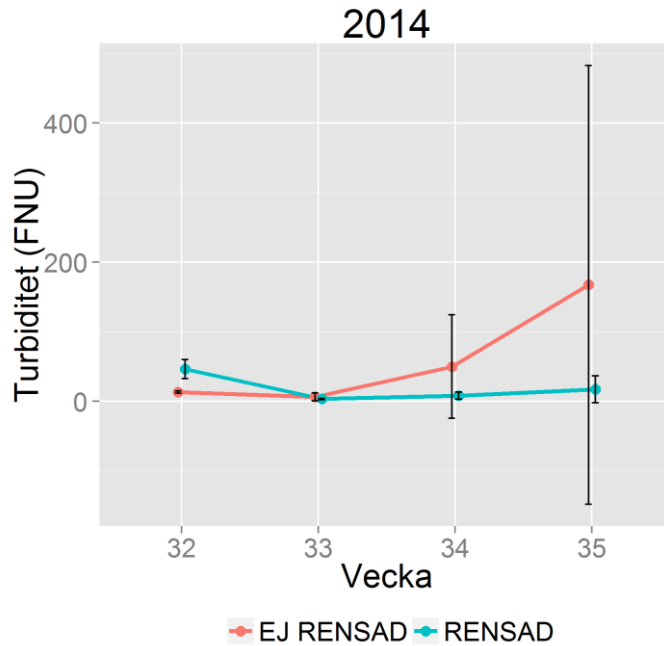


Figur 19. Medellängden (mm) för piggvär i den rensade och ej rensade delen för vecka 33 och 35 2014.

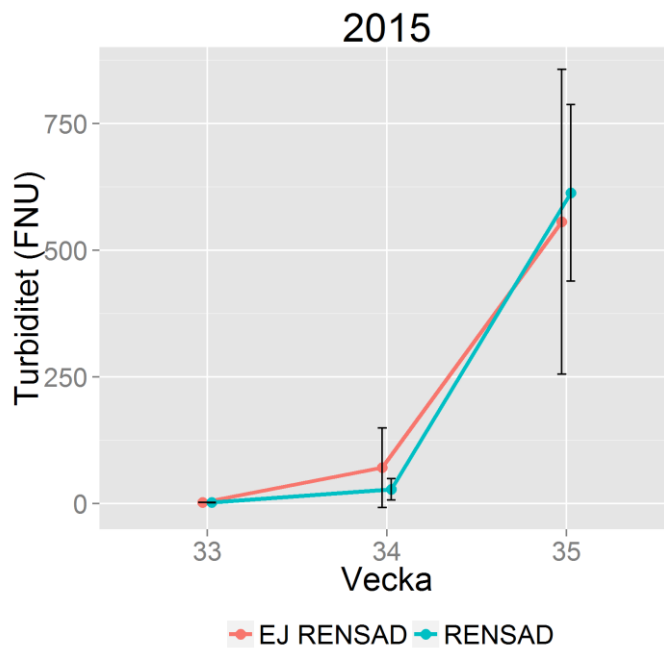
Miljöfaktorer

Turbiditet

Det fanns ingen statistiskt signifikant skillnad i turbiditet mellan områdena, varken före eller efter rensning. Det fanns dock en skillnad mellan veckor 2015 oberoende av rensning (ANOVA, $F=45,22$, $p<0,001$) då turbiditeten steg drastiskt vecka 35 (Fig. 20 & 21). Inga skillnader mellan djup kunde konstateras.



