



Vem äter blåstång?

**– Medborgarforskning som en metod för att undersöka
blåstångens evertebratsamhällen i Skärgårdshavet**

Pro gradu-avhandling

Åbo Akademi

Miljö- och marinbiologi, Fakulteten för naturvetenskaper och teknik

Anniina Nieminen, 40777-403-2016

Handledare: Henna Rinne & Tiina Salo

2022

Anniina Nieminen, 2022

Vem äter blåstång?

– Medborgarforskning som en metod för att undersöka blåstångens evertebratsamhällen i Skärgårdshavet

Pro gradu-avhandling, 33 s

Sammanfattning

Medborgarforskning är en typ av forskning där allmänheten aktivt deltar i forskningen. Medborgarforskning kan fungera som stöd till traditionell forskning samt utöka allmänhetens kunskap om miljön. Blåstång är en ikonisk Östersjöart som erbjuder mat och habitat för fiskar och evertebrater. Det är väl känt vilka arter som lever vid blåstång men det finns väldigt lite information om hur evertebratsamhällen varierar bland annat längs med eutrofieringsgradienter. Avsikten med denna studie var att evaluera lämpligheten av medborgarforskning som en metod i marin ekologisk forskning, samt att studera hur blåstångens evertebratsamhällen varierar längs en eutrofieringsgradient (dividerat i bra, tillfredställande och dålig eutrofieringsklass). Data samlades i Skärgårdshavet på tre olika sätt: Medborgare samlade data med en enkel medborgarforskningsmetod, forskare samlade in kontrolldata med samma medborgarforskningsmetod, och data samlades in även med en traditionell forskningsmetod. Medborgardata och kontrolldata var lika, vilket betyder att när metoden är enkel kan medborgare samla in data av lika bra kvalitet som forskare. Däremot skilde medborgar- och kontrolldata signifikant från traditionella forskardata. Detta berodde på att den traditionella forskningsmetoden gav en noggrannare bild av blåstångens evertebratsamhällen än medborgarforskningsmetoden. Tångmärlor var typiska för den dåliga och tillfredställande statusklassen i båda metoderna, även om det var inte möjligt att fånga och identifiera små tångmärlor med medborgarforskningsmetoden i samma utsträckning som med den traditionella forskningsmetoden. Abundansen av slamkrabor (*Rhithropanopeus harrisi*) var högre med medborgarforskningsmetoden än med den traditionella forskningsmetoden. Slamkrabor observerades bara i den dåliga och tillfredställande statusklassen med båda metoderna. Stora och långsamma djur såsom slamkrabor kan vara lämpligare för att studera med hjälp av medborgarforskning än små och snabba djur såsom tångmärlor. Resultaten visar att medborgarforskning kan tillämpas i marin ekologisk forskning, men marknadsföring kräver arbete och forskningsmetoden måste vara tillräckligt enkel.

Nyckelord: *Fucus vesiculosus*, eutrofiering, betare, artsammansättning, Östersjön

Åbo Akademi University
Environmental and Marine Biology
Anniina Nieminen, 2022

Who eats bladderwrack?

– Citizen science as a method to study bladderwrack's invertebrate communities in the Finnish Archipelago Sea

M.Sc. Thesis, 33 pp

Abstract

Citizen science is a type of research that includes active participation from the public. Citizen science can be a good addition to more traditional scientific research, while also contributing to knowledge that citizens have about the environment. Bladderwrack is an iconic species of the Baltic Sea; it is easy to recognize, and it provides food and habitat to fishes and invertebrates. The species that live in bladder wrack are well known but only little research on how invertebrate communities vary between different eutrophication gradients exist. The goal of the study was to evaluate the suitability of citizen science as a method in marine ecological research and to study how the invertebrate communities of bladderwrack vary within a eutrophication gradient (divided in good, moderate, and poor eutrophication status areas). The data was collected in the Finnish Archipelago Sea in three different ways: Citizens collected data with a simple citizen science method, researchers collected control data with the citizen science method, and data was also collected with a traditional research method. Citizen science data and control data were similar, which means that when the method is simple, citizens can collect high quality data. When the citizen science data and control data were compared with the traditional research data, there were significant differences. That was because the traditional research method gave a more detailed picture of bladderwrack's invertebrate communities than the citizen science method. Amphipods were typical for the bad and moderate status classes in both methods, but it was not possible to catch and identify small amphipods with the citizen science method to the same extent as in the traditional research method. The abundance of harris mud crabs (*Rhithropanopeus harrisii*) was larger in the citizen science method than in the traditional research method. Harris mud crabs were only observed in the poor and moderate status classes in both methods. Large and slow animals, such as harris mud crabs, can be better study objects for citizen science than small and fast animals, such as amphipods. The results show that citizen science can function in marine ecological research, but marketing requires work, and the study method must be simple enough.

Key words: *Fucus vesiculosus*, eutrophication gradients, grazer, species composition, Baltic Sea

Innehåll

1. Introduktion	1
1.1. Blåstång i Östersjön	1
1.2. Evertebrater i blåstångsbältet	2
1.3. Medborgarforskning.....	4
1.4. Syftet med studien.....	6
2. Material och metoder.....	7
2.1. Undersökningsområde.....	7
2.2. Forskningsmetoder	7
2.2.1. Provtagning genomförd av forskare	8
2.2.2. Provtagningsmetod för medborgarforskning.....	8
2.3. Marknadsföring av medborgarforskning.....	9
2.4. Tidsanvändning i olika metoder.....	10
2.5. Statistiska analyser	11
3. Resultat	12
3.1. Medborgarforskning.....	12
3.2. Jämförelse av olika metoder.....	14
3.2.1. Jämförelse av medborgardata med kontrolldata	14
3.2.2. Jämförelse av medborgardata och kontrolldata med forskardata	15
3.2.3. Tidsanvändning i de olika metoderna.....	16
3.2.4. Jämförelse av artsamhällen i de olika statusklasserna och provtagnings-metoderna	17
4. Diskussion	21
4.1. Medborgarforskning.....	21
4.2. Jämförelse av de olika metoderna	22
4.2.1. Medborgardata och kontrolldata	22
4.2.2. Medborgardata och kontrolldata jämförda med forskardata	22
4.2.3. Tidsanvändning i de olika metoderna.....	23
5. Konklusioner	26
6. Tillkännagivanden	27
7. Referenser	28

1. Introduktion

1.1. Blåstång i Östersjön

Blåstång (*Fucus vesiculosus*) är en brunalg som förekommer i norra Atlanten. I östra Atlanten förekommer den från sydliga Grönland och Vita havet till norra Afrika. I Östersjön förekommer blåstång från Kattegatt till Bottenhavet.

Ökade utsläpp av näringsämnen i kustområden har förändrat på makroalgernas samhällsstruktur och artsammansättning. Kortlevande och snabbväxande arter har blivit allmännare medan långsamväxande fleråriga arter har minskat i Östersjön (Eriksson et al. 2002; 1998). Övergödning i kustområdena har minskat genomträngningen av ljus i vattnet, samtidigt som den har lett till en ökad mängd epibionter, spatial konkurrens mellan arter, sedimentering och betning vilka i sin tur har bidragit till minskning i mängden blåstång (Kangas et al. 1982). Blåstången började minska på 1980-talet i Östersjön. Före 1980-talet växte blåstång till och med på 10–11 meters djup, men efter det har växtdjupet minskat till dagens maximum på ca tre meter (Vahteri & Vuorinen 2016). Ökade näringsmängder och betning av tånggråsuggor har konstaterats bidra till denna minskning speciellt i skärgården i sydvästra Finland och på östra Åland (Kangas et al. 1982, Rönnberg 1984). Blåstången har inte helt återhämtat sig i området (Rinne & Salovius-Laurén 2019). I vissa andra områden har blåstång ökat, och dessa lokala förbättringar av blåstångens tillstånd beror troligtvis på förbättringar i vattenkvalitet (Nilsson et al. 2004).

Sedimenteringen minskar eller till och med förhindrar rekrytering av blåstång, men inte nödvändigtvis rekrytering av andra konkurrerande algarter (Eriksson & Johansson 2003; 2005). Också skadliga effekter av näringsämnen på utvecklingen av rhizoider (rotliknande delar av blåstång som ger stöd och fäste) och konkurrens med trådalger minskar blåstångens rekryteringsframgång (Bergström et al. 2003; Råberg et al. 2005). När näringsämnen är lätt tillgängliga, klarar de snabbtillväxande och kortlevande arterna sig bättre än de fleråriga arterna (såsom blåstång) på grund av deras större yta-till-volymförhållande och opportunistisk rekrytering av sporer (Karez et al. 2004; Hoffmann & Ugarte 1985). Även betning av tånggråsuggor kan effektivt minska täckningen av makroalger och förändra artsammansättning (Korpinen et al. 2007 b). I ett experiment av Worm et al. (1999) minskade betare täckning av trådalger, vilket ledde till att blåstång fick mera tillväxtyta. Därmed kan betning också bidra negativt till blåstångens tillstånd. Till exempel kan betning på blåstångens groddplantor minska rekryteringsframgång hos blåstång (Korpinen et al. 2007b).

1.2. Evertebrater i blåstångsbältet

Blåstång är en viktig art i Östersjöns ekosystem och näringsväv eftersom den erbjuder mat och habitat för många evertebrater och små fiskar. Försvinnandet av habitatbildande arter som blåstång kan förändra fisk- och evertebratsamhällen (Edgar et al. 2004). Till exempel i en studie av Wikström och Kautsky (2006) var den totala djurbiomassan hälften lägre i lokaler som saknade blåstång än vad den var i lokaler som hade blåstång. Några av de allmännaste ryggradslösa djuren i blåstångsbältet i norra Östersjön är tånggråsugga (*Idotea* spp), märkräfta (*Gammarus* spp.), båtsnäcka (*Theodoxus fluviatilis*), tusensnäcka (*Hydrobia* spp.), blåmussla (*Mytilus trossulus*), och slamkrabba (*Rhithropanopeus harrisi*) (Jormalainen et al 2016).

Tånggråsuggan är den huvudsakliga betaren av vuxen blåstång. På hösten när tätheten av tånggråsuggor kan bli över 100 individer per en blåstångsruska (Korpinen et al. 2010), kan de äta upp till 60–70 % av blåstångens biomassa (Haavisto & Jormalainen 2014). Ibland kan blåstång bli helt ”bladlös” på grund av betning (Kangas et al. 1982). På vintern minskar herbivori när tätheten av tånggråsuggor blir lägre.

Betning på sporer, spridningskroppar och groddplantor kan ha en starkare inverkan på samhällsstrukturen än betning på vuxna makroalger (Korpinen et al. 2007 b). Märkräftor och snäckor betar på rekryteringsstadier av makroalger, perifytiska mikroalger och koloniformande kiselalger som växer på blåstången (Korpinen et al. 2007a). Till och med 80 % av tidiga rekryteringsstadier av blåstång kan elimineras av herbivorer (Korpinen et al. 2007b). Båtsnäckan äter etablerade zygoter och tidiga livsstadier av blåstång (Malm et al. 1999), medan tusensnäckan äter mikroalger och troligtvis också små sporer av makroalger (Blanchard et al. 2000; Korpinen et al. 2007 b). Malm et al. (1999) upptäckte att båtsnäckor kan vara effektiva i att minska på densitet av groddplantor, men de kan inte äta alger som är större än 6 mm. Betning av rekryteringsstadier kan påverka abundansen av makroalger, men dess möjliga inhiberande effekter på konkurrens om utrymme mellan blåstång och ettåriga arter i näringsrika förhållanden har fått endast lite uppmärksamhet (Korpinen & Jormalainen 2008).

