Marine Monitoring
RESEARCH & CONSULTING

Övervakning av Makroalger i Brofjorden

Inventeringsår 2011

David Börjesson
Sandra Andersson
Maria Asplund

Titel
Övervakning av Makroalger i Brofjorden Inventeringsår 2011

Framtagen av
Marine Monitoring AB
Lysekil, Sweden
David Börjesson
Sandra Andersson
Maria Asplund

Kvalitetsgranskning
prof. Rutger Rosenberg

Datum
Februari 2012

Beställare
Bohuskustens vattenvårdsförbund

ISBN 978-91-87107-06-1

MARINE MONITORING AB
Strandvägen 9, 453 30, Lysekil
Tel +46 523-101 82 | Mobil 0702 565 551 | Fax +46 523-101 83
E-post marina@marine-monitoring.se | www.marine-monitoring.se

Sammanfattning

Makroalger inventeras årligen på tre lokaler i Brofjorden med syfte att upptäcka eventuella förändringar i artsammansättning och djuputbredning som kan spegla en miljöpåverkan från omgivningen. Den långsiktiga övervakningen är en del av BVVF:s kontrollprogram.

Årets inventering utfördes i september 2011. Metodiken innefattar dykinventering längs med en linje (transekt) på de olika lokalerna, där artsammansättning samt täckningsgrad och djuputbredning för respektive art dokumenteras. Täckningsgraden skattades enligt Naturvårdsverkets metodbeskrivning genom en standardiserad 7-gradig skala.

De tre lokalerna i Brofjorden är placerade i en gradient inifrån och ut i fjorden, vilket resulterar i varierande exponeringsgrad och djup. Längst in i Brofjorden ligger den skyddade lokalen Bro 4 som utgörs av en bergvägg ner till ca 18 meters djup. I en grund vik i mitten av fjorden är lokal Bro Extra lokaliserad där hårdbotten övergår i mjukbotten redan på drygt 2 meters djup. Den yttersta lokalen är placerad på den norra sidan av fjorden och har ett maxdjup på ca 11 meter. Stora delar av transekten utgörs av en heterogen botten med både sand, grus, småsten och inslag av större stenblock.

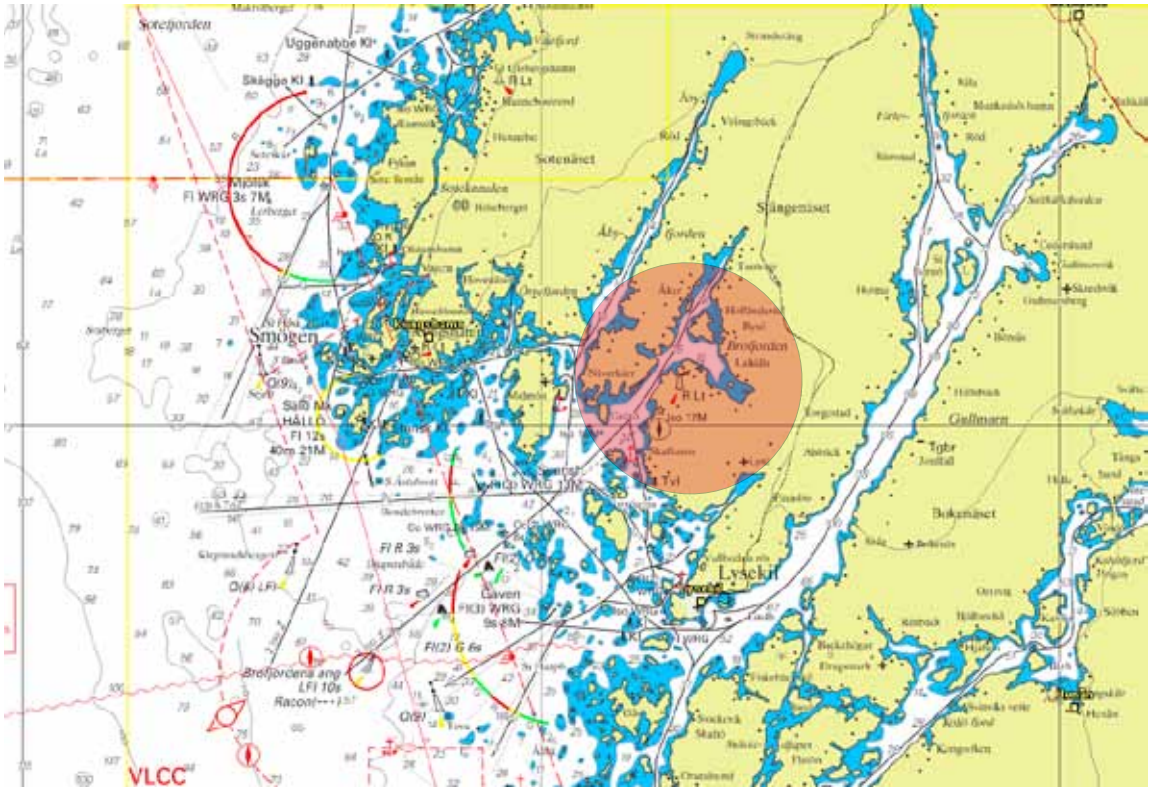
På de olika lokalerna dominerar fleråriga brunalger och bältesbildande rödalger. Blåstång påträffas i skvalpzonen på alla lokaler. Därefter förekommer sågtång på de två yttersta lokalerna, vilket inte noteras på lokal Bro 4. Bladtång (*Saccharina latissima)* och sargassosnärjan (*Sargassum muticum*) förekommer under tångbältet på alla tre lokaler och djupare påträffas hög täckningsgrad av rödalger. Intill bergväggen dominerar röda bladalger (*Coccothylus/Phyllophora*) medan de epifytiska (fastsittande på andra alger) rödalgerna domineras av röda tofsalger (*Bonnemaisonia/Spermothamnion*) och rödsleke (*Ceramium virgatum*). Den nyligen introducerade rödalgen japanplym (*Heterosiphonia japonica*) noteras på alla stationer men är vanligast på Bro 4. Nedanför den grunda bergväggen på lokal Bro Extra förekommer en ålgräsäng (*Zostera marina*), där även inslag av snärjtång (*Chorda filum*) och den fintrådiga algen ullsleke (*Ceramium tenuicorne*) påträffas. Den opportunistiska och kvävegynnade arten brunslick (*Ectocarpus/Pilayella*) observeras endast i enstaka exemplar i ålgräsängen och till skillnad från föregående år noteras inga lösliggande alger bland ålgräset.

Vid årets inventering (2011) hade den djupaste lokalen, Bro 4, en god status enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Det är dock den enda av de inventerade transekterna som uppfyller djupkraven för beräkning av ekologisk status, varpå en bedömning av hela området inte är möjlig.

I syfte att upptäcka eventuella förändringar i algernas täckningsgrad, djuputbredning och artsammansättning har en jämförande analys gjorts mellan åren 2007 till 2011. Då djupet, ljustillgången och exponeringsgraden varierar mellan de tre lokalerna kan de inte behandlas som tre representativa replikat vid statistiska analyser. Därav har endast en beskrivande och översiktlig bedömning gjorts gällande förändringar i makroalgernas utbredning på respektive lokal.