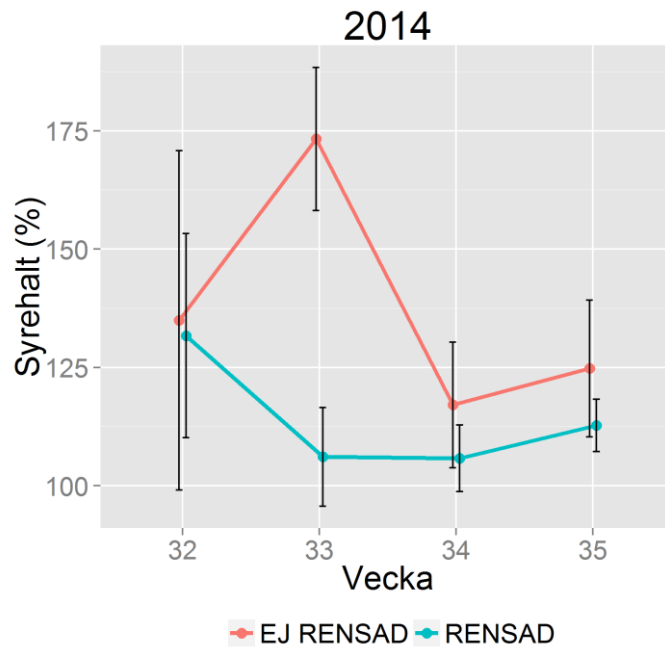
Figur 20. Medelturbiditeten i det rensade och ej rensade området i Lausviken 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.



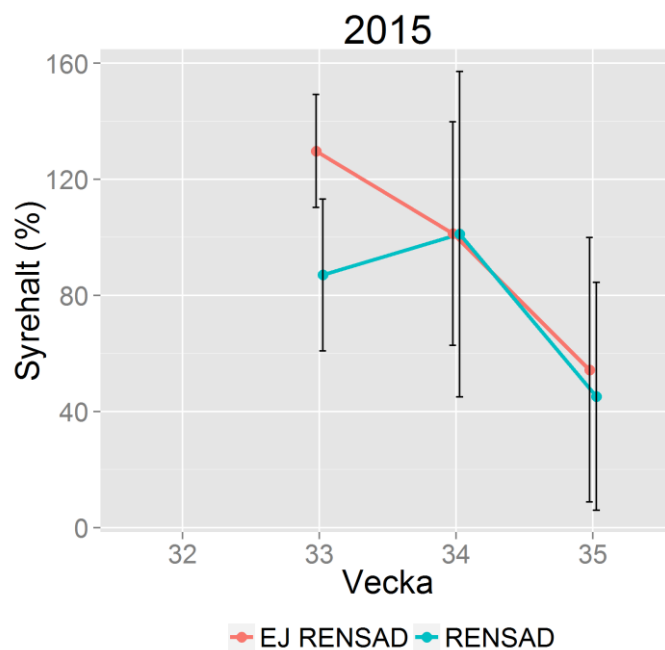
Figur 21. Medelturbiditeten i det rensade och ej rensade området i Lausviken 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

Syrehalt

Syrehalten var generellt högre i den ej rensade delen av Lausviken 2014 (ANOVA, $df=27, F=5,52, p<0,05$, figur 22). Under 2015 kunde ingen skillnad mellan områdena konstateras (Figur 23). Inga skillnader mellan djup kunde konstateras.

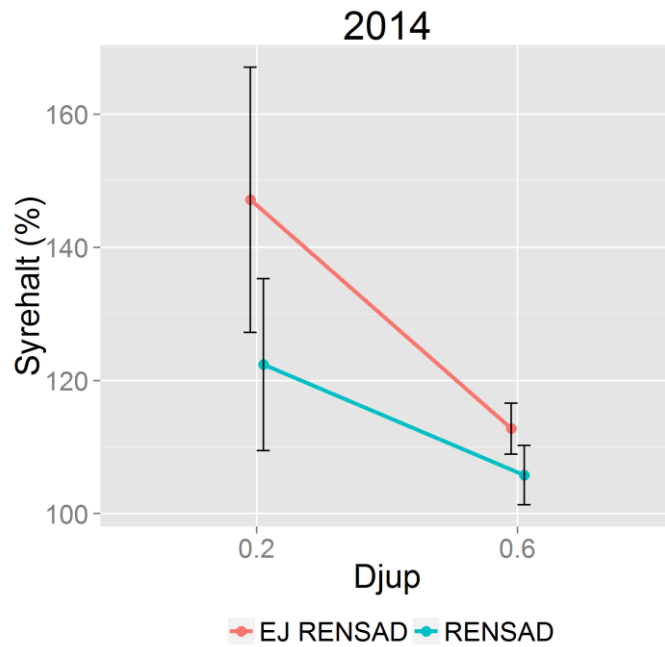


Figur 22. Medelsyrehalten (%) i det rensade och ej rensade området i Lausviken 2014. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