Tillgång till näringsämnen kan modifiera betningseffekter genom att förändra betares födopreferenser (Russell & Connell 2005). Till exempel näringsrik blåstång är bättre föda (högre näringskvalitet) för tånggråsuggor än blåstång som vuxit i näringsfattigare miljöer (Hemmi & Jormalainen 2002). Beroende på hur täckt substraten redan är och mängden näringsämnen, påverkar betning blåstång på

olika sätt (Korpinen & Jormalainen 2008). I eutrofierade förhållanden kan både båtsnäckor och tusensnäckor minska rekrytering av blåstång (Worm et al. 1999).

Biomassaackumulering av trådalger sker på bekostnad av den fleråriga, habitatbildande blåstången, vilket leder till mindre mångfaldiga litorala habitat med färre ekosystemtjänster än vad fleråriga makrofyter erbjuder (såsom bindning av kol och näringsämnen, erbjudande av habitat för fiskyngel och förökning av fisk) (Jormalainen et al. 2016). Herbivorer kan effektivt minska trådalger som annars skulle ta över fleråriga alger under näringsrika förhållanden (Korpinen et al. 2007 b). Även om betare äter både ettåriga och fleråriga arter, har de en positiv effekt på fleråriga arter genom att minska konkurrens och förhindra uteslutning genom konkurrens och därmed främja en högre diversitet (Worm et al. 1999). Snäckor som äter epifyter som konkurrerar om ljus och näringsämnen med makroalger kan ha positiva effekter på makroalger (Jormalainen et al. 2003). Snäckor kan fördubbla blåstångens tillväxthastighet när de äter på epifyter jämfört med blåstång utan betande snäckor (Honkanen & Jormalainen, 2005). Däremot är märkräftor mer effektiva att kontrollera trådalger (Eriksson et al. 2011).

Invasiva krabbarter kan minska abundansen av nativa invertebrater (Epifanio 2013). Slamkrabban upptäcktes för första gången i södra och sydöstra delar av Östersjön år 1936 och senare den har spridit sig längs finska kusten och Rigabukten (Kotta & Ojaveer 2012). I Skärgårdshavet upptäcktes den för första gången år 2009 och efter det spred den sig till åtminstone 80 kända ställen ca 30 km väst, söder och sydöst från ställen av den första upptäckten (Fowler et al. 2013). Nuförtiden finns den nordligaste kända populationen i Bottenhavets södra delar (Mustasaari 2021). I Östersjön hittas arten i många olika habitater, men den föredrar habitat med vegetation och algsamhällen dominerade av blåstång (Aarnio et al. 2015). Slamkrabban äter många olika litorala mollusker och kräftdjur (Hegele-Drywa & Normant 2009; Forsström et al. 2015). Den har en flexibel och omnivorisk diet som varierar med tillgången till bytesdjur och dess livshistoriestadie (Hegele-Drywa & Normant 2009; Aarnio et al. 2015). Det finns inga nativa krabbarter i norra Östersjön och därför kan denna funktionellt nya predator ha en stark inverkan på de bentiska samhällena (Jormalainen et al. 2016). År 2014 minskade tillväxten av blåstång till hälften vad den var tidigare. Samtidigt observerades många slamkrabbor, få herbivora invertebrater och mycket trådalger på blåstång. Eftersom bytesdjur inte har kunnat utveckla antipredatorbeteenden mot invasiva predatorer, kan dessa predatorer ha starka effekter på deras bytesdjurpopulationer (Paolucci et al. 2013). Slamkrabbor föredrar att äta många olika litorala mollusker och kräftdjur i stället för blåmusslor (Forsström et al. 2015). Det verkar som att blåstången lider av konkurrens med trådalger, som blir mera abundanta i ställen där betare inte kontrollerar deras

tillväxt (Forsström et al. 2015). Genom att förändra invertebratsamhällen dominerade av betare och depositionsätare till ett samhälle dominerat av musslor, kan slamkrabban avsevärt förändra ekosystemfunktion (Jormalainen et al. 2016).

Trots att eutrofieringen har identifierats som den viktigaste orsaken till blåstångs minskning i Skärgårdshavet (Kangas et al. 1982, Vahteri & Vuorinen 2016), är det möjligt att betare har bidragit till att blåstången inte kunnat återhämta sig från nedgången på 1980-talet. I dagens läge, har det inte varit möjligt att evaluera evertebraternas påverkan på blåstång, eftersom det inte har funnits tillräckligt med kunskap om och hur mängden betare varierar mellan olika miljöer och kustområden (Rinne & Salovius-Laurén 2019).

1.3. Medborgarforskning

Medborgarforskning (citizen science) är ett kostandeffektivt sätt att samla in data från breda geografiska och tidsmässiga skalor. Medborgarforskning kan användas till exempel för vetenskaplig forskning, vid utveckling av naturskyddspolicyn och för att främja medvetandet om miljön (Earp & Linconti 2020). Med hjälp av medborgarforskning är det möjligt att samla in mera vetenskapliga data än vad forskare kan samla själv. Denna kan vara en speciellt viktig metod för framtida marina forskningen under global förändring och finansiella svårigheter, när det behövs mera information.

Medborgarforskning har inte använts lika mycket i marin forskning som den är i forskning utförd på land. Enligt Wiggins & Crowston (2011) kan medborgarforskningsprojekt delas i fem grupper: (1) projekt som utmanar allmänheten att delta i lokala ärenden såsom insamling och kategorisering av marint skräp; (2) konserveringsprojekt såsom återställning av korallrev; (3) forskningsprojekt som samlar data för ett vetenskapligt syfte, såsom kontrollering av invasiva arter; (4) virtuella projekt såsom online-fotoanalys och (5) utbildningsprojekt med målet att nå så många deltagare som möjligt. Även om det finns olika teman för medborgarforskning, är syftet av projekten ofta att samla in data för att besvara en vetenskaplig fråga eller driva policy, samt att gynna medvetenheten och kunnigheten om miljön (Garcia-Soto et al. 2017).

En utmaning med medborgarforskning är att motivera deltagare: först motivering av utomstående att delta i projektet och sedan att motivera dem att fortsätta med projektet (Rotman et al. 2012). Rekrytering av deltagare till marina medborgarforskningsprojekt sker ofta genom samarbete med etablerade naturorganisationer och vattensportklubbar (Earp & Linconti 2020). Nuförtiden är online-

verktyg som projekthemsidor och sociala medier ett lätt sätt att rekrytera deltagare. Många projekt föredrar vuxna deltagare men även barn kan delta i projekt tillsammans med vuxna. Medborgarforskningsprojekt kräver inte alltid någon utbildningsbakgrund, utan deltagarna blir vana vid metoder genom att följa enkla instruktioner eller efter att ha genomgått en mer specifik utbildning för projektet (Earp & Linconti 2020). Många projekt kommunicerar också med deltagarna genom hemsidor, nyhetsbrev eller sociala medier för att uppdatera deltagarna om projektets genomförande och uppmuntra vidare deltagning i projektet. Undersökningar kräver ofta att deltagarna rapporterar om abundansen, närvaro eller frånvaron av olika arter (Earp & Linconti 2020).

Medborgarforskningen strävar efter att uppnå samma trovärdighet som akademisk forskning, men ofta på grund av begränsade resurser finns det högre kvantitet än kvalitet av data (Tulloch et al. 2013). För att kontrollera kvaliteten på insamlade data kan resultat rapporterade av medborgarforskare jämföras med resultat rapporterade av egentliga forskare (Thiel et al. 2014). Earp & Linconti (2020) utvärderade att endast 19,2 % och Thiel et al. (2014) att 55,1 % av de data som insamlats genom medborgarforskning var av tillräckligt hög kvalitet för att användas i analyser. Kosmala et al. (2016) och Schläppy et al. (2017) konstaterar däremot att data insamlade av medborgarforskare når eller överskrider kvalitetsstandarder och medborgarforskning kan hjälpa till att upptäcka viktiga ekologiska trender. Delaney et al. (2008) upptäckte en hög kvalitet av data i sitt medborgarforskningsprojekt där frivilliga identifierade invasiva och nativa krabbarter: skolbarn identifierade 80–95 % av arterna rätt och universitetsstudenter var även noggrannare i identifieringen, vilket hänvisar till att ålder och utbildningsbakgrund kan vara viktiga faktorer för datakvalitet. Därför är det viktigt för ett framgångsrikt medborgarvetenskapsprojekt att forskningsämnet passar ihop med målgruppen. Andra faktorer som bidrar till bättre datakvalitet är deltagarnas erfarenhetsnivå (Jiguet 2009) och grundlig utbildning i metoden som används i projektet (Edgar & Stuart-Smith 2009). Medborgarforskning kan ibland vara systematisk avvikande och felaktigt, såsom att arter misidentifieras på artnivå. Detta kan minimeras med datasammanfattningar på en mer generell skala, såsom familjenivå i stället för artnivå (Gouraguine et al. 2019), eller diskvalificera data som avviker betydligt från data samlad av forskare (Culver et al. 2010). En orsak för att medborgarforskning inte oftare används inom akademisk forskning kan vara att forskare inte litar på att data skulle vara väl mottagna av deras kollegor (Riesch & Potter 2014).

Med hjälp av medborgarforskning kan data samlas in i stora områden och långa tidsperioder, och arter med låg abundans, såsom sällsynta och invasiva arter, kan detekteras effektivt (Dickinson et al. 2010, 2012). Deltagare har möjlighet att bättre förstå tillståndet av den marina miljön och hot som

människor orsakar mot den (såsom utsläpp av näringsämnen), vilket kan leda till mer hållbart beteende och mer positiv inställning mot vetenskapen och policy (Schläppy et al. 2017). Allt som allt, de positiva sidorna av medborgarforskning är ofta viktigare än de negativa och medborgarforskning kan vara till stor nytta inom marin forskning och naturvård (Silvertown 2009).

Blåstång är en ikonisk Östersjöart som är bekant för många som rör sig i Skärgården. Eftersom den förekommer också i grunt strandvatten är den en bra art för att testa medborgarforskning i marin ekologi. Arter och artgrupper som befinner sig vid blåstången är ganska få och lätta att identifiera. Information om geografisk variation i blåstångens evertibratsamhällen saknas, så medborgarforskning skulle också därför kunna vara en lämplig metod för att undersöka djursamhällens variation i olika miljöer.

1.4. Syftet med studien

Syftet med studien är att i) evaluera lämpligheten av medborgarforskning som en metod i marin ekologi och ii) studera hur betare associerade med blåstång varierar längs eutrofieringsgradienter i Skärgårdshavet. Medborgarforskning används för att studera variation i artsammansättning och mängden individer av olika arter längs eutrofieringsgradienter. Arbetsmängden och datakvaliteten mellan medborgarforskning och forskning utförd av forskare evalueras. Om data insamlade genom medborgarforskning är av tillräckligt hög kvalitet och med lägre tidsanvändning än data insamlade av forskare, kan medborgarforskning vara en nyttig metod även för framtida forskning i marin ekologi i Östersjön.

