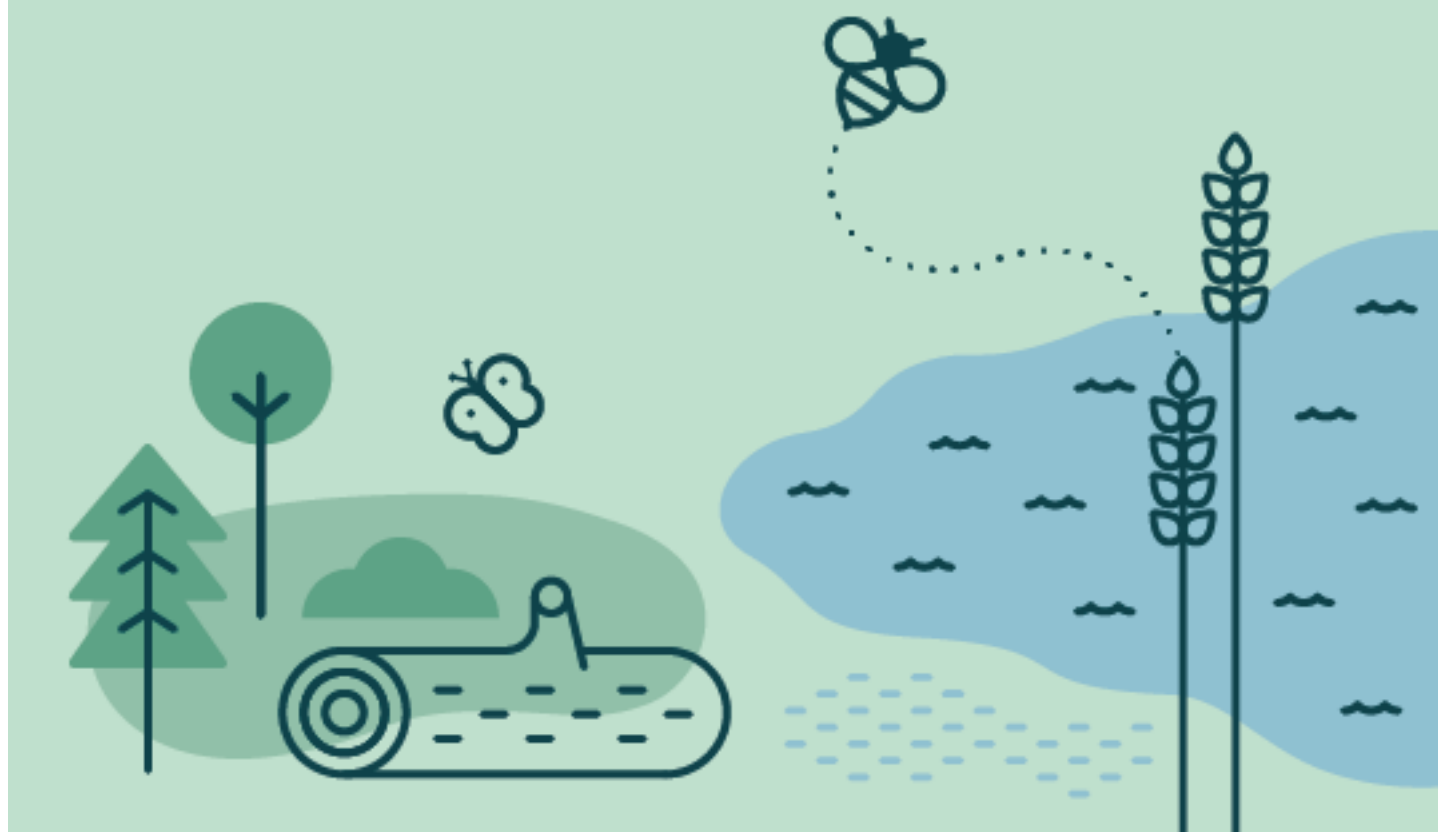


Kvalitet och utbredning av alger och blåmusslor

Inventering på hårbotten i vattenförekomsten
Göteborgs södra skärgårds kustvatten

Rapportnummer 2024:01



Förord

Miljöförvaltningen har låtit utföra kartering av makroalger med fokus på tareskogar i en del av vattenförekomsten Göteborgs södra skärgårds kustvatten. Samtidigt har blåmusslor, som kan bilda biogena rev, eftersökts. Tareskogar och biogena rev är ansvarsbiotoper för Göteborgs Stad, och inventering av dessa ansvarsbiotoper ingår i förvaltningens miljöövervakningsplan år 2023. Miljöövervakningsplanen fastställs av miljö- och klimatnämnden i samband med att budgeten beslutas varje år.

Rapporten ger en beskrivning av metod och resultat av inventeringen, som utfördes sommaren 2023. Uppdraget har utförts av Marine Monitoring AB. Fältarbetet och rapporten har tagits fram av Malin Tivefälth, Karin Olsson och Sandra Andersson. Alla fotografier i rapporten är tagna av personal på Marine Monitoring AB.

Kvalitet och utbredning av alger och blåmusslor

Inventering på hårbotten i vattenförekomsten Göteborgs södra skärgårds kustvatten

Göteborgs Stad, miljöförvaltningen

Författare: Malin Tivefälth, Karin Olsson och Sandra Andersson

Foto: Marine Monitoring AB

ISBN nr: 1401-2448

Vill du använda text eller bilder ur denna rapport citerar du: Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2024:01 Kvalitet och utbredning av alger och blåmusslor Inventering på hårbotten i vattenförekomsten Göteborgs södra skärgårds kustvatten

Detta är en rapport i miljöförvaltningens rapportserie. Hela rapportserien hittar du på <https://goteborg.se/mfrapporter>

Sammanfattning

Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad ska enligt miljöövervakningsplan för 2023 utföra inventering av makroalger inom Göteborgs kommun, samt undersöka och bedöma kvaliteter inom dessa miljöer och följa förändringar när det gäller utbredning av makroalger i utvalda områden i Göteborgs stad.

På uppdrag av miljöförvaltningen i Göteborgs Stad har Marine Monitoring AB utfört undersökningar med syfte att kartlägga och analysera utbredning och täthet av makroalger inom ett avgränsat område i Göteborgs södra skärgårds kustvatten.

Följande rapport beskriver inventeringar av makroalger på hårbotten inom vattenförekomsten Göteborgs södra skärgårds kustvatten. En videoinventering genomfördes på sammanlagt 120 provpunkter uppdelade i djupintervallen 0–6 meter samt 6–20 meter, och fördelade i tre delområden (40 provpunkter i vardera delområde). De inventerade lokalerna var placerade i en exponerad miljö där rödalger förväntas dominera på alla djup. Baserat på videoinventeringen av provpunkterna i de tre delområdena i djupintervallet 0–6 meter dominerade fingreniga/fintrådiga rödalger som växte epifytiskt¹ på andra alger. Inom djupintervallet 6–20 meter dominerade istället rödalger med bladlik bål. Tätheten av alggruppen bedöms dock vara underskattad inom djupintervallet 0–6 meter där de täcks av andra arter såsom fintrådiga rödalger och tångarter. Krontaksbildande arter, såsom tång- och tarearter har höga naturvärden då de bildar viktiga livsmiljöer för alger och fauna. Vid årets inventering bildade sågtång (*Fucus serratus*) bälten i skvalpzonen medan ektång (*Halidrys siliquosa*) förekom något djupare. Tareliknande alger (*Laminaria digitata*/*L. hyperborea* och *Saccharina latissima*) var vanligt förekommande i hela undersökningsområdet. På botten djupare än 15 meter dominerade krustaalger på botten med block. I undersökningen noterades få tätheter av tång och endast av arterna sågtång och ektång. Även täthet av fintrådiga brun- och grönalger var låg, vilket är att förvänta på dessa exponerade platser.

Brödsvamp (*Halichondria* sp.) förekom i båda djupintervallen i låga tätheter. Högre täthet noterades i djupintervallet 6–20 meter än 0–6 meter. Mossdjur noterades på två provpunkter i djupintervallet 6–20 meter. Läderkorallen död mans hand (*Alcyonium digitatum*) noterades på 7 provpunkter i djupintervallet 6–20 meter.

En inventering genomfördes för att avgränsa bestånd av tareliknande alger vid tre av de inventerade provpunkterna, ett i varje delområde, där dessa arter påträffades i högre täthet. Alla tre bestånden dominerades av fingertare/stortare, medan skräppetare endast förekom i låga tätheter. Tätheten av tareliknande alger översteg inte 25 procent i något av de tre bestånden. I hela undersökningsområdet var påväxten av mossdjur taggig (*Elektra pilosa*) och slät tångbark (*Membranipora membranacea*) överlag hög.

¹ Ett epifytiskt växtsätt innebär att en växt lever ovanpå en annan växt, utan att ta näring från den.