Inga drastiska förändringar i Brofjordens makroalgsamhälle kan konstateras mellan åren 2007 och 2011. Det finns indikationer på att vissa arter har minskat i täckningsgrad och djuputbredning samtidigt som andra har ökat, men det är inget som går att verifiera från den beskrivande analysen. Den opportunistiska arten brunslick förekommer under vissa år i höga tätheter på vissa djup på lokal Bro Extra, men det finns inget som tyder på att de fleråriga brunalgerna eller ålgräset påverkats negativt till följd av en försämrad miljö. Det finns inte heller något som tyder på att artrikedomen minskat mellan 1992 och 2011 på de tre lokalerna, snarare noteras en ökning.

Den största förändringen i Brofjorden de senaste fyra åren bedöms vara etableringen av den introducerade arten japanplym som dokumenterades första gången 2008 och som nu förekommer på alla lokaler.



Figur 1. Brofjorden placering (inringad) norr om Lysekil mellan Gullmarsfjorden och Åbyfjorden.

Bakgrund/Syfte

På uppdrag av Bohuskustens vattenvårdsförbund (BVVF) utför Marine Monitoring AB årligen en inventering av makroalger på tre lokaler i Brofjorden. Syftet med övervakningen är att upptäcka långsiktiga förändringar i makroalgernas artsammansättning och djuputbredning som speglar en påverkan från omgivande verksamheter i och omkring Brofjorden.

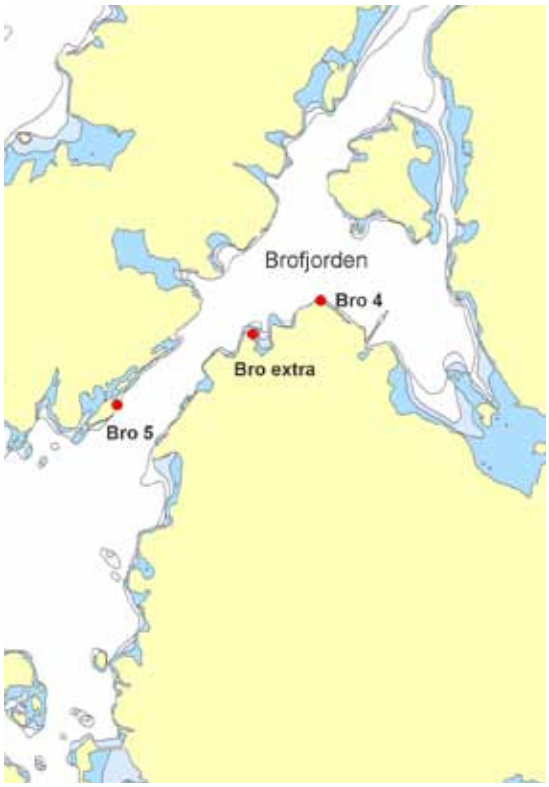
Algers utbredning kan påverkas av hög belastning av närsalter (övergödning) och föroreningar. Övergödning gynnar snabbväxande fintrådiga alger, vilket bidrar till att större fleråriga arter blir överväxta. Hög närsaltsbelastning ökar även planktonproduktionen och därmed vattnets grumlighet, vilket minskar algernas ljustillgång och således algernas djuputbredning. Därtill kan ökad nedbrytning resultera i syrebrist och svavelbakterier, främst i skyddade områden med dålig vattenomsättning. Växternas produktion kan också påverkas negativt av gifter i miljön.

Tidigare har makroalger på de utvalda lokalerna i Brofjorden undersökts årligen från och med 1992, dock har förändringar i såväl metodik som längden på de inventerade sträckorna skett. De parametrar som främst studeras är artsammansättning, täckningsgrad och djuputbredning.

Beskrivning av lokaler

Brofjorden ligger strax norr om Lysekil mellan Gullmarsfjorden och Åbyfjorden och är den minsta av dessa tre fjordar (Figur 1). Innanför fjordens mynning är oljeraffinaderiet Preemraff Lysekil beläget.

De olika inventerade transekterna är placerade i en gradient inifrån och ut i fjorden (Figur 2). Längst in i Brofjorden ligger lokal Bro 4 som är den djupaste av lokalerna (Figur 3). Transekten utgörs av en sluttande bergvägg som övergår i mjukbotten på ca 18 meters djup. Bitvis längs



Figur 2. Lokalernas placering i Brofjorden

transekten förekommer både brantare partier samt klippavsatser med inslag av grus och stenblock, där även lösdrivande alger ansamlas.

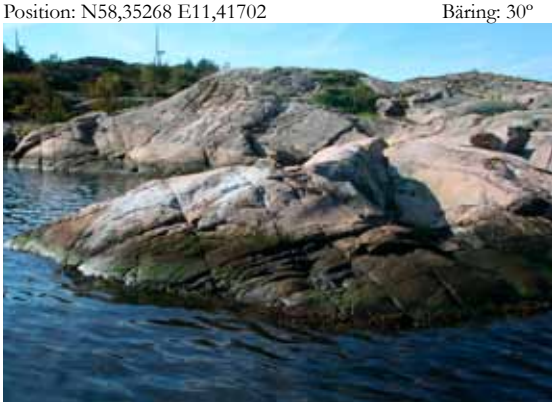
I en grund vik i mitten av fjorden är Bro Extra lokaliserad (Figur 4). Hårdbotten med associerande alger övergår i mjukbotten redan på knappt 2,5 meters djup och domineras därefter av en tät ålgräsäng med inslag av enstaka stenblock.

Bro 5, som är den yttersta lokalen (Figur 5), är förhållandevis grund med ett variabelt bottensubstrat. Transekten utgörs av en berghäll ner till ca 3,5 meters djup och därefter övergår botten till att bli mer heterogen med både häll, sand, grus och sten samt inslag av block. Det maximala djupet på lokalen varierar mellan inventeringstillfällen, då transekten förlängdes år 2009, och avslutas nu på ca 11 meters djup där en vertikal bergvägg övergår i mjukbotten.

Position: N58,35583 E11,42756 Bäring: 350°

Figur 3. Lokal Bro 4 med transektens position (WGS84 decimalgrader) och riktning/bäring.

Position: N58,35268 E11,41702 Bäring: 30°



Figur 4. Lokal Bro Extra med transektens position (WGS84 decimalgrader) och riktning/bäring.

Position: N58,34611 E11,39608 Bäring: 55°

Figur 5. Lokal Bro 5 med tranektens position (WGS84 decimalgrader) och riktning/bäring.