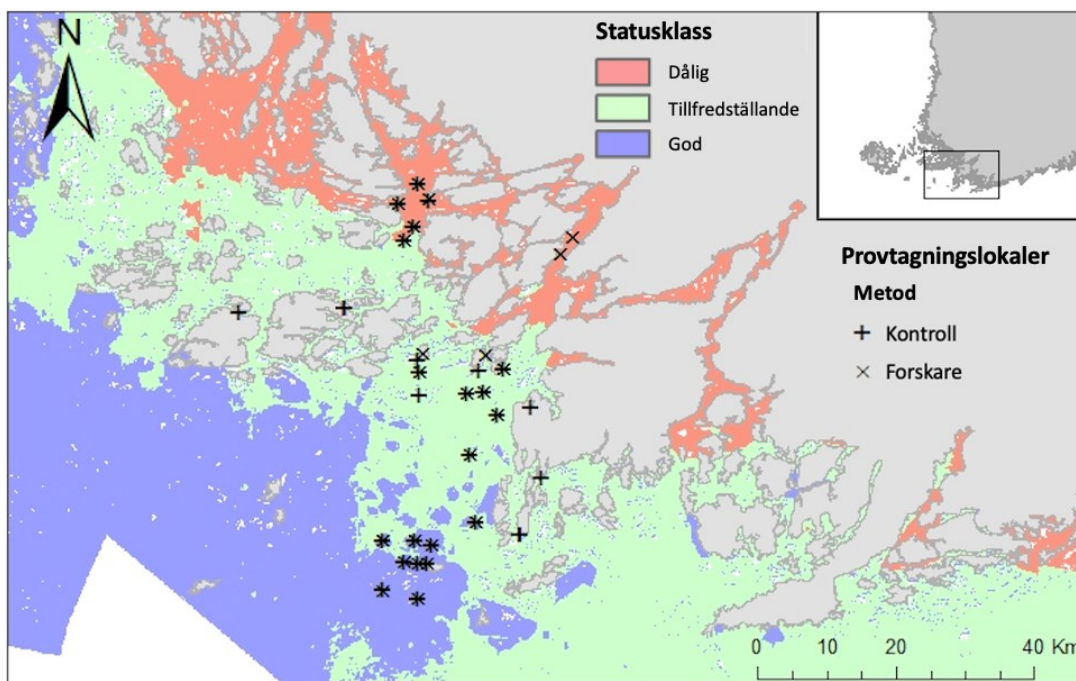
Detta projekt kan klassificeras till den tredje av fem grupper av medborgarforskning (se ovan, Wiggins & Crowston 2011), nämligen forskningsprojekt som samlar data för ett vetenskapligt syfte. Det är också viktigt att nå tillräckligt med deltagare. Samtidigt som projektet bidrar till vetenskaplig kunskap om variation av betare i blåstångsbältet i Skärgårdshavet och hur betare kan påverka abundansen blåstång, siktar projektet också på att förbättra allmänhetens kunskap om undervattensnatur, mångfalden i Östersjön och blåstång som habitat.

2. Material och metoder

2.1. Undersökningsområde

Forskar- och kontrolldata samlades i Skärgårdshavet (**Figur 1**), men medborgardata rapporterades också från andra områden. Undersökningsområdet i Skärgårdshavet utsträcker från innerskärgården (Åbo, Pemarfjärden) till ytterskärgården (Vänö skärgård och sydvästra Kimitoön).

Forskningsområdet fördelades i tre statusklasser: god, tillfredställande och dålig. Statusklasser som beskriver havsområdets tillstånd baseras på Secchi-djupet. Secchi-data baseras på en modell, som har producerats inom VELMU-programmet (Lappalainen et al. 2019). Den här fördelningen användes för alla analyser (se kap. 2.6). Gränsvärdena är 0–2,90 m för dålig, 2,91–4,60 m för tillfredställande och >4,60 m för god (Aroviita et al. 2012).



Figur 1. En karta från Skärgårdshavets område på datapunkter för kontroll- och forskardatapunkter. Kontrolldatapunkter har märkts med kors och forskardatapunkter med kryssar. I områden där kontroll- och forskardatapunkter är nära varandra ser dessa ut som asterisker.

2.2. Forskningsmetoder

Eftersom syftet med forskningen var att evaluera lämpligheten av medborgarforskning som en metod, samlades data både av medborgare och av forskare. Medborgare använde samma enkla

medborgarforskningsmetod som jag använde själv för att samla kontrolldata. Andra forskare (Niilo Salmela, Ellen Rancken och Niklas Niemi) samlade data med traditionella provtagningsmetoder. Överhuvudtaget fanns de tre olika typer data: medborgar-, kontroll- och forskardata.

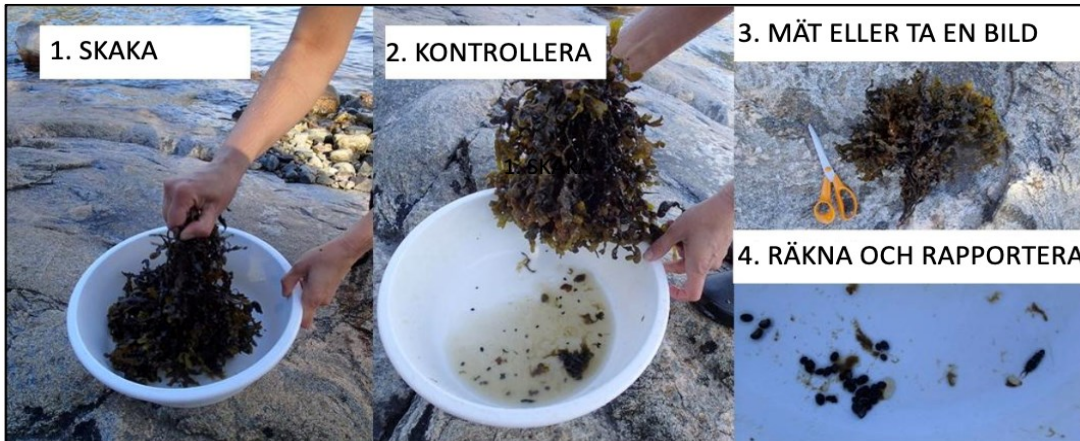
2.2.1. Provtagning genomförd av forskare

Forskardata samlades in från Skärgårdshavet med 41 punkter i den dåliga, 50 i den tillfredställande och 29 i den goda statusklassen (Salmela 2021). Data samlades genom att snorkla i havet, och tre blåstångruskor av 10 – 30 cm med djur togs i samlingspåsar i ca 0,8–1,0 meters djup av den skyddade samt den exponerade sidan av ön. Ruskor hanterades utomhus eller i laboratoriet, där djuren sållades genom ett 0,5 mm-såll och makrofauna förvarades i 70 % etanol. Senare artbestämdes djuren med hjälp av mikroskop och antalet individer av olika arter räknades (för noggrannare information om metodiken, se Salmela 2021).

2.2.2. Provtagningsmetod för medborgarforsking

Mina handledare, Tiina Salo och Henna Rinne, samt Sonja Salovius-Laurén utvecklade en provtagningsmetod som var enkel, lätt att utföra och krävde ingen specifik utrustning eller utbildning. Allt man behövde för provtagningen var ett ämbar eller ett tvättfat, en sax, ett måttband eller kamera och lämpliga kläder för att vada, simma eller snorkla i havet. Först skulle man lösgöra en blåstångruska från botten: man kunde antingen ta hela stenen blåstångruskan växte på eller lösgöra ruskan med hjälp av sax om den växte på en större sten eller klippa (**Figur 2**). Man skulle skaka blåstången i ett fat så att djur föll av och sedan skulle man plocka av mobila djur som möjligen gömde sig vid blåstången. Man skulle sedan mäta blåstången eller ta ett fotografi av den bredvid till exempel sax eller något annat allmänt redskap så att ruskans ungefärliga storlek kunde mätas från ett fotografi. Efter det skulle man identifiera arter eller artgrupper och räkna individer av olika arter och rapportera data (datum och klockslag, djupet, koordinater eller beskrivning på plats, blåstångens längd eller ett fotografi av ruskan bredvid ett känt objekt, antalet individer per art eller artgrupp, samt mängden blåstång i området (0–25 %, 25–50 %, 50–75 %, 75–100 %)) med e-post, Whatsapp- eller textmeddelande till projekts e-postadress eller mobilnummer. Tidsfönstret för datainsamling var juni till september, och endast datapunkter från Skärgårdshavet inkluderades för denna pro gradu-avhandling.

Jag själv använde den samma metod som medborgare för att samla in kontrolldata, för att medborgardata kunde jämföras med kontrolldata och det skulle finnas tillräckligt med data samlade med denna metod för analyser. Kontrolldata var från 31 ruskor (**Figur 1**), varav fem var i dålig statusklass, 18 i tillfredställande statusklass och åtta i bra statusklass.



Figur 2. Ett bildkollage på metoden som användes i anvisningar för forskningsarbetet.

2.3. Marknadsföring av medborgarforskning

För marknadsföring av projektet användes hemsidor, sociala medier, medier, anslag, visitkort och press-meddelande. Det var också meningen att göra skolbesök och dela information i olika evenemang men det var inte möjligt på grund av covid-19.

Jag gjorde hemsidor för projektet i Wix.com med hjälp av mina handledare både på svenska och finska (www.abo.fi/vematerblastang) där det fanns information om blåstång och projektet, anvisningar för forskningsarbetet, en video om forskningsmetoden som visade hur lätt det var att delta, presentation av forskningsgruppen, och länkar till projektets sociala medier. Vi gjorde anvisningar för provtagning både på finska och svenska. Vi inkluderade bilder och en kort beskrivning av de mest allmänna arterna eller artgrupperna som kan hittas inom blåstångsbältet för att hjälpa med identifieringen: vanlig tånggråsugga (*Idotea* spp.), tångmärla (*Gammarus* spp.), tångräka (*Palaemon* spp.), båtsnäcka (*Theodoxus fluviatilis*), tusensnäcka (*Hydrobia* spp.), blåmussla (*Mytilus trossulus*), slamkrabba (*Rhithropanopeus harrisi*) och oval dammsnäcka (*Radix Balthica*).

Vi fäste 50 anslag och delade ut visitkort i gästhamnar och andra ställen i Åbo och skärgården, för att informera människor som rör sig i Skärgården om projektet. Anslag fungerade som annons för projektet och hade en länk och en QR-kod till våra hemsidor (**Figur 3**). Anslag och visitkort

distribuerades i Nådendal, Pargas, Pargasport, Nagu, Korpo, Gustavs, Tövsala (fin. *Taivassalo*), Kimitö, Dalsbruk och Kasnäs. På sociala medier gjorde vi 14 inlägg på Instagram, 16 inlägg på Facebook, en betald reklam på Facebook och 14 tweetar i Twitter. Åbo Akademis pressmeddelande om projektet publicerades den 16.6.2020, och efter det skrevs det om projektet i flera dagstidningar, till exempel *Vakka-Suomen sanomat* (21.7.2020) och *Länsi-Suomi* (26.7). Också Yle gjorde en webbnyhet om projektet (Sandell & Holopainen, 2020) och vi var i TV nyheter i Yle (27.7.2020).

Kuka syö rakkolevää? Vem äter blåstång?

**Osallistu
Itämeritutkimukseen!
Delta i Östersjöforskningen!**

Rakkohauru, eli tutummin rakkolevä on Itämeren tärkeä avainlaji. Auta meitä selvittämään kuinka paljon rakkolevän joukossa on elämää eri puolilla rannikkoja!

Blåstången är en viktig nyckelart i Östersjön. Hjälp oss att ta reda på hur mycket liv det finns i blåstången i olika kustområden!

Kuva/Bild: ÅlandSeaMap, Åbo Akademi

Lue lisää tutkimuksesta www.abo.fi/kukasyorakkolevaa
Läs mer om forskningen www.abo.fi/vematerblastang

Tutkimusaika / Forskningens tidpunkt 2020-2021

#kukasyorakkolevaa #ravistapuskaa
#vematerblastang #skakarуска

Åbo Akademi

Figur 3. Anslag för projektet som distribuerades till blad annat gästhamnar.

2.4. Tidsanvändning i olika metoder

Tidsanvändningen jämfördes mellan medborgarforskningsmetoden och forskarmetoden, för att evaluera metodernas effektivitet. Antalet dagar som användes för fältarbete och laborierarbete i forskarmetoden räknades från Excel-tabeller som innehöll fält- och laborierdata. För medborgarforskningsmetoden, uppskattades dagar som användes för olika aktiviteter (konstruering och uppdatering av hemsidor och sociala medier, utdelning av anslag och visitkort osv.) som behövdes för att annonsera projektet och nå ut till medborgare.

2.5. Statistiska analyser

Inom medborgarforskningsmetoden jämfördes data som samlades in av allmänheten med kontrolldata som jag samlade in själv för att evaluera om det fanns skillnader beroende på vem som hade utfört forskningen (allmänheten eller forskare). Data från medborgare och kontrolldata jämfördes också med data insamlade av forskare med den noggrannare forskarmetoden för att evaluera skillnader mellan de olika metoderna.