Innehåll

1	Bakgrund	5
1.1	Syfte	5
2	Metoder	6
2.1	Fältinventering	6
2.1.1	Begränsningar i inventeringsmetoden	7
2.2	Dataanalys	8
3	Resultat	10
3.1	Punktinventering	10
3.1.1	Beskrivning av statistiska resultat	10
3.1.2	Förekomst av makroalger	11
3.1.3	Förekomst av fauna	19
3.2	Inventering av tre bestånd med tareliknande alger	20
3.2.1	Bestånd: delområde inre	21
3.2.2	Bestånd: delområde mellan	22
3.2.3	Bestånd: delområde yttre	23
4	Diskussion och slutsatser	24
5	Referenser	27
6	Bilagor	28

1 Bakgrund

På uppdrag av miljöförvaltningen i Göteborgs Stad har Marine Monitoring AB utfört undersökningar i marina miljöer. Syftet har varit att kartlägga och analysera utbredning av makroalger och blåmusslor på hårbotten. Även utvalda evertebrater tas upp i undersökningen.

Vegetation på hårbotten utgörs huvudsakligen av fastsittande makroalger (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023:01). Makroalger tar upp näringsämnen från vattnet och med sin tredimensionella struktur utgör de också lekplats för fiskar och substrat för andra växt- och djurarter. Dessa miljöer är därför viktiga för den marina mångfalden.

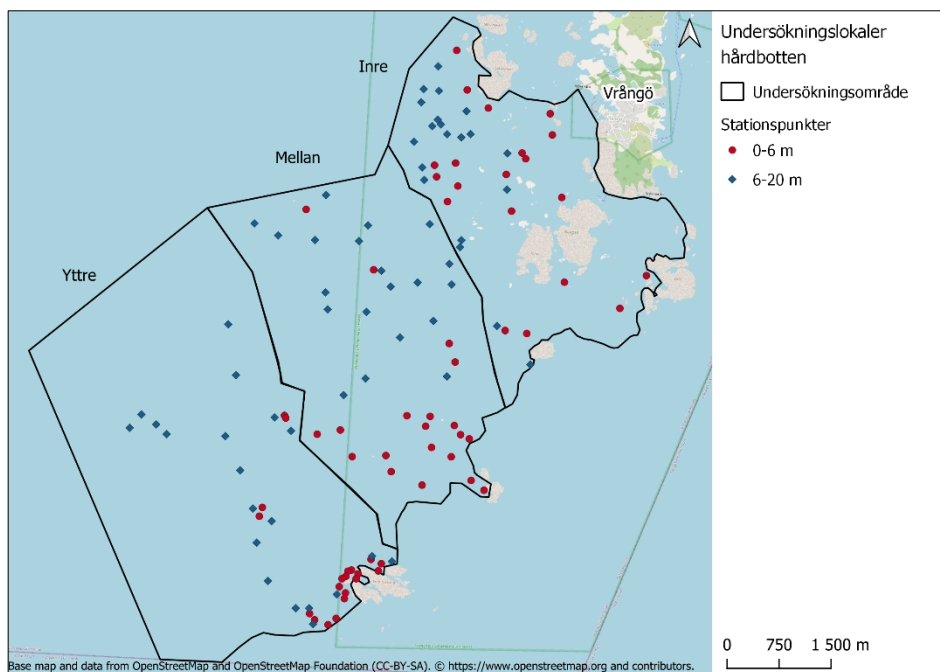
Miljöförvaltningen i Göteborg Stad har gjort några olika inventeringar av makroalger på hårbotten sedan början av 2000-talet. Alger på hårbotten djupare än 3 meter inventerades 2010 och modellering av förekomst utfördes i samarbete med Göteborgs Universitet och Havsmiljöinstitutet. Alger på grunda hårbotten inventerades genom transektinventering 2013 på 50 slumpvis utvalda lokaler. Under 2019 inventerades hårbottenmiljöer runt Styrösö-Vrångö och i Vrångö naturreservat inom ett LONA-projekt. Inventeringen utfördes genom filmning i 70 provpunkter längs transekter inom två djupintervall, 0–6 meter samt djupare än 6 meter. År 2022 utfördes inventering av hårbotten i utvalda områden i Danafjord. Metoden som användes var samma som i den föreliggande inventeringen.

1.1 Syfte

Inventeringen syftar till att kartlägga och följa förändringar när det gäller utbredning av makroalger och blåmusslor på hårbotten i utvalda områden i Göteborgs Stad. Syftet är dessutom att analysera förekomst och täckningsgrad av särskilt stora eller täta bestånd av makroalger, i första hand tareliknande alger, i kommunen.

2 Metoder

Inventeringen av makroalger genomfördes i fält under fem dagar under perioden 30 augusti–18 oktober med efterföljande bearbetning av data.



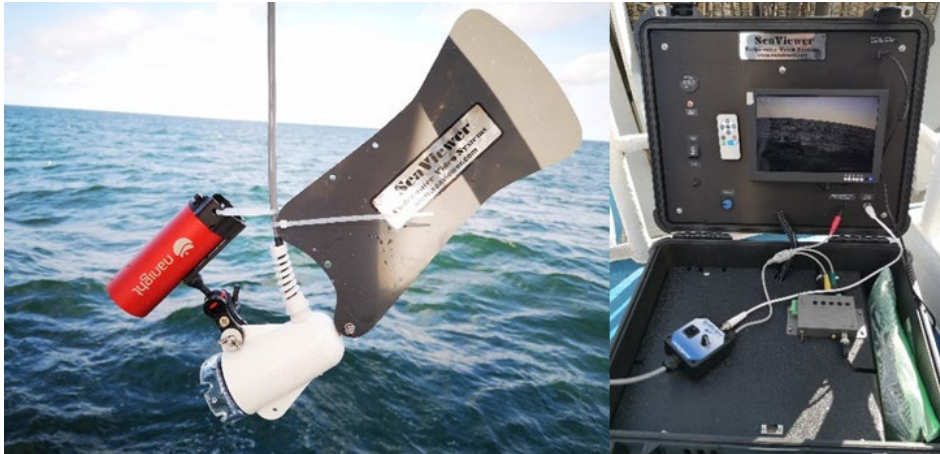
Figur 1. Översiktskarta över undersökningsområdet med tre delområden; inre, mellan och yttre med inventerade provpunkter på hårbotten inom djupintervallen 0–6 meter (röd cirkel) och 6–20 meter (blå romb).

2.1 Fältinventering

Inventeringsområdet utgjordes av tre delområden inom vattenförekomsten Göteborgs södra skärgårds kustvatten (Figur 1). Inför inventeringen slumpades totalt 120 provpunkter på exponerad hårbotten inom inventeringsområdet, uppdelat på djupintervallen 0–6 meter och 6–20 meter med 60 provpunkter i vardera djupintervallen. Provpunkterna slumpades i programmet QGIS 3.26, där hårbotten avgränsades med hjälp av SGU:s maringeologiska karta och djupintervallen definierades med sjökort. Området som provpunkter slumpades inom avgränsades så att ej exponerad hårbotten exkluderades. Detta fastställdes genom att undvika att placera provpunkter på insidan av öar.

Inventeringen genomfördes med hjälp av en videokamera för undervattensbruk (Sea-Drop 6000, SeaViewer Cameras Inc., Figur 2) med en monterad undervattenslampa. I fält uppsöktes den slumpade positionen och bottensubstratet kontrollerades med hjälp av ekolod. I de fall substratet utgjordes av sedimentbotten flyttades provpunkten till en närliggande hårbotten inom samma djupintervall. En transekt motsvarande en yta på cirka 25 kvadratmeter filmades vid varje provpunkt. Position och djup noterades vid start och stopp av transekten. En bedömning av täckningsgrad hos förekommande arter/artgrupper samt substrat gjordes i fält i en tio-gradig skala

(0, 1, 5, 10, 25, 40, 50, 60, 75, 90, 100 procent). Särskilt fokus låg på att inventera makroalger på hårbotten, men även förekomst av fauna såsom blåmussla (*Mytilus edulis*), Stillaohavsstron (*Magallana gigas*), upprättstående mossdjur (bladmossdjur och lädermossdjur), sjöpungrar och svampdjur noterades i undersökningen. Filmerna spelades in och sparades för efterkontroll av artförekomst och täckningsgrad. Inventeringen utfördes enligt AquaBiotas metodbeskrivning Dropvideo version 1.5 (Isæus, 2010).



Figur 2. Kamerautrustning som användes i fält.

Baserat på resultaten från punktinventeringen valdes tre punkter med en högre förekomst av tareliknande alger (*Laminaria* spp. och/eller (*Saccharina latissima*) för en mer detaljerad inventering och avgränsning av bestånden. Ett bestånd definierades som en sammanhängande yta av algen/algerna på en hårbottenyta. Beståndet avgränsades med transektinventering där transekterna placerades med täta avstånd (cirka 10–20 meter) för att erhålla en representativ bild av beståndets utbredning. Transekten följde strömmens riktning. Utmed transekterna noterades bottenstrukturer och förekomst av tare och skräppetare. Vid varje förändring av bottenmiljön registrerades position och bottendjup med hjälp av GPS och ekolod. Täckningsgrad av arterna samt bottenytan bestämdes enligt samma 10-gradiga skala som i punktinventeringen.

