INSTITUTIONEN FÖR BIOLOGI OCH MILJÖVETENSKAP

KONSTEN ATT RESTAURERA OSTRONBANKAR

En undersökning av predationspåverkan på restaurering av europeiskt platt ostron (Ostrea edulis)

Henrika Hogmalm

Uppsats för avläggande av naturvetenskaplig kandidatexamen med huvudområdet biologi

BIO 603 Biologi: Examensarbete 30 hp

Grundnivå

Termin/år: Vt/Ht 2021

Handledare: Elisabeth Jönsson Bergman Instutitionen för biologi och miljövetenskap, Åsa Strand IVL Swedish Environmental Insitute

Examinator: Sam Dupont Institutionen för biologi och miljövetenskap

Innehållsförteckning

Abstract svenska **3**
Abstract engelska **4**
Introduktion/Bakgrund **5**
Ostronens roll i ekosystemet 5
Hotbild 5
Restaurering 6
Syfte **6**
Material och metod **6**
Fältarbete 2019 6
Fältarbete som gjordes både 2019 och 2021 7
Krabbfångst, fältarbete som bara gjordes år 2021 8
Videoanalys 9
Statistisk analys 9
Resultat **10**
Ostron överlevnad 10
Ostron storlekskategorier 11
Antal krabbor 11
Övriga observationer 12
Diskussion 12
Tidigare del av denna studie 12
Andra studier 13
Vidare undersökningar 13
Slutsats 13
Referenser **15**
Bildkälla **15**

Foto: Eric Gibcus, www.freenatureimages.eu

Konsten att restaurera ostronbankar

Henrika Hogmalm

Det europeiska platta ostronet, Ostrea edulis, räknas som en nyckelart och som ekosystemingenjör men hotas av mänskliga aktiviteter. Syftet med den här studien är att utvärdera effektiviteten av en av de metoder som används idag för att återetablera ostronbestånd, att plantera ut laboratorieodlade ostron för beståndsförstärkning, genom att undersöka utsättnings miljöns påverkan på ostronens överlevnad. Frågeställningen var om ostronens överlevnad skulle påverkas av lokal och förekomsten av krabbor som kan äta upp ostronen. De hypoteser som ställdes var: 1) Ostronens överlevnad: H_0: Det finns ingen skillnad i ostronöverlevnad mellan lokalerna. H_1: Det finns en skillnad i ostronöverlevnad mellan lokalerna. 2) Predatorförekomst: H_0: Det finns ingen skillnad i antal krabbor som fångats på de olika lokalerna. H_1: Det finns en skillnad i antal krabbor som fångats på de olika lokalerna. Europeiskt ostron planterades ut i september 2019 på tre lokaler vid Bohusläns norra kust: vid öarna Norra skåreskär, Norra vedskär och Sydkoster. På varje lokal sattes två storleksklasser, 47 millimeter respektive 33 millimeter, ut i var sin kvadratisk yta markerad med fyra betongblock. Stickprov i form av filmade transekter gjordes i juni respektive augusti 2021 för att övervaka ostronens överlevnad. För att undersöka om ostronens överlevnad var beroende av förekomsten av predatorer sattes tre krabburar ut på varje lokal för att uppskatta antalet krabbor som fanns naturligt på lokalen. De fångade krabborna räknades, könsbestämdes och bredd på ryggskölden mättes innan krabborna släpptes ut igen. Resultaten visar att det var en signifikant skillnad i antal ostron mellan lokal, på Sydkoster fanns det fler levande ostron än på övriga lokaler. Det fanns ingen skillnad inom lokalerna mellan de båda storleksklasserna av ostron. Dessutom fanns bevis för att nyrekrytering av ostron hade skett vid Sydkoster. Ingen skillnad i antalet krabbor mellan de olika lokalerna konstateras. Resultaten indikerar att det fanns någon eller några skillnader mellan lokalerna kan också vara avgörande för ostronens överlevnad och fortplantning men ingenting om vilka dessa skillnader är. De tre lokalerna skulle kunna skilja sig i bottensubstrat, vågexponering, inflöde av plankton eller förekomst av predatorer.

The Fine Art of Restoring Oyster Banks

Henrika Hogmalm

The aim of this study was to evaluate how efficient one of the applied methods to restore oyster banks is: to plant out lab breed oysters in the sea is for stock enhancement. That was done through examining how the environment affects the survival of the oysters. The specific scientific question was if the survival of the oysters would be affected by site and presence of crabs that could predate the oysters. The study hypotheses were: 1) Effect on oyster survival: H_0: There is no difference in oyster survival between the different sites. H_1: There is a difference in oyster survival between the different sites. 2) Effect of predator abundance: H_0: There is no difference in number of crabs caught on the different sites. H_1: There is a difference in number of crabs caught on the different sites. To test these hypotheses, European flat oysters were planted out in September 2019 on three sites on the north coast of Bohuslän, Sweden, by the islands Norra skåreskär, Norra vedskär, and Sydkoster. On each site two size classes were put out, 47 millimetre and 33 millimetres, in one square shaped surface, each of which was marked with concrete blocks in the corners. Samples in form of video transects were made in June and August 2021 to survey the survival of the oysters. To investigate if the survival of the oysters was dependent of the abundance of predators three cages to catch crabs in were put on each site. The captured crabs were counted, sexed and the width of the carapace was measured before the crabs were released back into the sea at the test area. There was a significant difference in the number of living oysters between the sites, on Sydkoster there were more living oysters than on the two other sites. There were no differences within the sites between the two size classes. On Sydkoster small oysters were found which show that there has been recruitment of oysters in the population. No statistically significant difference in the number of crabs between the sites could be seen. Some difference between the sites must have had effect on the survival of the oysters but the results does not indicate what difference that could have been. The difference in oyster survival between the sites could for example be caused by bottom substrate, inflow of plankton or wave exposure or predation.

Introduktion/Bakgrund

De europeiska platta ostronen (*Ostrea edulis*) finns längs kuster och i grunda havsområden i hela Europa, med ett utbredningsområde som sträcker sig från Marocko i söder till Nordsjön i norr (Thorngren et al. 2019). Det europeiska platta ostronet förekommer på mellan 0,5 och 6 meters djup där 80% av populationen växer på mellan 2 och 4 meters djup (Thorngren et al. 2019). Europeiska platta ostron lever oftast många tillsammans i ostronbankar till exempel i Bohuslän finns större delen av ostronpopulationen, 60 %, på 1% av lokalerna där ostron finns (Thorngren et al. 2019).