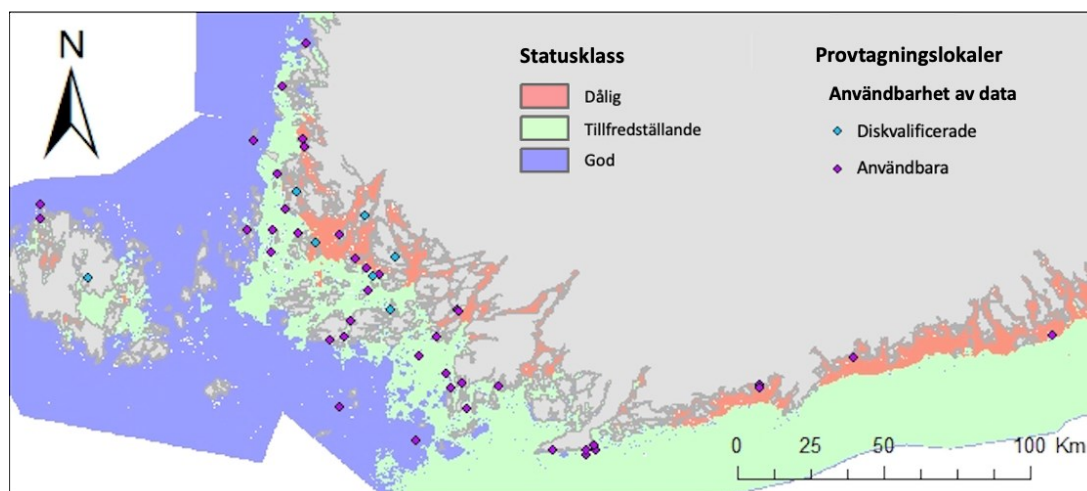
Användbara datapunkter inom medborgardata togs från rapporteringar som klart beskrev hur många individer det fanns av olika arter eller artgrupper och därför kunde accepteras till analyser, medan diskvalificerade datapunkter hade bristfälliga data eller en lös flytande algruska. Eftersom data om arter eller artgrupper som samlades in med medborgarforskningsmetoden inte var på lika noggrann nivå som forskardata grupperades arter i alla data till sex grupper: tångmärlor, tånggråsuggor, snäckor, blåmusslor, räkor och slamkrabbor, så att data insamlade med de olika metoderna var jämförbara.

Alla analyser gjordes i Primer. Medborgardata jämfördes med kontrolldata med NMDS (icke-metrisk multidimensionell skalning, eng. non-metric multidimensional scaling) för att studera om artsamhällen skilde sig från varandra beroende på vem som hade utfört forskningen. Kombinerade medborgar- och kontrolldata jämfördes också med forskardata med NMDS för att forska i om artsamhällen samlade med de olika metoderna skilde sig från varandra. SIMPER-analyser (likhetsprocentanalys, eng. similarity percentages) användes för att evaluera hur olika artsamhällen var mellan kontroll- och medborgardata, samt mellan kombinerade kontroll- och medborgardata och forskardata. SIMPER-analyser användes också för att evaluera olikhet mellan statusklasser inom medborgar- och kontrolldata. Olikheter mellan grupper testades med ANOSIM-analysen (likhetsanalys, eng. analysis of similarities). Data transformerades $n+1$ för PERMANOVA-analyser (permutationsanalys av varians, eng. permutational analysis of variance), som utfördes för att se om det fanns skillnader mellan provtagningsmetoder och/eller statusklasser för varje artgrupp. Om skillnader fanns gjordes därefter parvisa post hoc-tester för att se vilka statusklasser skilde sig från varandra. Likhetsmatriserna (eng. Resemblance matrix) baserade sig på Bray-Curtis dissimilarity av kvadratsrottransformerade data och analyserna baserades på 9999 permutationer.

3. Resultat

3.1. Medborgarforskning

Medborgare från Åland, Skärgårdshavet, södra Bottenhavet och Finska viken deltog i projektet (**Figur 4**). Från alla havsområden fick vi totalt 68 datapunkter, varav 61 (89,7 %) var av tillräckligt hög kvalitet. Från Skärgårdshavet fick vi 36 datapunkter, varav 30 (83,3 %) var av tillräckligt hög kvalitet (**Tabell 1**). Om man ser på de olika statusklasserna separat, var alla data inom den goda statusklassen användbara, men den innehöll bara åtta punkter i alla havsområden och tre i Skärgårdshavet. I den tillfredställande statusklassen i alla havsområden var 91,7 % av punkterna användbara och i Skärgårdshavet var 92,0 % av punkterna användbara. I den dåliga statusklassen i alla havsområden var 78,9 % av punkterna användbara och i Skärgårdshavet var 50 % av punkterna användbara. Orsaker för diskvalificering av data var till exempel att en lös flytande algruska hade använts eller att antalet djur hade räknats men det specificerades inte till vilken art eller artgrupp djuren hörde till.



Figur 4. En karta på alla rapporterade medborgardatapunkter. Diskvalificerade punkter är med turkos och användbara punkter är med violett färg.

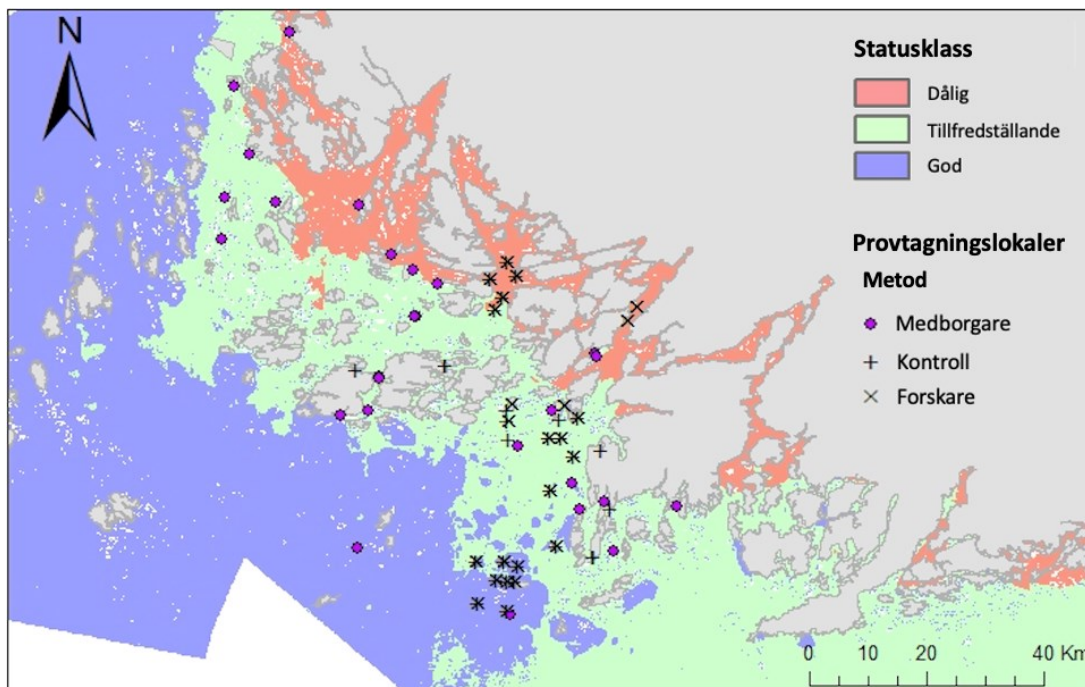
Tabell 1. Medborgardatapunkter av tillräckligt hög kvalitet och totala mängder i Skärgårdshavet och i alla havsområden.

Statusklass	Antal datapunkter av tillräckligt hög kvalitet i Skärgårdshavet	Antal datapunkter av tillräckligt hög kvalitet i alla havsområden
Dålig	4 av 8	15 av 19
Tillfredställande	23 av 25	33 av 36
God	3 av 3	8 av 8
Total	30 av 36	61 av 68

Största delen av datapunkterna i medborgar-, kontroll- och forskardata var från den tillfredställande statusklassen (Tabell 2 och Figur 5). Forskardata var mest jämnt distribuerat mellan de tre olika statusklasserna.

Tabell 2. Fördelning av datapunkter i olika statusklasser för medborgar- kontroll- och forskardata. För medborgardata visas fördelningen skilt mellan Skärgårdshavet och alla havsområden. Bara användbara data har inkluderats.

Statusklass	Medborgare, Skärgårdshavet	Medborgare, alla havsområden	Kontroll	Forskare
Dålig	4	15	5	41
Tillfredställande	23	33	18	50
God	3	8	8	29
Total	30	61	31	120



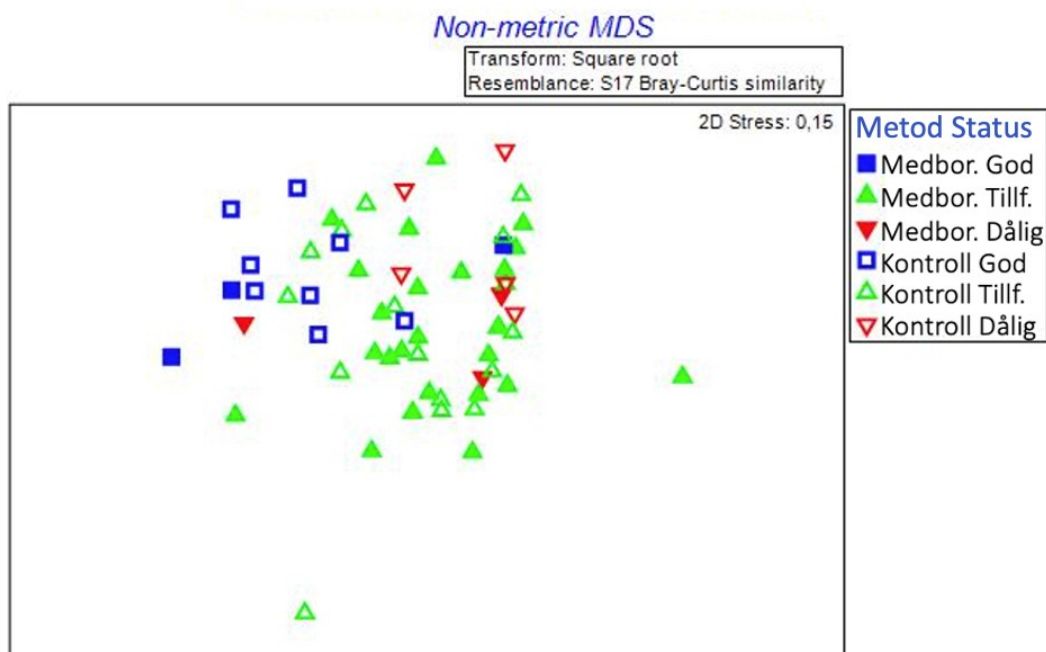
Figur 5. En karta på alla datapunkter av de olika metoderna i Skärgårdshavet.

Medborgare som deltog i forskningen var bland annat barnfamiljer, skolgrupper, biologistuderande, biologer och arkitekter. Några medborgare deltog flera gånger, men de flesta deltog endast en gång. Ruskorna var mellan ca 15 och 60 cm långa, och ca 30 cm långa i medeltal. Oftast togs det bara en ruska per lokal, men ibland togs det upp till tre ruskor per lokal.

