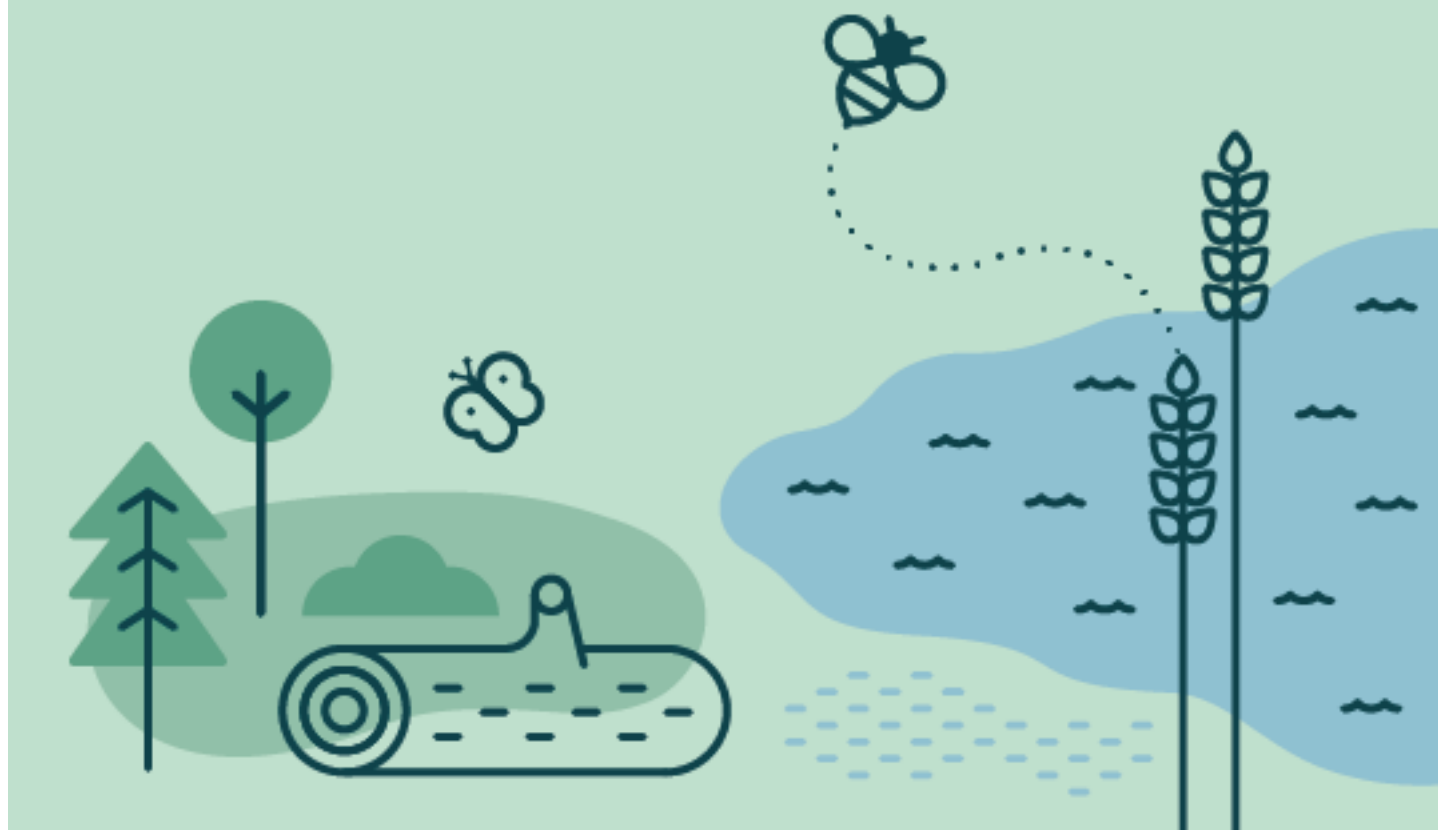


Inventering av makroalger på hårbotten i Askimsfjorden 2024

Rapport från fältarbete

Rapportnummer 2025:05



Förord

Fastsittande, fleråriga makroalger utgör en viktig biotop i den marina miljön. Kartläggning och övervakning av makroalger behövs för att få en uppfattning om hur förekomsterna förändras över tid. Tare är storvuxna brunalger som när de förekommer i större mängd bildar så kallade tareskogar. Dessa skogar är en viktig biotop för många alg- och djurarter som lever på eller inne ibland algerna. Tareskogar är ansvarsbiotoper för Göteborgs Stad, och därför prioriterade inom miljöövervakningen.

Inventeringen ingår som en del av förvaltningens miljöövervakningsplan. Miljöövervakningsplanen fastställs av miljö- och klimatnämnden i samband med att budgeten beslutas. Rapporten har tagits fram av Karin Olsson, Johanna Bergkvist och Sandra Andersson på Marine Monitoring AB. Fältarbetet som rapport bygger på har utförts av Johanna Bergkvist och Karin Olsson.

Inventering av makroalger på hårbotten i Askimsfjorden 2024

Rapport från fältarbete

Göteborgs Stad, miljöförvaltningen

Författare: Karin Olsson, Johanna Bergkvist och Sandra Andersson, Marine Monitoring AB

Foton:

ISBN nr: 1401-2448

Vill du använda text eller bilder ur denna rapport citerar du: Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2025:05 Inventering av makroalger på hårbotten i Askimsfjorden 2024 Rapport från fältarbete

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

Sammanfattning

På uppdrag av Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad har Marine Monitoring AB utfört inventering av makroalger på hårbotten i vattenförekomsten Askims fjord. Syftet med inventeringen var att kartlägga och analysera utbredningen av makroalger inom olika djupintervall, samt att identifiera förändringar i utbredningen jämfört med data insamlat i samma område 2018. Ytterligare en deluppgift med kartläggningen, att identifiera bestånd av bältesbildande makroalger, i synnerhet tareliknande alger, genomfördes inte då inga sådana bestånd återfanns under inventeringen.

Inventeringen utfördes genom filmning med undervattenskamera på totalt 140 stationer på hårbotten, fördelade inom djupintervallen 0–6 meter respektive 6–20 meter. Resultaten av inventeringen visade att gruppen fintrådiga/fingreniga rödalger (exempelvis *Ceramium* spp./*Polysiphonia* spp./*Rhodomela*/*Cystoclonium*) dominerade inom båda djupintervallen. Inom det grundare djupintervallet var också kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) vanligt förekommande. Jämfört med data insamlat 2018 hade täckningsgraden av dessa två makroalgsgupper ökat inom bägge djupintervallen: Dessa grupper är dock svåra att särskilja i fält, framför allt gentemot andra rödalger, och det är möjligt att skillnaden påverkas av tolkning och metodik, snarare än en faktisk ökning. Rödalger med bladlik bål var relativt vanligt förekommande på djupare provpunkter medan det fanns en betydande förekomst av sudare på grundare provpunkter. Tareliknande alger förekom på omkring hälften av alla provpunkter men med låg täckningsgrad. Snabbväxande fintrådiga alger var relativt ovanliga och förekom främst på grundare och mer skyddare provpunkter. Förekomsten av tång var låg och utgjordes framför allt av ektång.

Även täckningsgraden av tareliknande arter var låg och inga så kallade tareskogar återfanns. Inte heller i undersökningen 2018 återfanns högre täckningsgrader av tareliknande arter i Askimsfjorden. Täckningsgraden av tareliknande arter i Askimsfjorden är betydligt lägre än vad som observerats i närliggande vattenförekomster.