Ostron har varit ett viktigt livsmedel sedan stenåldern men det är först i modern tid som fisket har blivit ett hot mot hela länders populationer av europeiskt platt ostron (Laugen et al. 2015) (Grant & Strand, 2019). På grund av ostronens höga innehåll av energi, protein och viktiga mineraler har ostron varit en del av mathållningen för kustsamhällen så länge människor har funnits, det finns även arkeologiska bevis för att ostron har ingått i kosten för för-människor (Grant & Strand, 2019). Det har hänt att ostronpopulationer har utrotats genom överutnyttjande på lokal nivå av och till sedan medeltiden men så länge ostronindustrin varit småskalig har en balans mellan utdöende och återetablering kunnat hållas (Laugen et al. 2015). I och med att fisk- och skaldjursindustrin har ökat i skala har också mänsklig konsumtion blivit ett storskaligt hot mot de europeiska ostronen. Under hela 1900-talet har de europeiska ostronen har minskat kraftigt i antal i Europa, i Storbritannien minskade till exempel landningarna av ostron från 40 miljoner till 3 miljoner redan under första halvan av 1900-talet (OSPAR 2008) och i nederländska farvatten är ostronen i stort sett utrotade idag (Didderen et al. 2018).

Ostronens roll i ekosystemet

Områden med ostronbankar har högre biodiversitet än omgivande havsbotten och det europeiska ostronet räknas som en nyckelart (Rodriguez-Perez et al. 2019). Den bildar habitat för mängder av andra arter genom sin förmåga att förändra sin lokala miljö (Colsoul et al. 2020). Ostronens hårda skal kan därigenom tjäna som bottensubstrat för många olika arter av alger, havstulpaner, havsanemoner, bakteriella biofilmer eller annan sessil epifauna. Tången och biofilmerna lockar till sig betare medan betarna och den sessila epifauna drar till sig predatorer som lever på betare och sessil fauna så att ett helt ekosystem byggs upp runt ostronbanken (Laugen et al. 2015) (Grant & Strand, 2019). Förutom organismer som utnyttjar ostronskal som yta att fästa på och organismer som lever av ostronens påväxt bildas hålrum mellan ostronen i ostronbanken där småfisk, kräftdjur och andra invertebrater kan söka skydd (Laugen et al. 2015) (Grant & Strand, 2019).

Musslor och ostron klassas som ekosystemsingenjörer av Oslo-Pariskonventionen, OSPAR, för att de förändrar sin lokala miljö, bland annat genom att deras hårda skal utgör hårda ytor som hårdbottenorganismer kan fästa på (OSPAR 2008). Genom att ostronen bildar rev som förändrar bottnens struktur skapas miljöer där områden skyddas mot vågor och strömmar. I de lugna miljöerna kan sedan sediment samlas så att mjukbotten bildas vilket gynnar mjukbottenarter (Laugen et al. 2015) (Grant & Strand, 2019). Ostronen berikar även sediment med näring via sin avföring villket är positivt för sjögräs och sedimentlevande djur. Bivalver, som ostron och musslor, renar också vattnet genom sitt filtrerande och är därför viktiga för vattenkvaliteten (Grant & Strand, 2019) (Laugen et al. 2015). Filtrerarna tillgängliggör näringen från mikroalger för högre trofiska nivåer och minskar omfattningen på algblomningar genom att ta bort mikroalger från vattenpelaren (Grant & Strand, 2019) (Laugen et al. 2015).

När det finns filtrerare som ostron och musslor minskas de negativa effekterna av algblomningar på flera sätt: Syrebrist minskar, ljusmängden som tränger ner till bottnen ökar och giftiga algblomningar minskar (Craneford 2019). Det är välkänt att algblomningar kan leda till syrebrist på djupa havsbottnar där nytt syre tillförs i liten mängd när mängden biologiskt avfall som snöar ner på bottnen ökar men det är mindre känt att algblomningar kan leda till syrebrist i ytvattnet (Craneford 2019). Algblomningar kan leda till kortvarig syrebrist i ytvatten på nätterna när den stora biomassan av mikroalger inte bildar syre genom fotosyntes utan bara tar upp syre genom cellandning. I områden där det finns en stor population av musslor och ostron blir omfattningen av syrebrist i samband med algblomningar mindre än i områden är det är ont om bivalver eller uppstår inte alls (Craneford 2019). Sjögräs som ålgräs (Zostera marina) och makroalger som tång (Fucus) missgynnas av algblomningar i och med att mattan av mikroalger som täcker vattenytan skymmer ljuset för bottenlevande fotosyntetiserare (Craneford 2019). I områden där det finns bivalver är vattnets genomsläpplighet för ljus under algblomningar än i områden som saknar en stark population av bivalver. Giftiga algblomningar blir mindre vanliga i områden där det finns en kraftig mussel eller ostronpopulation (Craneford 2019).

När de europeiska platta ostronen minskar i antal riskerar också de arter som är kopplade till ostronbankar att minska. För att säkra biotopen ostronbankar och behålla de europeiska kustvattnens biodiversitet behöver ostronbankar skyddas och restaureras (Laugen et al. 2015) (Colsoul et al. 2020).

Hotbild

De europeiska platta ostronen hotas av miljögifter, sjukdomar som sprids via ostronodling och fiske, både av fiske efter ostron och fiske efter andra då ostron tas som bifångst eller havsbottnen skadas av trålar (OSPAR 2008) (Führer et al. 2020). Vid trålning skrapas hårda objekt som skulle kunna tjäna som substrat för ostronen att fästa på, till exempel skalrester eller stenar, bort. När bara sediment blir kvar kan inte ostronlarver etablera sig vilket leder till att ny etablering och föryngring försvåras för ostronpopulationen. Förutom att trålskador på havsbottnen försvårar nyetablering för ostron leder fiske till att antalet ostron som redan finns på plats reduceras genom att ostron tas som bifångst vid trålfiske efter helt andra arter eller själva exploateras som målart (OSPAR 2008).

Ostron blir extra känsliga för miljögifter och partiklar som är lösta i vattnet i och med att ostron filtrerar vatten för att fånga sin föda (OSPAR 2008).