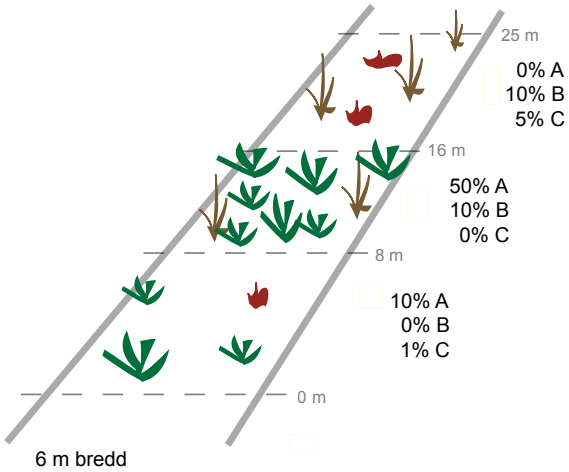
Utförande

De tre lokalernas transekter inventerades i enlighet med Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning, undersökningstyp vegetationsklädda bottnar, ostkust (2004). Metodiken används bl.a. inom nationella och regionala övervakningsprogram för en långsiktig övervakning av den marina miljön samt vid basinventering av Natura 2000 och skyddade områden (Naturvårdsverket 2007).

Metoden avser att dokumentera vegetationens artsammansättning samt djuputbredning och täckningsgrad för respektive art och utförs genom linjetaxering. Linjetaxering innebär att en dykare simmar längs en transektlina som läggs ut vinkelrätt mot djupkurvorna. Transekten sträcks ut från strandlinjen ner till vegetationens djuputbredningsgräns. Inventeraren skattar kontinuerligt täckningsgrad av vegetation och bottensubstrat inom en 6 m bred korridor utmed transektlinan (Figur 6). En ny skattning anges vid varje tydlig förändring av substratet eller artsammansättning och/eller täckningsgrad. Vid mycket tät vegetation, då en förändring är svår att upptäcka, kan transekten delas in i fasta djupintervall. Vid varje ny förändring och/eller djupintervall anges djup, avstånd/avsnitt, bottensubstrat, total täckningsgrad av upprättstående vegetation, sedimentpålagring och lösdrivande alger inom transekten. Täckningsgrad av vegetation anges per art eller lägsta möjliga taxa enligt en 7-gradig skala (Faktabox 1). Bottensubstratet anges utifrån de 6 klasserna: häll, block, sten, grus, sand, mjukbotten och skattas enligt samma 7-gradiga skala medan sedimentpålagring uppskattas utefter en 4-gradig skala (Faktabox 1). Dessutom noteras om algerna förekommer epifytiskt på annan vegetation. Kvantitativa prover samlas in längs transekten vid osäkerheter i fält för att säkra en hög taxonomisk precision. Då täckningsgrad skattas utefter en 7-gradig skala och inte i exakta procenttal samt att alger växer på varandra kan täckningsgraden överstiga 100 %.

Vid varje lokal noteras väder, position, siktdjup och salthalt och djupet korrigeras mot normalvattenståndet med information från närmast mätstation på SMHI:s hemsida.

Årets inventering utfördes i september 2011. Transekten placerades på samma position som vid tidigare inventeringar. Då transekten inte är utmärkt på botten kan placeringen förskjutas något mellan år. En förskjutning av transekten kan främst få betydelse på en heterogen botten, då täckningsgraden av de olika substraten kan variera, vilket följaktligen påverkar algernas täckningsgrad.



Figur 6. Schematisk skiss över linjetaxering av algers (A,B,C) täckningsgrad längs en transekt. Ny täckningsgrad anges vid varje djupmeter eller vid varje tydlig förändring av bottenmiljön.

Faktabox 1 .

Vid dykinventeringen skattas täckningsgraden av makroalger enligt en standardiserad 7-gradig skala (Naturvårdsverket 2004):

1: enstaka individ/exemplar

2: 5 %, fler än enstaka individ/exemplar men knappt täckande av ytor

3: 10 %, mer än enstaka exemplar, dock mindre än 1/4

4: 25 %, klart mindre än hälften men bältesbildande

5: 50 %, ca hälften

6: 75 %, ej heltäckande men klart mer än hälften

7: 100 %, heltäckande

Sedimentpålagring skattas enligt standardiserad 4-gradig skala (Naturvårdsverket 2007):

1: ingen sedimentpålagring

2: liten sedimentpålagring (om sedimentet virvlas upp lägger det sig genast)

3: måttlig sedimentpålagring (om sedimentet virvlas upp stannar det kvar en stund)

4: kraftig sedimentpålagring (förstör sikten för inventeraren resten av dyktiden)

Artförekomst, täckningsgrad och djuputbredning samt förändringar mellan åren 2007 till 2011 på respektive lokal.

I följande avsnitt beskrivs de olika lokalerna separat gällande artsammansättning, täckningsgrad och djuputbredning hos de dominerande makroalgerna.

Beskrivningen av respektive lokal inleds med resultaten från årets (2011) inventering där täckningsgraden och djuputbredningen hos de dominerande arterna presenteras. En fullständig artlista med djuprelaterad täckningsgrad från de olika lokalerna presenteras i appendix 1-3.

Därefter görs en översiktlig bedömning av förändringar och likheter i makroalgernas utbredning mellan åren 2007 och 2011. Notera att förändringar över tid inte har analyserats statistiskt. Eftersom de tre transekterna skiljer sig i djup, ljustillgång och exponeringsgrad kan inte lokalerna behandlas som 3 representativa replikat vid statistiska analyser som styrker eventuella förändringar i makroalgernas utbredning i Brofjorden. Följaktligen görs endast en översiktlig jämförelse mellan år på respektive lokal.

För att möjliggöra jämförelser mellan år har en medeltäckningsgrad (baserad på täckningsgraden hos respektive art inom varje avsnitt/avstånd längs med transekten) beräknats för de dominerande arterna på de olika lokalerna.

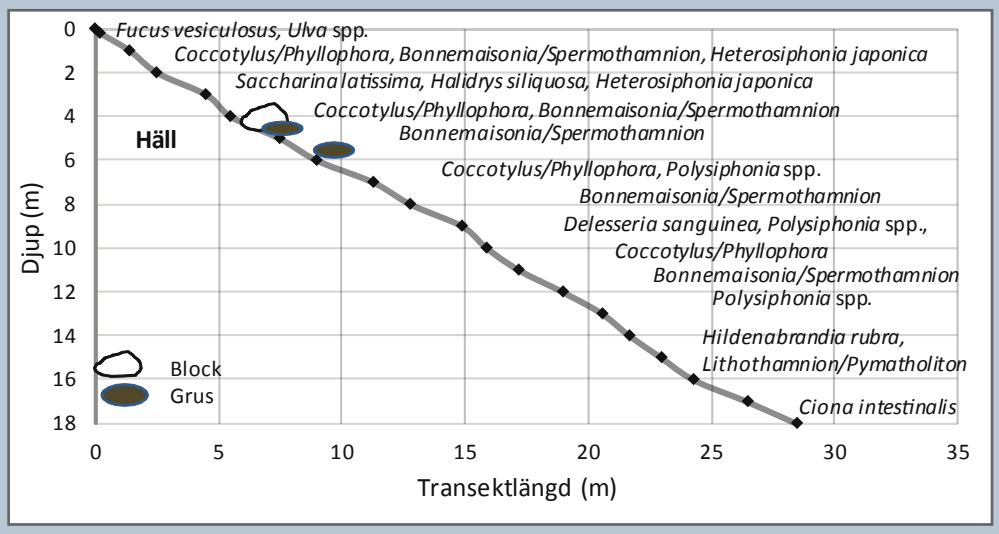
Djuputbredningen presenteras genom illustrativa figurer där min- och maxdjup presenteras samt inom vilka djup de olika arterna blir bältesbildande (täckningsgrad ≥ 25 %).

