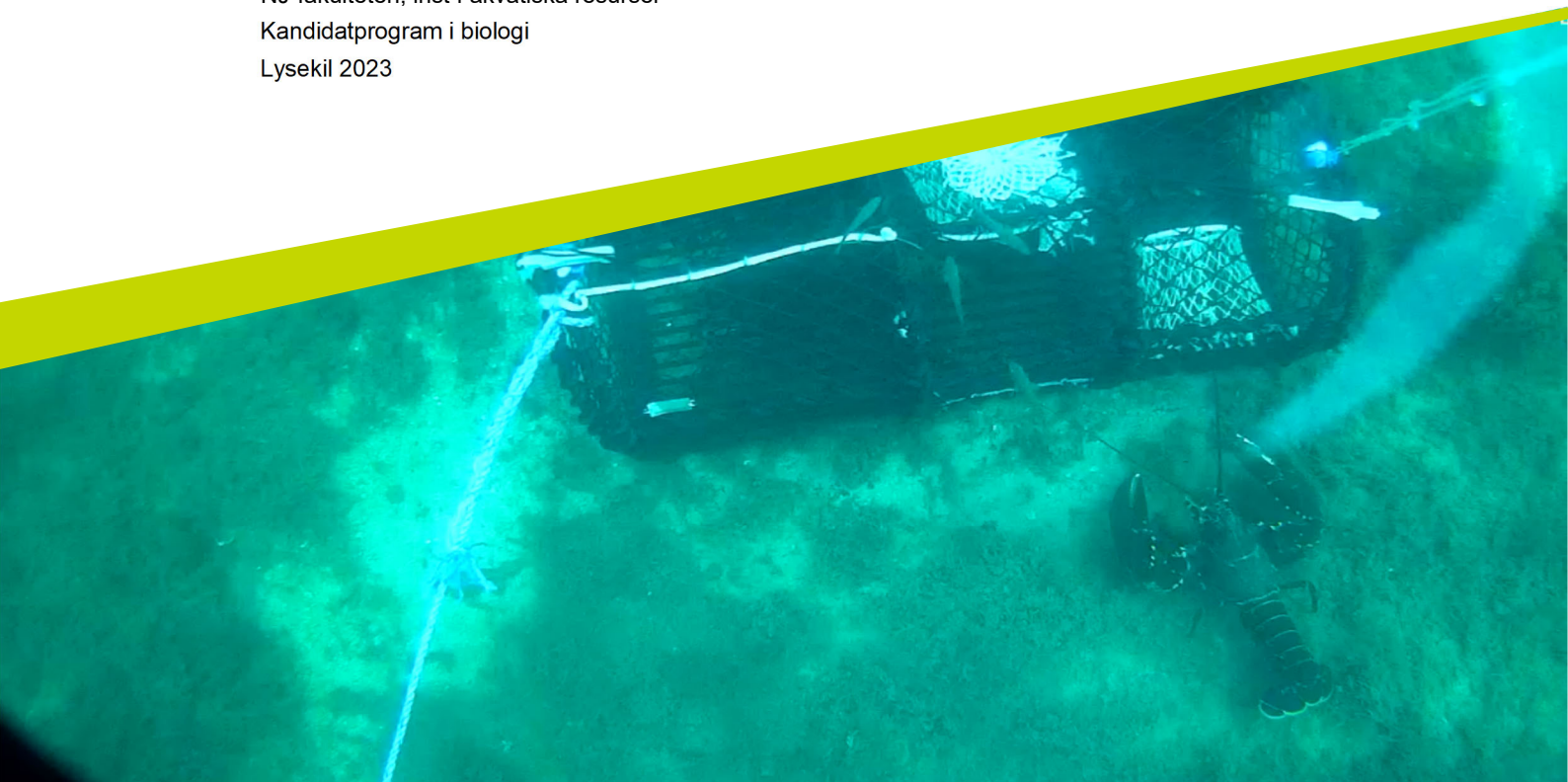




Storleksstrukturerad konkurrens vid hummertinor

Joanna Haffling

Examensarbete • 15 hp Sveriges
lantbruksuniversitet, SLU
NJ-fakulteten, inst f akvatiska resurser
Kandidatprogram i biologi
Lysekil 2023



Storleksstrukturerad konkurrens vid hummertinor

Joanna Haffling

Handledare: Peter Ljungberg, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för akvatiska resurser

Bitr. handledare: Andreas Sundelöf, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för akvatiska resurser

Examinator: Örjan Östman, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för akvatiska resurser

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi

Kurskod: EX0894

Program/Utbildning: Kandidatprogram i biologi

Kursansvarig inst.: Institutionen för Vatten och Miljö

Utgivningsort: Lysekil

Utgivningsår: 2023

Omslagsbild: Bild från eget videomaterial

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: Europeisk hummer, konkurrens, Dominansbeteende, BORIS, MPA

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för akvatiska resurser

Sammanfattning

De flesta arter med ett kommersiellt värde i våra hav hotas idag av ett överfiske. Ett sätt att säkerställa målarternas överlevnad är genom en hållbar fiskeriförvaltning och populationsövervakning. En strategi för att mildra effekterna av ett överfiske är införandet av marina skyddade områden, så kallade MPA från engelskans *Marine Protected Area*, vilket har visat sig ha en effekt på både storleken på individer och abundansen. Kåvra är ett marint skyddat område beläget på den svenska västkusten och hem till den europeiska hummern, *Homarus gammarus*. Den europeiska hummern är en kommersiellt viktig art i Sverige som normalt utsätts för ett högt fisketryck, men som är skyddad i Kåvra. Skyddet ger forskare möjligheten att studera en orörd hummerpopulation med en naturlig populationsdynamik. I denna studie har kameror satts på hummertinor vid ett övervakningsfiske i Kåvra, med syftet att genom visuell information och dataanalys, kartlägga hur konkurrensbeteenden hos europeisk hummer influerar fångsten i hummertinor. Genom visuell information och datoranalys implicerar denna studie en korrelation mellan hummerbeteende och fångsten i hummertinorna. Högre dominansnivåer observerades för stora och mellanstora hummerindivider tillsammans med en ökad fångstbarhet jämfört med mindre humrar.

Nyckelord: Europeisk hummer, konkurrens, Dominansbeteende, BORIS, MPA.