Livsmedelsindustrin hotar inte bara ostron genom fiske utan också genom ostronodling som sprider sjukdomar och den invasiva arten *Magallana gigas*, stillahavsostron (Führer et al. 2020). I ostronodling ingår att individer av europeiskt ostron eller stillahavsostron, flyttas från ett område till ett annat och då kan ta med sig sin lokala patogener och mikroorganismer (Führer et al. 2020). Från odlingar av europeiska ostron sprids parasiten *Bonamia ostreae* som orsakar inflammation och vävnadsförändringar hos ostron och från odlingar av stillahavsostron sprids bakterien *Nocardia crassostreae* också infekterar europeiskt ostron. I Sverige har dock inga patogener upptäckts inom ostronpopulationen (Führer et al. 2020).

Restaurering

För att en population ska hålla sig stabil eller öka så behöver förutsättningar för fyra processer finnas: överlevnad, tillväxt, reproduktion och rekrytering. Genom att undersöka vilken av dessa processer som inte fungerar kan man få svar på varför populationen minskar och hur man kan hjälpa populationen (Sadava et al. 2016). Fiske och predation är exempel på sådant som hindrar ostronens överlevnad. Biologisk stress i form av till exempel sjukdomar, saltstress och ogynnsamma temperaturer bromsar reproduktion och tillväxt (Preston et al.

2020). Rekrytering kräver både att reproduktion sker och att larverna har möjlighet att etablera sig och utvecklas.

En metod att restaurera ostronbankar som är väldigt vanlig idag är att lägga ut hårt substrat i vattnet för att ostronlarver ska kunna fästa och etablera sig, den metoden är till för att underlätta rekrytering (Preston et al. 2020). Men om etablering ska ske måste det finnas ostronlarver i vattnet det vill säga, det måste finnas en tillräckligt stor population av vuxna reproducerande inom rimligt avstånd från stället där det hårda substratet läggs ut. Innan åtgärden att lägga ut substrat att fästa på får effekt på antalet vuxna ostron eller leder till en ökad reproduktion bland ostron i området måste de nyetablerade larverna växa upp och många småostron blir dör innan de blir könsmogna.

En annan metod för att restaurera ostronbankar som inte är lika vanlig är utplantering av ostron som har genomlevt sina sårbara larvstadier på labb (Preston et al. 2020). De vuxna ostronen kan börja reproducera sig direkt om de trivs på den nya platsen och borde kunna vara mindre sårbara för naturliga fiender eller miljöfaktorer än vad årets larver är.

Ostron utsätts för predation av krabbor, sjöstjärnor och fåglar. De flesta krabbor och sjöstjärnor är för små för att hantera ostron som är i könsmogen storlek men unga ostron som är små nog att hanteras av krabbor och sjöstjärnor blir en sårbar del av populationen. Närvaron av predatorer som till exempel krabbor skulle alltså kunna ha effekt på överlevnaden av ostron som planteras ut i restaureringssyfte (Preston et al. 2020).

Syfte

Att förstärka en population genom att föda upp exemplar i kontrollerade miljöer som man sedan sätter ut i naturen är en populär metod att hjälpa en art i minskande men metoden fungerar inte alltid och när det gäller ostron saknas forskning på metodens effektivitet.

Syftet med den här studien är i första hand att utvärdera hur effektiv metoden att plantera ut ostron är som metod för beståndsförstärkning men om möjligt också ge inblickar i vilka faktorer i som påverkar metodens effektivitet.

Frågeställningen var om ostronens överlevnad skiljer sig åt mellan de tre lokalerna där ostron sattes ut och om det skulle vara möjligt att se någon skillnad i förekomsten av krabbor mellan de tre lokalerna.

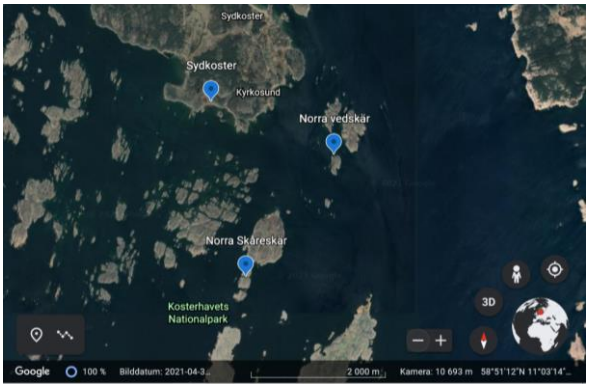
Material och metod

Fältarbete 2019

Projektet som mitt kandidatarbete var del i pågick längre än mitt kandidatarbete och påbörjades av andra än jag. Här i första stycket om fältarbete beskriver jag det som gjordes år 2019 alltså innan jag deltog i projektet (Johansson 2020).

Individer av Europeiskt ostron som var uppfödda i labb planterades ut i september 2019 på tre lokaler, vid Bohusläns norra kust: vid öarna Norra skåreskär, Norra vedskär och Sydkoster. (figur 1) Ostronen låg kvar hela studien, från september 2019 till augusti 2021 och efter studiens slut lämnades de kvar i havet (Johansson 2020).

På varje lokal lades sex betongblock ut så att de markerade hörnen i två kvadratiska rutor bredvid varandra, så att betongbocken tillsammans bildade en rektangel (se figur 2). Varje ruta hade en sida på 5 meter så att kortsidan på rektangeln som bildas av två rutor bredvid varandra var fem meter och långsidan tio meter lång. I den ena kvadraten hade ostron av en större storlek, 47mm, planterats ut och i den andra kvadraten hade ostron av en mindre storlek, 33 mm, planterats ut. Ostronen planterades ut med en täthet av 50 individer per kvadratmeter (Johansson 2020).



Figur 1 är en karta som visar hur lokalerna ligger i förhållande till varandra.