2.1.1 Begränsningar i inventeringsmetoden

Då videoinventering är en visuell metod missas många marina arter som är svåra att upptäcka beroende av dess livsmiljö. Hårbottenmiljöer utgör ofta en komplex tredimensionell miljö där underliggande arter täcks. Täckningsgraden av exempelvis rödalger med bladlikbål såsom *Coccolithus/Phyllophora* och karragenalg (*Chondrus crispus*), samt kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) är därför troligtvis underskattad i undersökningen, då de ofta täcks av annan vegetation såsom fintrådiga och fingreniga rödalger.

Videoinventering medför också svårigheter att identifiera organismer till art och i många fall behövs noggrannare inventering med dykning eller provtagning för att kunna artbestämma med säkerhet. I de fall arter inte kunde urskiljas från andra liknande arter grupperades dessa enligt Tabell 1.

Tabell 1. Uppdelning av taxonomiska/funktionella grupper för arter som är svåra att särskilja i fältbedömning med videokamera.

Artgruppering	Svårbestämda artkomplex
Fingertare/stortare	<i>Laminaria digitata</i> , <i>Laminaria hyperborea</i>
Fintrådiga brunalger	Exempelvis <i>Ectocarpus</i> spp., <i>Pylaiella littoralis</i> ,
Fintrådiga/fingreniga rödalger	Exempelvis <i>Ceramium</i> spp., <i>Polysiphonia</i> spp., <i>Rhodomela</i> spp.
Rödalger med bladlik bål	<i>Coccolytus</i> spp., <i>Phyllophora</i> spp., <i>Chondrus crispus</i> , <i>Delesseria sanguinea</i> , <i>Brogniartella</i> sp., <i>Phycodrys rubens</i>
Kräkel/klyving	<i>Furcellaria lumbricalis</i> , <i>Polyides rotunda</i>
Fintrådiga grönalger	<i>Cladophora</i> spp., <i>Ulva</i> spp.

2.2 Dataanalys

Insamlade fältdata sammanställdes i Excel och fördes sedan in i QGIS 3.26. Djupet korrigerades mot normalvattenståndet med information från mätstationen Torshammen som fanns att hämta hos Sjöfartsverket (ViVa).

Antalet observationer (det vill säga inte 0-förekomst) varierade stort mellan de olika grupperna; från 1–120. För presentation av data grupperades förekommande arter i makroalgsgupper. Data presenteras som medeltäckningsgrad vilket är beräknat på alla inventerade punkter (60) inom respektive djupintervall. De makroalgsgupper som analyserats i rapporten är;

- Tareliknande alger (*Laminaria* spp./*S. latissima*)
- Sågtång (*Fucus serratus*)
- Ektång (*Halidrys Siliquosa*)
- Fingreniga/fintrådiga rödalger (tex: *Ceramium* sp., *Polysiphonia* sp., *Cystoclonium* sp., *Brogniartella* sp.)
- Rödalger med bladlik bål (t.ex. *Coccolytus/Phyllophora*, *Delesseria* sp.)
- Kräkel/klyving (*Furcellaria lumbricalis/Polyides rotunda*)

En statistisk jämförelse genomfördes enligt Miljöförvaltningens efterfrågan. Täckningsgrad av makroalger analyserades som en tre-faktors ANOVA med responsvariabeln täckningsgrad och faktorerna makroalgsgrupp (6 nivåer, se ovan), djupintervall (två nivåer: 0–6 m och 6–20 m) samt område (3 nivåer, inre, mellan och yttre). Samtliga tvåvägsinteraktioner inkluderades men inte trevägsinteraktionen.

För signifikanta skillnader i resultatet av analysen genomfördes parvisa post-hoc analyser för varje nivå av makroalg (paket emmeans, Lenth 2022). Faktorn makroalgsgrupp hölls konstant.

Anovor vilar på antagandet om homogena varianser (även om de anses vara relativt robusta mot mindre avvikelser). För makroalgsförekomst visade Levene's test på avvikelser från antagandet om homogena varianser, vilket framför allt kan härledas till andelen 0-observationer för somliga arter/artgrupper. Försök att uppnå homogena varianser genom transformationer av data var inte framgångsrika, men visuella inspektioner av residualerna från

modellen visade att dessa var relativt normalfördelade. Heterogena varianser är ofta inget större problem när analysen är balanserad, det vill säga samma antal observationer i alla grupper vilket var fallet här (20 observationer i varje djupintervall och område) (Quinn & Keough 2002; Underwood, 1997).

Samtliga analyser genomfördes i R v 4.3.1 (R Core Team 2023).

3 Resultat

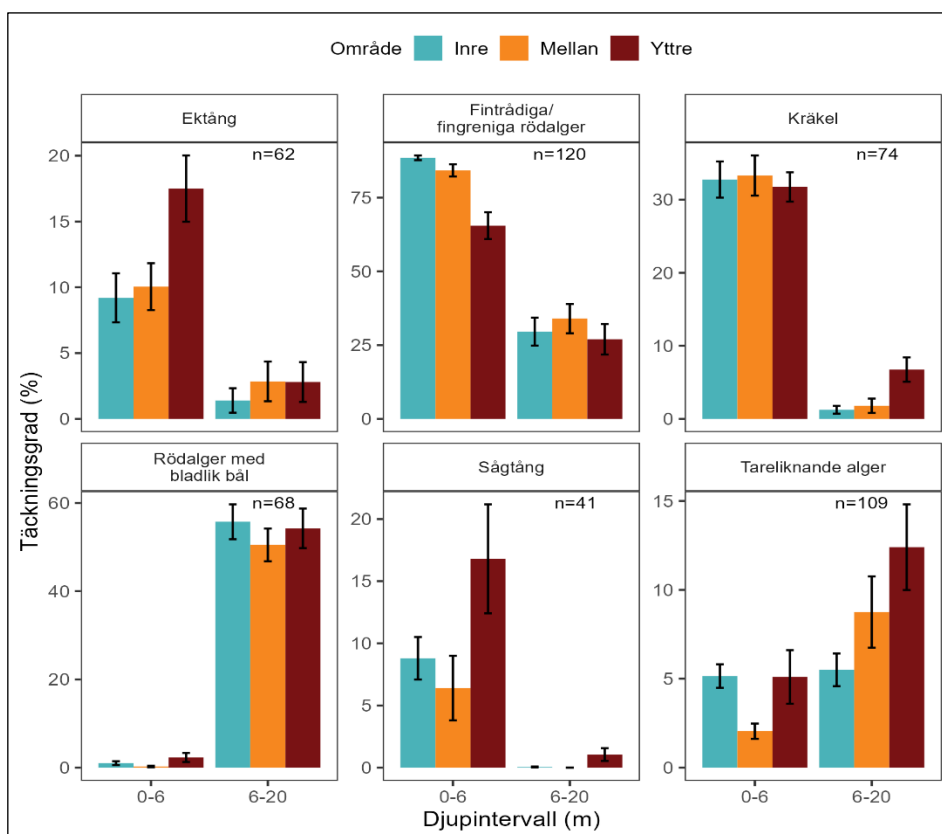
Nedan presenteras förekomsten och medeltäckningsgraden av utvalda och sammanslagna grupper av makroalger inom det inventerade området. Förekomst presenteras som antal provpunkter som respektive alg/alggrupp dokumenterats på och medeltäckningsgrad för respektive alg/alggrupp är beräknat på alla inventerade provpunkter (60) inom respektive djupintervall. Data har även levererats i sin helhet till miljöförvaltningen.

3.1 Punktinventering

Hårdbotten i området utgjordes till största del av håll med inslag av block. Håll dominerade på botten grundare än 15 meter medan block dominerade på djup större än 15 meter.

3.1.1 Beskrivning av statistiska resultat

Botten på de inventerade provpunkterna var till stor del täckt av vegetation. Medeltäckningsgraden av de vanligaste förekommande arterna/artgrupperingarna inom de två djupintervallen presenteras i Figur 3.