Lokal Bro 4

Utbredning av dominerande och karakteristiska algarter vid årets inventering (2011)

Totalt noterades 35 taxa av makroalger vid årets inventering av transekten vid lokal Bro 4. Fullständig artlista samt den djuprelaterade täckningsgraden hos påträffad taxa återfinns i appendix 1. Transektens djupprofil med dominerande arter illustreras i figur 7.

Utmed den grundaste delen av transekten, inom skvalpzonen, observerades förekomst av främst brunalgen blåstång (*Fucus vesiculosus*), rödalgerna rödsleke (*Ceramium vesiculosus*) och fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*) samt grönalger inom släktet tarmalger (*Ulva* spp.). Den maximala täckningsgraden för respektive art var 10 %. Något djupare noterades även brunalgen bladtång (*Saccharina latissima*) och rödalger inom släktena rödblad (*Coccotylus/Phyllophora*) och tofsalger (*Bonnemaisonia/Spermothamnion*) samt kalkalgen korallalg (*Corallina officinalis*). Bladtång förekom ned till drygt 4 meters djup men påträffades i likhet med brunalgen ektång (*Halidrys siliquosa*) i bältesbildande tätheter endast inom ett snävt djupintervall på



Figur 7. Profil över de dominerande arternas djuputbredningsgränser längs den inventerade transekten vid lokal Bro 4.

mellan 2 – 3 meter. Korallalg observerades ned till drygt 4 meter i varierande tätheter mellan 1 – 10 %. Rödblad påträffades bältesbildande ned till ca 5 meters djup och noterades med mindre täckningsgrader ned till drygt 12 meters djup. Tofsalger, vilka är epifytiska (påväxt) alger, förekom bältesbildande från 0,2 meter till drygt 10 meters djup vilket också var den djupaste noteringen av arten inom transekten. Likt tofsalger växer den introducerade algarten japanplym (*Heterosiphonia japonica*) epifytiskt på andra alger. Japanplym påträffades med varierande täckningsgrad mellan 0,2 – 6 meters djup men med högst täckningsgrad inom två djupintervall på mellan 0,2 – 1 meters djup samt mellan 2 – 3 meters djup där arten var bältesbildande. Andra introducerade algarter som återfanns utmed transekten var brunalgen sargassosnärja (*Sargassum muticum*) och grönalgen gaffelgrenad svamptång (*Codium fragile*). Sargassosnärja återfanns mellan 2 – 5 meters djup medan endast ett exemplar av gaffelgrenad svamptång påträffades på drygt 2 meters djup.

Utmed den djupare hälften av transekten utgjordes algsamhället framförallt av rödalger såsom fjäderslick, långsträckt rödslick (*Polysiphonia elongata*), nervtång (*Delesseria sanguinea*), rödblad och rödris (*Rhodomela confervoides*). Nämnda rödalger var till stor del täckta av tofsalger ned till drygt 10 meters djup medan djupare belägna plantor var relativt rena från påväxt. Bladformiga rödalger påträffades ned till drygt 12 meters djup varefter endast skorpbildande rödalger påträffades ned till ett djup av drygt 15 meter. Den djupaste delen av transekten (16 – 18 meter) utgjordes av vegetationsfri vertikal berghäll på vilken tarmsjöpung (*Ciona intestinalis*) observerades.

Förändring i täckningsgrad och djuputbredning mellan åren 2007 och 2010

Lokal Bro 4 har under de senaste fem åren dominerats av rödalger, både med avseende på artantal och på täckningsgrad. Rödalgerna växer både direkt på bergväggen och som påväxt (epifyter) på andra alger. På bergväggen påträffades ofta bladalgen rödblad och den mer finförgrenade arten fjäderslick. Dessa två arter har under de senaste åren visat på en ökande trend vad gäller täckningsgrad (Figur 8). Under 2011 års inventering återfanns dessa rödalgsarter ned till drygt 12 meters djup vilket var något mindre jämfört med åren 2008 – 2010, dock var rödblad fortfarande bältesbildande (≥ 25 %) inom samma djupintervall som tidigare år (Figur 9a-b). Den bladformiga arten nervtång visade inte på några egentliga förändringar utöver att den under 2011 påträffades något grundare jämfört med 2009 och 2010 (Figur 8 och 9c). Rödalgen långsträckt rödslick hade under 2011 däremot minskat i såväl täckningsgrad som djuputbredning jämfört med föregående år (Figur 8 och 9d). Maximal täck-

ningsgrad för arten under 2011 uppgick till 10 % vilket är att jämföra med tidigare år (2008 – 2010) då arten var bältesbildande inom djupintervallet 6 – 10 meter.

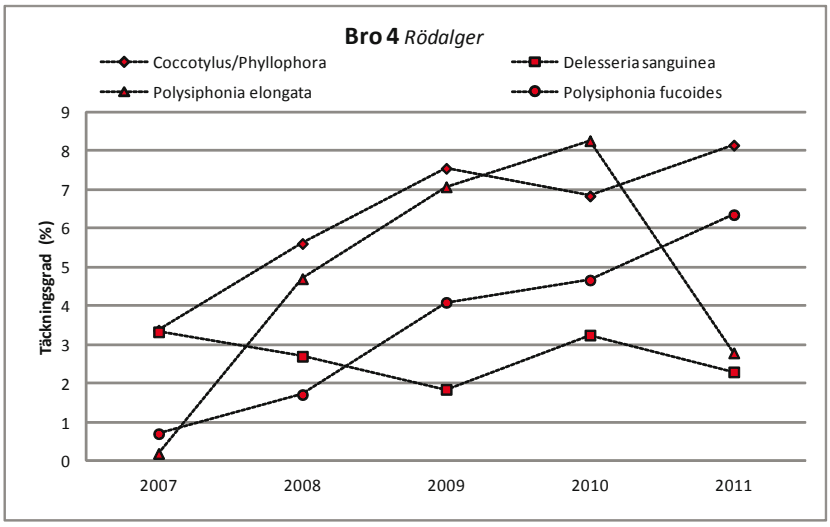
Av de epifytiska rödalgerna var tofsalg den dominerande arten följt av rödsleke och japanplym. Likt föregående år förekom tofsalg inom de flesta djup och i bältesbildande tätheter inom djupintervallet från knappt 1 till drygt 11 meter (Figur 10 och 11a). Rödsleke återfanns främst inom de övre två djupmetrarna och med en täckningsgrad som var något lägre jämfört med tidigare år (Figur 10 och 11b). Täckningsgraden av japanplym visade på en något vikande trend sedan år 2008 och noterades som djupast vid ca 13 meter vilket var något grundare jämfört med 2010. Arten återfanns dock fortfarande i bältesbildande tätheter inom den grundare delen av den inventerade transekten (Figur 10 och 11c).