Abstract

Overfishing is a big threat to species of economic value in our oceans. A sustainable fisheries management is at utmost importance to secure the survival of the target species. Monitoring populations is an important method to keep track of population dynamics. One action to lessen the damaging effects of exploitation is the establishment of MPA's, Marine protected areas, which have shown to have a direct effect on both the abundance of the target species and the size of the individuals. Kåvra is a protected area located on the west coast of Sweden and home to the economic important species European lobster, *Homarus gammarus*. Kåvra enables the opportunity to observe an untouched lobster population, displaying natural density dependent behaviours. In this study we attached cameras onto lobster traps in cooperation with an ongoing monitoring of the population to map out how density dependent behaviour could have an impact on catch. Through visual information and computer analysis this study implicates a correlation was between lobster behaviour and catch. Higher dominance levels for larger lobster individuals were observed, together with an increase in catchability. Whereas smaller lobsters were doing less approaches, less entries and as a result, cached the least in the pots.

Keywords: European Lobster, Animal behaviour, competition, dominance, BORIS, MPA

Innehållsförteckning

Förkortningar	5
1. Introduktion	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.1.1 Fiske av hummer	7
1.1.2 Humrar i Kåvra.....	8
1.2 Syfte	9
2. Material och metod	10
2.1 Områdesbeskrivning	10
2.2 Fältarbete	10
2.3 Datahantering.....	11
2.4 Dataanalys	12
3. Resultat	14
3.1 Deskriptiv statistik	14
3.2 Statistisk analys	15
3.3 Beteendeträd.....	16
4. Diskussion	18
5. Slutsats	21
6. Referenser	22
Tack	25

Förkortningar

BORIS	Behavioural Observation Research Interactive Software
CL	Carapaxlängd
CPUE	Catch Per Unit Effort
MPA	Marine Protected Areas

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Havet är hem till en mängd kommersiellt viktiga arter för oss människor. Vår förvaltning av havets till synes oändliga resurser går att härleda långt tillbaka i tiden (Moland et al., 2019). Idag vet vi att havets resurser är allt annat än oändliga och många arter hotas av ett överfiske. Dessutom har det visat sig att fiskeförvaltning riktad på målarter inte bara har en påverkan på populationen i sig utan av hela ekosystem (Myers & Worm, 2003).

Populationsövervakning av målarter är ett viktigt verktyg för att skydda fiskebestånden från att utfiskas. Inom fiskeriförvaltning används ett jämförande mått för att beräkna om ett fiske är effektivt som kallas CPUE vilket står för engelskans ”*Catch Per Unit Effort*” och är ett mått på fångst som standardiserats mot ansträngningen (Bonner, 1979). Beräkning av CPUE har blivit en standardiserad metod inom fiskeriförvaltning världen över för ett effektivt fiske, men kan också användas för att predicera hur populationsdynamiken förändrats över tid. Om CPUE minskar kan det exempelvis vara till följd av en populationsreducering som konsekvens av ett överfiske. Beräkning av CPUE möjliggör exempelvis jämförelser mellan skyddade områden och förvaltade områden där fiske bedrivs (Sundelöf, 2021).

Införandet av marina skyddade områden är en strategi för att motverka de negativa effekterna som överfiske har på utsatta populationer. Marina skyddsområden (MPA) är havsområden där det är helt eller delvist förbjudet att bedriva fiske på specifika målarter (Kleiven et al., 2018). Inom MPA:s påvisas bland annat en ökning av både individstorlek och abundans hos målarter som en direkt effekt av skydd (Kleiven et al., 2018). Dock krävs en viss spridning från MPA's till närliggande områden som är öppna för fiske för att det ska ha en effekt på CPUE i områden där fiske bedrivs (Kleiven et al., 2018).

Den europeiska hummern, *Homarus gammarus* är en kommersiellt viktig art längst den svenska västkusten som utsätts för ett högt fisketryck. Den europeiska hummern hittas längst östra Atlanten, från Norge i norr till Marocko i söder (Galparsoro et al., 2008).

Deras föda består av en stor variation av bentiska organismer, så som andra arter inom familjen *Crustacea* och mollusker (*Bivalvia*). De kan till och med äta mindre individer inom sin egen art. I bristen på naturliga fiender är fisketryck, habitat-degradering och sjukdom deras största hot som art (Galparsoro et al., 2008).

Det har visat sig att de europeiska humrarna är territoriella och uppvisar dominansbeteenden (Galparsoro et al., 2008). Både honor och hanar uppvisar ett aggressivt dominansbeteende, vilket skiljer sig från den amerikanska hummern, *Homarus americanus* (Skog et al., 2009). Hierarkier etableras beroende av storlek, dominans och genom konkurrensbeteenden. Trots att de europeiska humrarna är solitära djur, konkurrerar de ändå om föda, skydd och reproduktionspartner. Relationen inom hierarkier på grund av dominansbeteenden påverkas bland annat av rörelsemönster, individuell fysik och ålder (Skog, 2009). Och kan därför skilja sig åt mellan områden baserat på populationstätheten.

1.1.1 Fiske av hummer

Bestånden av europeisk hummer är kraftigt reducerade i Sverige på grund av ett högt fisketryck under en lång tid (Sundelöf et al., 2014). Fisket bedrivs av både yrkesfiskare och fritidsfiskare (Bergström et al., 2022).

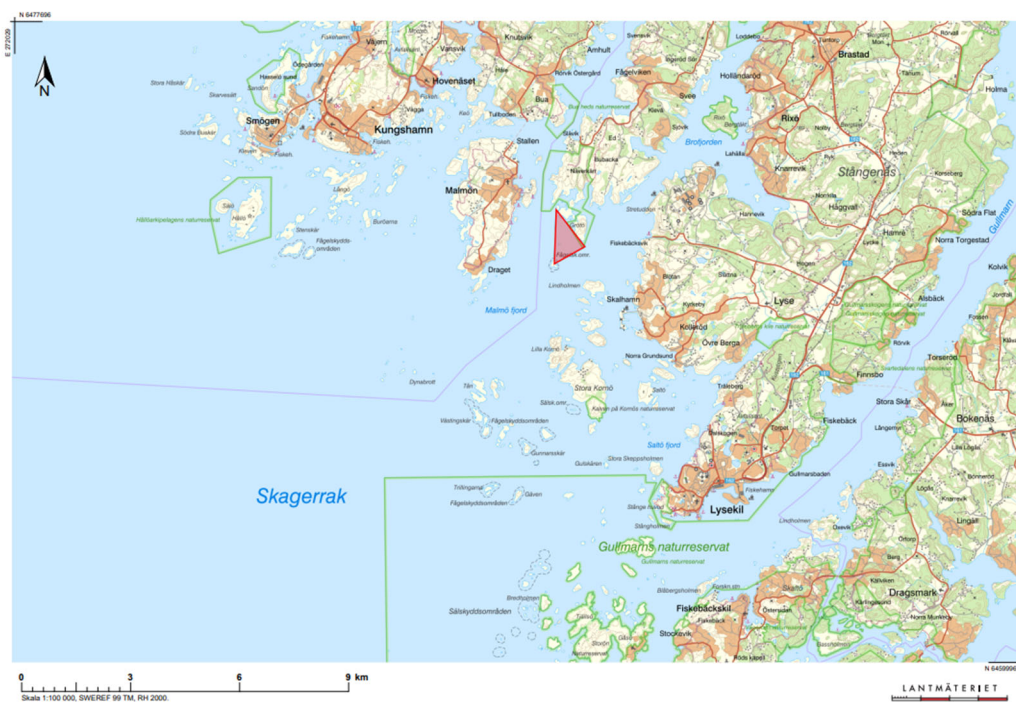
Då populationen av europeisk hummer uppvisat en stadig nedgång under lång tid har en serie regleringar satts på plats (Bergström et al., 2022). Regleringarna innebär bland annat begränsning i fisketid, minimum mått av fångst och ett tak för antal tillåtna fiskeredskap. Hummerfiske är numer endast tillåtet från den första måndagen efter 20 september till sista november för fritids-fiskare, medan yrkesfiskare tillåts fiska fram till den sista december. Regleringen av minimum mått av fångst innebär en minimum av carapaxlängd (CL) på 9 cm. Dessutom finns riktlinjer att släppa tillbaka honor som bär yttre rom (FIFS 2004:36). Hummertinor är det enda tillåtna fiskeredskapet vid hummerfiske. Hummertinan skall innehåva minst två cirkulära flyktöppningar med en minsta diameter om 6 cm. För att minimera spökfångst skall tinorna dessutom vara försedda med bomullstråd som skall kunna falla sönder efter en tid och fungera som ett rymningshål, enligt Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2004:36). Dessutom finns en maxgräns för antal tillåtna hummertinor, 40 tinor för yrkesfiskare och 6 tinor för fritidsfiskare.