3.2. Jämförelse av olika metoder

3.2.1. Jämförelse av medborgardata med kontrolldata

Djursamhällena i proverna från medborgar- och kontrolldata var likadana (Anosim $p = 0,38$; $R = 0,001$) och datapunkterna låg nära varandra i NMDS (**Figur 6**). Artgruppen som mest bidrog till olikheten mellan medborgardata och kontrolldata, var tångmärlor (Simper, **Tabell 3**). Den andra och den tredje artgruppen som mest bidrog till olikheten mellan medborgardata och kontrolldata, var snäckor och blåmusslor. Skillnaderna i abundansen var dock väldigt små. Det fanns två avvikande punkter i NMDS, varav en var en kontrolldatapunkt och en var en medborgardatapunkt inom den tillfredställande statusklassen. Inom den tillfredställande statusklassen, som också hade mest datapunkter, fanns det minst skillnader i djursamhällen mellan medborgar- och kontrolldata.



Figur 6. NMDS av djursamhällena i medborgardata och kontrolldata från Skärgårdshavet. Ifyllda fyrkanter och trekantar illustrerar data från medborgare, medan öppna fyrkanter och trekantar illustrerar kontrolldata. Blåa fyrkanter illustrerar den goda statusklassen, gröna uppåtriktade trekantar illustrerar den tillfredställande statusklassen och röda neråtriktade trekantar illustrerar den dåliga statusklassen.

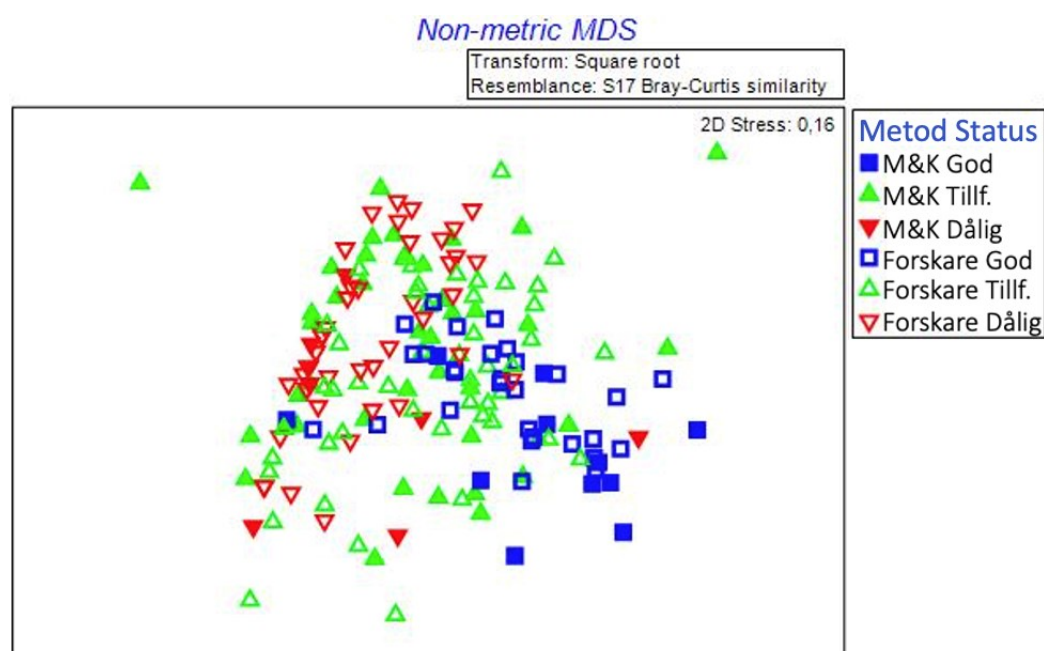
Tabell 3. SIMPER-analys med kontroll- och medborgardata från Skärgårdshavet, som presenterar olikheter mellan djursamhällen i dessa två data.

Kontroll & Medborgare
Genomsnittlig olikhet: 54,84

Artgrupp	Kontroll Genomsnittlig abundans	Medborgare Genomsnittlig abundans	Genomsnittlig olikhet	Olikhet / Standard- avvikelse	Kontribution %
Tångmärlor	4,08	5,30	21,38	1,32	38,98
Snäckor	2,39	2,03	15,67	1,07	28,57
Blåmusslor	1,05	0,58	6,45	0,98	11,76

3.2.2. Jämförelse av medborgardata och kontrolldata med forskardata

Djursamhällena i prover som samlades in med medborgarforskningsmetoden (medborgar- och kontrolldata) och forskarmetoden (forskardata) var signifikant olika (Anosim $p = 0,001$; $R = 0,09$; **Figur 7**). Artgruppen som mest bidrog till olikheten mellan medborgarforsknings- och forskarmetoden var tångmärlor (Simper, **Tabell 4**). Det fanns två avvikande punkter i den tillfredställande statusklassen i medborgar- och kontrolldata (**Figur 7**), vilka var samma som i de föregående analyserna ovan (**Figur 6**).



Figur 7. NMDS av djursamhällen insamlat med kontrolldata och forskardata. Ifyllda fyrkanter och trekantar illustrerar data från medborgare & kontrolldata (M&K) tillsammans, medan öppna fyrkanter och trekantar illustrerar forskardata. Blåa fyrkanter illustrerar den goda statusklassen, gröna upptriktade trianglar illustrerar den tillfredställande statusklassen och röda neråtriktade trianglar illustrerar den dåliga statusklassen.

Tabell 4. SIMPER-analys, som presenterar olikhet i artsamhällen mellan medborgar- & kontrolldata och forskardata. Alla statusklasser är tillsammans.

Genomsnittlig olikhet: 51,52

Artgrupp	M&K Genomsnittlig abundans	Forskare Genomsnittlig abundans	Genomsnittlig olikhet	Olikhet / Standard- avvikelse	Kontribution %
Tångmärlor	4,70	5,66	19,93	1,31	38,68
Snäckor	2,21	2,54	14,87	1,14	28,87
Blåmusslor	0,81	0,66	5,38	0,93	10,45

3.2.3. Tidsanvändning i de olika metoderna

Tidsanvändningen skilde sig mellan medborgarforskningsmetoden och forskarmetoden, om man jämför hur många arbetsdagar det blev för oss forskare. I medborgarforskningsmetoden gick det tid till marknadsföring, medan det i forskarmetoden gick tid till själva fält- och laboratoriarbetet (**Tabell 5**). För att få rapporteringar om medborgarforskningsdatapunkter från allmänheten använde vi ca 20 dagar för olika ändamål som planering av webbsidor, marknadsföring och datalagring. Hälften av medborgardatapunkterna som rapporterades var utanför Skärgårdshavet och kunde därför inte användas till analyser för denna pro gradu-avhandling. Forskardata inom Skärgårdshavet innehöll däremot 120 datapunkter och ca 60 dagar användes för planering av fältarbete, fältarbete, laboratoriarbete och datainlagring. Om man räknar hur många datapunkter som fåtts per dag i medborgarforskning, är det 1,5 datapunkter per dag för punkter i bara Skärgårdshavet, och tre datapunkter per dag för alla havsområden. För forskardata är det två datapunkter per dag.

Tabell 5. Tidsanvändning i de olika metoderna per antalet datapunkter

	Medborgarforskning	Forskare
Hemsidor	5 dagar	-
Planering av fältarbete	-	4 dagar
Promotion	10 dagar	-
Fältarbete	-	9 dagar
Laboratoriarbete	-	40 dagar
Datalagring	5 dagar	7 dagar
Sammanlagt	20 dagar	60 dagar
Antal datapunkter	30 (Skärgårdshavet) / 61 (alla havsområden)	120
Datapunkter / dag	1,5 (Skärgårdshavet) / 3 (alla havsområden)	2

3.2.4. Jämförelse av artsamhällen i de olika statusklasserna och provtagnings-metoderna

De flesta kontroll- och medborgardatapunkterna fanns i den tillfredställande statusklassen. Artsamhällena i den tillfredställande statusklassen delade likheter med både den goda och den dåliga statusklassen (**Figur 6**). Den goda och den dåliga statusklassen skilde sig mest från varandra. Den goda statusklassen hade 2,7 gånger mera snäckor än den tillfredställande statusklassen och 2,5 gånger mera snäckor än den dåliga statusklassen (**Tabell 6, Figur 8b**). Andelen båtsnäckor av alla snäckor var cirka 73 %. Den tillfredställande statusklassen hade mest tångmärlor och den goda statusklassen hade minst tångmärlor (**Tabell 6, Figur 8**).

Tabell 6. SIMPER-analys som presenterar olikhet i artsamhällen mellan olika status-klasser i medborgar- & kontrolldata.

God och tillfredställande status

Genomsnittlig olikhet: 61,94

Artgrupp	God status Genomsnittlig abundans	Tillfred. status Genomsnittlig abundans	Genomsnittlig olikhet	Olikhet / Standardavvikelse	Kontribution %
Snäckor	5,47	1,47	24,40	1,51	39,39
Tångmärlor	2,41	5,51	20,79	1,36	33,57

God och dålig status

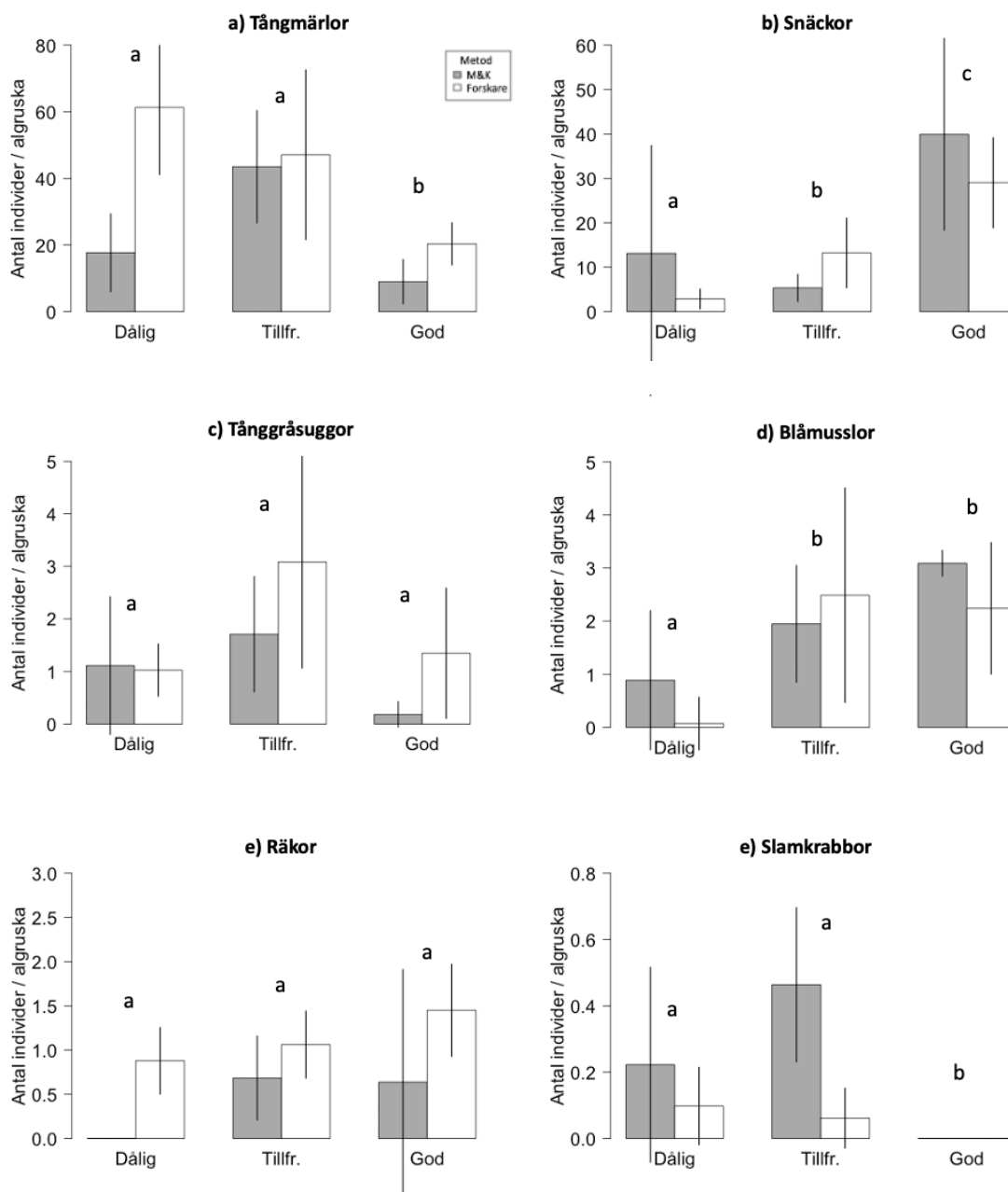
Genomsnittlig olikhet: 62,40

Artgrupp	God status Genomsnittlig abundans	Dålig status Genomsnittlig abundans	Genomsnittlig olikhet	Olikhet / Standardavvikelse	Kontribution %
Snäckor	5,47	1,57	31,45	1,78	50,40
Tångmärlor	2,41	3,78	16,88	1,25	27,05