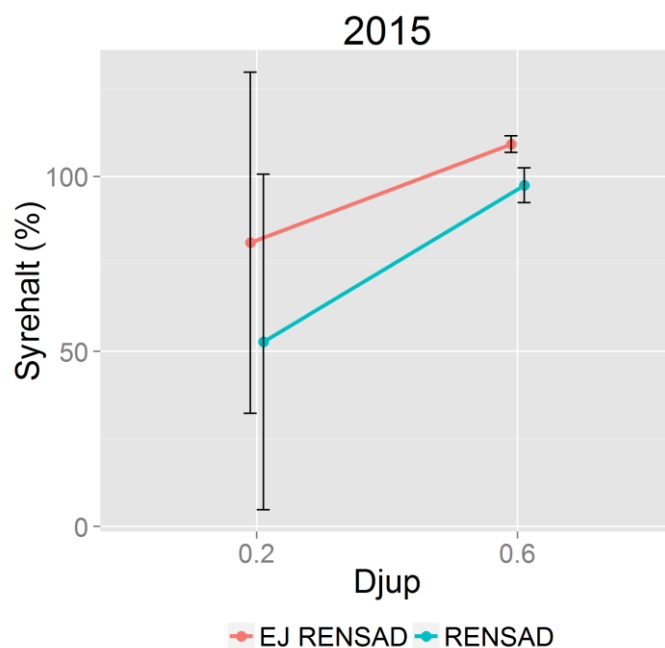


Figur 23. Medelsyrehalten (%) i det rensade och ej rensade området i Lausviken 2015. Felstaplarna anger 95 % konfidensintervall.

Det fanns en signifikant skillnad i syrehalt mellan 2014 (ANOVA, $df = 27$, $F = 13,35$, $p < 0,01$) och 2015 (ANOVA, $df = 32$, $F = 4,40$, $p < 0,05$) oberoende av rensning (Figur 24 & 25). Syrehalten var lägre på 0,6 m 2014 och högre på 0,6 m 2015.



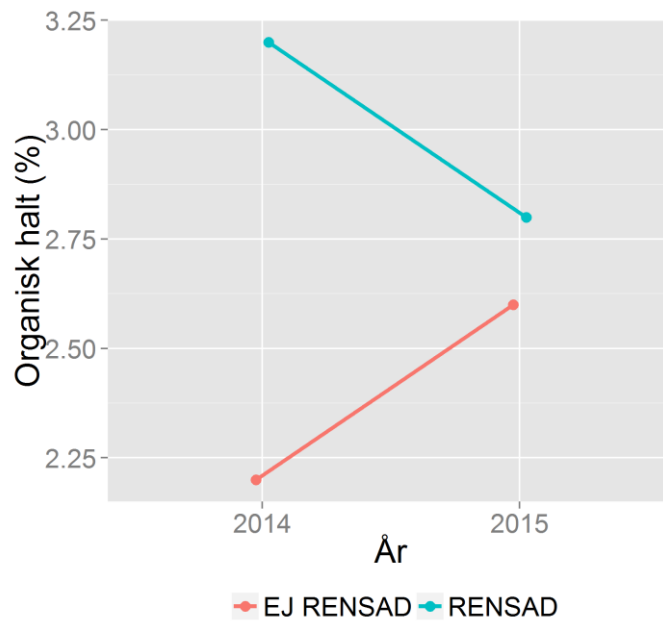
Figur 24. Syrehalt (%) över djup i det rensade och ej rensade området i Lausviken 2014.



Figur 25. Syrehalt (%) över djup i det rensade och ej rensade området i Lausviken 2014.

Organisk halt

Den organiska halten hade minskat i det rensade området 2015 jämfört med 2014 medan den hade ökat i det ej rensade området (Figur 26). Notera att det endast tog ett prov i varje område de båda åren. Eftersom vi inte vet något om spridningen inom områdena går det således ej att testa om skillnaderna uppkommit av en slump.



Figur 26. Organisk halt (%) i det rensade och ej rensade området i Lausviken 2014 och 2015.