Bland algerna förekommer fastsittande fauna och de arter som observerades med metoden var brödsvamp *Halichondria panicea* som observerades på många positioner, främst inom det djupare intervallet, samt mossdjuret *Alcyonidium diaphanum* som endast observerades på en position. Inga blåmusslor, stillahavsstron eller skal från dessa observerades under inventeringen.

Innehåll

1	Bakgrund	6
1.1	Syfte	6
2	Metoder	7
2.1	Fältinventering	7
2.1.1	Begränsningar i inventeringsmetoden.....	8
2.2	Dataanalys	10
2.2.1	Statistisk analys.....	10
3	Resultat	11
3.1	Punktinventering.....	11
3.1.1	Förekomst av makroalger	12
3.1.2	Förekomst av fauna.....	16
3.2	Statistisk analys.....	17
4	Diskussion och slutsatser	20
5	Referenser	23
6	Appendix	24

1 Bakgrund

På uppdrag av Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad har Marine Monitoring AB utfört inventering av makroalger på hårbotten inom olika djupintervall i vattenförekomsten Askims fjord. I undersökningen har förekomst av fastsittande fauna (olika evertebrater inklusive mossdjur, brödsvamp, blåmusslor och stillahavssostron) också noterats.

Vegetation på hårbotten utgörs huvudsakligen av fastsittande makroalger (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023). Makroalger tar upp näringsämnen från vattnet och bidrar genom sitt växtsätt till skapandet av en tredimensionellt strukturerad miljö på botten. Detta utgör i sin tur värdefulla habitat för andra växt- och djurarter som nyttjar biotopen för lek, skydd, och födosök.

Bland de makroalger som kan förväntas i området märks tarearter. Tre arter av tare förekommer på västkusten: stortare (*Laminaria hyperborea*), fingertare (*Laminaria digitata*) och skräppetare (*Saccharina latissima*). Dessa är fleråriga, bältesbildande brunalger som kan ge upphov till så kallade tareskogar. Tareskogar ger skydd mot vågor och vattenrörelser och utgör ett viktigt habitat för både fastsittande som rörliga organismer.

Tareskogar är en värdefull naturtyp och har utsetts till en prioriterad ansvarsbiotop i Göteborgs Stad. Som prioriterad ansvarsbiotop ska tareskogar prioriteras i naturvårdsarbetet och kartläggas inom miljöförvaltningens miljöövervakningsplan samt inom miljömålsuppföljningen i stadens miljö- och klimatprogram. Insamlade data från hårbottensinventeringen ska därför granskas för att identifiera större tarebestånd för noggrannare kartläggning.

Miljöförvaltningen i Göteborg Stad har genomfört olika inventeringar av makroalger på hårbotten. I den aktuella vattenförekomsten inventerades makroalger på hårbotten år 2018 tillsammans med hårbotten runt Styrö-Vrångö (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2019). Inom Vrångö naturreservat inventerades hårbotten även under 2019 (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020). År 2022 inventerades hårbotten i utvalda områden i Danafjord och år 2023 inventerades hårbotten söder och väster om Vrångö (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2024; Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023). I dessa inventeringar användes samma metod som i den föreliggande inventeringen.

1.1 Syfte

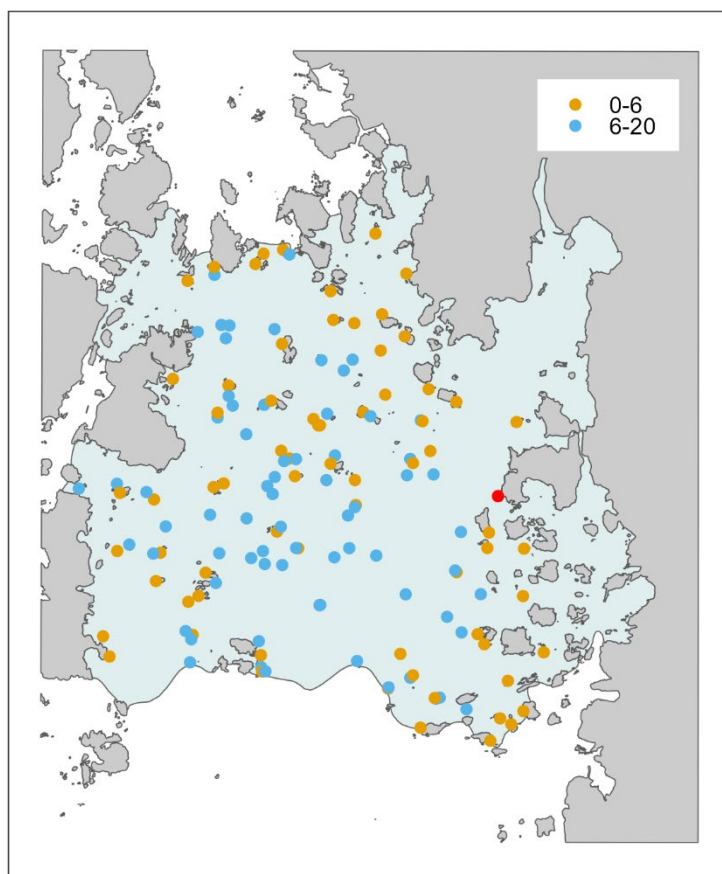
Syftet med undersökningen var att inventera och analysera utbredning av makroalger och blåmusslor på hårbotten. Genom jämförelse med data insamlat med samma metodik i samma vattenförekomst år 2018 kan också förändringar i förekomst över tid analyseras. Fokus ligger i första hand på undersökning av habitatsbildande alggrupper, samt större alggrupper (se Tabell 2.1.1.1), för att i stora drag följa förändringar i förekomst av dessa grupper över tid.

2 Metoder

Inventeringen av makroalger genomfördes i fält under perioden 28 augusti–6 september med efterföljande bearbetning av data.

2.1 Fältinventering

Inventeringsområdet utgjordes av vattenförekomsten Askims fjord (Figur 1).

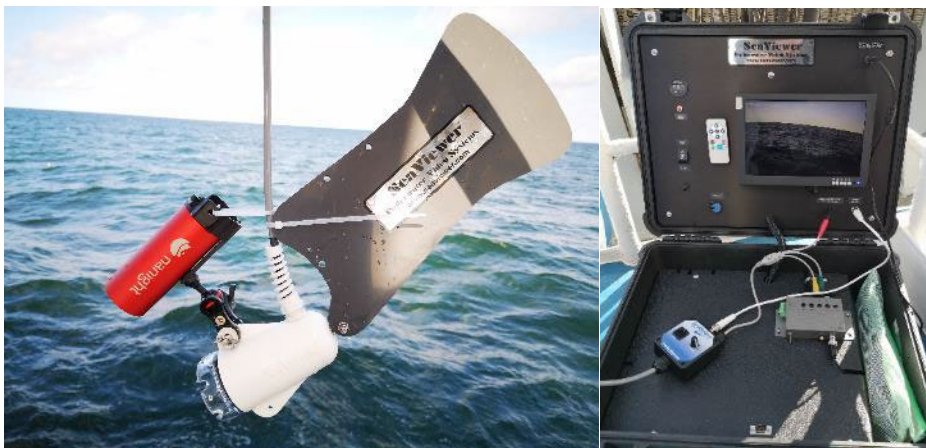


Figur 1. Karta över vattenförekomsten Askims fjord (blå polygon) och provpunkter (orange motsvarar djupintervallet 0–6 meter och blå djupintervallet 6–20 meter). Röd punkt visar Drags Näsa, station som ingår i den nationella miljöövervakningen.