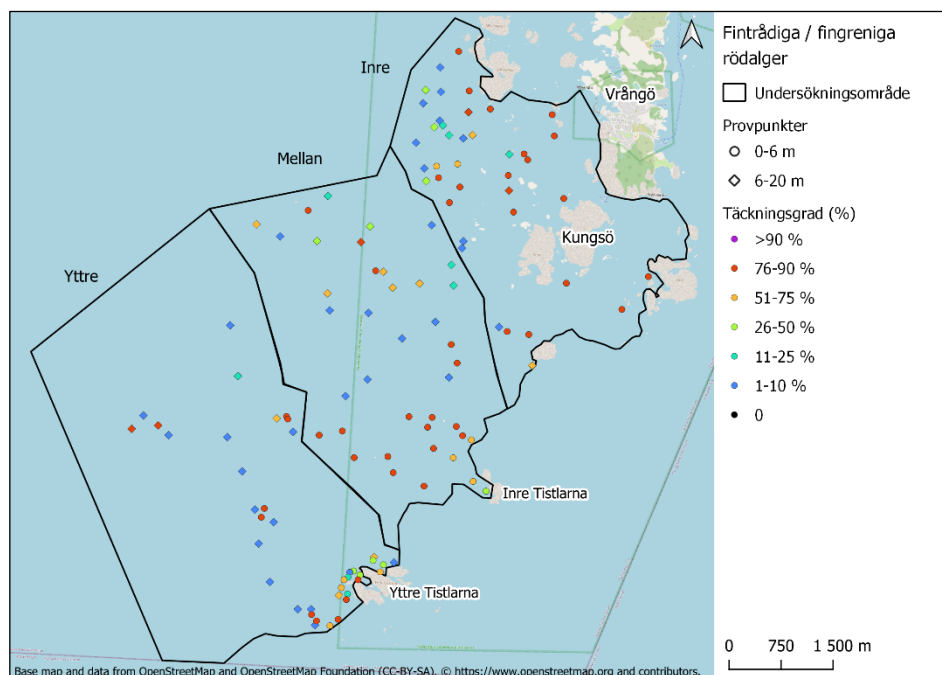
Figur 3. Medeltäckningsgrad (procent) ± standard error av arter/artgrupper av de vanligast påträffade makroalgsarterna/grupperna i djupintervallen 0–6 meter (60 provpunkter) och 6–20 meter (60 provpunkter) i punktinventeringen. Notera olika skalor på y-axeln. Text anger antal (n) observationer där täckningsgraden >0.

Den statistiska analysen visade signifikanta skillnader i medeltäckningsgrad både med avseende på djupintervall och makroalgsgrupp samt avseende på interaktionen makroalg:djupintervall ($p < 0,001$) och makroalg:område ($p = 0,007$). Däremot visade sig område inte vara signifikant skiljt och inte heller interaktionen djupintervall:område ($p = 0,932$).

Post-hoc analysen visade att täckningsgraden av sågtång, ektång, fingrenigt/fintrådigt rött samt kräkel/klyving var signifikant högre inom djupintervallet 0–6 meter jämfört med 6–20 meter. Rödalger med bladlik bål samt krustaalger hade signifikant högre täckningsgrad inom det djupare djupintervallet jämfört med det grundare. För tarelignande alger visade täckningsgraden inga signifikanta skillnader mellan djupintervallen men en antydning om högre förekomst i djupintervallet 6–20 meter.

3.1.2 Förekomst av makroalger

Vegetationen på provpunkterna inom båda djupintervallen dominerades av fintrådiga och fingreniga rödalger som växte epifytiskt på andra alger. Fintrådiga/fingreniga rödalger noterades på samtliga provpunkter (Figur 4) och i medel täckte alggruppen 80 procent av botten på 0–6 meter och 30 procent av botten på 6–20 meter. I djupintervallet 0–6 meter dominerade röda tofsalger (*Bonnemaisonia hamifera*/*Spermothamnion repens*) (Figur 5) och grovsläke (*Ceramium virgatum*) och djupare än 6 meter noterades arter såsom knorralg (*Cystoclonium purpureum*) och julgransalg (*Brogniartella byssoides*).

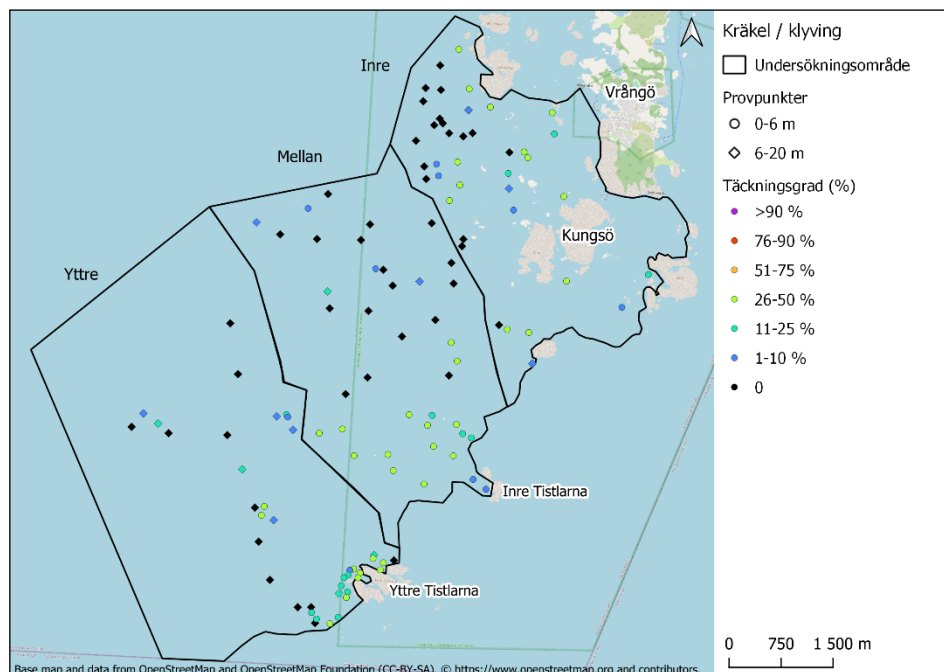


Figur 4. Täckningsgrad (procent) av fintrådiga/fingreniga rödalger på provpunkter inom djupintervallet 0–6 meter (cirkel) samt 6–20 meter (romb) i undersökningsområdet.



Figur 5. Bild på röda tofsalger (*Bonnemaisonia hamifera*/*Spermothamnion repens*) från delområde mellan i djupintervallet 0–6 meter. Med i bild syns även klykalg (*Codium fragile*).

Kräkel/klyving (*F. lumbricalis*/*P. rotunda*) var vanligt förekommande på grunda bottenar och påträffades på samtliga provpunkter i djupintervallet 0–6 meter samt 14 provpunkter på 6–20 meter (Figur 6). I medel var täckningsgraden 33 procent av botten på 0–6 meter och endast 3 procent av botten på 6–20 meter. Täckningsgraden av alggruppen är sannolikt underskattad på flertalet av provpunkterna då den till största del förekom under fingreniga och fintrådiga rödalger (Figur 7).



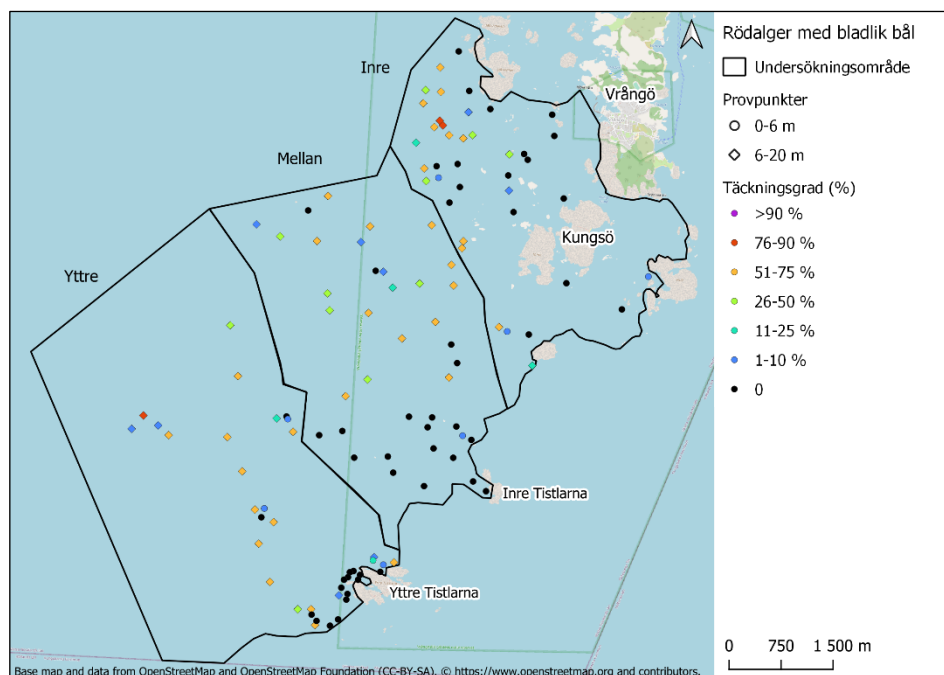
Figur 6. Täckningsgrad (procent) av kräkel/klyving på provpunkter inom djupintervallen 0–6 meter (cirkel) samt 6–20 meter (romb) i undersökningsområdet.



Figur 7. Bild kräkel/klyving (*Furcellaria lumbricalis*/*Polyides rotunda*) samt fintrådiga/fingreniga rödalger från delområde inre i djupintervallet 0–6 meter.