I områden som är öppna för fiske fångas sällan humrar större än 12 cm CL. I områden som är stängda för fiske har en större andel humrar >9 cm CL fångats i hummertinorna (Sundelöf, 2021).

1.1.2 Humrar i Kåvra

Kåvra är ett MPA i Sverige som är beläget i norra Bohuslän, strax utanför Lysekil. Kåvra har varit ett skyddat område sedan år 1989 vilket gör det till ett av de äldsta marina skyddsområdena i Sverige (Bergström et al., 2022). Till grund för att utgöra Kåvra till ett skyddat område fanns ett intresse för hummerövervakning fritt från yttre påverkan (Bergström et al., 2022).

En direkt effekt av skydd i Kåvra är en stabil ökning i både storlek och abundans av hummerindivider inom hummerpopulationen. Tillsammans har dessa effekter lett till en högre fångst per ansträngning, CPUE, inom Kåvra. (Bergström et al., 2022). Vid observationsfiske av hummer i Kåvra har hummer över minimimått (>9 cm CL), visat sig vara överrepresenterad, vid jämförelse av områden där fiske bedrivs. Dessutom fångas mindre humrar i en lägre omfattning än förväntat. Trots att det finns evidens för att de förekommer inom området (Øresland, 2019). Det är anmärkningsvärt då det kan tyda på att densitetsberoende mekanismer såsom inomartskonkurrens har en inverkan på fångsten i hummertinorna.



Figur 1. Beläget på den svenska västkusten mellan Lysekil och Kungshamn ligger det marina skyddade området Kåvra. På grund av fiskeförbudet på hummer i området ges möjligheten att studera en orörd hummerpopulation. Kåvra är 2.1 km²stort och utmarkerat med rött på kartan, skala 1: 100 000. (<https://www.lantmateriet.se/sv/kartor/vara-karttjanster/min-karta/>).

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka hur ett storleksstrukturerat konkurrensbeteende har en inverkan på fångsten av europeisk hummer i hummertinor. Tillsammans med en redogörelse för varför små humrar fångas i en lägre omfattning än förväntat i Kåvra jämfört med områden där fiske bedrivs, trots en högre abundans tillsammans med ett högre CPUE inom Kåvra. Naturligt berör studien även fiskets inverkan på täthetsberoende konkurrensbeteenden inom hummerpopulationer, givet att täthetsberoende konkurrensbeteenden runt hummertinor påvisas.

2. Material och metod

2.1 Områdesbeskrivning

Kåvra (*Figur 1*) är ett skyddat område på ca 2,1 km² och är unikt i sitt slag. Området innehåller mycket naturliga stenbottenhabitat med ett djup på 0–30 m. Det är beläget nära exponerade strandkanter bestående av klippor och undervattensberggrund som är separerade genom kanaler. Området avgränsas av farleder och skär, vid farlederna övergår stenbotten till mjukbotten. Den omgivande miljön tillsammans med havsströmmarnas riktning gör Kåvra relativt avskilt från närliggande områden. Som konsekvens sker knappt någon spridning av hummerpopulationen till närliggande områden som är öppna för hummerfiske.

2.2 Fältarbete

Denna studie genomfördes i samverkan med ett populationsövervakningsfiske av europeisk hummer i Kåvra som bedrevs av SLU Aqua i augusti 2022. Hummertinorna som användes till övervakningsfisket monterades med kameror till detta försök. Kamerorna erhöll en inspelningstid över hela hummertinornas ståtid. En ståtid innebär tiden som hummertinan ligger på botten och kan fånga humrar. Ett dygns ståtid gav en minimumtid av inspelat material på 21,6 timmar och en maximumtid på 24,3 timmar. Mörkret på natten var en begränsad faktor för visuell information, till följd räknades natten bort i analysen till denna studie. Nattens infall varierade beroende på visuell ljusbedömning vid observering, men började ungefär runt 22.00 och varade till ca 08.00. Som konsekvens editerades ca hälften av inspelningsmaterialet bort och slutligen erhöles ett ca 220 timmar av analyseringsbart videomaterial med tillräckligt ljus för beteendeanalysering.

Hummertinorna som användes i försöket är en typ för fritidsfiske från märket Carapax (92Lx46Bx38H). De har två kammare med två cirkulära ingångshål ($d=12$ cm) och två dubbla flyktöppningar ($d=6$ cm). För att möjliggöra en grov storleksuppskattning av observerade humrar fästes ett rep (35 cm) över den vänstra sidan av tinan. Tinorna agnades med tinad sill som varit fryst och stratifierades i djupled inom olika tre djupintervaller baserat på djup från ca 8 till 25 meter.

Varje utplacerad tina monterad med kamera representerade en station, då en tina aldrig släpptes i på samma plats två gånger. Totalt analyserades därav filmmaterial från 21 kameramonterade hummertinor med en inspelningstid på ett dygn vardera över en period på tre veckor.