Av förekommande fleråriga brunalger ses en liten minskning av täckningsgraden för de tre arterna blåstång, ektång samt sargassosnärja under 2011 jämfört med 2010 (Figur 12). Blåstång som likt tidigare år förekommer i skvalpzonen är för första gången sedan 2008 inte bältesbildande. Inte heller sargassosnärja påträffades i bältesbildande tätheter och arten noterades dessutom inom ett snävare djupintervall jämfört med tidigare år (Figur 13a-b). Ektång som totalt sett visade på en något minskad täckningsgrad förekom dock inom samma djupintervall som 2010 både vad gäller min- och maxdjup samt i bältesbildande tätheter (Figur 13c). En trend sedan 2008 mot en ökad täckningsgrad ses däremot hos den stora och fleråriga brunalgen bladtång (Figur 12). Artes nedre utbredningsgräns minskade från 7 till 3 meter mellan 2007 och 2009 och samma gräns noterades även under 2010. Vid årets inventering observerades dock arten djupare, och har nu en nedre gräns kring 5 meters djup vilket är i paritet med 2008 års resultat (Figur 13d).

Epifytiska brunalger utgjordes likt tidigare år av främst av tofsingalger (*Sphacelaria* spp.) varav ishavstofsing (*Sphacelaria cirrosa*) var den vanligast förekommande arten. Denna art är starkt associerad till ektång där den växer som epifyt, och dess förekomst styrs i stor utsträckning därför av mängden ektång. Täckningsgraden för tofsingalger var under 2011 lägre jämfört med 2010 års undersökning, men något högre jämfört med tidsperioden 2007 – 2009 (Figur 14). Under årets inventering påträffades arten mellan 0,2 – 5 meters djup vilket innebär en minskning i djuputbredning sedan 2007 (Figur 15a). Förekomsten av den opportunistiska brunalgen brunslick var betydligt lägre jämfört med tofsingalger. Under den senaste femårsperioden påträffades denna övergödningsgynnade epifyt först 2009. Vid undersökningen 2010 noterades en ökande förekomst, men i årets inventering påträffades dock endast enstaka exemplar av arten (Figur 14 och 15b). De vanligaste grönalgerna inom lokalen utgjordes av arter tillhörande släktet grönslickar (*Cladophora)* samt tarmalger (*Ulva)*. Inga större förändringar i täckningsgrad ses hos förekommande arter under de senaste tre åren, vilket dock är en minskning i jämförelse med 2007 och 2008 (Figur 16). Mellan 2007 och 2008 minskade även grönalgernas nedre utbredningsgräns, och var mellan åren 2008 och 2010 oförändrad (Figur 17 a-c). I årets inventering noterades dock arter inom både grönslickar samt tarmalger djupare jämfört med de tre senaste åren men fortfarande något grundare i jämförelse med 2007 års inventering. Den introducerade arten gaffelgrenad svamptång har sedan 2007 minskat i såväl täckningsgrad som djuputbredning, och observerades endast i ett exemplar i årets undersökning (Figur 16 och 17d).

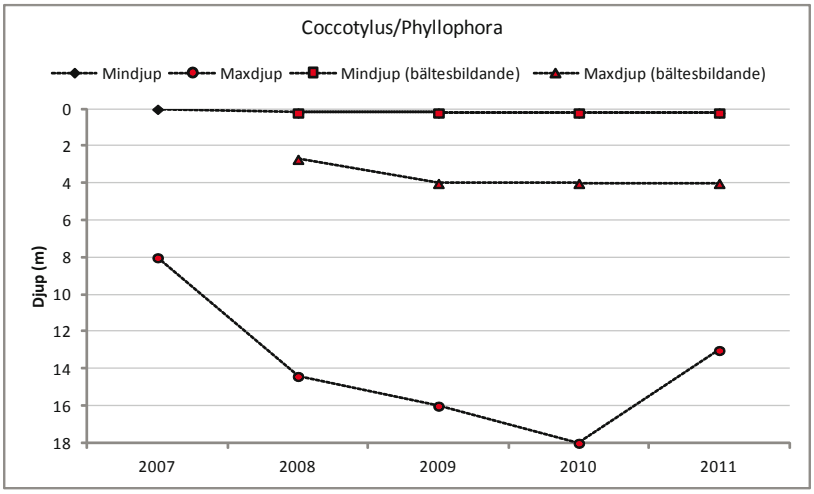
Förändring i artantal

Lokal Bro 4 har årligen inventerats med avseende på förekomst av makroalger sedan 1992. Antal noterade taxa har ökat de senaste åren från ca 25 till 35 vid den senaste inventeringen. Många arter av makroalger förekommer endast med några enstaka exemplar längs transekten och de kan vara svåra att upptäcka vid mycket vegetation eller sedimentpålagring. Huruvida ökningen är ett resultat av olika inventeringsmetoder går inte att avgöra, det finns däremot inget som tyder på att artrikedomen minskat på lokalen under den senaste 20-årsperioden (Figur 18).

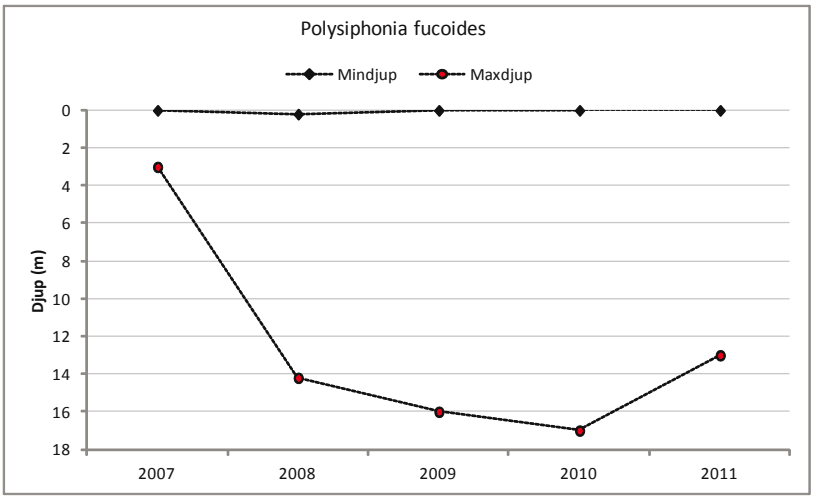


Figur 8. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av rödalger på transekten vid lokal Bro 4. Rödblad (*Coccotylus/Phyllophora*), nervtång (*Delesseria sanguinea*), långsträckt rödslick (*Polysiphonia elongata*) samt rödslick (*Polysiphonia fucoides*).