Rödalger med bladlik bål dokumenterades i huvudsak på botten inom djupintervallet 6–20 meter och noterades på samtliga provpunkter (60) med i medel 54 procent täckningsgrad (Figur 8 och Figur 9). Alggruppen noterades även på åtta provpunkter i djupintervallet 0–6 meter med en medeltäckningsgrad på 1 procent. Även hos denna alggrupp bedöms täckningsgrad vara underskattad, framför allt inom djupintervallet 0–6 meter. I detta djupintervall bedöms det att alggruppen med stor sannolikhet förekom på alla lokaler under annan vegetation såsom kelpalger, sågtång och fingreniga och fintrådiga/fingreniga rödalger. Det resulterar i att den statistiska analysen och signifikanta skillnader mellan djupintervall blir osäker.

I djupintervallet 0–6 meter domineras rödalger med bladlik bål i regel av rödblåd (*Coccolytus/Phyllophora*) och karragenalg (*C. crispus*) och på större djup av rödblåd, ribbeblad (*Delesseria sanguinea*) och ekblading (*Phycodrya rubens*).

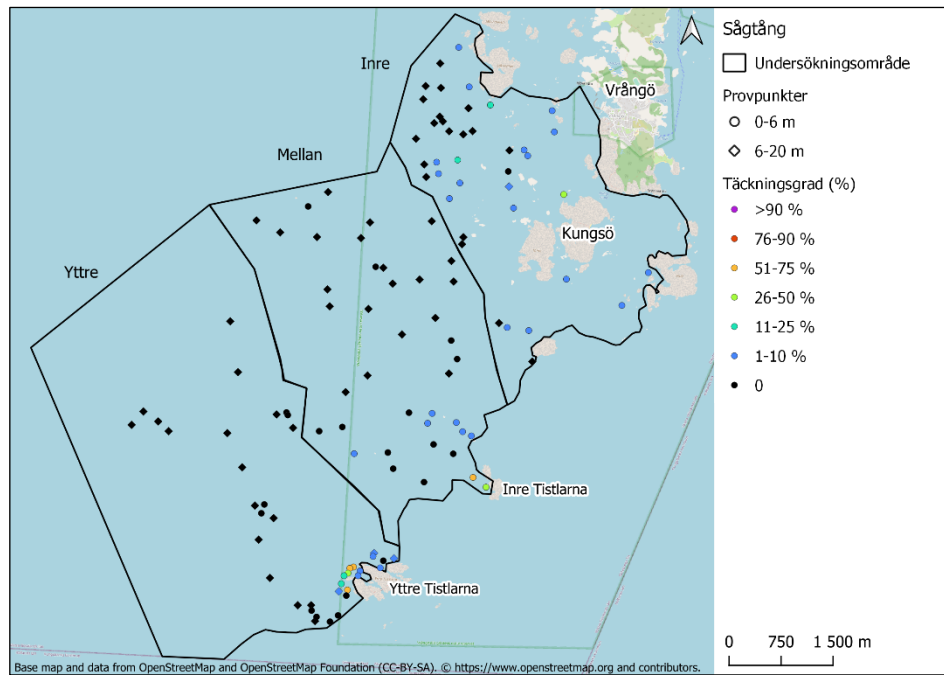


Figur 8. Täckningsgrad (procent) av rödalger med bladlik bål på provpunkter inom djupintervallen 0–6 meter (cirkel) samt 6–20 meter (romb) i undersökningsområdet.



Figur 9. Bild på rödalger med bladlik bål och fingreniga rödalger delområde mellan i djupintervallet 6–20 meter.

Sågtång (*F. serratus*) var vanligt förekommande inom djupintervallet 0–6 meter och noterades på 37 av provpunkter inom detta djupintervall med en medeltäckningsgrad på 10 procent. Inom djupintervallet 6–20 meter dokumenterades arten endast på fyra provpunkter vilket resulterade i en medeltäckningsgrad på 0,3 procent (Figur 10 och Figur 11).

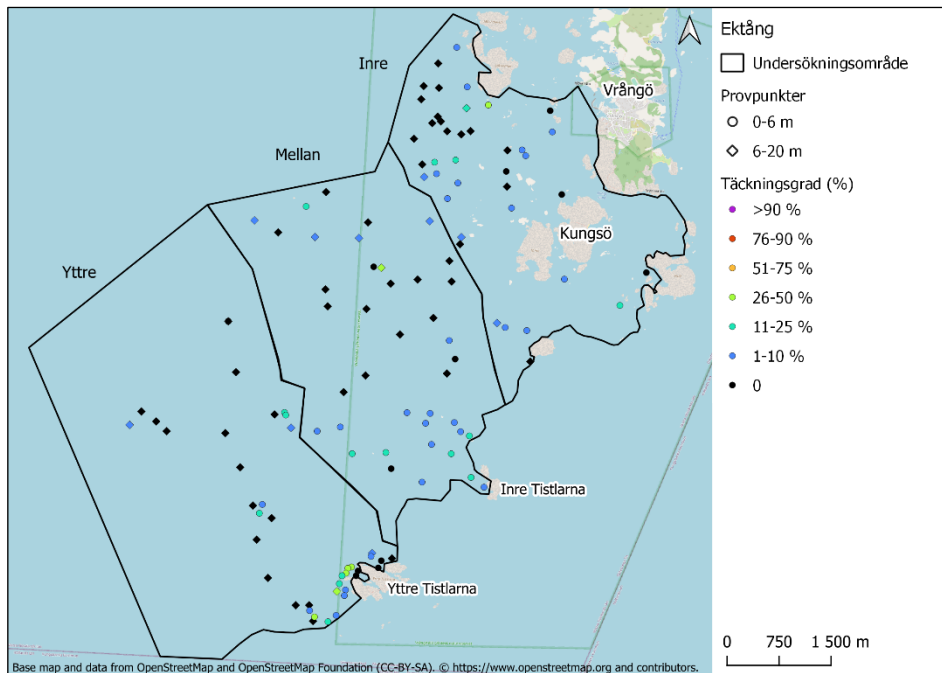


Figur 10. Täckningsgrad (procent) av sågtång (*Fucus serratus*) på provpunkter inom djupintervallen 0–6 meter (cirkel) samt 6–20 meter (romb) i undersökningsområdet.



Figur 11. Bild på sågtång (*Fucus serratus*) från delområde inre i djupintervallet 0–6 meter.

Ektång (*H. siliquosa*) förekom i huvudsak på grunda bottenar och påträffades på 49 provpunkter inom djupintervallet 0–6 meter samt 14 provpunkter inom djupintervallet 6–20 meter (Figur 12). I medel var täckningsgraden 12 procent av botten på 0–6 meter och 2 procent på 6–20 meter. Brunalgen ektofs (*Sphacelaria cirrosa*) växer på ektång och dessa två arter noterades alltid tillsammans (Figur 13).



Figur 12. Täckningsgrad (procent) av ektång på provpunkter inom djupintervallen 0–6 meter (cirkel) samt 6–20 meter (romb) i undersökningsområdet.



Figur 13 Bild på ektång (*Halidrys siliquosa*) från delområde inre i djupintervallet 0–6 meter. Med i bild syns även fingertare/stortare (*Laminaria* spp.), sågtång (*Fucus serratus*) och fintrådiga/fingreniga rödalger.

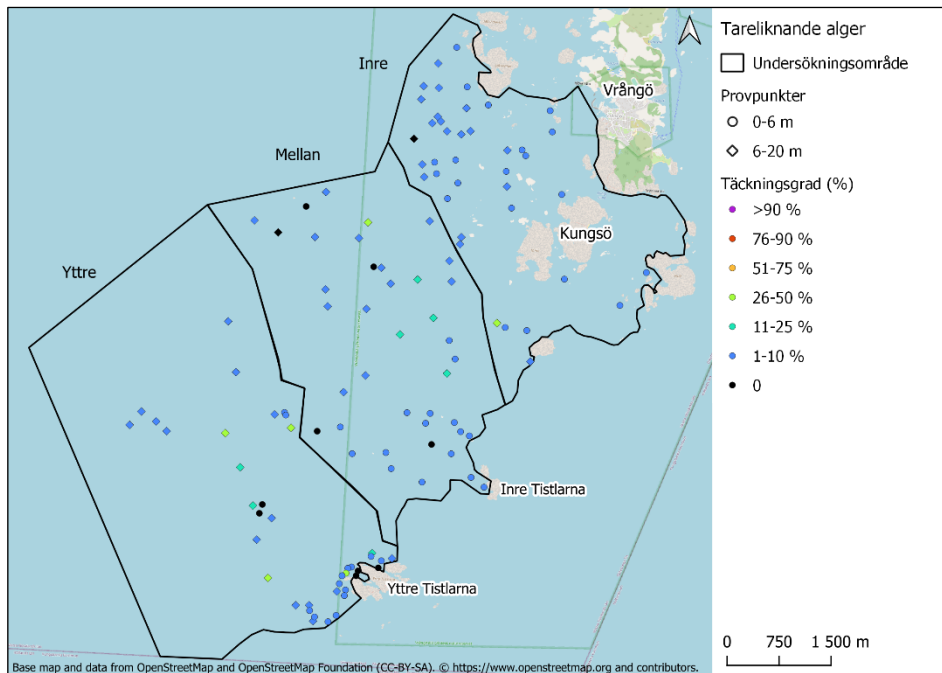
Inom stora delar av området med hårbotten dokumenterades även fingertare/stortare (*Laminaria* spp.) (Figur 14) och skräppetare (*S. laticima*) (Figur 15), som grupperades som tareliknande alger. Tareliknande alger förekom på 51 provpunkter i djupintervallet 0–6 meter samt 58 provpunkter på 6–20 meter (Figur 16). Medeltäckningsgraden i de båda djupintervallen var 4 procent på botten 0–6 meter samt 9 procent på 6–20 meter.