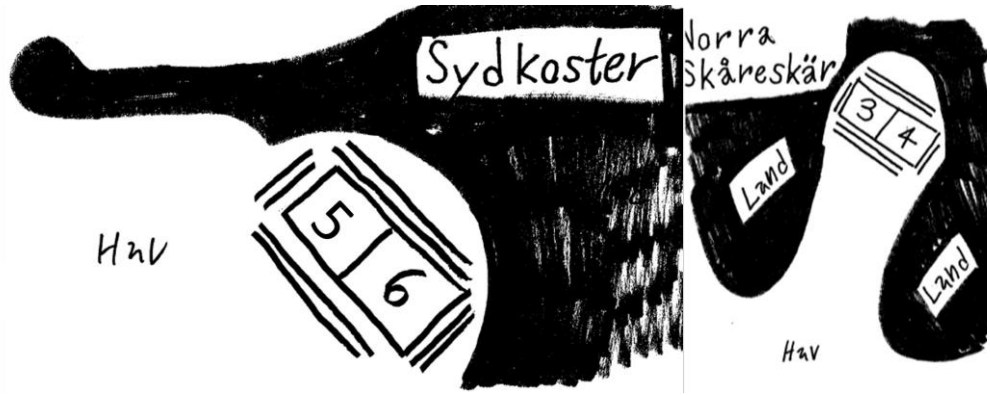
Fältarbete som gjordes både 2019 och 2021

Här i andra stycket beskriver jag den del av fältarbetet som utfördes både av mig och av tidigare student. Jag gjorde mitt första fältarbete 8 och 9 juni 2021 och mitt andra fältarbete den 31 augusti 2021. Jag filmade videotransekter den 8 juni 2021 och den 31 augusti 2021, däremot fiskade jag bara krabbor i juni 2021.

I samband med att ostronen lades ut hösten 2019 hade hörnen märkts ut med betongblock. Under filmning märktes betongblocken ut med bojar så att de syntes ovanför vattenytan. Tre linjetransekter filmades i varje kvadrat, en inuti kvadraten längs med dess ena sida, en på samma sätt i längs med kvadratens motsatta sida och en mitt i kvadraten parallellt med de båda andra transekterna.

Linjetransekterna filmades med hjälp av en GoPro-kamera monterad på en släde som drogs längs bottnen i en tamp. Släden med GPro-Kameran kastades i vattnet för att möta vattnet med medarna ner och sjunka rakt så att den skulle lands på bottnen med medarna neråt. När släden hade landat på bottnen undersökte man om den hade hamnat på rätt ställe och om den hade framändan i det tänkta transektets riktning. Om släden landade fel drogs den upp och ett nytt kast gjordes. Släden fördes fram över bottnen genom att båten körde till anda änden av transektet och hölls sedan stilla medan kamerasläden drogs med handkraft över bottnen i en tamp. Innan släden sänktes sa jag rutans nummer så att det skulle gå att uppfatta vilken video som hörde till vilken lokal och vilken ruta när filmerna skulle klippas och analyseras.

Vi besökte först lokalen Sydkoster där rutorna 5 och 6 ligger (figur 2a), sedan besökte vi lokalen Norra skåreskär där rutorna 4 och 3 ligger (figur 2b). Den sista lokalen vi besökte var Norra vedskär där ruta 1 och 2 ligger (figur 2c). På lokalen Sydkoster filmades transekter på alla fyra sidor utanför rektangeln som de två rutorna utgör. Lokalen Norra skåreskär däremot är en smal vik där det är för trångt att filma transekter på två sidor av rektangeln som rutorna utgör så där filmades ett transekt innanför rektangeln och ett utanför. Viken vid Norra vedskär är så liten att det bara gick att filma en transekt utan för rektangeln som rutorna utgjorde.



Figur 2a visar formen på viken som utgör lokalen Sydkoster, rutorna numrerade 5 och 6 visar hur kvadraterna där ostron placerats ligger i viken, sträcken runt rutorna visar de transekt som filmats utanför rutorna. Figur 2b visar visar formen på viken som utgör lokalen Norra skåreskär rutorna numrerade 3 och 4 visar hur kvadraterna där ostron placerats ligger i viken, sträcken runt rutorna visar de transekt som filmats utanför rutorna.

Figur 2c visar visar formen på viken som utgör lokalen Norra vedskär, rutorna numrerade 1 och 2 visar hur kvadraterna där ostron placerats ligger i viken, sträcken runt rutorna visar de transekt som filmats utanför rutorna.

Krabbfångst, fältarbete som bara gjordes år 2021

Krabburar lades bara ut en gång under projektet och då av mig.

Den 8 juni 2021, den första dagen av mitt fältarbete, lades tre krabburar ut på varje lokal, två krabburar placeras i motsatta hörn av rektangeln som de två rutorna bildar och den tredje mitt på en diagonal linje mellan de båda hörnen. Burarna agnades med räkor i en liten påse av nät som fästs mitt i buren.

Fältarbetes andra dag, den 9 juni 2021 togs krabburarna upp, krabburarna låg alltså ute över natten. Krabborna lyftes för hand en i taget ur buren för könsbestämning och mätning. Ryggskölden på krabborna mättes med skjutmått på det bredaste stället. För könsbestämning användes krabbans skärt, det vill säga skalstrukturen på krabbans undersida som är smal med trekantig spets hos hanar och bred med oval spets hos honor (figur 3).

Figur 3a visar en krabbhane. Skärtpartiet, mitt på undersidan, är smalt och triangelformat. Figur 3b visar en krabbhona. Skärtpartiet, täcker indersidan helt, är brett och rundat (Chernilevsky 2008).

Krabborna fördes över till en plastkorg, en annan plastkorg lades ovanpå den första för att hålla krabborna kvar i korgen. När alla burar på en lokal tagits upp och alla krabbor mäts och könsbestämts släpptes de tillbaka i vattnet igen. Data skrevs ner med blyerts på vattentåligt papper, krabbornas längd noteras på ett ställe medan data om kön skrivs ner på ett annat, data om kön paras alltså inte ihop med krabbans storleksmått. På grund av den låga andelen honkrabbor kopplades inte kön till längdmått när data samlades in, av 112 fångade krabbor var bara tre honor. Data skrivs senare in i Excel.

Videoanalys

Videofilmerna klipps i videobehandlingsmjukvaran VSDC Free Video Editor, stycken av film där kameran är ur vattnet, stycken där kameran sjunker till bottnen eller lyfts upp från bottnen och stycken där kamerasläden står stilla på bottnen innan rörelsen som utgör transektet börjar klipps bort. Blackframes med information om transekt, ruta, datum och plats läggs till i början av varje transekt, därefter exporteras de klippta filmerna till filformatet MP4 Video.

För att räkna ostronen i de klippta filmerna spelades de upp medan jag höll en klick-räknare i varje hand, en som jag räknade döda ostron med i högerhanden och en för att räkna levande ostron i vänsterhanden. Data över döda och levande ostron skrevs in i ett exceldokument där antal döda och levande ostron skrevs in uppdelade per transekt, transekten delades upp per ruta och lokal. Data organiserades sedan om för behandling i SPSS på ett separat blad i samma excelldokument där varje ostron blev en datapunkt som kodades som antingen död eller levande och datapunkterna sorterades efter vilket transekt, vilken ruta och vilken lokal de tillhörde.