Inför inventeringen slumpades 140 provpunkter ut på hårbotten; 70 punkter inom djupintervallet 0–6 meter och 70 punkter inom 6–20 meter. Provpunkterna slumpades i programmet QGIS 3.36, där hårbotten avgränsades med hjälp av SGU:s maringeologiska karta och djupintervallen med hjälp av sjökort.

Inventeringen genomfördes med hjälp av en videokamera för undervattensbruk (Sea-Drop 6000, SeaViewer Cameras Inc.) med en monterad undervattenslampa (Figur 2). I fält söktes den slumpade positionen upp och bottenstratet kontrollerades med hjälp av ekolod. Om substratet inte utgjordes av hårbotten flyttades provpunkten till en närliggande hårbotten inom samma djupintervall.

På grund av tekniskt problem misslyckades dataangivelsen på en provpunkt vilken därför exkluderades från vidare analys.



Figur 2. Kamerautrustning som användes i fält.

Inventeringen utfördes enligt AquaBiotas metodbeskrivning Dropvideo version 1.5 (Isæus, 2010). Varje provpunkt inventerades genom att en transekt motsvarande en yta på cirka 25 kvadratmeter filmades. 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). Filmerna spelades in och sparades för efterkontroll av artförekomst och täckningsgrad.

Primärfokus låg på inventering av makroalger, men förekomst av fauna såsom blåmussla (*Mytilus edulis*), stillahavsostrom (*Magallana gigas*), upprättstående mossdjur (bladmossdjur och lädermossdjur), sjöpungrar och svampdjur ingick i studien. Den fauna som observerades var dock endast brödsvamp *Halichondria panicea*, som observerades på ett flertal provpunkter, samt mossdjuret *Alcyonidium diaphanum*, som noterades på en provpunkt.

Avsikten var att utifrån resultaten från punktinventeringen välja ut bestånd (provpunkter med högre förekomst) av tareliknande alger (*Laminaria* spp. och/eller *Saccharina latissima*) för en mer detaljerad inventering och avgränsning. Täckningsgrad av tareliknande alger var låg i punktinventeringen (0–10 procent) och inga sådana bestånd återfanns.

Inga blåmusslor eller ostrom observerades under fältarbetet.

2.1.1 Begränsningar i inventeringsmetoden

Videoinventering är en visuell och, med undantag för rörelsen genom vattnet under transekten, passiv metod.

På grund av detta kan många arter som är svåra att upptäcka beroende av deras livsmiljö förbises. Hårdbottenmiljöer utgör ofta en komplex tredimensionell miljö där underliggande arter täcks. Följaktligen kan därmed täckningsgraden av exempelvis rödalger med bladlik bål såsom *Coccolithus/Phyllophora* och karragenalg (*Chondrus crispus*) liksom kräkel (*Furcellaria lumbricalis*)

underskattas, eftersom de ofta täcks av annan vegetation som fintrådiga och fingreniga rödalger.

Kalkalger såsom *Lithothamnion* spp., *Phymatolithon* spp., *Hildenbrandia* spp. och *Pseudolithoderma* spp. växer på substratet och döljs av överliggande växtlighet. Vid en videoinventering är därför noterad förekomst beroende av täckningsgraden hos andra arter.

Därtill finns det arter av makroalger som kräver mer detaljinformation för att vara möjliga att identifiera till art än vad metoden medger. För säker artbestämning av dessa skulle inventering med dykning krävas. I analysen användes därför de artgrupperingar som anges i Tabell 1. Även somliga makroalger som kunde bestämmas till art men som uppvisade låg täckningsgrad grupperades enligt Tabell 1.

2.1.1.1 Indelning av makroalger i artgrupper, inklusive artkomplex där ingående arter är svåra att artbestämma med videokamera.

Artgruppering	Exempel på ingående arter
Artkomplex	
Fintrådiga brunalger	Exempelvis <i>Ectocarpus</i> spp., <i>Pylaiella littoralis</i> , <i>Sphacelaria</i> spp.
Fintrådiga/fingreniga rödalger	Exempelvis <i>Ceramium</i> spp., <i>Polysiphonia</i> spp., <i>Rhodomela</i> sp, <i>Cystoclonium</i> sp..
Rödalger med bladlik bål	Exempelvis <i>Coccotylus</i> spp., <i>Phyllophora</i> spp., <i>Chondrus crispus</i> , <i>Apoglossum ruscifolium</i> , <i>Delesseria sanguinea</i> , <i>Phycodrus rubens</i>
Kräkel/klyving	Exempelvis <i>Furcellaria lumbricalis</i> , <i>Polyides rotunda</i>
Kalkalger	Exempelvis <i>Lithothamnion</i> spp., <i>Phymatolithon</i> spp., <i>Hildenbrandia</i> spp., <i>Pseudolithoderma</i> spp.
Fintrådiga grönalger	Exempelvis <i>Cladophora</i> spp., <i>Ulva</i> spp.
Övriga grupperingar	
Tareliknande alger	<i>Laminaria digitata</i> , <i>L. hyperborea</i> , <i>Saccharina latissima</i>
Fucoider	<i>Fucus vesiculosus</i> , <i>F. serratus</i> , <i>Ascophyllum nodosum</i> , <i>Halidrys siliquosa</i>
Sudare	<i>Chorda filum</i>

De inventerade provpunkterna klassades som tillhörandes djupintervallet 0–6 meter eller djupintervallet 6–20 meter. Eftersom provtagningen genomfördes med en dropvideokamera som bogserades efter båt är metoden begränsad till vatten djupare än ca 1 meter. Detta innebär att förekomst av exempelvis makroalger som återfinns i skvalpzonen sannolikt underskattas eller förbises.

2.2 Dataanalys

Insamlade fältdata sammanställdes i Excel och 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 av makroalger; mellan 1–137.

2.2.1 Statistisk analys

Två statistiska analyser av insamlade data av makroalgsförekomst genomfördes.

1. För att studera skillnader i täckningsgrad mellan de olika grupperna av makroalger inom de två studerade djupintervallen genomfördes en två-faktors ANOVA (variensanalys) med responsvariabeln täckningsgrad och faktorerna makroalgsgrupp (åtta nivåer, se ovan i Tabell 2.1.1.1) och djupintervall (två nivåer: 0–6 meter och 6–20 meter).
2. För att studera förändring i täckningsgraden hos artgrupperna inom djupintervallen mellan två provtagningstillfällen, 2018 och 2024, genomfördes en tre-faktors ANOVA med samma responsvariabel och faktorer som ovan, samt faktorn år (2 nivåer, 2018 och 2024) där data insamlat under en tidigare inventering i samma område med samma djupintervall år 2018 ingick. År 2018 inventerades enbart hälften så många positioner (35 positioner inom varje djupintervall). För att uppnå ett balanserat dataset inför analys slumpades 35 positioner inom varje djupintervall fram ur insamlingen 2024.

Samtliga interaktioner inkluderades. För signifikanta skillnader i modellutfallet genomfördes parvisa posthoc analyser för varje nivå av makroalg (paket emmeans) (Lenth, 2022).

Variensanalyser 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, huvudsakligen på grund av det stora inslaget av 0-observationer. Heterogena varianser kan dock tolereras om analysen är balanserad, det vill säga samma antal observationer i alla grupper vilket var fallet här (Quinn & Keough, 2002; Underwood, 1997).

Kalkalger exkluderades från statistisk analys då deras förekomst antogs vara underskattad (se avsnitt 2.1.1). Ingen statistisk analys gjordes heller på förekomst av mossdjur och svampdjur.

De statistiska analyserna genomfördes i programmet R v 4.4.1 (R Core Team, 2024). Designen av analyserna bestämdes av Miljöförvaltningen, Göteborg stad.