Diskussion

Mängden plattfisk i ett uppväxtområde avgörs av många olika faktorer, såväl abiotiska som biotiska. På ägg- och larvstadiet bestäms rekryteringsnivån i Östersjön till stor del av saltvattensinflöden från Kattegatt då larverna inte kan utvecklas ordentligt i allt för låga salthalter (Rijnsdorp et al. 1995, Nissling et al. 2002, 2006). Efter kläckning avgör vindar och strömmar i vilka uppväxtområden längs kusten som larverna slutligen hamnar och växer upp. Det är dock ännu okänt om individerna i någon mån och i så fall i vilken utsträckning själva kan byta vik om habitatet de först anländer till inte skulle vara lämpligt. När piggvaren och flundran anlant bestäms överlevnaden vidare till störst del av biotiska faktorer som predation och födotillgång. Bildning av svavelväte och införsel av cyanobakterier till följd av övergödning kan även påverka överlevnaden. Studier vid forskningsstationen i Ar visar dock att flundran tolererar olika typer av habitat i större utsträckning än piggvar som visar en stark preferens till rena sandbottnar med låg organisk halt (Martinsson 2011). Det kan bero på att piggvaren är mer selektiv i sitt födoval (Aarnio et al. 1996, Nissling et al. 2007, Florin and Lavados 2010). Piggvaren borde därmed gynnas mest av de rensningar som nu genomförs runt Gotlands kust där organiskt material förs bort från uppväxtområdena.

Fisk

Utifrån resultaten från denna tvååriga studie är det svårt att dra några egentliga slutsatser kring rensningarnas effekt på tätheten av piggvar och flundra. Tätheten var lägre i de rensade områdena på den regionala skalan (del 1) för piggvar båda åren, skillnaden var dock mindre 2015. För flundran var tätheten något högre i de rensade områdena 2015. Det skulle kunna innebära att rensningarna haft en effekt på tätheten av flundra som slog igenom först andra året. Det skulle vara i linje med det negativa samband med mängden alger i landvadsdraget som hittades för flundran men ej för piggvaren. Emot detta är dock tidigare resultat som rapporterats där piggvaren uppvisat lägre tätheter i områden med högre organisk halt. Även resultaten från mikroskalan (del 2) talar emot att endast flundran skulle påverkats av rensningarna då en signifikant skillnad mellan områdena för piggvar hittades i slutet av säsongen 2014 samtidigt som det inte fanns någon skillnad för flundra. Eftersom piggvaren och flundran turats om med att påvisa skillnader mellan områdena men inte samtidigt är det svårt att utesluta inblandningen av andra faktorer än rensningen när det gäller mängden plattfisk i rensade och orensade områden. I övrigt var medellängden för flundra lägre i de rensade områdena 2015 jämfört med 2014. Eftersom medellängderna var betydligt lägre i båda grupperna 2014 när rensningarna precis börjat berodde detta förmodligen inte på att det var mer organiskt material i de orensade områdena som gjorde det svårt för mindre individer att överleva.

Miljövariabler

Rensningarna verkar ha haft en effekt på den organiska halten i sedimenten. På den regionala skalan (del 1) var halten lägre i de rensade områdena. På mikroskalan (del 2) hade den organiska halten minskat i den rensade och ökat i den ej rensade delen. Syrehalten har varit generellt sett hög i alla områden och snuddat 100 % vid stort sett alla provtagningar förutom i Lau i slutet av säsongen 2015 på grund av extremt grumligt vatten. Turbiditeten är i övrigt en variabel som kan uppvisa en mycket hög variation i tid. För att få en bra bild kan det därför vara bra att genomföra tätare provtagningar under säsongen eller året.

Slutsats

Det är svårt utifrån denna tvååriga studie att dra några egentliga slutsatser kring effekten av rensningarna på mängden årsyngel av piggvar och flundra. Det finns således heller inga implikationer från denna studie att rensningar måste begränsas för att inte ha en negativ effekt på yngel av piggvar och flundra. Eftersom det är så många andra faktorer som spelar in skulle provtagningar behöva göras under ett flertal år. Vi kan dock slå fast att den organiska halten har minskat i de rensade områdena.