Tillfredställande och dålig status

Genomsnittlig olikhet: 52,02

Artgrupp	Tillfred. status Genomsnittlig abundans	Dålig status Genomsnittlig abundans	Genomsnittlig olikhet	Olikhet / Standardavvikelse	Kontribution %
Tångmärlor	5,51	3,78	21,53	1,34	41,38
Snäckor	1,47	1,57	12,65	0,98	24,32
Tånggråsuggor	0,74	0,58	6,06	0,86	11,66



Figur 8. Abundans (\pm SE) av individer av olika artgrupper: a) tångmärlor b) snäckor c) tånggråsuggor d) blåmusslor e) räkor och f) slamkrabbor per algruska i medborgar- och kontrolldata (gråa staplar) och forskardata (vita staplar) i de tre statusklasserna: dålig, tillfredställande och god. Bokstäver ovanför staplarna indikerar om skillnader mellan statusklasserna är signifikanta när man jämför båda provtagningsmetoder tillsammans: samma bokstav = icke-signifikanta, olika bokstäver = signifikanta. Notera att y-axlarna har olika skalor för de olika artgrupperna.

Både provtagningsmetod och statusklass hade signifikanta effekter på tångmärlonas abundans (**Tabell 7**). Tångmärlonas abundans var signifikant högre i forskarmetoden (**Tabell 7, Figur 8a**) och abundansen var signifikant lägre i den goda statusklassen jämfört med den dåliga och den tillfredställande statusklassen ($t = 1,96$; $p = 0,017$; respektive $t = 2,46$; $p = 0,003$; **Figur 8a**). Den dåliga och den tillfredställande statusklassen skilde sig inte från varandra ($t = 0,47$; $p = 0,88$). Provtagningsmetodens effekt på snäckornas abundans var icke-signifikant, medan effekten statusklassens effekt var signifikant (**Tabell 7**). Abundansen var signifikant högre i den goda statusklassen jämfört med den dåliga och den tillfredställande statusklassen ($t = 5,77$; $p = 0,0001$; respektive $t = 4,35$; $p = 0,0001$; **Figur 8b**). Också den dåliga och den tillfredställande statusklassen skilde sig signifikant från varandra ($t = 2,51$; $p = 0,0041$; **Figur 8b**). Däremot hade varken metod eller statusklass signifikanta effekter på tånggråsuggornas abundans (**Tabell 7, Figur 8c**).

Provtagningsmetodens effekt på blåmusslors abundans var icke-signifikant, medan statusklassens effekt var signifikant (**Tabell 7**). Abundansen var signifikant lägre i den dåliga statusklassen jämfört med den tillfredställande och den goda statusklassen ($t = 2,74$; $p = 0,0029$; respektive $t = 3,63$; $p = 0,0002$; **Figur 8d**).

Provtagningsmetodens effekt på räkornas abundans var signifikant, medan effekten av statusklass var icke-signifikant (**Tabell 7**). Räkornas abundans var signifikant högre i forskarmetoden än i medborgarforskningsmetoden (**Tabell 7, Figur 8e**).

Både provtagningsmetod och statusklass samt interaktionen av dessa hade signifikanta effekter på slamkrabbans abundans (**Tabell 7**). Slamkrabbans abundans var signifikant högre i medborgarforskningsmetoden än i forskarmetoden (**Tabell 7, Figur 8f**). Slamkrabbans abundans var signifikant lägre i den goda statusklassen (där det inte fanns några slamkrabor) jämfört med den dåliga och den tillfredställande statusklassen ($t = 2,37$; $p = 0,02$; respektive $t = 2,94$; $p = 0,004$; **Figur 8f**). Inom den tillfredställande och den dåliga statusklassen var slamkrabbans abundans signifikant högre i medborgarforskningsmetoden än i forskarmetoden ($t = 3,69$; $p = 0,0002$; respektive $t = 1,11$; $p = 0,2144$; **Figur 8f**).

Tabell 7. Resultaten från PERMANOVA-analyser av olika artgrupper för effekten av provtagningsmetoden, statusklassen, samt provtagningsmetoden och statusklassen kombinerat. Signifikanta p-värden är märkta med en asterisk.

Art/Artgrupp	df	MS	Pseudo-F	p (perm)
Tångmärlor				
Metod	1	7456	4,4166	0,0093*
Status	2	5617,7	3,3237	0,0075*
Metod x Status	2	3816,3	2,2579	0,0517
Residual	174	1690,2		
Snäckor				
Metod	1	2384	1,4082	0,2275
Status	2	28 294	16,713	0,0001*
Metod x Status	2	1551,5	0,91644	0,4521
Residual	174	1692,9		
Tånggråsuggor				
Metod	1	964,46	1,0372	0,322
Status	2	1386,3	1,4908	0,2032
Metod x Status	2	816,51	0,87806	0,4514
Residual	174	929,9		
Blåmusslor				
Metod	1	364,5	0,41056	0,6218
Status	2	4658,2	5,2469	0,0025*
Metod x Status	2	450,54	0,50748	0,6863
Residual	174	142,54		
Räkor				
Metod	1	11 017	18,434	0,0001*
Status	2	851,19	1,4242	0,2267
Metod x Status	2	770,46	1,2891	0,2764
Residual	174	887,8		
Slamkrabbor				
Metod	1	831,93	5,8365	0,0143*
Status	2	644,05	4,5184	0,0096*
Metod x Status	2	427,29	2,9977	0,049*
Residual	174	142,54		

4. Diskussion

Syftet med denna pro gradu-avhandling var att evaluera lämpligheten av medborgarforskning som metod i marin ekologi och att studera hur blåstångens evertebratsamhällen varierar längs eutrofieringsgradienten i Skärgårdshavet. Resultaten från studien visar att datakvalitet i medborgarforskning kan vara hög och att det är möjligt att upptäcka trender i hur evertebratsamhällen varierar mellan olika statusklasser med data erhållen med medborgarforskning. Traditionell forskning ger dock mer detaljerad information om blåstångens evertebratsamhällen än medborgarforskning.

4.1. Medborgarforskning

Marin medborgarforskning har redan använts bland annat för att samla in observationer av algblomningar och prov av vattenkvalitet (Thornhill et al. 2018), observationer av sälar (Wege et al. 2020), havsfåglar och andra marina arter (Reese & Skagen 2017; Donnelly-Greenan et al. 2019), och mikroplaster (Bosker et al. 2017). Forskningsprojektet "Vem äter blåstång" som den här pro gradu-avhandlingen utgör en del av, var det första medborgarforskningsprojektet i Östersjön som studerar ryggradslösa djur.

Denna forskning visar att det är möjligt att samla data av bra kvalitet inom marin ekologisk medborgarforskning. 89,7 % av data som samlades i alla havsområden och 83,3 % av data som samlades i Skärgårdshavet var tillräckligt bra kvalitet att användas, som är hög jämfört med tidigare studier. Earp & Linconti (2020) utvärderade att endast 19,2 % och Thiel et al. (2014) att 55,1 % av data som insamlats genom medborgarforskning var av tillräckligt hög kvalitet för att användas. Det var dock inte möjligt att identifiera och analysera data på artnivå i denna studie, utan det var nödvändigt att generalisera data. Det var ändå möjligt att identifiera funktionella grupper av arter.

De data som rapporterades av medborgare var obalanserade mellan statusklasser. Mängden data från medborgare var inte helt tillräcklig för att analysera skillnader mellan artsamhällen i de olika statusklasserna, utan det var nödvändigt att kombinera medborgardata med kontrolldata för denna analys. Medborgardata samlades dock in från ett bredare område än kontroll- och forskardata. Det skulle ha tagit mycket resurser av forskarna att samla in data från lika många olika områden som medborgarna gjorde, vilket är ofta en viktig orsak för att använda medborgarforskning.

En möjlig orsak till att det flesta diskvalificerade datapunkterna fanns i den dåliga statusklassen kan vara att djuren var mindre och därför svårare att identifiera i den sämsta statusklassen. En annan möjlig orsak kan vara att den dåliga statusklassen ligger närmare fastlandet, vilket kan leda till att människor med lite erfarenhet av undervattensnatur oftare tar prov från dessa områden. Det är möjligt att människor med mera erfarenhet av undervattensnatur oftare tar sig till områden med bättre statusklass (ytterskärgården).

Många deltagare lärde sig om faunan i blåstång genom att delta i projektet. Mängden data är inte den enda viktiga aspekten i medborgarvetenskap. Det är också viktigt att öka kännedomen om temat bland medborgare (Wiggins & Crowston 2011). I detta projekt strävade vi efter att öka allmänhetens medvetenhet om blåstångens betydelse och om Östersjöns tillstånd även bland dem som inte deltog i själva forskningen, men dessa resultat är svåra att evaluera. Vi hade ursprungligen planerat att göra skolbesök och prova metoden tillsammans med skolgrupper, samt med människor i olika evenemang, men det var inte möjligt på grund av coronapandemin.

4.2. Jämförelse av de olika metoderna

4.2.1. Medborgardata och kontrolldata

Artsamhällena i medborgar- och kontrolldata var lika, vilket betyder att det inte fanns några skillnader mellan vem som utförde forskningen. Det som vi vet om deltagarnas utbildningsbakgrund, berättade de själva i e-postmeddelanden. Deltagare som gav oss information om sin bakgrund inkluderar biologer, arkitekter, skolgrupper och barnfamiljer. Åtminstone en del av deltagarna hade en högskoleutbildning, vilket kan ha haft en positiv inverkan på datakvaliteten (Delaney et al. 2008).

En del medborgar- och kontrolldatapunkter låg i områden ganska nära varandra, men medborgardatapunkterna var mer utbredda än kontrolldatapunkterna. Oavsett skillnader i utbredning var artsamhällena likadana i medborgar- och kontrolldatapunkterna.

4.2.2. Medborgardata och kontrolldata jämförda med forskardata

Medborgardata och kontrolldata skilde sig från forskardata och dessa skillnader kan bero på metoden. Medborgarforskningsmetoden användes oftast på lokaler där det var enkelt att vada i vattnet, medan

i forskarmetoden användes snorkling. Detta kan leda till att medborgarforskningsdata och kontrolldata samlades i lite grundare vatten än forskardata.

Andra skillnader mellan metoderna som kunde bidra till olikheter var bland annat att i medborgarforskningsmetoden togs tångruskan upp från havet utan samlingspåse, medan sådan användes i forskarmetoden. Detta kan ha lett till att individer förlorades innan ruskan sattes i tvättfaten. I medborgarforskningsmetoden räknades och identifierades djuren genast i fält, vilket var svårt om det fanns ett stort antal djur (såsom båtsnäckor), eller om djuren var väldigt små eller snabba (såsom märkräftar). I forskarmetoden däremot plockades djuren noggrant ur ruskan och identifierades och räknades under mikroskop. Så gott som alla djur kunde tas med ur ruskan och identifieras i forskarmetoden (djuren var redan döda när de identifierades i laboratoriet), vilket inte var möjligt i medborgarforskningsmetoden.