3 Resultat

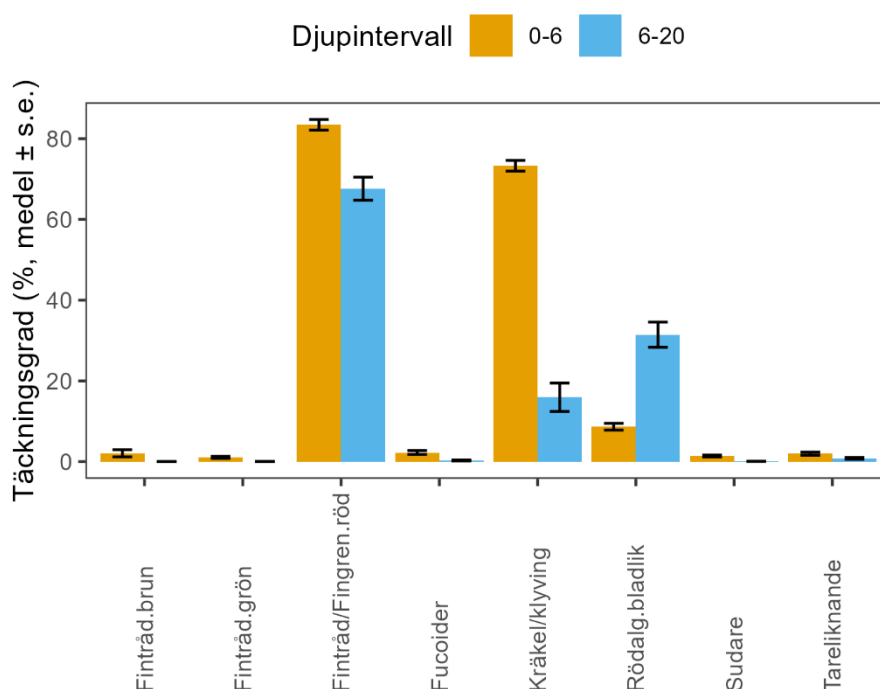
Nedan presenteras resultatet av punktinventeringen. Förekomst av utvalda grupper av makroalger och evertebrater i det inventerade området presenteras i text och bild, varefter resultatet av de statistiska analyserna redogörs för.

3.1 Punktinventering

Inventerad hårbotten utgjordes till största del av håll med visst inslag av block, det senare något vanligare i djupintervallet 6–20 meter.

Medeldjupet för provpunkter i det grundare djupintervallet var 4 meter medan medeldjupet för provpunkter i det djupare intervallet var 8,4 meter. Det största djupet som noterades var drygt 14,2 meter, vilket kan jämföras med inventeringen 2018 då största djup var 14,8 meter. Brist på djup hårbotten i Askimsfjorden innebär att provpunkter i intervallet 6–20 meter ligger relativt grunt.

Botten på de inventerade provpunkterna var till stor del täckt av vegetation och täckningsgraden (medel \pm standardfel) av de olika grupperna av makroalger och evertebrater visas i Figur 3.



Figur 3. Medeltäckningsgrad (\pm standardfel) i procent av de grupper av makroalger som identifierades på provpunkterna i 2024 års undersökning, fördelade på djupintervallen 0–6 meter (orange staplar) och 6–20 meter (blå staplar). Se avsnitt 2.1.1 och Tabell 1 för information om artgrupperingarna och vilka som ingick i analyserna.

3.1.1 Förekomst av makroalger

Makroalgssamhället i djupintervallet 0–6 meter dominerades av fintrådiga och fingreniga rödalger samt kräkel/klyving (*F. lumbricalis/P. rotunda*). Sudare (*C. filum*), ektång (*Halidrys siliquosa*), skräppetare (*Saccharina latissima*) och sågtång (*Fusus serratus*) förekom men i låga tätheter. Även i djupintervallet 6–20 meter dominerade fintrådiga och fingreniga rödalger, men även rödalger med bladlik bål var vanligt förekommande. Här noterades även flera av de arter som setts i det grundare intervallet, till exempel ektång och skräppetare. Brödsvamp (*Halichondria panicea*) förekom på majoriteten av de djupare lokalerna.

Fintrådiga/fingreniga rödalger växer ofta epifytiskt på andra alger, dvs i det övre lagret, och är betydligt lättare att dokumentera med den metod som använts i undersökningen, till skillnad från arter som växer i det undre lagret. Fintrådiga/fingreniga alger dominerade också vegetationen inom både 0–6 meter intervallet och 6–20 meter intervallet (Figur 4, 5 och 6). I det grundare intervallet förekom de på 70 provpunkter med en medeltäckningsgrad på 83 procent och i det djupare intervallet på 67 punkter med en medeltäckningsgrad på 68 procent.

Kräkel/klyving (*F. lumbricalis/P. rotunda*) är två arter som lever i det undre makroalgslagret. De var näst fintrådiga/fingreniga rödalger den vanligaste makroalggruppen, i synnerhet på grundare provpunkter (Figur 4 och 6). Det är också en art som i regel förekommer i den grunda delen av rödalgsbältet. I djupintervallet 0–6 meter förekom den på 70 provpunkter med en medeltäckningsgrad på 73 procent och i djupintervallet 6–20 meter på 19 punkter med en medeltäckningsgrad på 16 procent.

Rödalger med bladlik bål (exempelvis *Coccotylus/Phyllophora/Delesseria/Apoglossum*) (Figur 4 och 6) lever också de i det undre lagret och kan förbises med metoden, framför allt på grunda botten då de ofta täcks av annan fintrådig vegetation. Dessa noterades på 52 provpunkter i djupintervallet 0–6 meter med en medeltäckningsgrad på 8,6 procent och på 67 provpunkter i djupintervallet 6–20 meter med en medeltäckningsgrad på 31,4 procent.

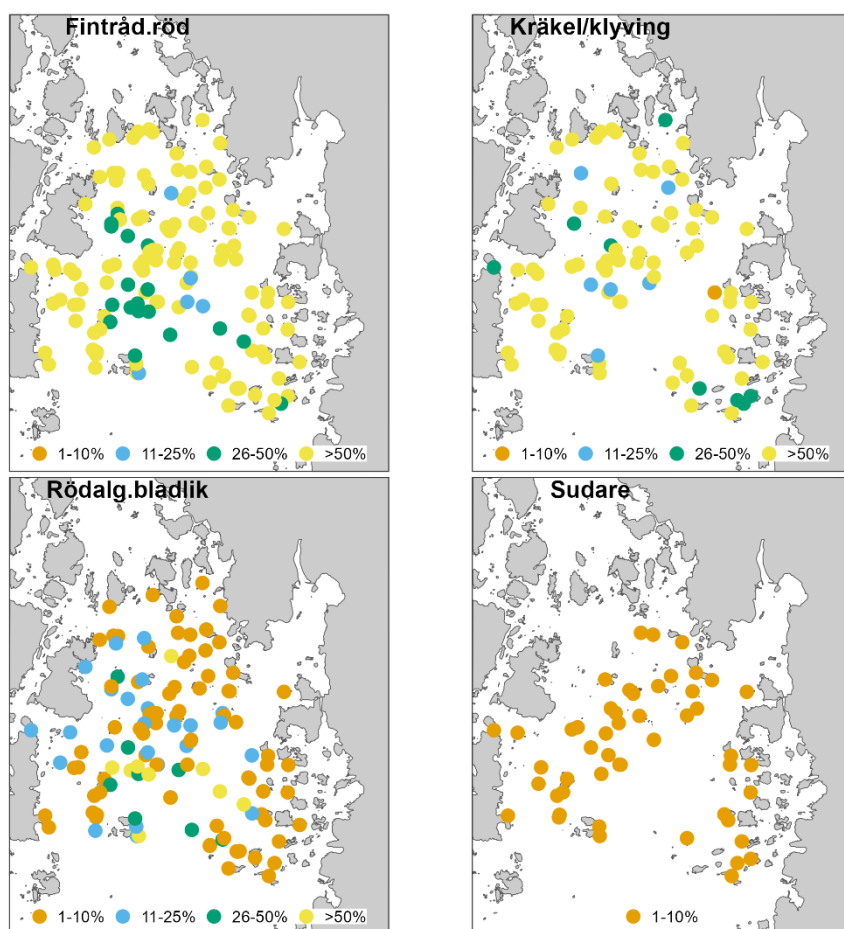
Låga tätheter av brunalgen sudare (*Chorda filum*) observerades på 44 provpunkter i djupintervallet 0–6 meter och på 6 provpunkter i djupintervallet 6–20 meter. Motsvarande medeltäckningsgrader var 1,4 procent respektive 0,1 procent.