Figur 14. Bild på fingertare/stortare (*Laminaria* sp.) med påväxt av mossdjur från delområde mellan i djupintervallet 6–20 meter.



Figur 15. Bild på skräppetare (*Saccharina latissima*) från delområde inre i djupintervallet 6–20 meter.



Figur 16. Täckningsgrad (procent) av tareliknande alger på provpunkter inom djupintervallen 0–6 meter (cirkel) samt 6–20 meter (romb) i undersökningsområdet.

Krustaalger var vanligt förekommande på botten med block i djupintervallet 6–20 meter och förekom på 52 provpunkter med en medeltäckningsgrad på 28 procent. I djupintervallet 0–6 meter förekom krustaalger på 11 provpunkter och medeltäckningsgraden var 3 procent. Med undervattensvideo går det framförallt att detektera krustaalger på hårbotten där annan vegetation och fauna har svårt att leva, såsom djupa blockmiljöer. På grunda hårbotten täcks krustaalger av annan vegetation. Av den anledningen har krustaalger inte inkluderats i den statistiska analysen.



Figur 17. Bild på krustaalger från, delområde mellan i djupintervallet 6–20 meter.

Andra arter som noterades i låga tätheter och som inte ingår i den statistiska analysen är eutrofieringsgynnande² fintrådiga brunalger (*Ectocarpus* spp./*Pylaiella* spp.) och grönalger (*Cladophora* spp./*Ulva* spp.) Fintrådiga brunalger förekom på åtta provpunkter i djupintervallet 0–6 meter med en medeltäckningsgrad på 0,6 procent. Eutrofieringsgynnande fintrådiga grönalger förekom på 22 provpunkter i båda djupintervallen med en medeltäckningsgrad på mindre än en procent. Även klykalg (*Codium fragile*) (Figur 18) noterades i låg förekomst (<1 procent) i båda djupintervallen i delområdena mellan och yttre. Knöltång (*Ascophyllum nodosum*) som främst trivs i skyddade områden noterades endast på en provpunkt i delområde yttre på djupintervallet 0–6 meter.



Figur 18. Bild på klykalg (*Codium fragile*) från delområde mellan i djupintervallet 0–6 meter. Med i bild syns även röda tofsalger (*Bonnemaisonia hamifera*/ *Spermothamnion repens*).

3.1.3 Förekomst av fauna

Syftet med undersökningen var främst att dokumentera förekomst av makroalger men även en del fastsittande fauna inkluderades i undersökningen. Det var främst svampdjuret brödsvamp *Halichondria* sp. (Figur 19) som dokumenterades, vilket är en art som är vanligt förekommande i algbältet. Brödsvamp noterades främst inom djupintervallet 6–20 meter på 41 provpunkter. Andra arter som endast noterades på enstaka lokaler var mossdjuret *Alcyonidium diaphanum* och läderkorallen död mans hand (*Alcyonium digitatum*). Båda arterna noterades med låga tätheter inom djupintervallet 6–20 meter.

I undersökningen dokumenterades ingen annan fauna än ovan nämnda arter. Inga förekomster av blåmusslor (*M. edulis*), blåmusselskal, stillahavsstron (*M. gigas*) eller sjöpungar noterades.

² Eutrofieringsgynnade arter är arter som gynnas av övergödning.



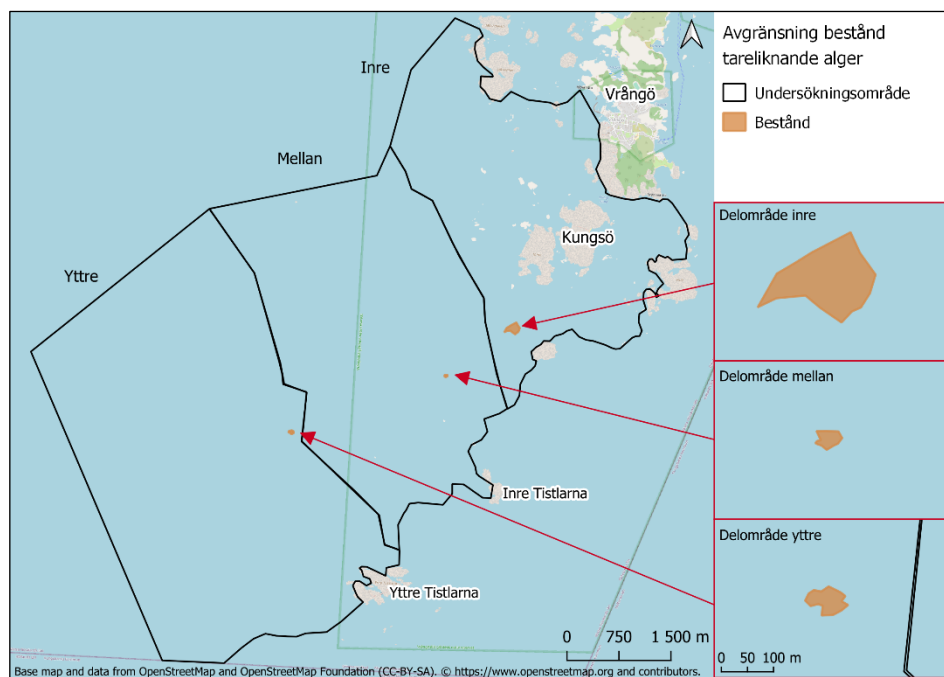
Figur 19. Bild på brödsvamp (*Halichondria* sp., det gula i bilden) som noterades bland makroalger. Bilden är från delområde mellan i djupintervallet 6–20 meter. Med i bild syns även rödalger med bladlik bål och fintrådiga/fingreniga rödalger.

3.2 Inventering av tre bestånd med tareliknande alger

Vid tre provpunkter, ett i varje delområde, med förekomst av tareliknande alger på hårbotten genomfördes en inventering för att avgränsa beståndet (Figur 20). Alla tre bestånden dominerades av fingertare/stortare (*Laminaria* spp.) medan skräppetare (*S. latissima*) endast förekom i låga tätheter.

De tre bestånden låg på hårbotten omgiven av mjukbotten.

Algsammansättningen var jämn inom de avgränsade områdena därav blev det få noteringar om förändringar och transekten har oftast endast en start- och en slutposition.



Figur 20. Översiktsskarta över de tre avgränsade bestånden av tareliknande alger i de tre delområdena.

3.2.1 Bestånd: delområde inre

Vid delområdet inre avgränsades tareliknande alger nordväst om Kalvholmen (Figur 20). Botten i området bestod till största del av häll med inslag av block och sten. Det förekom också inslag av sedimentbotten med grus.

Tareliknande alger avgränsades på djup mellan 3,4 och 7,9 meter på en yta motsvarande 19 470 kvadratmeter (Figur 20). Huvudsakligen var det fingertare/stortare som noterades i området (Figur 21) med en täckningsgrad på 10–40 procent. Skräppetare noterades endast på tre av transekterna och då enbart med låg täckningsgrad (1 procent). Påväxt av mossdjur taggig- (*Electra pilosa*) och slät tångbark (*Membranipora membranacea*) var låg och täckte 1–5 procent av bladytan.

I området täcktes botten till 75–90 procent av fintrådiga/fingreniga rödalger. Även förekomst av sågtång och ektång var vanligt (26 procent täckningsgrad respektive 14 procent täckningsgrad).



Figur 21. Tareliknande alger med påväxt av mossdjur vid delområde inre.

3.2.2 Bestånd: delområde mellan

Vid delområdet mellan avgränsades tareliknande alger på ett område bestående av block och håll.

Tareliknande alger avgränsades på djup mellan 10 och 20,7 meter på en yta motsvarande 1 239 kvadratmeter (Figur 20). Förhållandevis låga tätheter av fingertare/stortare (5–10 procent, Figur 22) noterades i området och endast på en provpunkt noterade skräppetare med en täckningsgrad på 1 procent. Påväxten av mossdjuren taggig- och slät tångbark var hög och täckte 75–90 procent av algernas bladyta.