Även om medborgardatapunkterna var geografiskt mera utspridda än kontroll- och forskardatapunkterna, vilket skulle kunna bidra till skillnader i data insamlade med olika metoder, var medborgar- och kontrolldata lika. Det här tyder på att de observerade skillnaderna antagligen berodde på olikheter i metodiken.

4.2.3. Tidsanvändning i de olika metoderna

Tanken med medborgarforskning är att insamla mycket data med lite ansträngning, men produktion av infomaterial av hög klass tar tid och resurser. I denna studie var mängden arbete mindre i medborgarforskning än traditionell forskning om man beaktar medborgardata från alla havsområden i medborgarforskning. Däremot om man beaktar medborgardata endast från Skärgårdshavet var traditionell forskning mer tidseffektiv. Det är svårt att evaluera om skillnaderna i tidsanvändning var signifikanta, eftersom tidsanvändning uppskattades i stället för noggranna tidsanvändningsmätningar. Det är möjligt tidsanvändning till traditionell forskning underskattades, eftersom arbetsdagarna ofta var längre i traditionell forskning än i medborgarforskning.

4.2.4. Jämförelse av artsamhällen mellan de olika statusklasserna och metoderna

Artsamhällen i den goda statusklassen skilde sig mest från artsamhällen i den dåliga och den tillfredställande statusklassen, medan artsamhällena i den tillfredställande och den dåliga statusklassen var mera lika. Skillnader i evertebratsamhällen mellan den goda och de sämre

statusklasserna kan bero på skillnader i mängden trådalger. Trådalger är ofta mera abundanta i de sämre statusklasserna, medan det i den goda statusklassen finns färre trådalger (pers. obs.).

I denna studie var tångmärlor typiska för den dåliga och den tillfredställande statusklassen. Kraufvelin et al. (2006) visade att det förekom mera tångmärlor i områden med mera näringsämnen och gröna alger såsom trådalger. *Gammarus* sp. är effektiva i att kontrollera trådalger (Eriksson et al. 2011), och kan förekomma i högre abundans i områden med mera trådalger, eftersom det finns mera föda. Det fanns en stor skillnad i abundansen av tångmärlor mellan de två olika provtagningsmetoderna, speciellt inom den dåliga statusklassen: i forskardata var abundansen cirka tre gånger större än i medborgar- och kontrolldata. Detta kan bero på att juvenila tångmärlor är mycket små, till och med mindre än 2 mm, och förekommer ofta i hög abundans. Det är i praktiken omöjligt att se och räkna alla små tångmärlor i fält utan mikroskop.

Snäckor var typiska för den goda statusklassen. Det finns färre trådalger i den goda statusklassen, vilket ger mera utrymme för etablering av blåstång. Snäckor som båtsnäckan och tusensnäckan äter etablerade zygoter och tidiga livsstadier (Malm et al. 1999) samt små sporer av blåstång (Korpinen et al. 2007 b). Alla snäckor grupperades tillsammans i denna pro gradu-avhandling, men det kan förekomma skillnader mellan olika arter av snäckor och hur deras abundanser varierar mellan de olika statusklasserna. Variationen av snäckor i de olika statusklasserna reflekterar mest variationen av båtsnäckan (*Theodoxus fluviatilis*), eftersom största delen (73 %) av alla snäckor i medborgar- och kontrolldata var båtsnäckor. Korpinen et al. (2007 c) visade i ett experiment att densiteten av tusensnäckor (*Hydrobidae*) ökade i näringsrik behandling, medan tätheten av båtsnäckor minskade i samma behandling. Detta stämmer överens med resultatet i denna pro gradu-avhandling, där båtsnäckor ökade med ökande vattenkvalitet och båtsnäckan var den mest abundanta snäckan. Abundansen av snäckor var större i medborgar- och kontrolldata än i forskardata, speciellt i den dåliga och goda statusklassen. Det här kan dock bero på slumpen eftersom det fanns färre datapunkter i den dåliga och goda statusklassen i medborgar- och kontrolldata än i forskardata.

Tånggråsuggornas abundans var lika i de olika statusklasserna och metoderna. Det fanns flera tånggråsuggor i den tillfredställande statusklassen jämfört den dåliga och goda statusklassen, samt i forskarmetoden jämfört med medborgarforskningsmetoden, men skillnaderna var små och icke-signifikanta. Tånggråsuggor var ofta lättare att hitta och räkna med medborgarforskningsmetoden än tångmärlor, eftersom de simmar inte lika snabbt som tångmärlor. Provtagningar skedde under sommaren och tånggråsuggornas abundans var lägre än vad den kan nå under hösten (se Korpinen et

al. 2010). I ett experiment av Orav-Kotta & Kotta (2004) använde vanlig tånggråsugga (*Idotea baltica*) blåstång som skydd och epifytiska trådalgen trådslick (*Pilayella littoralis*) som föda. Salinitet påverkar också distributionen av tånggråsuggor (Leidenberger et al. 2012). Så även om skillnader i tånggråsuggornas abundans var icke-signifikanta, kan den observerade trenden bero på att den tillfredställande statusklassen har ofta mera trådalger än den goda statusklassen och högre salinitet än den dåliga statusklassen.

Räkornas abundans var lika i de olika statusklasserna. Största delen av räkorna var troligtvis invasiva kortfingrad tångräka (*Palaemon elegans*) eftersom den var mera abundant i data av Salmela (2021). En fältstudie av Kuprijanov et al. (2017) visade att kortfingrad tångräka har en större utbredning i Östersjön än den nativa tångräkan (*Palaemon adspersus*). I studien observerades kortfingrade tångräkor (*Palaemon elegans*) i områden med lägre salinitet och högre eutrofiering än var tångräkor (*Palaemon adspersus*) observerades (Kuprijanov et al. 2017). En högre abundans av den invasiva rakan kan ha jämnat ut skillnader i *Palaemon* spp. abundanser mellan de olika statusklasserna. Abundansen av *Palaemon*-räkor skilde sig mellan medborgarforsknings- och forskarmetoden. Dessa skillnader beror troligtvis på att i forskarmetoden användes det samlingspåsar, medan dessa inte användes i medborgarforskningsmetoden (se ovan). I havsområden med klart vatten observerades det ibland många räkor vid blåstången under ytan, men när ruskan togs upp kunde räkorna ha simmat bort eller hoppat av ruskan i medborgarforskningsmetoden.

Slamkrabbor observerades inte alls i den goda statusklassen i någondera av metoderna. Detta kan bero på att den spider sig lättast längs kusten (Kotta & Ojaveer 2012), vilken ofta tillhör till den dåliga eller tillfredställande statusklassen. Skamkrabbor träffades i högre abundans i medborgarforskningsmetoden än i forskarmetoden. Detta kan bero på att den föredrar mera slammiga habitat som är lättare att vada i (medborgarforskningsmetoden) än att snorkla i (forskarmetoden). Resultaten visar att slamkrabba är en lämplig art att observera med den enkla medborgarforskningsmetoden och att det inte är nödvändigt att använda mera noggranna metoder för att uppskatta dess abundans och utspridning. Noggrannare metoder är dock nödvändiga om man vill forska hur slamkrabban påverkar andra arter (se 1.2.).

Blåmusslans abundans var lika mellan medborgardata och forskardata. Detta kan bero på att blåmusslan är en sessil art som fäster sig på blåstången, och därför finns det ingen skillnad om samlingspås används eller inte. Det fanns dock skillnader i blåmusslans abundans mellan statusklasser; det fanns mest blåmusslor i den goda statusklassen och minst i den dåliga statusklassen.

Dessa skillnader beror dock troligtvis inte på bättre vattenkvalitet i de bättre statusklasserna. Korpinen et al. (2010) utförde ett experiment som visade att blåmusslor var mera abundanta nära fiskodlingar än vid kontrollställen, vilket tyder på att blåmusslor trivs bra i eutrofierade förhållanden. Skillnaderna i blåmusslans abundans kan bero på skillnader i salinitet, eftersom blåmusslan är en marin art som lever på gränsen av sin salinitetstolerans i Norra Östersjön (Westerbom et al. 2002). De bättre statusklasserna ligger längre bort från fastlandet och har också högre salinitet.

5. Konklusioner

Medborgarforskning kan fungera i marin ekologisk forskning speciellt om metoden är enkel och de arter som studeras är tillräckligt stora, långsamma och lätta att identifiera. Data kan samlas in från stora geografiska områden med hjälp av medborgarforskningen, potentiellt med mindre ansträngning jämfört med traditionell forskning. Marknadsföring och producering av infomaterial tar dock resurser, men dessa är viktiga för att nå tillräckligt med deltagare.

De arter i blåstången som var lämpligaste för att studeras med medborgarforskningsmetoden är slamkrabban (*Rhithropanopeus harrisi*), blåmusslan (*Mytilus trossulus*), tånggråsuggor (*Idotea* spp.) och större snäckor såsom båtsnäckan (*Theodoxus fluviatilis*). Abundansen av dessa arter var lika mellan medborgarforskningsmetoden och forskarmetoden (snäckor, tånggråsuggor och blåmusslor) eller till och med större i medborgarforskningsmetoden än i forskarmetoden (slamkrabban). Tångmärlor och räkor observerades mera i forskarmetoden än i medborgarforskningsmetoden, vilket kan bero på att de är ofta väldigt små och snabba simmare (tångmärlor) eller svåra att fånga utan samlingspåse (räkor). Tångmärlor är typiska för den dåliga och tillfredställande statusklassen, medan snäckor är typiska för den goda statusklassen. Dessa skillnader kan förklaras med ofta högre mängden av trådalger i de sämre statusklasserna jämfört med den goda statusklassen, samt med olika födopreferenser mellan arterna.

6. Tillkännagivanden

Ett stort tack till mina handledare Henna Rinne och Tiina Salo för alla råd och tips jag fått, samt hjälp med statistiska analyser och kommentarer på innehållet och språket. Tack till Sonja Salovius-Laurén som var också med i projektet ”Vem äter blåstång?”. Tack till Miljöministeriet (VELMU-programmets Meriluonto 2020-kampanj) och Svenska Kulturfonden för finansiering. Tack till Ellen Rancken, Niilo Salmela och Niklas Niemi vilka var med på fältet och samlade forskardatapunkterna medan jag samlade kontrollerdatapunkterna. Tack till alla medborgarforskare som deltog i projektet. Tack till Linnéa Granholm som gav korrigeringsförslag med språket. Tack till Marian Nyman som gav mig kommentarer i språkresponserna. Jag vill också tacka min familj och mina vänner som har stött mig genom hela pro gradu-processen.