Täckningsgrad av alger och bottensubstrat bedömdes utifrån tio stillbilder slumpmässigt utvalda från varje transekt. Stillbilder valdes ut utifrån thumbnails, de miniatyrer av videorutor som visas på tidslinjen i VSDS, filmen kördes i videoredigeringsprogrammet fram tills den bild som visades i rutan för förhandsgranskning liknade den som avbildas i rätt thumbnail och den bild som står stilla i förhansdsgranskningsfönstret analyseras.

För att få tio thumbnails per transekt återimporterades de exporterade videofilerna och klipptes till en video per transekt, då fick jag oftast elva till tretton men någon enstaka gång per perfekt antal thumbnails. När det var för många thumbnails så hoppade jag över att analysera de sista bilderna utom i fall där kamerasläden stod stilla flera thumbnails i sträck då jag hoppade över så många av de stillastående bilderna som det fanns extra thumbnails.

Tanken med att analysera thumbnails är att de ska utgöra ett förutbestämt antal stickprov jämnt fördelade över videon. Om det blir för många bilder finns den risken att man som mänsklig faktor väljer ut de bilder som ser mest intressanta eller mest repressentativa ut,

därför är det viktigt att ha en regel för vilka bilder man väljer eller väljer bort när det blir fler bilder än man planerat.

Täckningsgraden av alger skrevs in i en kopia av Oyster Teems protocol for data-Exceldokument. I den cell som var avsedd för algteckningsgrad fyllde jag i en bedömning av bildrutans täckningsgrad av alger i form av hela procent med en enhet av minst 5%.

Bottensubstrat skrevs in i samma dokument som täckninsgraden av alger, bottensubstratet delades upp i fem olika kategorier: Clay/Soft bottom, Sand, Gravel/Pebbles och Stone/Cliff. I varje stillbild bedömde jag det huvudsakliga bottensubstratet och var och en av de tio stillbilderna fördes in som 10% i dokumentet så att andelarna av varje kategori av ett visst transekt kunde räknas samman till 100%. Jag delade några stillbilder på mitten och skrev in 5 % av en substrattyp och 5 % av en annan för samma stillbild om det var ungefär lika mycket av båda sorter men i de flesta fall var en typ av bottensubstrat klart dominerande.

Statistisk analys

Med hjälp av boxplot undersöktes om det fanns skillnader mellan data från juni 2021 och augusti 2021. Diagrammet visade att färre ostron hittades i juni 2021 än i augusti 2021 vilket inte är rimligt ur ett biologiskt perspektiv. En möjlig förklaring är att skillnaden skulle bero på en skillnad i kvalitet mellan dataseten på grund av att jag blivit bättre på att se ostronen i filmsekvensen. Om en läroprocess skulle vara fallet skulle det senare datasetet vara av högre kvalitet än det tidigare så valde vi att göra analysen på data på enbart data från augusti.

Normalfördelning hos ostrondata undersöktes med boxplot, histogram och QQ-plots, då data visade sig inte vara normalfördelad så transformerade vi den. Transformationen av data gjordes med hjälp av med hjälp av log 10 (x+1) transformation, +1 användes för att undvika 0 som responsvariabel. Efter transformationen kontrollerades data igen och visade sig vara normalfördelad.

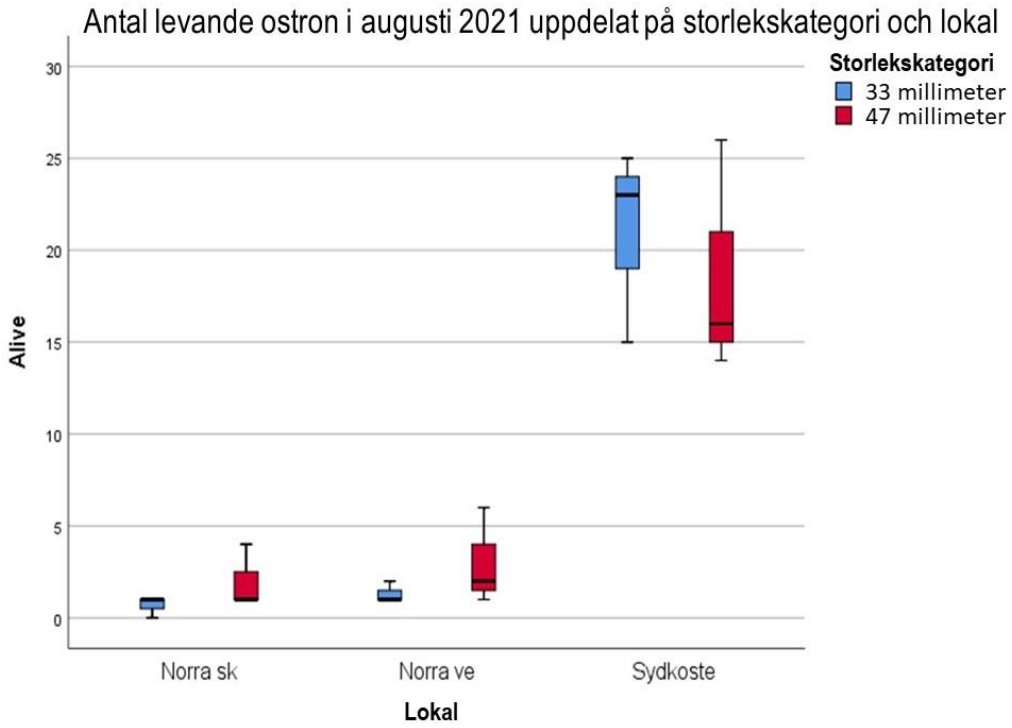
Skillnad mellan lokaler och storlek undersöktes med hjälp av ANOVA (Förkortning), antal ostron var variabel medan lokal och storlek var faktorer. Post Hok testet Levins test användes för att bedöma att varienserna var homogena. Då storlek inte visade sig ha någon betydelse för antal ostron gjordes en ny ANOVA där lokal var enda faktor.

Fördelningen av krabbdata undersöktes med hjälp av boxplot, histogram och QQ-plots som visade på en viss skevhet i data. Data transformerades här på samma sätt med log 10(x+1) för att normalfördelning skulle uppnås. ANOVA användes för att undersöka skillnad mellan lokaler.