Provtagningar under fler år samtidigt som rensningarna genomförs skulle dock behöva genomföras för att kunna visa att det är en trend som håller i sig. Även ytterligare provtagningar av piggvar och flundra skulle vara önskvärt men det är osäkert om en effekt av rensningarna slår igenom på grund av att överlevnaden i uppväxtområdena bestäms av en rad andra faktorer. Det kan vara så att en effekt endast tydligt kan påvisas vid rensning av extremt övergödda habitat. Vidare behöver övriga miljövariabler som turbiditet och syrehalt mätas flera gånger i samma område för att fånga variationen inom viken.

Tack

Det är många personer som har medverkat till att denna studie har kunnat bli genomförd. Författaren vill tacka Jens Bardtrum, Isa Wallin och Jennie Ljungberg för sina insatser i fält, Anders Nissling vid Forskningsstationen i Ar för råd och stöd, Ulf Smedberg samt Peter Landergren, Rolf Gydemo och Andreas Pettersson vid Länsstyrelsen på Gotland. Projektet har finansierats av medel från Havs- och vattenmyndigheten via Länsstyrelsen på Gotland.

Referenser

- Aarnio, K., Bonsdorff, E., and Rosenback, N. 1996. Food and feeding habits of juvenile flounder *Platichthys flesus* (L.), and turbot *Scophthalmus maximus* L. in the åland archipelago, northern Baltic Sea. *J. Sea Res.* **36**(3-4): 311–320. Available from <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VHH-498RR4D-2H/2/b75cceeab1dff6a5d8f04958e81ce63e>.
- Boggs, S. 2005. Principles of sedimentology and stratigraphy (4th ed). *Edited by* S. Boggs. Pearson Prentice Hall - Pearson Education, Inc., Upper Saddle River. pp. 51–64.
- Draganik, B., Maksimov, Y., Ivanov, S., and Psuty-Lipska, I. 2005. The status of the turbot *Psetta maxima* (L.) stock supporting the Baltic fishery. *Bull. sea Fish. Inst.* **164**(1): 23–53.
- Florin, A. 2005. Flatfishes in the Baltic Sea - a review of biology and fishery with a focus on Swedish conditions. Öregrund.
- Florin, A.-B., and Lavados, G. 2010. Feeding habits of juvenile flatfish in relation to habitat characteristics in the Baltic Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **86**: 607–612.
- Florin, A.-B., Sundblad, G., and Bergström, U. 2009. Characterisation of juvenile flatfish habitats in the Baltic Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **82**: 294–300.
- Gärdenfors, U. 2005. The 2005 Red list of Swedish species. ArtDatabanken, Uppsala.
- Krumbein, W.C., and Pettijohn, F.J. 1938. Manual of sedimentary petrography. Appleton-Century-Crofts, New York.
- Martinsson, J. 2011. Ecology of juvenile turbot and flounder in the Central Baltic Sea - Implications for recruitment. Stockholm University.
- Martinsson, J., and Nissling, A. 2011. Nursery area utilization by turbot (*Psetta maxima*) and flounder (*Platichthys flesus*) at Gotland, central Baltic Sea. *Boreal Environ. Res.* **16**: 60–70.
- Molander, A.R. 1964. Underordning plattfiskar. *In* Fiskar och fiske i Norden. *Edited by* K.A. Andersson. Natur och kultur, Stockholm. pp. 120–122.
- Nissling, A., Jacobsson, M., and Hallberg, N. 2007. Feeding ecology of juvenile turbot *Scophthalmus maximus* and flounder *Pleuronectes flesus* at Gotland, Central Baltic Sea. *J. Fish Biol.* **70**(6): 1877–1897. doi: doi:10.1111/j.1095-8649.2007.01463.x.
- Nissling, A., Johansson, U., and Jacobsson, M. 2006. Effects of salinity and temperature conditions on the reproductive success of turbot (*Scophthalmus maximus*) in the Baltic Sea. *Fish. Res.* **80**(2-3): 230–238. Available from <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6T6N-4JVBVC6-5/2/f4f680d73add3d8362f48dc3e3732438>.
- Nissling, A., Westin, L., and Hjerne, O. 2002. Reproductive success in relation to salinity for three flatfish species, dab (*Limanda limanda*), plaice (*Pleuronectes platessa*), and flounder (*Pleuronectes flesus*), in the brackish water Baltic Sea. *ICES J. Mar. Sci.* **59**(1): 93–108. Available from <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6WGG-45F4WR3-74/2/731a89d845a131d460f54befc4886579>.
- Ojaveer, E., Kaleis, M., Aps, R., Lablaika, I., and Vitins, M. 1985. The impact of recent environmental

changes on the main commercial fish stocks in the Gulf of Finland. Finnish Fish. Res. **6**: 1–14.