Figur 4. Exempel på hårbotten i intervallet 0–6 meter. På bilden syns bland annat fintrådiga rödalger, sågtång (*F. serratus*), kräkel/klyving (*F. lumbricalis*/*P. rotunda*) och ektång (*H. siliquosa*) med *Sphacelaria cirrosa*.



Figur 5. Exempel på hårbotten i intervallet 6–20 meter. På bilden syns bland annat fintrådiga rödalger, rödalger med bladlik bål och brödsvamp (*H. panicea*).



Figur 6. Positioner och täckningsgrad av fintrådiga/fingreniga rödalger, rödalger med bladlik bål, kräkel/klyving och sudare. Förekomst visad som täckningsgrad <10 procent, 11–25 procent, 26–50 procent och >50 procent.

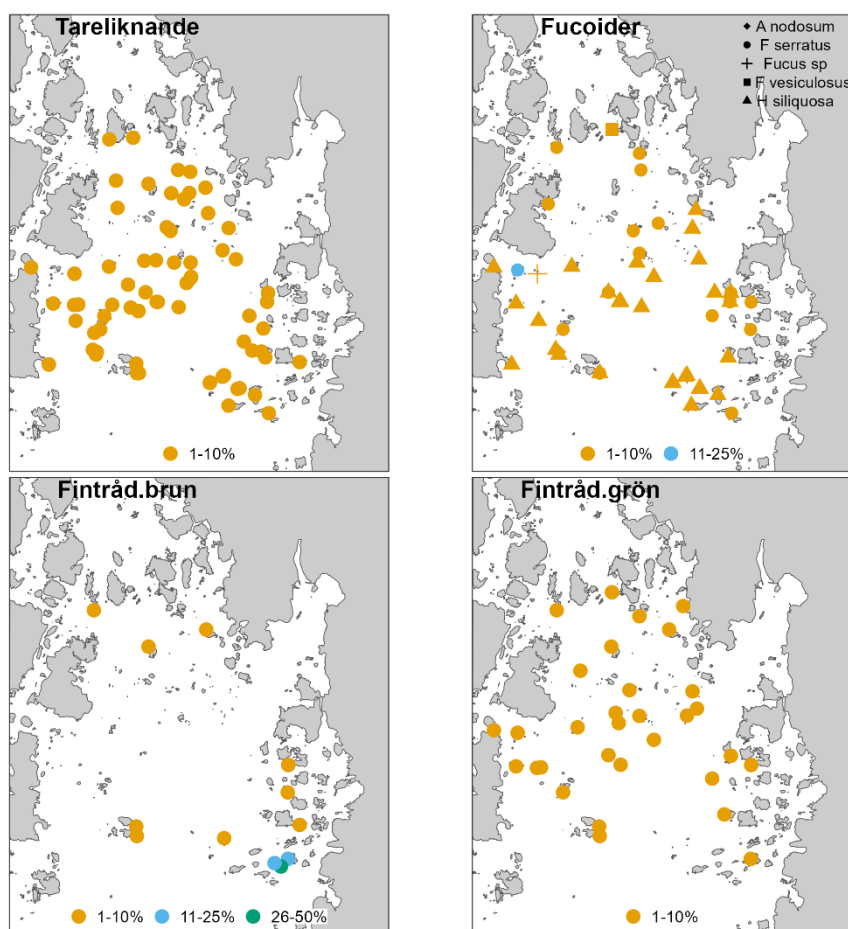
Arter av tång (fucoider) kan bilda bälten på olika djup. Blåstång lever i regel i skvalpzonen medan sågtång tar över djupare än ca 1 meter. Liksom blåstång förekommer knöltång grunt och främst i skyddade miljöer. Ektång är den art som kan påträffas något djupare beroende av siktdjup, och ektång är även en indikatorart på god miljö. Vid årets undersökning observerades blåstång (*Fucus vesiculosus*), sågtång (*F. serratus*), knöltång (*Ascophyllum nodosum*) och ektång (*Halidrys siliquosa*) (Figur 7), vilka med undantag för ektång uteslutande förekom i djupintervallet 0–6 meter. Blåstång och knöltång förekom på en provpunkt vardera och sågtång på 17 provpunkter. Ektång förekom på 17 provpunkter i djupintervallet 0–6 meter och på 12 provpunkter i intervallet 6–20 meter. Medeltäckningsgraden för samtliga fucoider var 2,3 procent inom djupintervallet 0–6 meter och 0,3 procent inom djupintervallet 6–20 meter.

Den låga förekomsten av tång i det insamlade data kan bero på att medeldjupet i 0–6 meters intervallet var cirka 4 meter, vilket kan medföra att man missar arter som huvudsakligen lever grundare såsom blåstång. Dessutom innebär metoden att man bedömer total täckningsgrad utmed en transekt. Till exempel: om transekten börjar grunt vid ett tångbälte med hög täckningsgrad och sedan

fortsätter nedför djupkurvan in i en zon som domineras av fintrådiga rödalger blir täckningsgraden av tång liten bedömd utmed hela transekten.

Av de tareliknande alger som observerades vid årets undersökning var skräppetare (*Saccharina latissima*) vanligast, med förekomst på 36 provpunkter i djupintervallet 0–6 meter och på 30 provpunkter i djupintervallet 6–20 meter (Figur 7). Fingertare (*Laminara digitata*) observerades på 8 provpunkter i djupintervallet 0–6 meter och på 3 provpunkter i djupintervallet 6–20 meter. Medeltäckningsgraden för samtliga tareliknande alger var låg motsvarande 2,0 procent i djupintervallet 0–6 meter och 0,8 procent i djupintervallet 6–20 meter. Som jämförelse kan nämnas att inom den nationella miljöövervakningen finns en lokal placerad i Askimsfjorden (figur 1). På lokalen förekommer tareliknande alger från strax under skvalpzonen ner till ca 5 meter med en medeltäckningsgrad motsvarande 20 procent (Nationell Miljöövervakning 2021, SHARK). Dock sker den provtagningen med apparatdykning, där observatören rör sig mot djupkurvan och bedömer artförekomst inom varje 1-meters intervall, vilket innebär att hög förekomst på en mycket begränsad yta likväl noteras.

Fintrådiga brun- och grönalger gynnas i eutrofierade miljöer och förekommer främst grundare än ca 5 meters djup. Fintrådiga brunalger observerades endast i djupintervallet 0–6 meter där de förekom på 12 provpunkter med en medeltäckningsgrad på 2,1 procent (Figur 7). Fintrådiga grönalger observerades på 29 provpunkter i djupintervallet 0–6 meter och på 2 provpunkter i djupintervallet 6–20 meter. Medeltäckningsgraden av fintrådiga grönalger var 1,1 procent respektive 0,03 procent.