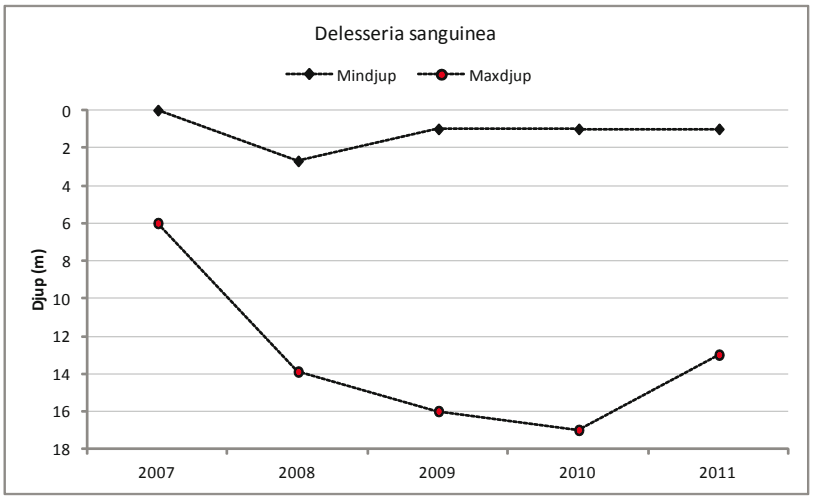
9a



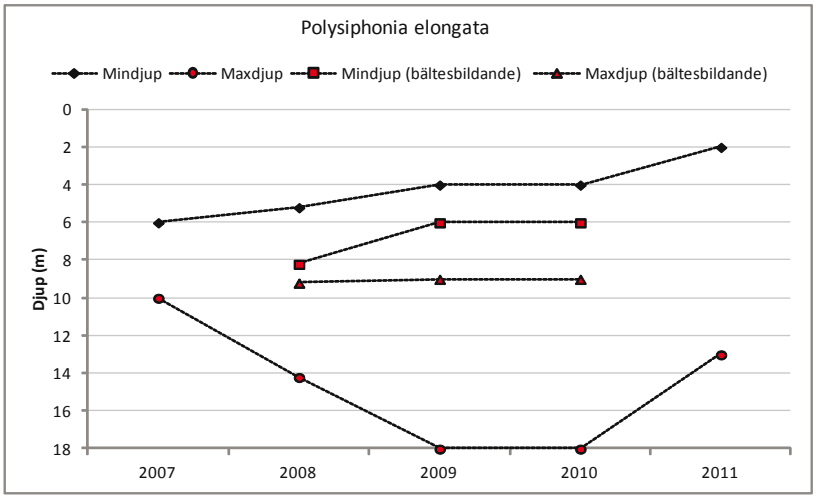
9b



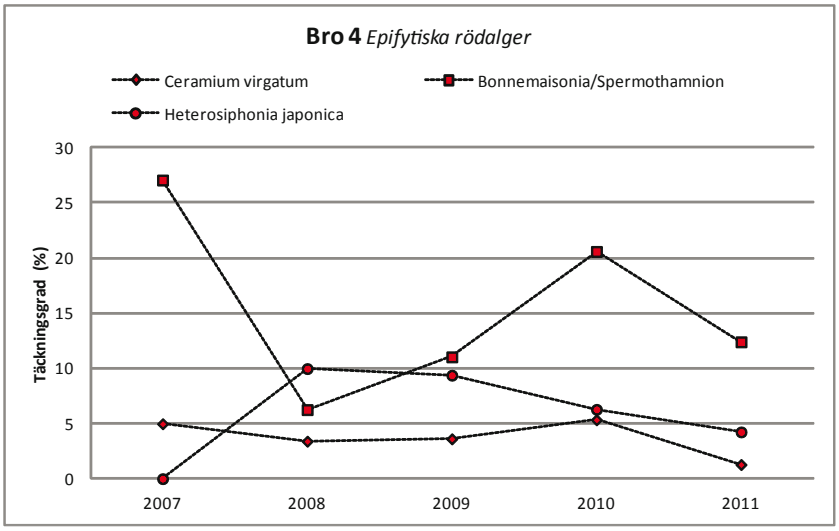
9c



9d

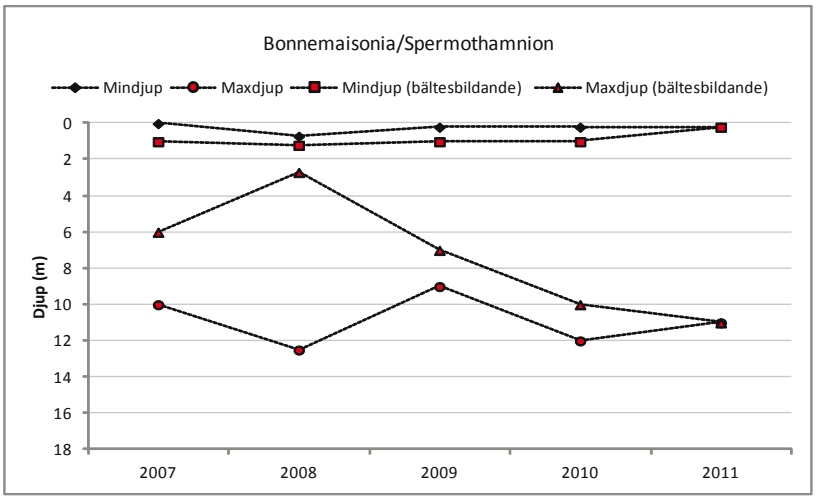


Figur 9 a-d. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av rödalger på lokal Bro 4. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 9a - Rödblad (*Coccotylus/Phyllophora*), 9b - rödslick (*Polysiphonia fucoides*), 9c - nervtång (*Delesseria sanguinea*) samt 9d - långsträckt rödslick (*Polysiphonia elongata*).

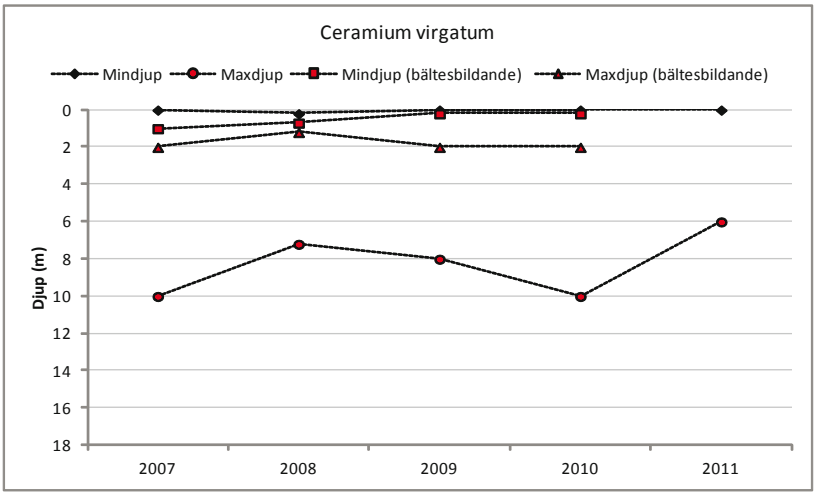


Figur 10. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska rödalger på transekten vid lokal Bro 4. Rödsleke (*Ceramium virgatum*), tofsalger (*Bonnemaisonia/Spermothamnion*) samt japanplym (*Heterosiphonia japonica*).