Kamerorna som användes i detta försök var från märket Mobius (ActionCam Original) med en vidvinkellins till objektivet genererade linsen ett synfält på 132 grader och videoupplösningen var på 720p med 10 bildrutor per sekund (fps) (www.mobius-actioncam.com). Porttypen som användes var antingen klotformad (dome) eller platt (Flat). Videomaterialet spelades in som MP4 filer på minneskort med 64 GB. Den interna batterigränsen hade enbart en begränsad inspelningstid på maximalt två timmar. För att möjliggöra en längre inspelningstid adderades en USB power-bank (30 000 mAh Andersson standard) och ett USB batteripaket (keep-alive-load). Tillsammans möjliggjorde de kombinerade kamerasystemen för 72 timmar kontinuerlig inspelningstid. Kamerasystemet placerades i ett 10,16 cm (4") vattentätt tyckhölje från Blue-Robotics i akryl.

Akryltuben kortas ned till 20 cm och ett flöte med sänke fästes med nylontråd för att kameran skulle flyta stabilt över tinan. Anordningen fästes på tinorna med spännband från Biltema med en bredd på 2,5 cm i ett tidigare skede som sedan byttes ut till nylonlinor på ca 0,4 cm. Anordningen fästes med slangklämma på ett avstånd på 200 cm från tinan som vid dålig sikt sänktes till 170 cm.

2.3 Datahantering

Videomaterialet lagrades på en extern hårddisk och importerades till mjukvaran BORIS (Behavioural Observation Research Interactive Software, Friard & Gamba 2016). I BORIS analyserades en observation i taget, där en observation innebär det inspelade materialet från en hummertina. Videomaterialet importerades vid varje enskild observation baserat på station för hummertinans placering. Utvalda beteenden kategoriserades baserat på om de hade en tidsram eller var utan en tidsram. Analysen utformades utifrån följande utvalda beteenden:

1. Närmande (med tidsram): Nyfiket närmande till tinan och in i bild.
2. Vändning (utan tidsram): Vändning vid ingångshålet till tinan.
3. Ingång (utan tidsram): Ingång i tinan genom ingångshål.
4. Utgång (utan tidsram): Rymning från tinan genom ingångshål.
5. Rymning (utan tidsram): Rymning från svältkammare.
6. Aggression (med tidsram): Utfall mot annan hummer.

7. Vaktning (med tidsram): Vaktning av tinan, antingen ovanpå eller runt om.
8. Bortskrämd (utan tidsram): Blir bortskrämd av annan hummerindivid.
9. Går iväg (utan tidsram): Går iväg från tinan och ut ur bild.
10. Söker skydd (med tidsram): Gömmer sig i ett skyddat läge. Beteendet lades till vid en specifik observation där möjligheterna för att söka skydd fanns, men saknas i de övriga analyserna.

Tidpunkten då varje enskild tina landade på botten respektive drogs upp registrerades (utan tidsram) för att utgöra en reell tidsram för analyseringsbart material. Detta för att tidpunkten till ett första närmande av hummertinan skulle kunna räknas från tidpunkten som hummertinan faktiskt landade på botten och kunde locka till sig humrar. Tidpunkten för skymning och gryning registrerades också (utan tidsram) på grund av att natten skulle räknas bort från analysen. De humrar som närmade sig hummertinan registrerades och deras beteenden analyserades på individnivå.

Hummerindividerna storlekuppskattades sedan visuellt inom tre intervaller L = liten ($CL \approx <9$ cm), M = Medium ($CL \approx 9-12$ cm) och S = Stor ($CL \approx >12$ cm) i den mån det var möjligt med hjälp av det måttade repet som var fäst längst tinans vänstra sida. Det är viktigt att notera att uppskattningen av storlek inom storleksklasserna är inte helt exakt på grund av faktorer som kvaliteten av den inspelade materialet tillsammans med hummerns distans till hummertinan. Vid varje observation antecknades omgivande habitat tillsammans med siktkvaliteten och övriga anmärkningar som att inspelningen avbrutits för tid på grund av tekniskt fel i en separat excelfil. Anteckningarna baserades på visuell information från observationerna med syftet att verka som komplettering till analysen vid eventuell avvikande data. En observation skiljde sig från de övriga genom att hummertinan slumpmässigt landat på ett annat substrat än de övriga. Substratet bestod av ett stenblock omgivet av mindre rullsten. Som konsekvens uppvisade humrarna vid den stationen en större benägenhet att söka skydd under stenarna och observationen särbehandlades därefter. Vid observationen sågs humrar söka skydd och beteendet lades till i denna specifika observation.

2.4 Dataanalys

Observationerna som registrerats i BORIS konverterades till en sammanfogad excelfil. Som första steg indelades hummerindividerna i storleksklasser. Sedan genomfördes en matematisk uträkning av tid från landning av hummertinan till tidpunkter för observerade beteenden. Aggregerad data visualiserades i en pivåtabel för deskriptiv analys i excel i ett tidigt stadium. Boken *Choosing and Using*

Statistics, A Biologist Guide av Dytham (2011) användes för att hitta en lämplig statistikanalys (Kruskal-Wallis, logistisk regression), som sedan genomfördes i R, Development Core team (2010) och SPSS, IBM Corp. (2021) Version 28.0.

För möjligheten att analysera hur ett beteende utlöser ett annat, och huruvida det är storleksrelaterat eller inte utformades ett beteendeträd i Excel. Beteendeträdet (conditional inference tree) baserades på binära delningar som kan ordnas hierarkiskt (Chladek et al, 2021). Beteendet som är överst i hierarkin har lägst p-värde av responsvariabeln och har starkast inverkan på övrigt utfall. Varje värde testas med ett p-värde korrelerat till ett test för spatiell-nollhypotes för varje enskild variabel (beteende), upprepade gånger mot varandra tillsammans med storlek. Som konsekvens testades varje variabel mot responsvariabeln, således testades alla beteenden mot varandra tillsammans med storlek. De utvalda beteendena är alla beroende av ett första närmande av hummertinan. Den statistiska analysen bakom beteendet byggdes upp genom en regressionsanalys (logistic regression) baserat på om beteendet hände eller inte. Beteendet delades in i ett ja om det hände, ett nej om det inte hände, och gjordes om till 1 = ja, och 0 = nej för analys. Den statistiska analysen av beslutsträdet genomfördes med hjälp av funktionen "ctree" i R som hittas i paketet "party" (Dytham, 2011).

3. Resultat

3.1 Deskriptiv statistik

Av insamlad data framgår det att mellanstora humrar (M) fångades i en högre utsträckning än både små (L) och stora humrar (S) (Tabell 1). Dock visade det sig att stora humrar uppvisade högst antal närmanden, aggressioner och vaktning av hummertinan. Små humrar uppvisade lägst antal dominansbeteenden som aggression eller vaktning, men också lägst andel närmanden av hummertinan och uppvisade således lägst antal observerade beteenden överlag.