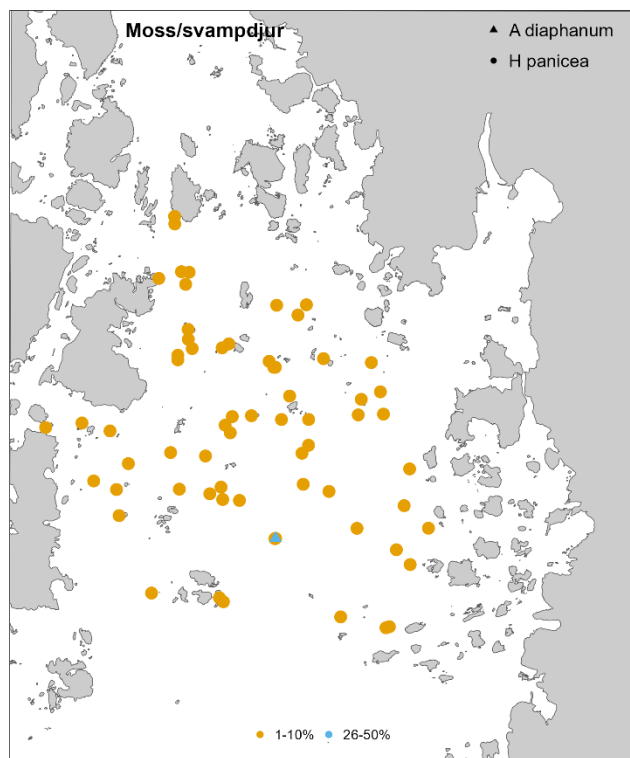


Figur 7. Positioner och täckningsgrad av tareliknande arter, fucoider samt fintrådiga brun- och grönalger. Förekomst visad som täckningsgrad <10 procent, 11–25 procent och 26–50 procent.

3.1.2 Förekomst av fauna

Under inventeringen noterades utöver makroalger också festsittande fauna. Generellt förekommer festsittande fauna i makroalgssamhället direkt på det underliggande substratet. Därför är sannolikt både artrikedom och utbredningen underskattad.

Vanligast förekommande var brödsvampen *Halichondria panicea* som observerades på 11 provpunkter i djupintervallet 0–6 meter samt på 53 provpunkter i djupintervallet 6–20 meter (Figur 8). Medeltäckningsgraden var 0,3 procent respektive 1,4 procent. Mossdjuret *Alcyonidium diaphanum* observerades endast på en provpunkt (Figur 8), i djupintervallet 6–20 meter, men täckningsgraden på den punkten var 50 procent (motsvarande en medeltäckningsgrad på 0,7 procent).



Figur 8. Positioner och täckningsgrad av mossdjuret *Alcyonidium diaphanum* samt brödsvampen *Halichondria panicea*.

I uppdraget ingick att titta efter blåmusslor och ostron, vilka inte noterades under inventeringen.

3.2 Statistisk analys

Både djupintervall och makroalgsgroup hade signifikant effekt på täckningsgraden, och även interaktionen var signifikant, vilket överensstämmer med att inventerade arter har olika djuputbredning (Tabell 3.2.1.1).

Parvisa post-hoc analyser för varje makroalgsgroup (konfidensintervall justerade enligt Tukeys metod för multipla jämförelser), visade att skillnad i täckningsgrad inom olika djupintervall var signifikant för fintrådiga/fingreniga rödalger och kräkel/klyving (Appendix Tabell 6.1.1.1), som bägge har högre täckningsgrad på mindre djup, samt för rödalger med bladlik bål som har högre täckningsgrad på större djup.

3.2.1.1 Resultat 2-faktors ANOVA

Variabel	Df	SS	MS	Fvärde	P
Makroalgsgroup	7	762190,7	108884,4	704,95	<0,0001
Djupintervall	1	14559,8	14559,8	94,27	<0,0001
Makroalgsgroup:Djupintervall	7	126898,5	18128,4	117,37	<0,0001
Residualer	1096	169283,9	154,5		

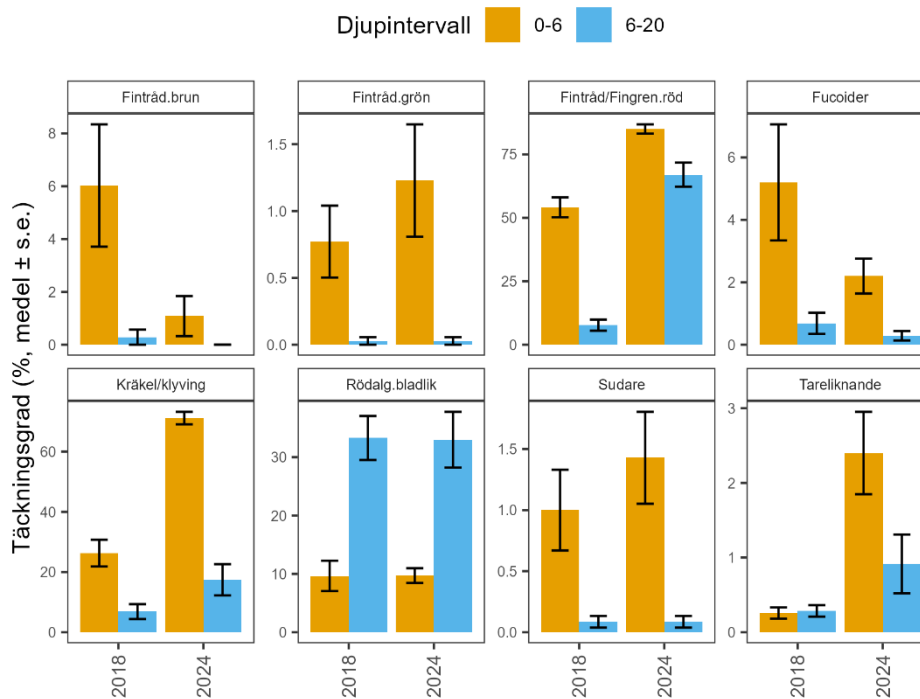
I undersökningen 2018 inventerades 35 provpunkter i bägge djupintervall. För att uppnå ett balanserat dataset slumpades 35 provpunkter ur varje djupintervallen fram från 2024 års undersökning innan jämförelse med tidigare år. I jämförelse med data från 2018 visade fortsatt att samtliga huvudfaktorer hade en signifikant påverkan på täckningsgraden, liksom att samtliga interaktioner utom mellan djupintervall och år var signifikanta (Tabell 3.2.1.2).

Parvisa post-hoc analyser för varje makroalgsgrupp och djup (konfidensintervall justerade enligt Sidaks metod för multipla jämförelser), visade att skillnaden i täckningsgrad mellan 2018 och 2024 skiljde sig signifikant för fintrådiga/fingreniga rödalger och kräkel/klyving i bägge djupintervall (Appendix Tabell 6.1.1.2). I alla fyra kontrasterna var täckningsgraden högre 2024 jämfört med 2018 (Figur 9).

Övriga kontraster var inte signifikanta. Den minskning i medeltäckningsgrad för fucoider (Figur 9) för djupintervallet 0–6 meter mellan 2018 och 2024 ($p=0,34$) kan framför allt spåras till tre observationer av sågtång med täckningsgrad på 25 procent och observation med täckningsgrad på 50 procent. Ingen skillnad i förekomstdata (proportion av 0-observationer) ses. Skärskådning av data från 2018 indikerar att observationen med 50 procent täckningsgrad härrör från en transekt som började och slutade på ett djup av cirka 2 meter. Möjligen har den transekten löpt utmed sågtångsbältet snarare än genom det, så som omnämnts ovan där observerad täckningsgrad av tång diskuterats.