7. Referenser

- Aarnio K, Törnroos A, Bonsdorff E (2015) Food web positioning of a recent colonizer: the North American Harris mud crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in the northern Baltic Sea. *Aquat Invasions* 10:399–413.
- Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. & Vuori, K-M. (2012). Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitettyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7. Suomen ympäristökeskus (SYKE). ISSN 1796–1653.
- Bergström L, Berger R, Kautsky L (2003) Negative effects of nutrient enrichment on the establishment of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. *European Journal of Phycology* 38:41–46.
- Blanchard GF, Guarini JM, Provot L, Richard P, Sauriau PG (2000) Measurement of ingestion rate of *Hydrobia ulvae* (Pennant) on intertidal epipellic microalgae: the effect of mud snail density. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 255:247–260.
- Bosker T, Behrens P, Vijver MG (2017) Determining global distribution of microplastics by combining citizen science and in-depth case studies. *Integrated Environmental Assessment and Management* 13(3):536–541
- Culver CS, Schroeter SC, Page HM et al (2010) Essential fishery information for trap-based fisheries: development of a framework for collaborative data collection. *Mar Coast Fish* 2:98–114.
- Delaney DG, Sperling CD, Adams CS et al (2008) Marine invasive species: validation of citizen science and implications for national monitoring networks. *Biol Invasions* 10:117–128.
- Dickinson JL, Zuckerberg B, Bonter DN (2010) Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 41:149–172.
- Dickinson JL, Shirk J, Bonter D, Bonney R, Crain RL, Martin J, Phillips T, Purcell K (2012) The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10:291–297
- Donnelly-Greenan EL, Nevins HM, Harvey JT (2019) Entangled seabird and marine mammal reports from citizen science surveys from coastal California (1997–2017). *Marine Pollution Bulletin* 149, 110557
- Earp HS, Linconti A (2020) Science for the future: the use of citizen science in marine research. *YOUMARES 9 – The Oceans: Our Research, Our Future*

- Edgar G, Barrett N, Morton A, Samson C (2004). Effects of algal canopy clearance on plant, fish and macroinvertebrate communities on eastern Tasmanian reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 312:67–87.
- Edgar GJ, Stuart-Smith RD (2009) Ecological effects of marine protected areas on rocky reef communities – a continental-scale analysis. *Mar Ecol Prog Ser* 388:51–62.
- Epifanio CE (2013) Invasion biology of the Asian shore crab *Hemigrapsus sanguineus*: a review. *J Exp Mar Biol Ecol* 441:33–49
- Eriksson BK, Johansson G (2003) Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae) in the Baltic Sea. *European Journal of Phycology* 38:217–222.
- Eriksson BK, Johansson G (2005) Effects of sedimentation on macroalgae: species-specific responses are related to reproductive traits. *Oecologia* 143:438–448.
- Eriksson BK, Johansson G, Snoeijs P (1998) Long-term changes in the sublittoral zonation of brown algae in the southern Bothnian Sea. *European Journal of Phycology* 33:241–249.
- Eriksson BK, Johansson G, Snoeijs P (2002) Long-term changes in the macroalgal vegetation of the inner Gullmar Fjord Swedish Skagerrak coast. *Journal of Phycology* 38:284–296.
- Eriksson BK, van Sluis C, Sieben K, Kautsky L, Raberg S (2011) Omnivory and grazer functional composition moderate cascading trophic effects in experimental *Fucus vesiculosus* habitats. *Mar Biol* 158:747–756
- Forsström T, Fowler AE, Manninen I, Vesakoski O (2015) An introduced species meets the local fauna: predatory behavior of the crab (*Rhithropanopeus harrisi*) in the Northern Baltic Sea. *Biol Invasions* 17:2729–2741
- Fowler AE, Forsström T, von Numers M, Vesakoski O (2013) The North American mud crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in newly colonized Northern Baltic Sea: distribution and ecology. *Aquat Invasions* 8:89–96
- García-Soto C, van der Meeren GI, Busch JA et al (2017) Advancing citizen science for coastal and ocean research. In: French V, Kellett P, Delany J et al (eds) Position Paper 23 of the European Marine Board, Ostend, Belgium
- Gouraguine A, Moranta J, Ruiz-Frau A, Hinz H, Reñones O, Ferse SCA, Jompa J, Smith DJ (2019) Citizen science in data and resource-limited areas: A tool to detect long-term ecosystem changes. *PloS One* 14 (1):e0210007

- Haavisto F, Jormalainen J (2014) Seasonality elicits herbivores' escape from trophic control and favors induced resistance in a temperate macroalga. *Ecology* 95:3035–3045
- Hegele-Drywa J, Normant M (2009) Feeding ecology of the American crab *Rhithropanopeus harrisi* (*Crustacea, Decapoda*) in the coastal waters of the Baltic Sea. *Oceanologia* 51:361–375
- Orav-Kotta H, Kotta J (2004) Food and habitat choice of the isopod *Idotea baltica* in the northeastern Baltic Sea. *Hydrobiologia* 514:79–85
- Hemmi A, Jormalainen V (2002) Nutrient enhancement increases performance of a marine herbivore via quality of its food alga. *Ecology* 83, 1052e1064.
- Hoffmann AJ, Ugarte R (1985) The arrival of propagules of marine macroalgae in the intertidal zone. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 92:83–95.
- Honkanen T, Jormalainen V (2005) Genotypic variation in tolerance and resistance to fouling in the brown alga *Fucus vesiculosus*. *Oecologia* 144:196–205.
- Jiguet F (2009) Method learning caused a first-time observer effect in a newly started breeding bird survey. *Bird Study* 56:253–258.
- Jormalainen V, Gagnon K, Sjöroos J (2016) The invasive mud crab enforces a major shift in a rocky littoral invertebrate community of the Baltic Sea. *Biol Invasions* 18:1409–1419.
- Jormalainen V, Honkanen T, Koivikko R, Eränen J (2003) Induction of phlorotannin production in a brown alga: Defense or resource dynamics? *Oikos* 103:640–650.
- Kangas P, Autio H, Hällfors G, Luther H, Niemi A, Salemaa H (1982) A general model of the decline of *Fucus vesiculosus* at Tvärminne, south coast of Finland in 1977–81. *Acta Botanica Fennica* 118:1–27.
- Karez R, Engelbert S, Kraufvelin P, Pedersen MF, Sommer U (2004) Biomass response and changes in composition of ephemeral macroalgal assemblages along an experimental gradient of nutrient enrichment. *Aquatic Botany* 78, 103–117.
- Korpinen S, Honkanen T, Vesakoski O, Hemmi A, Koivikko R, Lojonen J, Jormalainen V (2007c) Macroalgal Communities Face the Challenge of Changing Biotic Interactions: Review with Focus on the Baltic Sea. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36(2):203–211.
- Korpinen S, Jormalainen V, Honkanen T (2007a) Bottom-up and cascading top-down control of macroalgae along a depth gradient. *J Exp Mar Biol Ecol* 343:52–63.
- Korpinen S, Jormalainen V, Honkanen T (2007b) Effects of nutrients, herbivory, and depth on the macroalgal community in the rocky sublittoral. *Ecology* 88:839–852.

- Korpinen S, Jormalainen V (2008) Grazing and nutrients reduce recruitment success of *Fucus vesiculosus* L. (Fucales: Phaeophyceae), Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 78:437–444.
- Korpinen S, Jormalainen V, Pettay E (2010) Nutrient availability modifies species abundance and community structure of *Fucus*-associated littoral benthic fauna. Mar Environ Res 70:283–292.
- Kosmala M, Wiggins A, Swanson A et al (2016) Assessing data quality in citizen science. Front Ecol Environ 14(10):551–560.
- Kotta J, Ojaveer H (2012) Rapid establishment of the alien crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) in the Gulf of Riga. Est J Ecol 61:293–298.
- Kraufvelin P, Salovius S, Christie H, Moy FE, Karez R, Pedersen MF (2006) Eutrophication-induced changes in benthic algae affect the behaviour and fitness of the marine amphipod *Gammarus locusta*. Aquatic Botany 84(3) :199–209
- Kuprijanov I, Herkül K, Kotta J (2017) Ecological niche differentiation between native and non-native shrimps in the northern Baltic Sea. Aquat Ecol 51:389–404
- Mustasaari T, Suomen Lajitietokeskus,
<https://laji.fi/observation/map?target=MX.53034>. Refererat 31.03.2022.
- Lappalainen, J., Virtanen, E., Kallio, K., Junntila, S. & Viitasalo, M. (2019). Substrate limitations of a habitat-forming genus *Fucus* under different water clarity scenarios in the northern Baltic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 218: 31–38.
- Leidenberger S, Harding K, Jonsson PR (2012) Ecology and distribution of the isopod genus *Idotea* in the Baltic Sea: Key species in a changing environment. Journal of Crustacean Biology 32(3):359–381
- Malm T, Engkvist R, Kautsky L (1999) Grazing effects of two freshwater snails on juvenile *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. Mar Ecol Prog Ser 188:63–71.
- Nilsson J, Engkvist R, Persson L-E (2004) Long-term decline and recent recovery of *Fucus* populations along rocky shores of southeast Sweden, Baltic Sea. Aquatic Ecology 38:587–598.
- Paolucci EM, MacIsaac HJ, Ricciardi A (2013) Origin matters: alien consumers inflict greater damage on prey populations than do native consumers. Divers Distrib 19:988–995.
- Reese GC, Skagen SK (2017) Modeling nonbreeding distributions of shorebirds and waterfowl in response to climate change. Ecology and Evolution 7(5):1497–1513

- Riesch H, Potter C (2014) Citizen science as seen by scientists: methodological, epistemological and ethical dimensions. *Public Underst Sci* 23(1):107–120.
- Rinne H, Salovius-Laurén S (2019) The status of brown macroalgae *Fucus* spp. and its relation to environmental variation in the Finnish marine area, northern Baltic Sea. *Ambio* 49:118–129.
- Rotman D, Preece J, Hammock J, Procita K, Hansen D, Parr Cynthia, Lewis D, Jacobs D (2012) Dynamic changes in motivation in collaborative citizen-science projects. *Proceedings of the ACM 2012 conference on computer supported cooperative work*, 217–226
- Russell BD, Connell SD (2005) A novel interaction between nutrients and grazers alters relative dominance of marine habitats. *Marine Ecology Progress Series* 289:5–11.
- Råberg S, Berger-Johnsson R, Björn A, Granéli E, Kautsky L (2005) Effects of *Pilayella littoralis* on *Fucus vesiculosus* recruitment: implications for community composition. *Marine Ecology Progress Series* 289:131–139
- Rönnerberg O (1984) Recent changes in the distribution of *Fucus vesiculosus* L. around the Åland Islands (N Baltic). *Ophelia* 3:189–193.
- Salmela N, F. M. (2021) Diversitet, abundans och variation i evertibratsamhällen i *Fucus*-bälten längs eutrofieringsgradienter. Pro gradu-avhandling, Åbo Akademi
- Sandell M, Holopainen S (27.7.2020) Rakkohaurun salaiset elämät paljastuvat tutkimuksessa. Yle Uutiset, URL: <https://yle.fi/uutiset/3-11437394> (Refererat 12.4.2022)
- Schläppy ML, Loder J, Salmond J et al (2017) Making waves: marine citizen science for impact. *Front Mar Sci* 4:146.
- Silvertown J (2009) A new dawn for citizen science. *Trends Ecol Evol* 24:467–47.
- Thiel M, Penna-Díaz MA, Luna-Jorquera G et al (2014) Citizen scientists and marine research: volunteer participants, their contributions, and projection for the future. *Oceanogr Mar Biol* 52:257–314.
- Thornhill I, Chautard A, Loiseau S. (2018) Monitoring Biological and Chemical Trends in Temperate Still Waters Using Citizen Science. *Water* 10(7):839.
- Tulloch AI, Possingham HP, Joseph LN et al (2013) Realising the full potential of citizen science monitoring programs. *Biol Conserv* 165:128–138.
- Vahteri P, Vuorinen I (2016) Continued decline of the bladderwrack, *Fucus vesiculosus*, in the Archipelago Sea, northern Baltic proper. *Boreal Environment Research* 21: 373–386

Wege M, Salas L, LaRue M (2020) Citizen science and habitat modelling facilitates conservation planning for crabeater seals in the Weddell Sea. *Diversity and Distributions* 26(10):1291–1304

Westerbom, M., Kilpi, M. & Mustonen, O. (2002). Blue mussels, *Mytilus edulis*, at the edge of the range: population structure, growth and biomass along a salinity gradient in the north-eastern Baltic Sea. *Marine Biology* 140: 991–999.

Wiggins A, Crowston K (2011) From conservation to crowdsourcing: a typology of citizen science. HICSS '11 Proceedings of the 44th Hawaii international conference on system sciences, pp 1–10.

Wikström A, Kautsky L (2006) Structure and diversity of invertebrate communities in the presence and absence of canopy-forming *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 72:168–176.

Worm B, Lotze HK, Boström C, Engkvist R, Labanauskas V, Sommer U (1999) Marine diversity shift linked to interactions among grazers, nutrients and propagule banks. *Marine Ecology Progress Series* 185:309–314.