I området täcktes botten till 60–90 procent av rödalger med bladlik bål och även krustalger var vanlig förekommande på blocken och hade en täckningsgrad på 10–50 procent.



Figur 22. Tareliknande alger med påväxt av mossdjur (latin) vid delområde mellan.

3.2.3 Bestånd: delområde yttre

Vid delområdet yttre avgränsades tareliknande alger på hårbotten som till största del bestod av block med inslag av häll.

Tareliknande alger avgränsades på djup mellan 10–22,5 meter på en yta motsvarande 2 708 kvadratmeter (Figur 20). Huvudsakligen var fingertare/stortare som noterades i området med en täckningsgrad på 10–25 procent (Figur 23).

I området täcktes botten till största del av rödalger med bladlik bål. Även krutaalger var vanligt förekommande. Fintrådiga/fingreniga rödalger och brödsvamp, noterades med lägre tätheter.



Figur 23. Tareliknande alger vid delområde yttre.

4 Diskussion och slutsatser

Makroalger utgör en viktig miljö för den marina mångfalden. De tar upp näringsämnen från vattnet, utgör viktigt substrat för andra växt- och djurarter, samt utgör också lek- och uppväxtplats för fiskar.

Makroalgarters utbredning begränsas främst av ljustillgången. Ljuset avtar snabbt med djupet och beroende av vilka pigment algerna har kan de växa på olika djup (Johansson & Snoeijs, 2002). Grönalger påträffas nära ytan följt av större brunalger lite djupare och därefter rödalger som kan fånga in ljuset på större djup. Det finns dock inga tydliga gränser och inom de översta djupmetrarna bildar algerna en mosaik med olika arter som har olika växtsätt. Zoneringen av alger styrs även av konkurrens om plats samt exponeringsgrad. Tångarter som lever i de översta djupmetrarna, där påverkan från vågexponering kan vara hög, förekommer främst i skyddade miljöer. Detta resulterar i att rödalger dominerar på alla djup där exponeringsgraden är hög. Kelpalger såsom tare och skräppetare kan växa djupare där vågexponeringen minskar och kan således förekomma även på kraftigt vågexponerade lokaler (Bekkby & Moy, 2011). I grunda, näringsrika områden kan ettåriga fintrådiga alger, som snabbt kan ta upp näringsämnen i vattnet, tillväxa och konkurrera ut flerårig vegetation.

Baserat på videoinventeringen av provpunkterna i de tre delområdena i djupintervallet 0–6 meter dominerade fingreniga/fintrådiga rödalger som växte epifytiskt på andra alger. Inom djupintervallet 6–20 meter dominerade istället rödalger med bladlik bål. Dessa resultat stämmer överens med tidigare undersökningar i området som utförts med videokamera (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020). Artsammansättningen av fintrådiga/fingreniga rödalger varierade beroende av djupintervall och röda tofsalger och grovsläke dominerade i djupintervallet 0–6 meter. Även djupare var röda tofsalger vanliga men alggruppen domineras även av andra arter såsom knorralg och julgransalg. Inom alggruppen kan utbredning och artsammansättning även variera inom och mellan år, då vissa arter är ettåriga och endast förekommer en viss tid på året. En sådan art är exempelvis julgransalg som kan förekomma i höga tätheter inom djupintervallet 6–20 meter vissa år på sensommaren. Variationer hos ettåriga arter är viktigt att beakta vid analysarbete. Rödalger med bladlik bål domineras i regel grunt av *Coccytulus/Phyllophora* och karragenalg medan andra arter såsom ribbeblad och ekblading är vanligare inom det djupare intervallet.

Eftersom fintrådiga och fingreniga alger växer epifytiskt på andra alger är de ofta synliga och går att skatta vid en videoinventering. Rödalger med bladlik bål växer däremot ofta i det understa lagret vilket innebär att utbredningen blir svår att uppskatta. Enligt videoinventeringen dokumenterades röda bladalger endast på ett fåtal lokaler med en låg täckningsgrad inom djupintervallet 0–6 meter. Data från dykinventeringar inom området 2021 (Andersson med flera 2022) och på närliggande lokaler inom den nationella miljöövervakningen 2020–2021 (SMHI SHARKweb 2023) visar att rödalger med bladlik bål förekommer i höga tätheter på alla djup. Tätheten av alggruppen bedöms således vara underskattad

inom djupintervallet 0–6 meter där de täcks av andra arter såsom fintrådiga rödalger och tångarter.

Vid årets videoinventering har det även varit svårt att i vissa fall särskilja fingreniga rödalger och rödalger med bladlik bål på botten djupare än 15 meter på grund av dålig sikt och strömt vatten. Det kan därför vara ett alternativ att behandla rödalgsbältet som en helhet vid analysarbete.

Krontaksbildande arter, såsom tång- och tarearter, har höga naturvärden då de bildar viktiga livsmiljöer för alger och fauna. Vid årets inventering bildade sågtång bälten i skvalpzonen medan ektång förekom något djupare, vilket överensstämmer med dykinventeringar inom och i närliggande vattenområden (Andersson med flera 2021, nationell miljöövervakning). Att fucusarter inte dokumenterades på alla grunda lokaler samt att medeltäckningsgraden var förhållandevis låg är troligen ett resultat av den exponerade miljön. På vågexponerade hårbotten är det vanligt att fintrådiga och fingreniga rödalger dominerar istället för tångarter. De mer djuplevande arterna ektång, fingertare/stortare och skrappetare är inte lika påverkade av vågexponering.

Tareliknande alger var vanligt förekommande i hela undersökningsområdet. Tidigare inventering i vattenförekomsten Styrö-Vrångö visade på samma täckningsgrader som föreliggande rapport (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020). Även dykinventeringen 2021 och den nationella algövervakningen rapporterar liknande förekomst, täckningsgrader och djuputbredning för tareliknande alger (SMHI SHARKweb 2023).

Täckningsgrad av alger kan variera naturligt beroende av substrat. Det är i regel högre tätheter på håll i jämförelse med block. Vid årets inventering noterades att på botten bestående av håll var den totala täckningsgraden av makroalger överlag 100 procent medan på botten djupare än 15 meter bestående av block och sten var det kalare och krustaalger täckte istället botten.

Den statistiska analysen gjordes i form av en 3-faktors ANOVA. Denna visade på signifikanta effekter på täckningsgrad av makroalggrupp och djup, samt av interaktionen mellan makroalggrupp och djup samt makroalggrupp och område. Att täckningsgraden skiljer sig åt mellan olika makroalggrupper är väntat på grund av skillnader i arternas ekologi och växtsätt, som beskrivet ovan, och analyserades inte vidare i post-hoc analysen där makroalggrupp hölls konstant. Post-hoc analysen visade på signifikanta skillnader i täckningsgrad med avseende på djupintervall, för alla grupper utom tareliknande alger, men inte delområde. Dessa resultat stämmer överens med det som visats i tidigare undersökningar i området (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020). För syftet att jämföra artsammansättningen mellan olika lokaler eller djupintervall, det vill säga hur lika eller olika dessa lokaler är med avseende på artsammansättning, är en variansanalys inte det bäst lämpade verktyget utan istället bör multivariata analysmetoder, till exempel nMDS (non-metric multidimensional scaling) eller ANOSIM (similaritetsanalys) övervägas. Dessa multivariata analysmetoder kan visa strukturella likheter och skillnader i artsammansättning mellan lokaler, men inte avgöra vilka faktorer som är viktiga för hur artsammansättningen eller en utbredning av en grupp makroalger ser ut. För detta behövs variansanalyser.

Knöltång noterades endast på en provpunkt och fintrådiga brun- och grönalger endast på några få provpunkter i låga tätheter. Dessa alger förekommer generellt inte på exponerade lokaler. Fintrådiga brun- och grönalger kopplas främst ihop med övergödningsproblem vilket är mer känsligt i skyddade områden.

Mossdjuren taggig- och slät tångbark är två arter som kan täcka stora delar av bladytan på tareliknande alger. Inom det inventerade området var påväxten av mossdjuren hög inom djupintervallet 6–20 meter medan påväxten på tareliknande alger var nästintill obefintlig inom djupintervallet 0–6 meter. En anledning till skillnader i påväxt av mossdjur kan vara den vågexponerade miljön inom djupintervallet 0–6 meter.

Tre bestånd, ett i varje delområde, med tareliknande alger avgränsades i undersökningen. De utvalda bestånden förekom på en hårdbotten som inte låg i anslutning till land utan utgjordes av geogena rev (i enlighet med art- och habitatdirektivet). Bestånden valdes ut från provpunkt med högre täckningsgrad av tareliknande alger. Inventeringen av bestånden begränsades av den ström- och vågexponerade miljön. Det var svårt att hitta tillbaka till området med den högre täckningsgraden av tareliknande alger som noterades vid punktinventeringen. Då endast ett bestånd valdes ut per område, och det beståndet låg inom ett djupintervall, fanns det i dataunderlaget bara en oberoende observation per område samt en respektive två oberoende observationer per djupintervall eftersom punkterna inom varje bestånd utgör pseudoreplikat. Denna begränsning innebär att ingen statistisk analys genomfördes.