3.2.1.2 Resultat 3-faktors ANOVA

Variabel	Df	SS	MS	Fvärde	P
Makroalgsgrupp	7	378233,9	54033,4	309,94	<0,0001
Djupintervall	1	13131,5	13131,5	75,32	<0,0001
År	1	21551,4	21551,4	123,62	<0,0001
Makroalgsgrupp:Djupintervall	7	90125,7	12875,1	73,85	<0,0001
Makroalgsgrupp:År	7	76843,1	10977,6	62,97	<0,0001
Djupintervall:År	1	2	2	0,01	0,92
Makroalgsgrupp:Djupintervall:År	7	17628,8	2518,4	14,45	<0,0001
Residualer	1088	189677,9	174,3		



Figur 9. Täckningsgrad (medel ± standardfel för de analyserade makroalggrupper, i djupintervallen 0–6 meter (orange staplar) och 6–20 meter (blå staplar). Data från punktinventeringen 2024 har dels analyserats med avseende på artgrupp och djup, dels jämförts med data insamlat 2018 för varje art/artgrupp. Notera att skalan på y-axeln är olika för olika artgrupper. Figuren visar medel ± standardfel för de 35 analyserade punkterna.

4 Diskussion och slutsatser

Makroalgssamhället i Askims fjord dominerades av rödalger inom de två inventerade djupintervallen, medan tareliknande alger och tång endast noterades i begränsad utsträckning. Dessa resultat överensstämmer i stort med tidigare undersökning med videokamera i samma område (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2019).

Utbredning av olika arter av makroalger begränsas i första hand av ljusstillgången. Ljuset avtar med djupet, och ljus med olika våglängder (olika färg) avtar olika snabbt. Vilka pigment alger har påverkar på vilket djup de kan växa (Johansson & Snoeijs, 2002). Grönt ljus avtar snabbast medan rött ljus tränger djupast ner. Således påträffas grönalger nära ytan, följt av större brunalger och därefter rödalger som kan fånga in ljuset på större djup. Det saknas dock tydliga gränser, och i vattnet närmast ytan påverkas utbredningen också av olika arters växtsätt, vilket ger en mosaik av olika arter. Det är därför naturligt att utbredningen av arter varierar mellan de två djupintervallen. Exempelvis förekommer kräkel i regel grunt medan ribbeblad (*Delesseria sanguinea*) ofta återfinns djupare.

Zoneringen av alger styrs även av exponeringsgrad och konkurrens om plats. I makroalgssamhället förekommer både ett- och fleråriga arter. Tång och tareliknande arter är fleråriga, liksom många rödalger. I grunda, skyddade, näringsrika områden kan ettåriga fintrådiga brun- och grönalger, som snabbt kan ta upp näringsämnen i vattnet, tillväxa och konkurrera ut flerårig vegetation. Att fintrådiga grön- och brunalger förekommer med relativt låg täckningsgrad är troligen ett resultat av att majoriteten av lokalerna låg i en förhållandevis exponerad miljö (Cossellu & Nordberg, 2010).

Fintrådiga/fingreniga rödalger växer ofta epifytiskt, det vill säga på andra alger, vilket innebär att de återfinns i det övre lagret och är väl synliga vid en videoinventering. Vissa av dessa rödalger är ettåriga varför tätheten kan variera naturligt mellan år, och den skillnad som observerades jämfört med 2018 behöver därför inte spegla en trend. Tillsammans med data från 2018 utgör föreliggande undersökning en måttstock att jämföra framtida insamlad data mot, vilket ger säkrare underlag att fastställa om skillnader utgör trender eller naturlig variation. För andra alger som växer i det undre lagret, såsom rödalger med bladlik bål och kräkel, kan utbredningen vara svår att uppskatta, i synnerhet vid höga tätheter av epifytiska arter. De skillnader som ses för dessa arter behöver därför inte vara faktiska skillnader utan kan uppstå om de döljs av andra arter. Eventuellt kan man överväga att exkludera dem från formell analys av det skälet. Även om metoden som använts här inte kan upptäcka förändringar på artnivå inom rödalgsbältet kan den användas för att upptäcka generella trender i rödalgsbältet. Möjligen kan i framtida undersökningar också den totala täckningsgraden av alger noteras. Exempelvis kan detta vara till användning för att upptäcka förändringar i makroalgssamhället såsom minskning av tång och tare och en ökning av rödalger och fintrådiga brun- och grönalger.

Krontaksbildande arter, såsom tång- och tareliknande arter, har höga naturvärden då de genom sitt växtsätt bildar viktiga mikrohabitat för alger och fauna. Den låga förekomsten av blås- och knöltång förklaras av att dessa i regel förekommer grundare än de inventerade provpunkterna, medan både sågtång och ektång förekommer djupare. Ingen av dessa arter var dock vanligt förekommande, och det var ingen skillnad i förekomst jämfört med 2018. På somliga lokaler i Göteborgs södra skärgård inventerade inom den nationella miljöövervakningen (datavärd SMHI: sharkweb.smhi.se) hittades högre förekomster av både såg- och ektång, men även här var förekomsten högst ned till ett djup av cirka 3 meter. Metoden är också annorlunda, varför det är vanskligt att göra direkta jämförelser.

Bland de tareliknande arter som observerades var skräppetare vanligast och återfanns på omkring hälften av alla provpunkter medan fingertare endast sågs på en handfull provpunkter, med genomgående låg täckningsgrad för bägge arter. I genomsnitt var täckningsgraden något högre än 2018 men skillnaden var inte statistiskt säkerställd. Inom den nationella miljöövervakningen sågs på ett par lokaler i Göteborgs skärgård täckningsgrad av fingertare på 20–40 procent och skräppetare på 20–30 procent, men som omnämnt ovan är det vanskligt att jämföra resultat från olika inventeringsmetoder.

Resultaten från Askims fjord kontrasterar mot inventeringar i närliggande områden som visat på betydligt högre täckningsgrad av tareliknande arter. Inventeringar i Göteborgs södra skärgård och i vattenförekomsten Styrös-Vrångö visade på täckningsgrader över 25 procent (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020; Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023), och under inventeringar i Dana fjord återfanns så kallade tareskogor inom vilka täckningsgrader över 50 procent noterades (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023). Hög förekomst av skräppetare inne i Göteborgs hamnområde har också observerats (Andersson, et al., 2020).

Den statistiska analysen gjordes i form av en två-faktors ANOVA på data insamlat 2024 samt en tre-faktors ANOVA där årets insamlade data jämfördes med data insamlat i samma område 2018. Analysen av data från 2024 visade att täckningsgraden av olika makroalger varierade signifikant mellan olika makroalggrupper och djupintervall. Att så är fallet är väntat, på grund av skillnader i arternas ekologi och växtsätt, som beskrivet ovan.

Under inventeringen ingick att notera fastsittande evertebrater, speciellt blåmusslor, stillahavsstron, mossdjur och svampdjur. Inga blåmusslor, stillahavsstron eller skal från dessa observerades under fältarbetet. Inte heller 2018 observerades dessa arter. Det är möjligt att enstaka individer likväl förekom men doldes av makroalger, men förekomst av blåmusselbankar, det vill säga täckningsgrad över 10 procent, på provpunkterna kan uteslutas.