Tabell 1. Antal observerade beteenden som humrarna indelade i storleksklasser liten (L), mellan (M) och stor (S) har utfört. Fångst representerar antal humrar som fanns i tinan vid dragning.

Storleksklass	Närmande	Aggression	Vaktning	Ingång	Rymning	Fångst
L	7	3	0	3	0	3
M	202	23	28	17	7	18
S	426	88	212	11	6	9

Vid omvandling av antal uppvisade beteenden till andel i procent framkommer skillnaderna tydligt, där 7% av närmandena utgjordes av liten hummer, 30% av mellanstora humrar och 63% av stora humrar (Tabell 2). Trots detta bestod fångsten till 10 % av små humrar, 60% av mellanstora humrar och 30% av stora humrar.

Tabell 2. Andel observerade beteenden som humrarna utfört indelat i storleksklasserna liten (L), mellan (M) och stor (S) i procent uträknat av hur stor andel av beteendet som uppvisades inom en viss storleksklass. Fångst representerar antal humrar som fångats i hummertinan vid dragning.

Storleksklass	Närmande	Aggression	Vaktning	Ingång	Rymning	Fångst
L	7%	3%	0%	10%	0%	10%
M	30%	20%	12%	55%	54%	60%
S	63%	77%	88%	35%	46%	30%

Medeltid till ett första närmande av hummertinan skildes åt baserat på storleksklass. Liten hummer (L) och mellanstor hummer (M) närmade sig tinan tidigare än stor hummer (S) (Tabell 3).

Stor hummer tog dessutom en längre tid på sig till en ingång i tinan. Det innebär att stora humrar utförde ett närmande och ingång i hummertinan trots en närvaro av andra hummerindivider. Mellanstora humrar närmade sig hummertinan tidigare än små humrar men uppvisade en längre tid till första ingång i hummertinan.

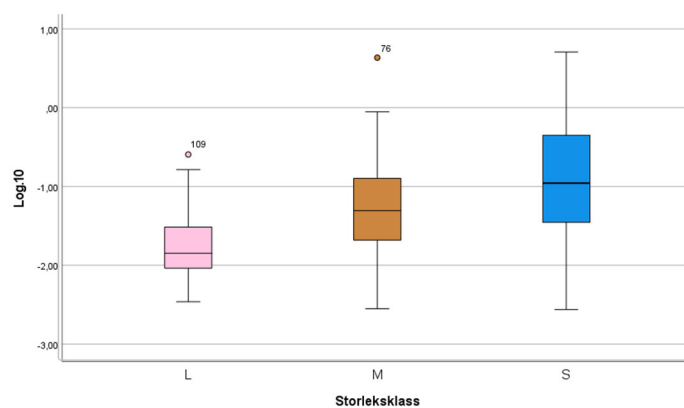
Tabell 3. Tid till ett första närmande respektive ingång i hummertinan baserat på storleksklasserna liten (L), mellan (M) och stor (S). SD representerar standardavvikelse.

Storleksklass	Närmande(h)	SD	Ingång(h)	SD
L	1,4	1,1	1,8	1,0
M	1,0	0,7	2,9	1,5
S	4,7	7,8	9,7	8,4

Vidare analyserades tiden som hummerindivider spenderade genom att utföra ett nyfikat närmande av hummertinan baserat på storlek. Med förväntningen att tiden skiljer sig åt baserat på storleksklass (Figur 2).

3.2 Statistisk analys

Många av distributionerna var icke normalfördelade (Shapiro-Wilk, $p = <0,001$), vilket ledde till att icke-parametriska ranktester utfördes. Genom ett Kruskal-Wallis test erhöles en signifikant skillnad ($\chi^2 = 27$, $df = 2$, $p = <0,001$) i tid som hummerindivider utförde ett närmande baserat på de olika storleksklasserna liten (L), mellan (M) och stor (S). Ett efterföljande Dunns test (Pairwise Comparisons) med inkluderad Bonferroni's felkorrektion visade att skillnaden finns mellan S-L ($p = <0,001$) och M-S ($p = 0,001$). Däremot erhöles ingen signifikant skillnad mellan M-L ($p = 0,150$).



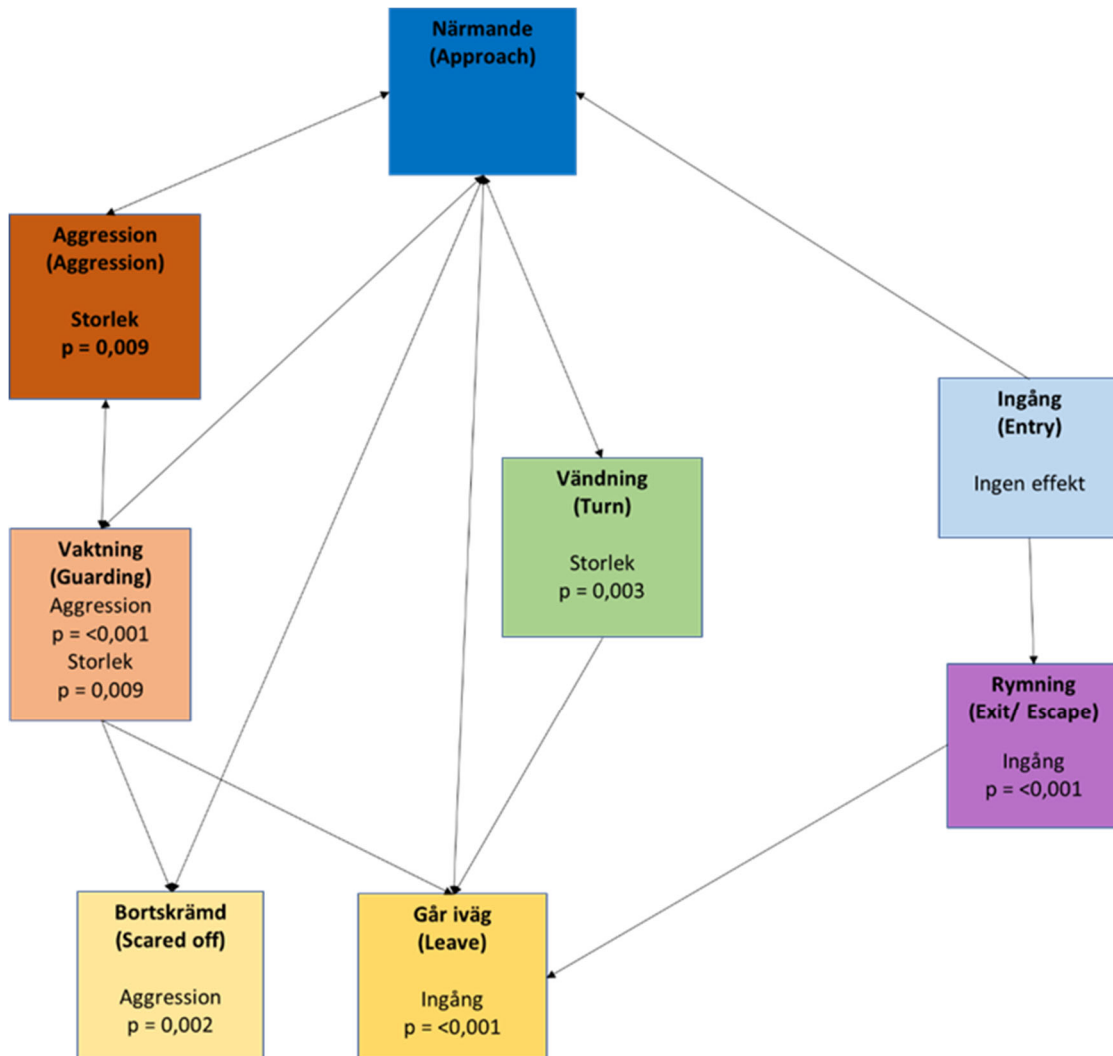
Figur 2. Returnerat värde av tiologartimen för värden av medeltid (y-axeln) som hummerindivider inom storleksklasserna liten hummer (L), mellanstor hummer (M) och stor hummer (S) spenderat med att göra ett närmande av hummertinan. Med transformerade variabler genom \log_{10} ($SD = 7$) för ökad tydlighet då data inte var normalfördelad. Med felstaplar och extremvärden representerade.