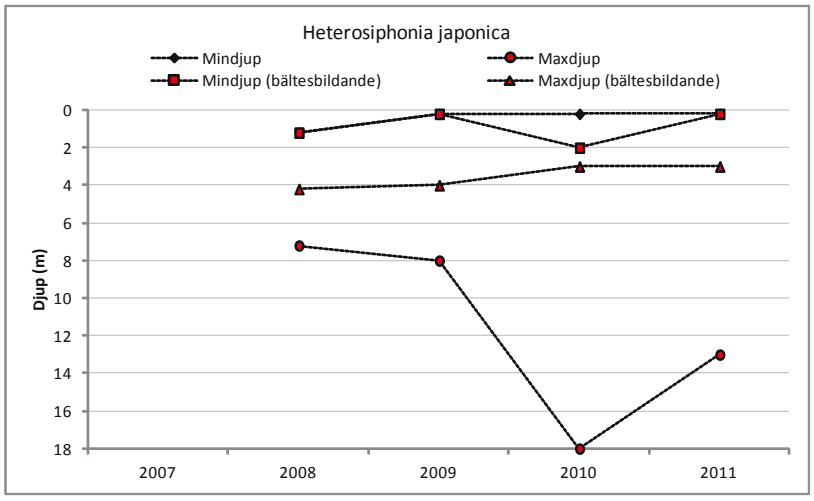
11a



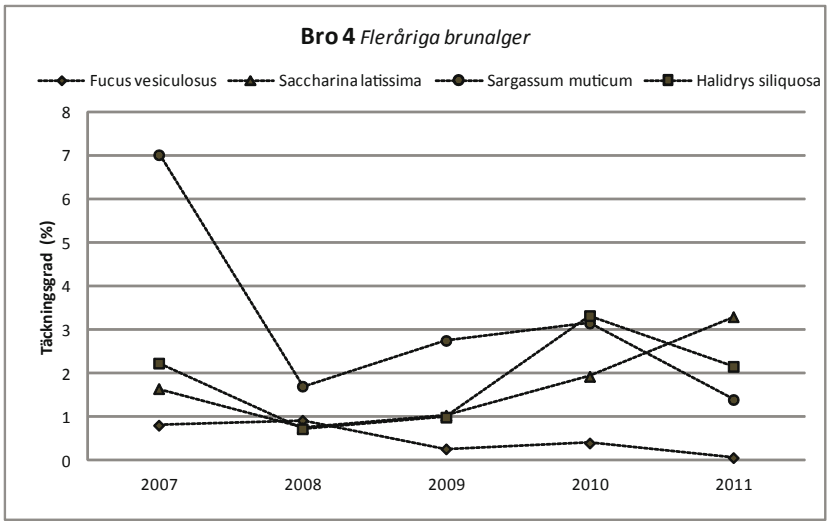
11b



11c

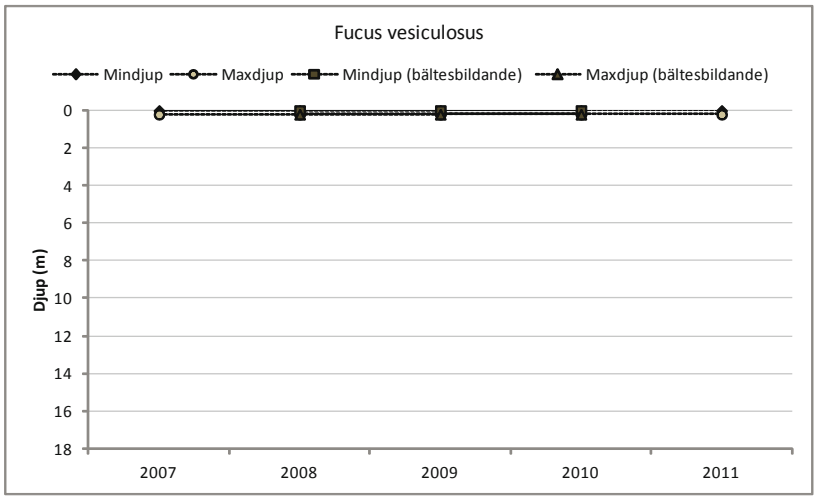


Figur 11a-c. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska rödalger på lokal Bro 4. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 11a - tofsalger (*Bonnemaisonia/Spermothamnion*), 11b - rödsleke (*Ceramium virgatum*) samt 11c - japanplym (*Heterosiphonia japonica*).

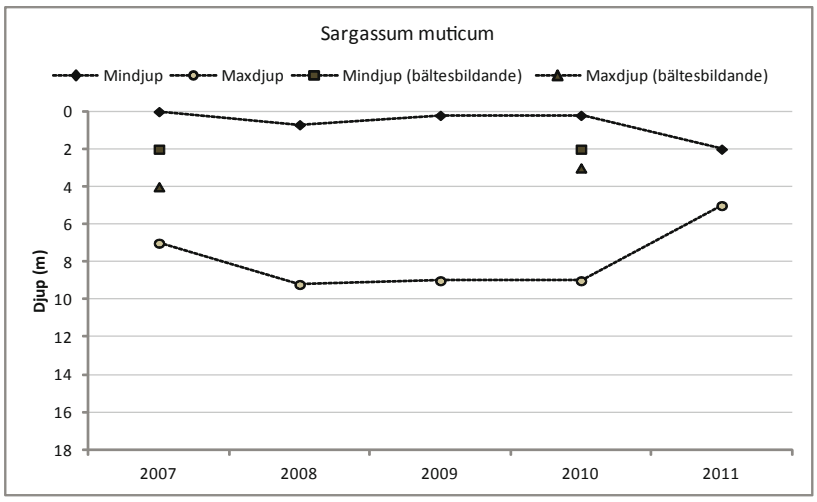


Figur 12. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på transekten vid lokal Bro 4. Blåstång (*Fucus vesiculosus*), bladtång (*Saccharina latissima*), sargassosnärja (*Sargassum muticum*), ektång (*Halidrys siliquosa*).