Bestånden av blåmussla har minskat kraftigt utmed svenska västkusten, och specifikt i Göteborgs kustvatten (Baden, et al., 2021). Minskningen i Göteborgs kustvatten har tydliggjorts i flera undersökningar (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2021; Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023; Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2024). Orsakerna bakom tillbakagången är oklara, och trots en

god rekrytering av larver till musselodlingar och artificiella substrat är föryngringen på naturliga musselbottnar låg. Ökad predation från ejder och strandkrabba kan vara bidragande faktorer till minskningen, men också förändringar i tillgängligt substrat för larver att slå sig ned på (settle), till följd av en ökad mängd näringsgynnade alger. Effekten kan förstärkas av högre temperaturer i ytvattnet, ökad sötvattenstillförsel och mer extrema väderskiftningar. Eftersom larver generellt har bättre överlevnadschanser om de kan settle bland musslornas byssustrådar i befintliga ansamlingar (Svane & Ompi, 1993; Erlandsson, et al., 2011; Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2021), finns det en risk att bristen på adulta (köns mogna) musslor i sig kan förstärka den negativa trenden (Norse & Crowder, 2005; Erlandsson, et al., 2011).

Brödsvampen *Halichondria panicea* var relativt vanlig förekommande, framför allt på djupare provpunkter. Det är en suspensionsätare som lever fastsittande på alger och stenar och är generellt vanlig förekommande inom algsamhället.

5 Referenser

- Andersson, S., Bergkvist, J. & Fransson, K., 2020. Delrapport B – Marinbiologisk naturvärdesbedömning inom planerade muddringsområden. i: Fransson m.fl, red. *SkandiaPorten - marinbiologisk kunskapssammanställning & kompletterande undersökningar 2020*. Lysekil: Marine Monitoring AB.
- Baden, S., Hernroth, B. & Lindahl, O., 2021. Declining populations of *Mytilus* spp. in North Atlantic coastal waters - a Swedish perspective.. *Journal of Shellfish Research*, 40(2), p. 269–296.
- Cossellu, M. & Nordberg, K., 2010. Recent environmental changes and filamentous algal mats in shallow bays on the Swedish west coast — A result of climate change?. *Journal of Sea Research*, 63(3-4), pp. 202-212.
- Erlandsson, J., McQuaid, C. & Stanczak, S., 2011. Recruit/algal interaction prevents recovery of overexploited mussel beds: indirect evidence that postsettlement mortality structures mussel populations. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, Volym 92, pp. 132-139.
- Isæus, M., 2010. *Metodbeskrivning Dropvideo version 1.3-1.5 / Tillägg Kvalitetsrutiner, Fyhr, F. 2011 / Uppdatering nya inventeringsrutiner, Wijmark, N. 2012, : AquaBiota.*
- Johansson, G. & Snoeijis, P., 2002. Macroalgal photosynthetic responses to light in relation to thallus morphology and depth zonation. *Marine Ecology Progress Series*, Volym 244, pp. 63-72.
- Lenth, R., 2022. *emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.1-1, : .*
- Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2019. *Inventering av hårbotten i vattenförekomsterna Askims fjord och Styrsö-Vrångö, Rapport från fältarbete*, No. 2019:02: .
- Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2020. *Inventering av hårbottenmiljöer runt Styrsö-Vrångö och i Vrångö naturreservat*, No. 2020:07: .
- Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2021. *Kartläggning och skydd av marina ansvarsbiotoper: Fokus på ålgräsängar och biogena rev. , 2021:11: u.n*
- Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2023. *Kvalitet och utbredning av alger och blåmusslor Inventering på hårbotten i vattenförekomsten Dana fjord*, No. 2023:01: .
- Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2024. *Kvalitet och utbredning av alger och blåmusslor Inventering på hårbotten i vattenförekomsten Göteborgs södra skärgårds kustvatten*, No. 2024:01: .
- Norse, E. A. & Crowder, L. B., 2005. *Marine Conservation Biology: The science of maintaining the sea's biodiversity..* Washington: Island Press.
- Quinn, G. P. & Keough, M. J., 2002. *Experimental design and data analysis for biologists.* Cambridge: Cambridge University Press.
- R Core Team, 2024. *R: A Language and Environment for Statistical Computing, v. 4.4.1.,* Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Svane, I. & Ompi, M., 1993. Patch dynamics in beds of the blue mussel *Mytilus edulis* L.: effects of site, patch size, and position within a patch. *Ophelia*, Volym 37, pp. 187-202.
- Underwood, A. J., 1997. *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance.* Cambridge: Cambridge University Press.

6 Appendix

Nedan följer sammanfattning av de post-hoc analyser som gjordes i samband med variansanalyserna i avsnitt 3.2.

6.1.1.1 Posthoc-analys 2-faktors ANOVA

Makroalgsgrupp	Kontrast	Skillnad	Standardfel	Df	tvärde	P
Fintråd.brun	(0-6) - (6-20)	2,1	2,11	1096	0,98	0,33
Fintråd.grön	(0-6) - (6-20)	1	2,11	1096	0,49	0,62
Fintråd/Fingren.röd	(0-6) - (6-20)	15,8	2,11	1096	7,5	<0,0001
Fucoider	(0-6) - (6-20)	2	2,11	1096	0,93	0,35
Kräkel/klyving	(0-6) - (6-20)	57,3	2,11	1096	27,2	<0,0001
Rödalg.bladlik	(0-6) - (6-20)	-22,8	2,11	1096	-10,82	<0,0001
Sudare	(0-6) - (6-20)	1,3	2,11	1096	0,62	0,54
Tareliknande	(0-6) - (6-20)	1,2	2,11	1096	0,56	0,58

6.1.1.2 Posthoc-analys 3-faktors ANOVA

Makroalgsgrupp	Djupintervall	Kontrast	Skillnad	Standardfel	Df	tvärde	P
Fintrådiga brunalger	0-6	År 2018 - År 2024	4,9	3,16	1088	1,57	0,12
Fintrådiga grönalger	0-6	År 2018 - År 2024	-0,5	3,16	1088	-0,14	0,88
Fintråd/Fingren. Rödalger	0-6	År 2018 - År 2024	-30,9	3,16	1088	-9,78	<0,0001
Fucoider	0-6	År 2018 - År 2024	3	3,16	1088	0,95	0,34
Kräkel/klyving	0-6	År 2018 - År 2024	-44,9	3,16	1088	-14,21	<0,0001
Rödalger bladlik bål	0-6	År 2018 - År 2024	-0,1	3,16	1088	-0,02	0,99
Sudare	0-6	År 2018 - År 2024	-0,4	3,16	1088	-0,14	0,89
Tareliknande	0-6	År 2018 - År 2024	-2,1	3,16	1088	-0,68	0,5
Fintrådiga brunalger	6-20	År 2018 - År 2024	0,3	3,16	1088	0,09	0,93
Fintrådiga grönalger	6-20	År 2018 - År 2024	0	3,16	1088	0	1
Fintråd/Fingren. Rödalger	6-20	År 2018 - År 2024	-59,3	3,16	1088	-18,78	<0,0001
Fucoider	6-20	År 2018 - År 2024	0,4	3,16	1088	0,13	0,9
Kräkel/klyving	6-20	År 2018 - År 2024	-10,6	3,16	1088	-3,35	0,0008
Rödalger bladlik bål	6-20	År 2018 - År 2024	0,3	3,16	1088	0,09	0,93
Sudare	6-20	År 2018 - År 2024	0	3,16	1088	0	1
Tareliknande	6-20	År 2018 - År 2024	-0,6	3,16	1088	-0,2	0,84



Miljöförvaltningen

Box 7012, 402 31 Göteborg

Telefon, växel: 031-365 00 00

E-post: miljoforvaltningen@miljo.goteborg.se