3.3 Beteendeträd

Beteendeträdet fungerar som en illustration över de valmöjligheter som en närmande hummerindivid har vid hummertinan och ämnar kartlägga vad de beror av (*Figur 3*). Ett nyfiket närmande till hummertinan är placerat högst upp i detta träd, då det är uppbyggt uppifrån och ned (*Figur 3*). Ett närmande av hummertinan är det beteende som övriga beteenden utgår ifrån initialt. En hummerindivid kan därefter antingen gå in i tinan, gå iväg, utföra en vändning eller dominansbeteenden såsom aggression eller vaktning av tinan.

Enligt en logistisk regressionsanalys leder ett initialt närmande av hummertinan inte automatiskt till en ingång av tinan. En ingång visade sig inte vara storleksberoende. Däremot visade sig en vändning vid ingångshålet vara storleksberoende ($p=0,003$) där mellanstora och stora humrar uppvisade fler vändningar. Slutsatsen kan dras att det finns en koppling mellan att inte ta sig in genom ingångshålet och att vända därmed fångas inte hummerindivider som är så stora att de inte får plats i tinan. När en hummerindivid väl gått in i tinan kan den rymma och gå ut. Att humrar går iväg visade sig vara beroende av en ingång men inte av storlek på grund av att hummerindivider som inte gick in i tinan, tillslut gick iväg, vilket även gäller större humrar som inte tagit sig in i tinan.

Dominansbeteenden så som aggression eller vaktning av tinan visade sig vara direkt beroende av storlek ($p = 0,009$). Intressant nog visade det sig att vaktning av tinan var signifikant kopplat till aggression ($p = <0,001$) och stärker indikationen att vaktning är ett aggressivt beteende kopplat till dominans. Att en hummerindivid blir bortskrämd av en annan hummerindivid visade sig också vara direkt kopplat till aggression ($p <0,001$) men inte av storlek.



Figur 3. Ett beteendeträd som är uppbyggt utifrån att alla beteenden är beroende av ett initialt närmande av hummertinan. En hummerindivid kan sedan välja att gå in i tinan, vända vid ingångshålet som visade sig vara beroende av storlek ($p = 0,003$) eller utföra dominansbeteenden, som aggression eller vaktning som är beroende av storlek ($p = 0,009$) tillsammans med aggression ($p = <0,001$). Avslutningsvis fångas hummerindivid som fångst om den inte rymmer, går därifrån eller blir bortskrämd av en annan hummer vilket visade sig vara beroende av aggression ($p = 0,002$) men inte av storlek, i denna studie.

4. Diskussion

Att en hummerindivid lockas av doftplymen från agnet i en hummertina och utför ett nyfiket närmande, leder inte automatiskt till att den fångas. I och med denna studie har det visat sig att ett storleksstrukturerat konkurrensbeteende hos den europeiska hummern har en inverkan på fångsten i hummertinorna, där små humrar håller sig borta som konsekvens av en högre närvaro av mellanstora och stora humrar. Slutsatsen kan dras att små humrar spenderade mindre tid nära hummertinan än både mellanstora och stora humrar. Små humrar undvek dessutom att göra en ingång av tinan vid en hög närvaro av både mellanstora och stora humrar. Dessutom utförde små humrar färre aggressiva dominansbeteenden, såsom vaktning av tinan eller aggression mot annan hummer (*Tabell 1; Tabell 2*).

De allra största humrarna selekteras bort genom ingångshålens diameter, tillsammans med hummertinans storlek i sig, det finns således humrar i Kåvra som är för stora för att fångas i hummertinorna. Den övre gränsen för humrar som tar sig in i hummertinorna verkar ligga på en 15 cm carapaxlängd. Trots det faktum att större humrar inte fångas i hummertinorna så har de observerats i området, med hjälp av kamerorna i denna studie. De stora humrarna observerades dessutom uppvisa ett flertal dominansbeteenden som aggression mot andra hummerindivider eller ett vaktande av hummertinan (*Tabell 1*). De större och mer dominanta hummerindividerna sågs till och med sätta sig ovanpå hummertinan när de vaktade den. Intressant nog visade det sig att en vaktning av hummertinan var signifikant kopplat till aggression, följaktligen stärks antagandet att det är ett uttryck för dominans. Att en hummerindivid blir bortskrämd av en annan hummerindivid visade sig dessutom vara kopplat till aggression och kan därmed ses som ett uttryck för underordnad (*Figur 3*).