Rijnsdorp, A.D., Berghahn, R., Miller, J.M., and Van Der Veer, H.W. 1995. Recruitment mechanisms in flatfish: What did we learn and where do we go? Netherlands J. Sea Res. **34**(1-3): 237–242.

Available from <http://www.sciencedirect.com/science/article/B757R-48PN6TY-35/2/0120017c7f6cf99cc3cb9cc96b163c52>.

Temming, A. 1989. Long-term changes in stock abundance of the common dab (*Limanda limanda* L.) in the Baltic Proper. Rapp. Procés-Verbaux des Réunions du Cons. Int. pour l'Exploration la Mer **190**: 39–50.

Bilaga A: Områdesbeskrivningar

Rensade områden



Bungeviken

Bungeviken är en måttligt exponerad och långgrund vik i rak sydlig riktning på Gotlands nordöstra sida nära Fårösund. Stranden är endast ca 250 m. Bungeviken har rensats på släke av Smedbergs Gård AB under 2013-2014.



Ekeviken

Ekeviken är en exponerad, långgrund och lång vik i rak nordlig riktning på Fårö strax norr om Ullahau. Stranden sträcker sig ca 1 km. Stranden har sedan 2009 rensats med en Beach-Tech (se metodbeskrivningen) av lokala entreprenörer i samarbete med näringslivet på Fårö och kommunen.



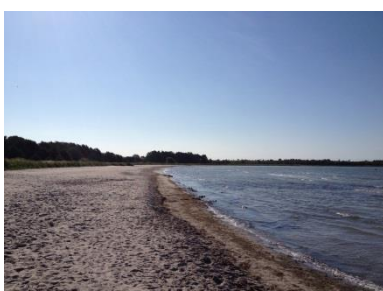
Hideviken

Hideviken är en måttligt exponerad och långgrund vik i rak sydlig riktning i Hellvi på Gotlands nordöstra sida strax söder om Bunge. Hideviken har rensats på släke av en lokal lantbrukare under ett antal år samt under 2014. Smedbergs Gård AB har också hjälp till med en del av arbetet.



Slite

Stranden i Slite är måttligt exponerad med en sydostlig riktning. Stranden är relativt kort med sina 230 m och delas av på mitten av en brygga. Stranden har rensats av Smedbergs Gård AB under 2014.



Sandviken ER

Vi trodde först denna del av orensad men det visade sig vara tvärtom. Området utgörs av ca halva viken från östra kanten av naturreservatet till sysneudd



Åminne

Åminne, eller Vitviken, är en exponerad och långgrund vik i östlig riktning. Stranden är lång med sina 1,5 km. Det är dock endast den norra delen som rensats; strax söder om åmynningen till strax norr om strandcaféet. Rensningen har utförts av Smedbergs Gård AB under 2013-2014.



Sandviken R

Sandviken har en något lägre exponering och ligger i en rak sydlig riktning. Liksom de flesta andra vikar är Sandviken mycket långgrund. Denna del är ca 600 m lång och utgörs av naturreservatet som sträcker sig från den västra sidan vid parkeringen intill vägen till mitten av viken. Rensningen har utförts av Smedbergs Gård AB.



Lau

En mycket långgrund vik med hög exponering mot öster vid Snausarve i Lau. Förutom fisk finns här även många olika fågelarter och är en populär lokal för ornitologer. Den rensade delen sträcker sig från gångvägen från parkeringen och ca 100 m söderut avgränsat av en liten vassudde. Området restaurerades av Smedbergs Gård AB. I slutet av juli och början av augusti 2014 var området hårt ansatt av blågröna alger.