Bestånden av tareliknande alger dominerades av fingertare/stortare medan skräppetare endast förekom i låga tätheter med enstaka plantor. Överlag varierade täckningsgraden mellan 5–25 procent vilket stämmer överens med data insamlat från nationella övervakningsprogrammet för hårdbottenvegetation samt dykinventeringar som utfördes 2021 i området. I övervakningsprogrammet har vattenförekomsten Styrös-Vrångö en medeltäckningsgrad på 15 procent (SMHI SHARKweb 2023) och vid dykinventeringarna 2021 var den maximala täckningsgraden 25 procent. I delområdena mellan och yttre dominerade rödalger med bladlik bål, medan delområde inre låg lite grundare och där dominerade fintrådiga/fingreniga rödalger och sågtång. Algsammansättningen i varje bestånd var sammanhängande över hela det avgränsade beståndet och registrering av förändringar blev därför få.

Det bör påpekas att inventering genom videofilmning är behäftad med några svagheter. Metodiken fungerar främst på större bältesbildande arter. Videoanalys av förekomst och täckningsgrad av underliggande arter blir i regel missvisande. Det kan även vara en fördel att behandla rödalgsbältet som en grupp. Detta då det kan vara svårt att skilja på fintrådigt/fingreniga rödalger och rödalger med bladlik bål.

5 Referenser

Isæus, M. (2010). *Metodbeskrivning Dropvideo version 1.3-1.5 / Tillägg Kvalitetsrutiner, Fyhr, F. 2011 / Uppdatering nya inventeringsrutiner, Wijmark, N. 2012*. AquaBiota.

Lenth R (2022). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.1-1, <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.

Miljöförvaltningen Göteborgs Stad. (2020). *Inventering av hårbottenmiljöer runt Styrösö-Vrångö och i Vrångö naturreservat, rapport 2020:07*.

Miljöförvaltningen Göteborgs Stad. (2023). *Kvalitet och utbredning av alger och blåmusslor Inventering på hårbotten i vattenförekomsten Dana fjord, rapport 2023:01*.

Quinn GP & Keough MJ (2002). *Experimental design and data analysis for biologists* Cambridge University Press, Cambridge.

R Core Team (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SMHI SHARKweb (2023). <https://sharkweb.smhi.se/hamta-data/>

Underwood AJ (1997) *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance* Cambridge University Press, Cambridge.

6 Bilagor

Tabell 1. 3-vägs ANOVA för täckningsgrad med faktorerna makroalger, djupintervall och område. Fetstil indikerar signifikant p-värde.

Faktor	Frihetsgrader	SS	MS	F-värde	p-värde
Makroalgsgrupp	6	220967	36828	156,218	<0,00001
Djupintervall	1	1179	1179	4,999	0,02563
Område	2	196	98	0,415	0,66061
Makroalg:Djupintervall	6	205148	34191	145,035	<0,00001
Makroalg:Område	12	6488	541	2,293	0,0072
Djupintervall:Område	2	33	17	0,071	0,9317
Residual	810	190954	236		

Tabell 2. Resultat av post-hoc analyser för signifikanta p-värden av kontraster för täckningsgrad av makroalger, djupintervall och område (I=inre, M=mellan, Y=yttre).

Kontrast	Makroalg	Estimate	SE	Frihets-grader	t-värde	p-värde
(0-6 I) - (6-20 I)	Sågtång	10.74	3.18	810	3.38	0,010
(6-20 I) - (0-6 Y)	Sågtång	-15.06	4.50	810	-3.35	0,011
(0-6 M) - (6-20 M)	Sågtång	9.77	3.18	810	3.07	0,026
(6-20 M) - (0-6 Y)	Sågtång	-15.81	4.50	810	-3.52	0,006
(0-6 Y) - (6-20 Y)	Sågtång	10.39	3.18	810	3.27	0,014
(0-6 I) - (6-20 I)	Ektång	10.34	3.18	810	3.25	0,015
(6-20 I) - (0-6 Y)	Ektång	-15.01	4.50	810	-3.34	0,011
(0-6 M) - (6-20 M)	Ektång	9.37	3.18	810	2.95	0,038
(6-20 M) - (0-6 Y)	Ektång	-13.38	4.50	810	-2.98	0,035
(0-6 Y) - (6-20 Y)	Ektång	9.99	3.18	810	3.14	0,021
(0-6 I) - (6-20 I)	Fintrött	49.67	3.18	810	15.63	0,000
(0-6 I) - (6-20 M)	Fintrött	49.09	4.50	810	10.92	0,000
(0-6 I) - (0-6 Y)	Fintrött	12.95	3.67	810	3.53	0,006
(0-6 I) - (6-20 Y)	Fintrött	62.27	4.50	810	13.85	0,000
(6-20 I) - (0-6 M)	Fintrött	-49.29	4.50	810	-10.96	0,000
(6-20 I) - (0-6 Y)	Fintrött	-36.72	4.50	810	-8.17	0,000
(6-20 I) - (6-20 Y)	Fintrött	12.60	3.67	810	3.43	0,008
(0-6 M) - (6-20 M)	Fintrött	48.71	3.18	810	15.32	0,000
(0-6 M) - (0-6 Y)	Fintrött	12.57	3.67	810	3.42	0,008
(0-6 M) - (6-20 Y)	Fintrött	61.89	4.50	810	13.77	0,000
(6-20 M) - (0-6 Y)	Fintrött	-36.14	4.50	810	-8.04	0,000
(6-20 M) - (6-20 Y)	Fintrött	13.18	3.67	810	3.59	0,005
(0-6 Y) - (6-20 Y)	Fintrött	49.32	3.18	810	15.52	0,000
(0-6 I) - (6-20 I)	Bladlik	-51.88	3.18	810	-16.32	0,000
(0-6 I) - (6-20 M)	Bladlik	-49.36	4.50	810	-10.98	0,000
(0-6 I) - (6-20 Y)	Bladlik	-51.95	4.50	810	-11.56	0,000
(6-20 I) - (0-6 M)	Bladlik	55.36	4.50	810	12.32	0,000
(6-20 I) - (0-6 Y)	Bladlik	52.15	4.50	810	11.60	0,000
(0-6 M) - (6-20 M)	Bladlik	-52.84	3.18	810	-16.62	0,000
(0-6 M) - (6-20 Y)	Bladlik	-55.44	4.50	810	-12.33	0,000
(6-20 M) - (0-6 Y)	Bladlik	49.64	4.50	810	11.04	0,000
(0-6 Y) - (6-20 Y)	Bladlik	-52.23	3.18	810	-16.43	0,000
(0-6 I) - (6-20 I)	Kräkel	29.77	3.18	810	9.37	0,000
(0-6 I) - (6-20 M)	Kräkel	28.74	4.50	810	6.39	0,000
(0-6 I) - (6-20 Y)	Kräkel	27.35	4.50	810	6.08	0,000
(6-20 I) - (0-6 M)	Kräkel	-29.84	4.50	810	-6.64	0,000

(6-20 I) - (0-6 Y)	Kräkel	-31.85	4.50	810	-7.08	0,000
(0-6 M) - (6-20 M)	Kräkel	28.81	3.18	810	9.06	0,000
(0-6 M) - (6-20 Y)	Kräkel	27.41	4.50	810	6.10	0,000
(6-20 M) - (0-6 Y)	Kräkel	-30.81	4.50	810	-6.85	0,000
(0-6 Y) - (6-20 Y)	Kräkel	29.42	3.18	810	9.26	0,000
(0-6 I) - (6-20 I)	Krusta	-24.65	3.18	810	-7.75	0,000
(0-6 I) - (6-20 M)	Krusta	-20.70	4.50	810	-4.61	0,000
(0-6 I) - (6-20 Y)	Krusta	-23.40	4.50	810	-5.20	0,000
(6-20 I) - (0-6 M)	Krusta	29.55	4.50	810	6.57	0,000
(6-20 I) - (0-6 Y)	Krusta	26.25	4.50	810	5.84	0,000
(0-6 M) - (6-20 M)	Krusta	-25.61	3.18	810	-8.06	0,000
(0-6 M) - (6-20 Y)	Krusta	-28.30	4.50	810	-6.30	0,000
(6-20 M) - (0-6 Y)	Krusta	22.30	4.50	810	4.96	0,000
(0-6 Y) - (6-20 Y)	Krusta	-25.00	3.18	810	-7.86	0,000



Miljöförvaltningen

Box 7012, 402 31 Göteborg

Telefon, växel: 031-365 00 00

E-post: miljoforvaltningen@miljo.goteborg.se