Populationsdynamiker är densitetsberoende och är känsliga för förändringar av den naturliga miljön (Smith et al., 2001). I områden där hummerpopulationer utsätts för ett högt fisketryck har det visat sig att större hummerindivider, som också kan vara mer dominanta, selekteras bort. Ett högt fisketryck innebär förändring av den naturliga miljön på grund av ett selekterat utplock av en viss typ av hummerindivider och har därmed visat sig ha en påverkan på populationstätheten hos europeiska humrar (Sørdalen et al., 2020). Därmed hittas fler medelstora och stora humrar i Kåvra än i närliggande områden som utsätts för ett fisketryck (Sundelöf, 2021). En ökning i både storlek och abundans av hummerindivider inom

Kåvra som en effekt av skydd har också gett ett högre CPUE inom Kåvra (Bergström et al., 2022). Således kan slutsatsen dras att CPUE mellan skyddade områden och förvaltade områden där fiske bedrivs skiljer sig åt, när det kommer till europeisk hummer. Dilemmat lyder dock att CPUE är högre inom Kåvra som en konsekvens av skydd vilket gör att det inte är överförbart till områden där fiske bedrivs. Dessutom är spridningen från Kåvra är inte tillräcklig för att ge ett högre CPUE i närliggande områden som är öppna för fiske, på grund av omgivande strömmar (Sundelöf, 2021). Dock verkar ett högre CPUE inom Kåvra indikera att området som ett MPA är effektivt när det kommer till att upprätthålla en hummerpopulation med en naturlig täthetsberoende beteendedynamik. En ekologisk effekt av ett fiske på målarter är dessutom ett utplock av individer med speciella egenskaper (Moland et al., 2019). Vid hummerfiske kan det röra sig om ett systematiskt uttag av humrar av en viss storlek från miljön (Sørdalen et al., 2020). Det kan också vara så att vissa hummerindivider är mer benägna att fångas i hummertinor. Till exempel kanske högaktiva och nyfikna hummerindivider har en större sannolikhet att lockas till tinan och fångas. I ett evolutionärt perspektiv kan det innebära att ett fisketryck på europeisk hummer orsakar förändringar hos fiskade populationer, jämfört med populationer skyddade från fiske (Moland et al., 2019).

Enligt Howard (1980) har det visat sig att det finns en relation mellan val av substrat och storlek på hummerindivid. Det är viktigt att ta i hänsyn då merparten av våra hummertinor på Kåvra landade på havsbotten bestående av skalgrus med brist på gömställen i form av stenblock. I praktiken innebär det att en viss typ av hummerindivid, som kanske är modigare och större, har en större chans att närma sig hummertinan. Substratet verkar således selektivt i sig. Även hummertinans placering spelar alltså roll för vad som fångas i den.

Cooper och Uzman (1971) beskriver att humrar skapar gångar och skyddsrum med ett flertal ingångar, med hjälp av omkringliggande stenar. Där även en relation mellan storleken av ingångshålen och storleken på individer har uppvisats. Individuell personlighet kan således också ha en påverkan. Individuellt hummerbeteende har dessutom visat sig vara starkt kopplat till rörelseförmåga, som i sin tur påverkas av ekologiska processer (Smith et al., 2001) som exempelvis förändringar av populationsdynamik.

Hos europeiska humrar har det visat sig att utsöndring av urin spelar en avgörande roll för igenkänning av andra hummerindivider och deras dominansstatus. Generellt är aggressionsbeteenden hos europeiska humrar kopplat till en utsöndring av urin som fungerar som en kemisk signalering. Hierarkiskdominans baserad på storleksstrukturerad konkurrens existerar hos europeiska humrar och stabila hierarkier fungerar för att varje individ vet sin plats (Skog et al., 2009). En viktig komponent för att detta skall fungera är igenkänningsmöjlighet av andra

individer. Förmåga att känna av aggressionsnivå eller dominansstatus är möjlig när individerna använder sig av signaler utåt som matchar det inre tillståndet.

För att vara trovärdig behöver denna ledtråd vara tillräckligt kostsam för att eliminera risken för fusk (Maynard-Smith & Harper 2003). En relativt ny upptäck är att den europeiska hummern dessutom utför ett slags brummande ljud vid agnostiska möten. Ljuden produceras av både dominanta och underordnade hummerindivider (Jézéquel et al., 2020). Upptäckten öppnar upp för att humrar kan kommunicera dominans på ett flertal sätt och över ett flertal olika distanser. Enligt en studie av Skog (2009) kan humrar känna igen en annan dominant individ som den förlorat ett tidigare slag mot. Om det förefaller sig så att en mindre hummerindivid kan känna av att en större dominant hummerindivid är närvarande enbart på lukten kan det innebära att de inte närmar sig hummertinan. Detta kan utläsas i *Tabell 1*.

Information om dominans via kemisk signalering kan alltså avläsas på avstånd (Skog et al., 2009). Slutsatsen kan dras att små humrar kanske väljer att hålla sig på säkert avstånd vid kemisk utsöndring från större dominanta hummerindivider och alltså inte närmar sig hummertinan vid närvaro av större mer dominanta individer, denne känner igen. Förmåga att känna igen aggressiva humrar med hög dominans kan således vara fördelaktigt. Igenkänning av dominanta individer ger mindre hummerindivider får en chans att undvika kamp och följaktligen en onödig förlust av energi. Dessutom kan risken för skador i ett möte med en känd dominant individ minimeras. Slutsatsen kan dras att en liten hummerindivid gärna undviker ett sådant möte i den mån det är möjligt. Naturligt faller sig att hummerindivider som förlorat ett slag, kommer att uppvisa lägre aggressivitet mot samma individ vid ett senare tillfälle. Tillskillnad från om dominans ännu inte etablerats (Skog, 2009).

Populationsdynamiker som dessa kan alltså ha en inverkan på fångsten i hummertinorna, tillsammans med ett selektionstryck orsakat av oss människor på grund av ett selektivt uttag ur populationen vid fiske. Att det kommersiella hummerfisket selekterar bort en viss typ av hummerindivider bidrar också till att en mindre andel större hummerindivider fångas inom området (Sundelöf, 2021). På grund av att uttaget från hummerpopulationen är selektivt kan slutsatsen kan dras att det kan ha en effekt på dominansstrukturer och individuellt hummerbeteende på sikt, när större och mer dominanta individer minskar i antal som en konsekvens av fiske.

5. Slutsats

En högre nivå av dominansbeteenden utförda av stora och mellanstora humrar, jämfört med små humrar, har observerats vid hummertinor i Kåvra i denna studie. Att större individer uppvisat fler uppvisade dominansbeteenden kan tyda på ett storleksstrukturerat konkurrens beteende vid hummertinor. Inom ramen för detta arbete är det svårt att dra en övergripande slutsats, då arbetet är omfattande. Mer data ger tydligare slutsatser och denna studie hade kunnat kompletteras med mer inspelat material från hummertinor utplacerade på ett mer varierat substrat. Därav finns en brist i beteendeträdet berörande få datapunkter då ett avvikande beteende kan påverka utfallet i analysen. Med vidare analys och vidare forskning väntar spännande upptäckter berörande storleksstrukturerade konkurrensbeteenden av humrar runt hummertinor. Denna studie bidrar med en viktig inblick i dominansbeteenden inom en naturlig populationsdynamik inom det marina skyddsområdet Kåvra, som riskerar att förloras i områden som är öppna för fiske, på grund av dess effekter på populationstätheten. Djurbeteenden är komplexa och det finns mycket samverkade faktorer att ta i hänsyn om man vill fördjupa förståelsen för ekologiska samspel i våra hav. Vid ett överfiske riskeras inte enbart en utarmning av den fiskade populationen utan dessutom en förändring av naturliga beteenden på grund av förändrade populationsdynamiker orsakat av ett selektivt utplock av individer ur miljön.