När

Viken ligger strax norr om Närshamn, ligger i rakt sydlig riktning och är måttligt exponerad. Viken är långgrund. Den rensade delen sträcker sig i rak linje från den östra kanten av dammen i västra delen av viken och ca 290 m åt öst. Rensningen har utförts av ideella krafter med handredskap.



Herta

Herta är en exponerad och långgrund vik i sydöstlig riktning söder om Närshamn i Burs. Stranden är ca 400 m lång och har rensats av Smedbergs Gård AB under 2014.

Ej rensade områden



Raudstajnsand

Viken är exponerad och en något mer nordostlig riktning jämfört med Ekeviken som befinner sig strax söder om Raudstajnsand. Stranden är ca 400 m lång. Det blir djupt fort jämfört med de flesta andra vikar som ingått i studien.



Kappelshamn

Området ligger strax söder om Storugns i den inre delen av Kappelshamnsviken. Viken är långgrund och relativt skyddad. Vattennivån kan växla mycket snabbt då sanddyner tidvis blottas eller sköljs över. I mitten av området ligger ett gammalt skeppsvrak.



S:t Olofsholm

Viken är måttligt exponerad mot öster och är belägen strax öster om Hideviken i Hellvi. Det blir djup snabbt. Substratet bestod till stor del av grus längst in mot strandkanten, annars ren sand. Viken är ganska liten, vilket innebar att vi inte kunde genomföra alla drag.



Tjälder

Tjälder ligger strax norr om Vitviken i Åminne och är exponerad mot öster. Det blir djupt snabbt och sandstranden är kort på endast ca 100 m. Det var endast möjligt att dra tre drag på varje djup här. Området ramas in av stenbumlingar både i norr och söder.



Ängmansvik

Området är en långgrund och relativt skyddad med ett läge mot norr strax väster om Katthammarsvik. Stranden är ca 200 m lång.

Sjaustru

En exponerad vik mot söder strax sydväst om Grynge. Viken är relativt lång på ca 600 m och det blir djupt snabbt. Vi samlade endast in miljövariabler här 2014 eftersom det var för höga vågor för att samla in fisk.



Lau

Den rensade delen börjar ca 25 m från den rensadedelen och ca 100 m söderut. Behovet av rensning i detta område är extremt stort.



När

Den orensade delen av viken vid Närshamn ligger strax intill den rensadedelen åt väster från kanten av dammen. Det finns en del stenbumlingar ute i vattnet förutom rena sandpartier. Behovet av rensning i detta område är extremt stort.



Holmhällar

En mycket exponerad strand, ca 1 km lång, väster om Heligholmen i Holmhällar med ett läge rakt mot söder. Det blir snabbt djupt. I de östra delarna nära Heligholmen fanns ett parti med mycket blåmusslor där även vuxna flundror över 30 cm påträffades.



Gnisvärd

Ett mycket exponerat område mot sydväst strax norr om Tofta. Området är ca 400 m långt och varken långgrund eller snabbt sluttande.



Fröjel

En mycket exponerad vik mot väster med utsikt mot Karlsöarna. Området ligger norr om Sandhamn vid Gustavs i Fröjel. Området är långgrund och ca 800 m långt. Kanterna omgärdas av stenbumlingar och det finns en del grus längst in vid strandkanten vid vissa partier av stranden.



Länsstyrelsen
GOTLANDS LÄN



Vi tar Gotland längre

- i dialog och med helhetssyn

Länsstyrelsen ska se till att regeringens och riksdagens beslut, som påverkar länet, får så bra effekt som möjligt. Länsstyrelsen är den mest mångsidiga av Sveriges myndigheter. Våra ansvarsområden och vår kompetens spänner över hela samhällsområdet.

Vi arbetar med:

- att ge råd och information
- att bedriva tillsyn och kontrollera att olika verksamheter följer lagar och riktlinjer
- att ge tillstånd, pröva överklaganden av kommunala beslut och sammanställa information
- att samordna länets krafter genom att ta initiativ till olika möten och aktiviteter
- att ge bidrag till verksamheter av olika slag.

Läs mer på www.lansstyrelsen.se/gotland



Länsstyrelsen i Gotlands län

Besöksadress: Visborgsallén 4, 621 85 VISBY

Telefon: 010-223 90 00, e-post: gotland@lansstyrelsen.se