Resultat

Överlevnad av ostron utifrån storlekskategorier

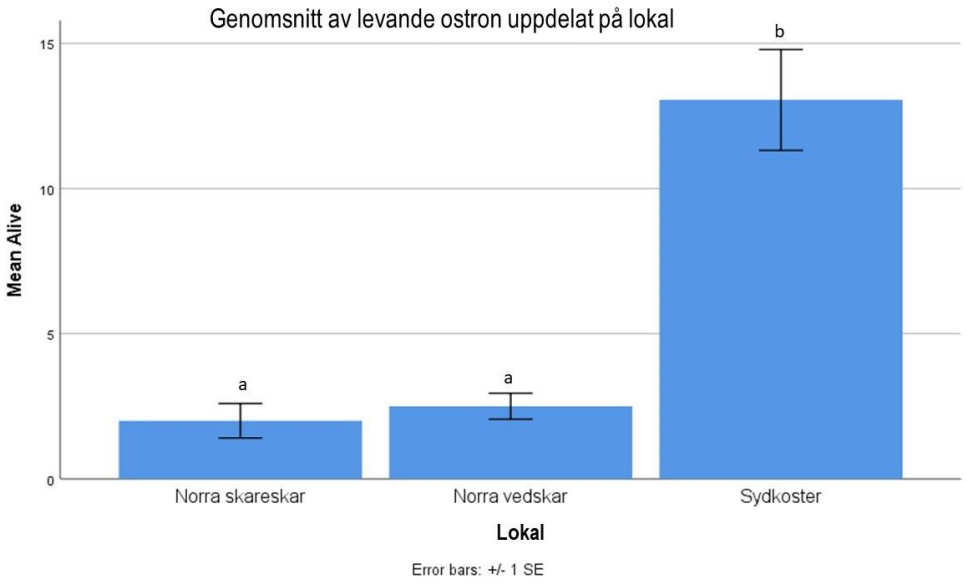
Resultaten visade inte på någon signifikant skillnad i överlevnad mellan storlekskategorierna små ostron som var 33 millimeter över skalet då de sattes ut i havet och stora ostron som var 47 millimeter när de sattes ut i havet ($F_{df1,df2}$=1,168, P=0,347). I diagrammet som visar spridningen av överlevnadsdata kan man se att storlekskategorierna överlappar till stor del (figur 4).



Figur 4: Figuren visar de olika storlekskategorierna i olika färger grupperande efter lokal. Storlekskategorin som visas i blått står för de ostron som var 33 millimeter från umbo till främre kanten på skalet när de sattes ut i havet. Storlekskategorin som visas i rött i diagrammet står för de ostron som var 47 millimeter från umbo till främre kanten på skalet när de sattes ut i havet. Sträcket i mitten av varje figur står för medianvärdet, den rektangulära, färglagda delen av varje figur står för 50% av värdena, ”Själkarna” ovanför och nedanför varje figur visar högsta och lägsta värde bland data inom den kategori som figuren står för.

Ostronens överlevnad utifrån lokal

Resultaten visade att det var signifikant skillnad i antal levande ostron mellan lokalerna. På Sydkoster fanns det fler levande ostron ($F_{df1,df2}$=48,221,P>0,001). I diagrammet kan man se en stor skillnad mellan Sydkoster och övriga lokaler (figur 5).



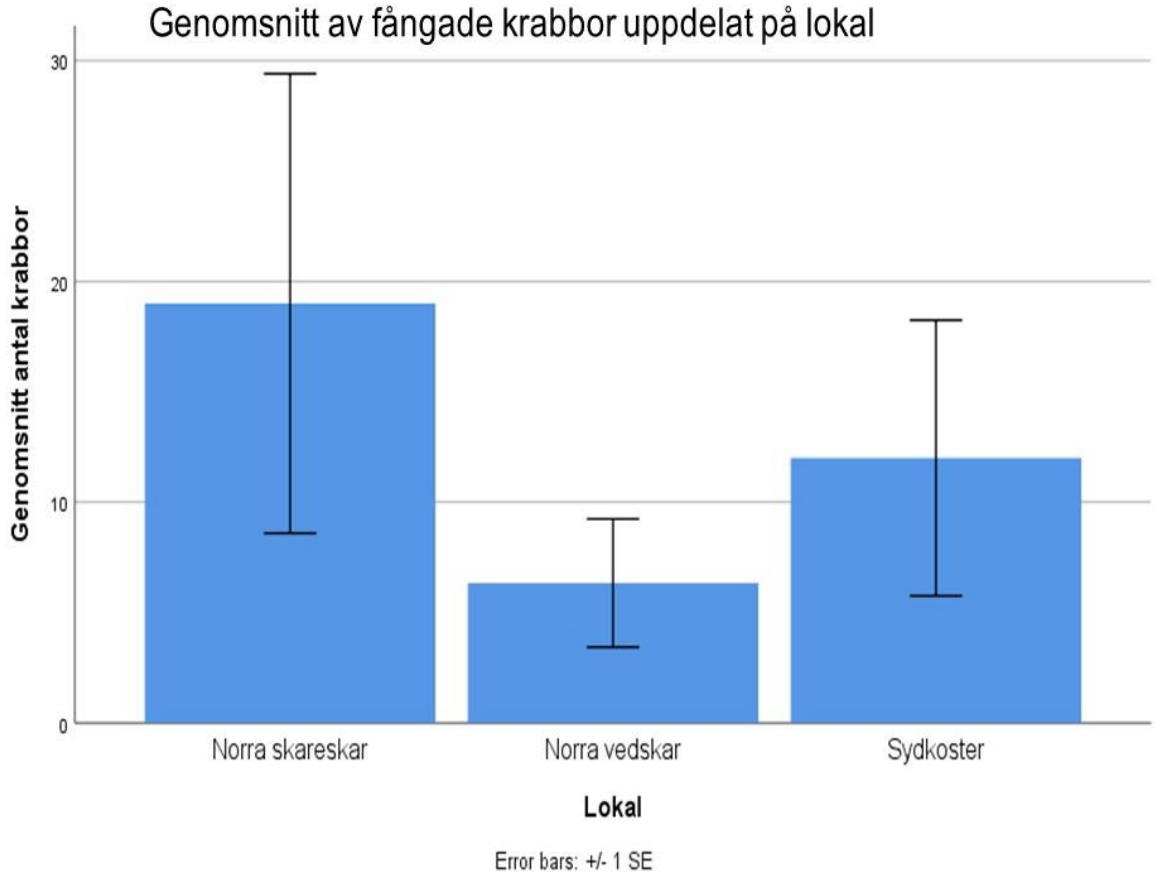
Figur 5: Staplarna visar ett genomsnitt av antal överlevande ostron per lokal +/- Error bars som motsvarar ett Standard error. X-axeln visar de tre lokalerna medan Y-axeln visar genomsnittsantal av levande ostron. Bokstäverna a står för staplar som inte skiljer sig jämfört med varandra medan stapeln markerad med b skiljer sig signifikant från de två andra staplarna. Genomsnittet av antal levande ostron skiljer sig från de båda övriga med ett P-värde som är mindre än 0,001.