6. Referenser

- Bergström, U., Berkström, C., Sköld, M. (eds.), Börjesson, P., Eggertsen, M., Fetterplace, L., Florin, A-B., Fredriksson, R., Fredriksson, S., Kraufvelin, P., Lundström, K., Nilsson, J., Ovegård, M., Perry, D., Sacre, E., Sundelöf, A., Wikström, A., Wennhage, H. (2022) *Long-term effects of no-take zones in Swedish waters*. Aqua reports 2022:20. Swedish University of Agricultural Sciences. 289 pp.
<https://doi.org/10.54612/a.10da2mgf51>
- Bonner, N. (1979). *Mammals in the Seas*, Vol. 1. Report of the FAO ACMRR working party on marine mammals. FAO. Oryx ; Volume 15, Issue 2, Page 202-203 ; ISSN 0030-6053 1365-3008.
<https://doi.org/10.1017/s003060530002442x>
- Chladek, J., Stepputtis, D., Hermann, A., Kratzer, I. M. F., Ljungberg, P., Rodriguez-Tress, P., Santos, J., & Svendsen, J. C. (2021). *Using an innovative net-pen-based observation method to assess and compare fish pot-entrance catch efficiency for Atlantic cod (Gadus morhua)*. Fisheries Research, 236.
<https://doi-org.bibproxy.kau.se/10.1016/j.fishres.2020.105851>
- Cooper RA., Uzmann JR. (1971) *Migrations and growth of deep-sea lobsters, Homarus americanus*. Science. 1971 Jan 22;171(3968):288-90. doi: 10.1126/science.171.3968.288. PMID: 5538842.
- Dytham, C. (2011). *Choosing and Using Statistics: A Biologists Guide* (3. Ed.). West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Fernández-Chacón, A., Buttay, L., Moland, E., Knutsen, H., & Olsen, E. M. (2021). *Demographic responses to protection from harvesting in a long-lived marine species*. Biological Conservation, 257.
<https://doi-org.bibproxy.kau.se/10.1016/j.biocon.2021.109094>
- Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2004:36) om fiske i Skagerrak, Kattegatt och Östersjön.
<https://www.havochvatten.se/download/18.487db2c018517726e3061969/1671721656338/HVMFS-FIFS%202004-36%20keu%20230101.pdf>

- Jézéquel, Y., Coston-Guarini, J., Chauvaud, L., & Bonnel, J. (2020). *Acoustic behaviour of male European lobsters (Homarus gammarus) during agonistic encounters*. *The Journal of Experimental Biology*, 223(Pt 4).
<https://doi.org/10.1242/jeb.211276>
- Kleiven, P. J. N., Espeland, S. H., Olsen, E. M., Abesamis, R. A., Moland, E., & Kleiven, A. R. (2019). *Fishing pressure impacts the abundance gradient of European lobsters across the borders of a newly established marine protected area*. *Proceedings: Biological Sciences*, 286(1894), 1-8.
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.26631129&lang=sv&site=eds-live>
- Maynard-Smith MJ, Harper D. 2003. *Animal signals*. Oxford: Oxford University Press. 166pp.
https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=SUA51MeG1lcC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Smith+and+Harper+2003&ots=zONyiA_pn_&sig=5oat99WuBDFlaRRs6e3SGOWL8dw&redir_esc=y#v=onepage&q=Smith%20and%20Harper%202003&f=false
- Myers, R.A., & Worm, B. (2003). *Rapid worldwide depletion of predatory fish communities*. *Nature*, 423, 280-283.
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edscal&AN=edscal.14747745&lang=sv&site=eds-live>
- Skog, M., Chandrapavan, A., Hallberg, E., & Breithaupt, T. (2009). *Maintenance of dominance is mediated by urinary chemical signals in male European lobsters, Homarus gammarus*. *Marine and Freshwater Behaviour & Physiology*, 42(2), 119–133. <https://doi.org/10.1080/10236240902833729>
- Skog, M. (2009). *Intersexual Differences in European Lobster (Homarus gammarus): Recognition Mechanisms and Agonistic Behaviours*. *Behaviour*, 146(8), 1071–1091. <https://doi-org.bibproxy.kau.se/10.1163/156853909X406437>
- Smith, I. P., Jensen, A. C., Collins, K. J., & Matthey, E. L. (2001). *Movement of wild European lobsters Homarus gammarus in natural habitat*. *Marine Ecology Progress Series*, 222, 177–186. <https://search.ebscohost-com.bibproxy.kau.se/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.24865323&lang=sv&site=eds-live>.
- Sundelöf A, Bartolino V, Ulmestrand M, Cardinale M (2013) *Multi-Annual Fluctuations in Reconstructed Historical Time-Series of a European Lobster (Homarus gammarus) Population Disappear at Increased Exploitation Levels*. *PLOS ONE* 8(4): e58160. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058160>

- Sundelöf, A (2021) *Väleräkning 2020*. Leverans från projektet Kunskapsuppbyggnad fritidsfiske. SLU Aqua, Dnr:1483–2020.
- Sørdalen, TK., Halvorsen, KT., Vøllestad, LA., Moland, E. & Olsen EM. (2020). *Marine protected areas rescue a sexually selected trait in European lobster*. *Evolutionary Applications*, 13(9), 2222–2233.
<https://doi.org/10.1111/eva.12992>
- Van Der Meeren, G. I., & Uksnoy, L. E. (2000, January 1). *A comparison of claw morphology and dominance between wild and cultivated male European lobster*. *AQUACULTURE INTERNATIONAL*, 8(1), 77–94.
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1009225001318>
- Øresland, V. (2019). *The polychaete Histriobdella homari and major groups of epibionts on the European lobster, Homarus gammarus and other decapods*, *Crustaceana*, 92(2), 189-203.
<https://doi.org/10.1163/15685403-00003865>

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till mina handledare Peter Ljungberg och Andreas Sundelöf för ett mycket tålmodigt handledande under hela projektets gång. Tack för att inga frågor kändes för dumma för att ställas. Jag vill också rikta ett tack till SLU aqua för att jag fick chansen att göra mitt exjobb i samarbete med dom.

Slutligen vill jag tacka Elinor Palm och Sofia Haffling för noggrann och frivillig korrekturläsning av en tidigare version av denna rapport. Ett perfekt botemedel mot trötta slarvfel. Tack!

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.