Ostronens fortplantning

I augusti 2021 när jag gjorde mitt andra fältarbete så observerades små ostron, 10-15 millimeter från umbo till främre skalkanten. De små ostronens storlek visar att de måste vara årets ostronlarver. De små ostronen hade etablerat sig på skalet till de större ostron som planterats ut i samband med den här studien. Nyetablering har alltså skett.

Antal krabbor

Resultaten visade inte på någon skillnad i antal krabbor mellan de olika lokalerna ($F_{df1,df2}$=0,683, P= 0,541). I diagrammet över antal fångade krabbor kan man se att det var stor skillnad inom varje lokal på hur många krabbor som fångades i varje bur (figur 6).



Figur 6: Figuren står för genomsnitt av antal fångade krabbor uppdelat på lokal. X-axeln visar lokal och Y-axeln visar genomsnitt av antal krabbor. Error bars visar 1 Standard error.

Då bara tre av 112 krabbor var honor gick det inte att göra någon statistik på skillnader mellan könen. Inga statistiska test gjordes på skillnad i genomsnittsbredd av krabbornas ryggsköldar eftersom att genomsnitten av krabborna ryggsköldar låg så nära varandra.

Diskussion

Antalet överlevande ostron skiljde sig inte åt mellan storlekskategorierna. Däremot skiljde sig överlevnaden av ostron mellan lokalerna där Sydkoster hade ett tydligt högre antal av överlevande ostron än vad de båda övriga lokalerna hade, Norra vedskär och Norra skåreskär.

Att överlevnaden bland ostron som satts ut i havet var bättre på lokalen vid Sydkoster skulle kunna bero på att levnadsvillkoren för ostron är bättre där.

Att ingen skillnad i antal krabbor mellan de tre lokalerna kunde fastställas statistiskt säger inget om ifall krabbor hade effekt på ostronens överlevnad. Den här studien bevisar inte att det inte fanns någon skillnad i antal krabbor mellan lokalerna och inte heller att predationstryck från krabbor inte haft effekt på ostronens överlevnad. För att få säkrare data på krabbpredation skulle man behöva göra fler mätningar, till exempel under olika årstider eller under olika väderförhållanden. En studie där man bara undersöker skillnad i antal krabbor och överlevnad av ostron kan aldrig bevisa att krabbpredation har eller inte har effekt på ostronens överlevnad. För att få bevis på att en viss faktor var den avgörande för ostronens överlevnad skulle man behöva sätta upp kontrollerade experiment där ett visst antal faktorer, som krabbantal, näringsinflöde och temperatur, skulle ha förutbestämda värden. Några faktorer som skulle kunna vara viktiga för ostronens överlevnad är näringsinflöde, skillnad i utsatthet för strömmar och vågor eller skillnad i predation, av fåglar, sjöstjärnor eller krabbor.

De resultat en studie av den typ som den här studien är ger är korrelationer men för att verkligen bevisa vad som har effekt på ostronens överlevnad skulle man behöva göra ett experiment.

Tidigare del av denna studie

Mina resultat styrks av tidigare undersökningar som utfördes 2019 på samma bestånd av ostron som i den här studien (Johansson 2020). Där syntes inte heller se någon skillnad i överlevnad mellan de två storlekskategorierna medan överlevnaden var signifikant högre på Sydkoster jämfört med de båda andra lokalerna (Johansson 2020).

I tidigare mätningar av ostrondensitet mellan september 2019 och april 2020 på samma populationer, såg man en signifikant nedgång i densiteten (Johansson 2020). I mina data kunde inte någon jämförelse göras mellan mättillfällen eftersom jag blev bättre på att känna igen ostron medan jag höll på med videoanalysen. Jag räknade fler vuxna ostron i augustis dataset än i junis, det är inte biologiskt rimligt att det skulle ha blivit fler vuxna ostron till det senare tillfället utan antyder att de två dataseten inte är jämförbara.

Som del i min studie fiskades krabbor som ett försök att utreda skillnader i predationstryck mellan lokalerna. Planen att undersöka predationstryck från krabbor baserades på att i Johanssons studie (2020) föreslogs predation som förklaringen till skillnaden i överlevnad mellan olika lokaler som observerades under den säsongen. I min studie kunde jag dock inte påvisa någon effekt av krabborna.

Till skillnad från i min studie observerades sommaren 2019 till våren 2020 ingen nyetablering av ostron (Johansson 2020). Att ingen skedde nyetablering i det fallet beror sannolikt på att populationen av europeiskt platt ostron på svenska västkusten inte fortplantade sig över huvud taget under vinterhalvåret 2019 till 2020. Europeiskt platt ostron producerar nämligen bara könsceller när vattentemperaturen är 16ºC till 18ºC och under vinterhalvåret, det vill säga i det här fallet mellan september 2019 och april 2020, är brukar vattnet i havet Sveriges kust vara kallare är 16ºC.

De små ostron som hittades i augusti 2021 var att döma av storleken larver från sommarens fortplantning. De nya ostronen observerades bara på lokalen Sydkoster men att inga nya ostron hittades på övriga lokaler kan bero på att sökande efter nyetablerade ostron inte gjordes systematiskt. Att föryngring skett innebär att beståndsförstärkningen att plantera ut ostron i havet inte bara består av de ostron som planterats ut utan nya ostronindivider kommer till så att populationen kan öka och fortsätta finnas till.

Andra studier

År 2018 gjordes en studie i Nederländerna där en försvunnen ostronbank restaurerades genom att vuxna ostron sattes ut i havet på den önskade platsen.

Den nederländska studien skiljde sig från den här studien på flera sätt: dels genom att man använde ostron som vuxit upp i naturen i stället för labbuppfödda ostron, dels genom att man planterade en del av ostronen i burar som i en ostronodling i stället för på bottnen och dels genom att tiden mellan utplantering och senaste undersökning av överlevnad var mycket kortare än i den här studien.

Man ansåg sig ha en överlevnad på 100% bland de ostron som planterades ut på havsbottnen. Att överlevnaden var så mycket högre i den nederländska studien kan bero på att ostronen undersöktes efter så mycket kortare tid, tre månader jämfört med två år, eller på att man undersökte överlevnaden genom att leta efter döda ostron utan att räkna de levande ostronen (Didderen et al. 2018). I den här studien har jag kunnat konstatera att en stor andel av de utplanterade ostronen helt enkelt har försvunnit utan att lämna skalrester efter sig.

Andra faktorer som kan ha bidragit till den högre överlevnaden i den nederländska studien jämför med denna studie är att ostronen i den nederländska studien hade en större medelstorlek än ostronen i den här studien och att ostronen i den nederländska studien skyddades mot predatorer av burar (Didderen et al. 2018).

Vidare undersökningar

Om man skulle fortsätta studien tycker jag att man skulle utforska närmare hur lokalen Sydkoster skiljer sig från Norra skåreskär och Norra vedskär. Man skulle till exempel kunna håva efter plankton för att se om det är skillnader i mängden organiska partiklar av den storlek som ostronen kan filtrera ut och äta. Man skulle kunna räkna fåglar vid de olika lokalerna för att se om predation från fåglar kan skilja sig åt mellan lokaler. Man skulle kunna fånga sjöstjärnor för att som om predationstrycket från sjöstjärnor skiljer sig åt mellan lokalerna. Man skulle kunna studera abiotiska faktorer som är viktiga för ostronen. Då skulle man till exempel kunna mäta temperatur, ta prover på salthalt eller inflöde av oorganiska partiklar som skulle kunna vara skadliga för ostronen.

Experiment där några förutbestämda faktorer som skulle kunna ha effekt på ostronens överlevnad eller fortplantning prövas under kontrollerade former skulle också vara sätt att gå vidare med den här studien.

Slutsats

Av den här studien kan man dra slutsatsen att utplantering av labbuppfödda ostron är en metod med potential att förstärka ostronpopulationen, men valet av lokal att sätta ut ostronen på är avgörande. Även om resultatet skiljer sig mycket från lokal till lokal på grund av faktorer som vi inte vet vilka de är fanns det ostron kvar på alla tre lokaler drygt tre år efter utplanterandet.

De nya ostronbankar som bildades genom utplanteringen av ostron kunde dessutom föryngra sig. I augusti kunde man se att det satt små europeiska platta ostron, 10-15 millimeter från umbo till skalets främre skalkanten, på de ostron som planterats ut inom den här studien. De små ostronen är att döma av storleken sommarens larver.

Att nya småostron hittas bevisar att rekrytering skett och att de utplacerade ostronen kan tjäna som hårdbottensubstrat åt nya ostron. Utplantering av ostron kan alltså ha effekt för att de redan befintliga ostronens larvers ska hitta en passande yta att fästa och växa upp på.

När utplantering sker är det alltså möjligt för ostronen att hålla den nya delpopulationen stabil eller att ostronpopulationen fortsätter öka på egen hand.

Referenser

Thorngren, L., Bergström, P., Dunér Holthuis, T., & Lindegarth, M. (2019). Assessment of the population of *Ostrea edulis* in Sweden: A marginal population of significance? *Ecology and Evolution*, *9*(24), 13877–13888. https://doi.org/10.1002/ece3.5824

OSPAR. (2008). Case reports for the OSPAR list of threatened and/or declining species and habitats. *Biodiversity Series.* Sidorna 25-29.

Rodriguez-Perez A., James M., Donnan D., Henry T., Møller L., Sanderson W., (januari 2019) Conservation and restoration of a keystone species: Understanding the settlement preferences of the European oyster (Ostrea edulis). Marine pollution bulletin. Volym 138, sidorna 312-321

Colsoul B., Pouvreau S., Di Poi C., Pouil S., Merk V., Peter C., Boersma M., Pogoda B., (november 2020) Addressing critical limitations of oyster (Ostrea edulis) restoration: Identification of nature-based substrates for hatchery production and recruitment in the field. Volym 30 (11), sidorna 2101-2115

Sadava D., Hillis D., Heller C., Hacker S. (2016) Life The Sience of Biology. Sunderland, U.S.A. (Sinauer Associates/ macmillan education) sidorna 1172-1180

Führer, S., Hellsten, S., Juell-Skielse, E., Trollsås, R., Åkerblom A., (2020) Evaluation of threats to *Ostrea Edulis* in Skagerrak, Sweden

Laugen A., Hollander J., Obst M., Strand Å. (2015) The Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*) Invasion in Scandinavian Coastal Waters: Impact on Local Ecosystem Services. Warschau/Berlin: Walter de Gruyter GmbH, Biological Invasions in Changing Ecosystems: Vectors, Ecological Impacts, Management and Predictions. SwePub (National Library of Sweden), sidorna 232-257.

Grant, J. Strand. Ø. (2019). Goods and Services of Marine Bivalves (Aad C. Smaal, J. G. Ferreira, J. Grant, J. K. Petersen, & Ø. Strand, Eds.). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9

Craneford, P. (2019). Goods and Services of Marine Bivalves (Aad C. Smaal, A. C. Smaal, A. C. Smaal, A. C. Smaal, A. C. Smaal, J. G. Ferreira, J. Grant, J. K. Petersen, & Ø. Strand, Eds.). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9

European Native Oyster Habitat Restoration Handbook (November 2020) Editors: Joanne Preston, Celine Gamble, Alison Debney, Luke Helmer, Boze Hancock, Philine zu Ermgassen

Johansson I. (2020) Factors Affecting the Efficiency of Oyster Restoration on the Swedish Coast

Didderen K., Lengkeek W., Kamermans P., Deden B., Reuchlin-Hugenholtz E., (2018) Pilot to actively restore native oyster reefs in the North Sea. Report 19-013. Bureau Waardenburg, Culemborg. WWF, Zeist.

Bildkällor

Chernilevsky, G. (2008) https://sv.wikipedia.org/wiki/Krabbor#/media/Fil:Pachygrapsus_marmoratus_male_female.png