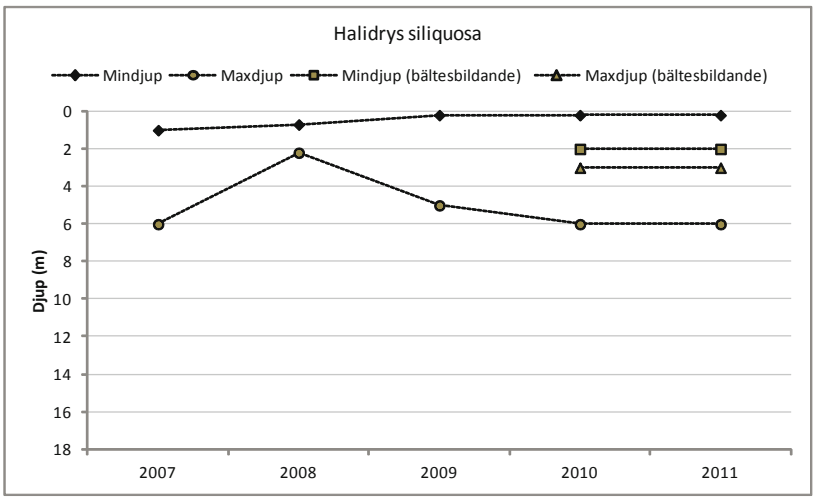
13a



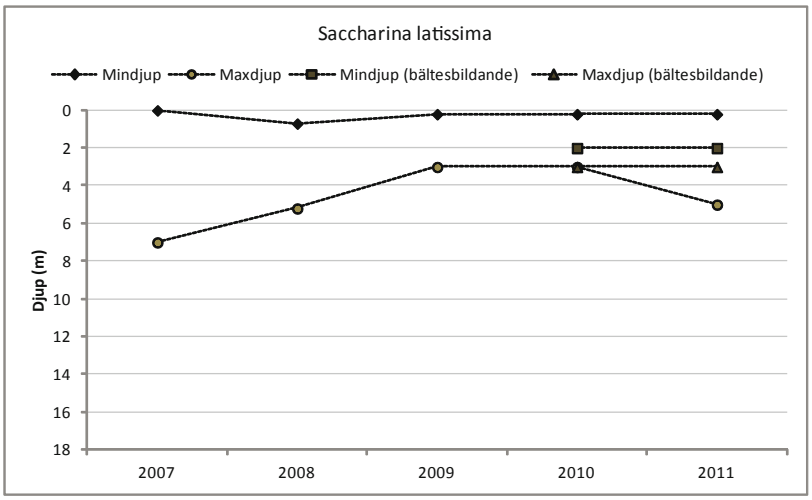
13b



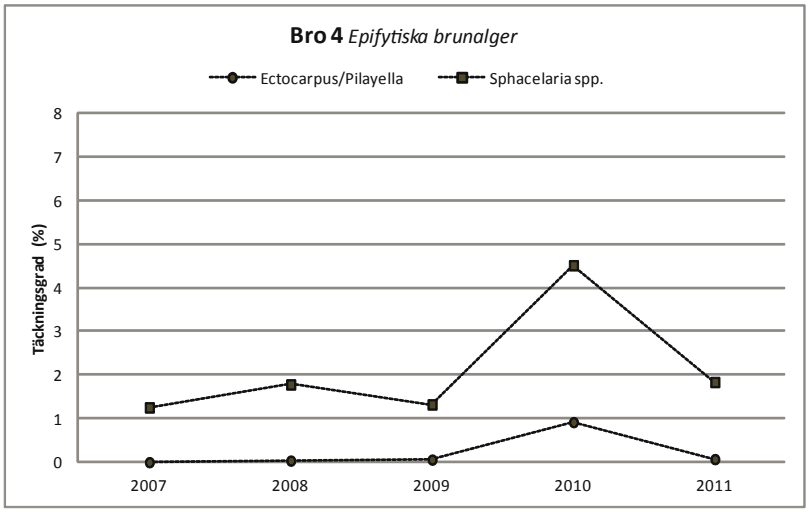
13c



13d

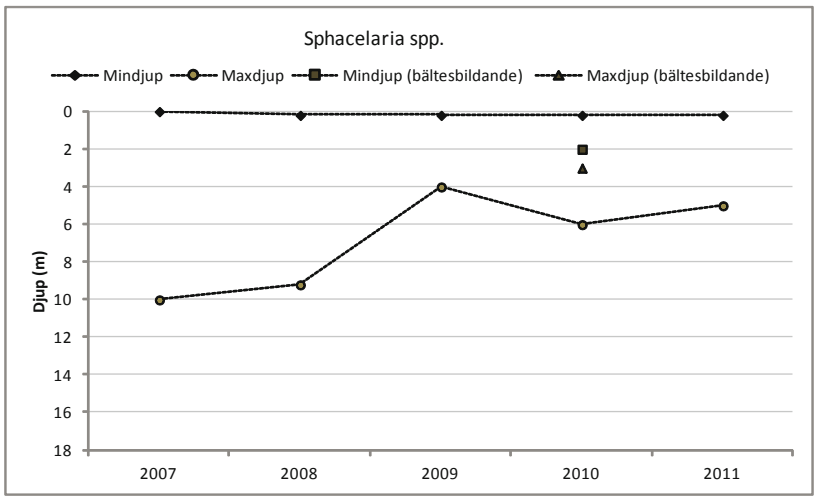


Figur 13a-d. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på lokal Bro 4. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 13a - Blåstång (*Fucus vesiculosus*), 13b - sargassosnärja (*Sargassum muticum*), 13c - ektång (*Halidrys siliquosa*) samt 13d - bladtång (*Saccharina latissima*).

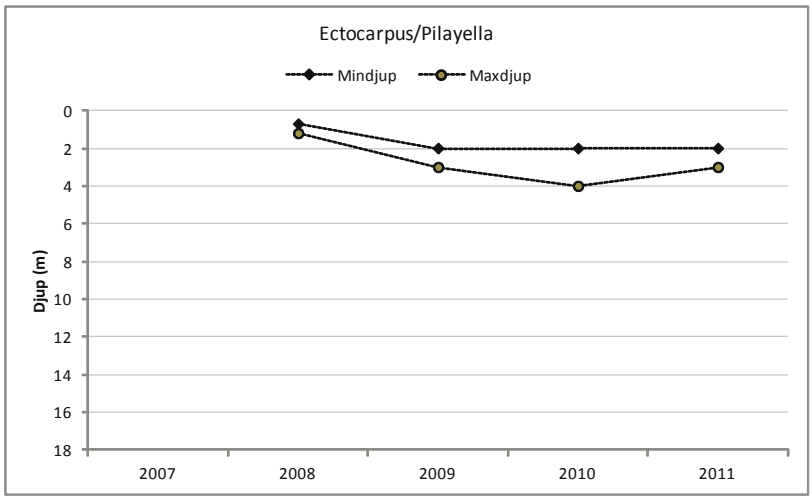


Figur 14. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska brunalger på transekten vid lokal Bro 4. Brunslick (*Ectocarpus/Pilayella*) samt tofsingalger (*Sphacelaria* spp.).

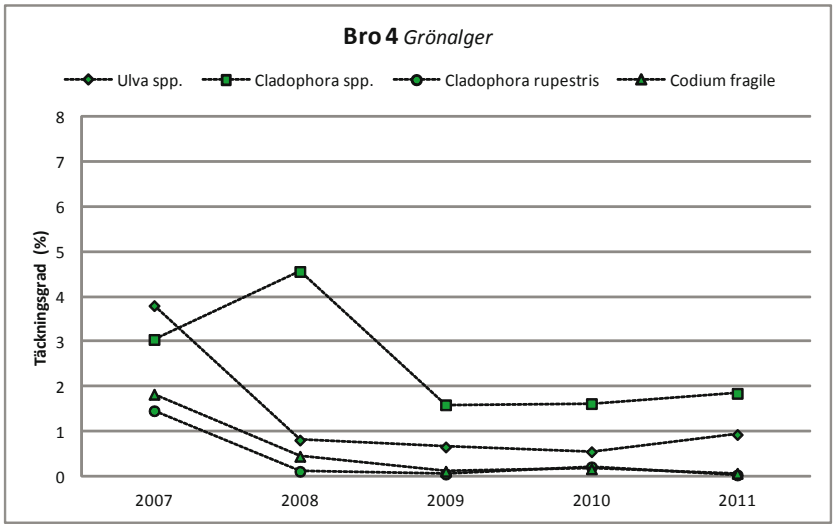
15a



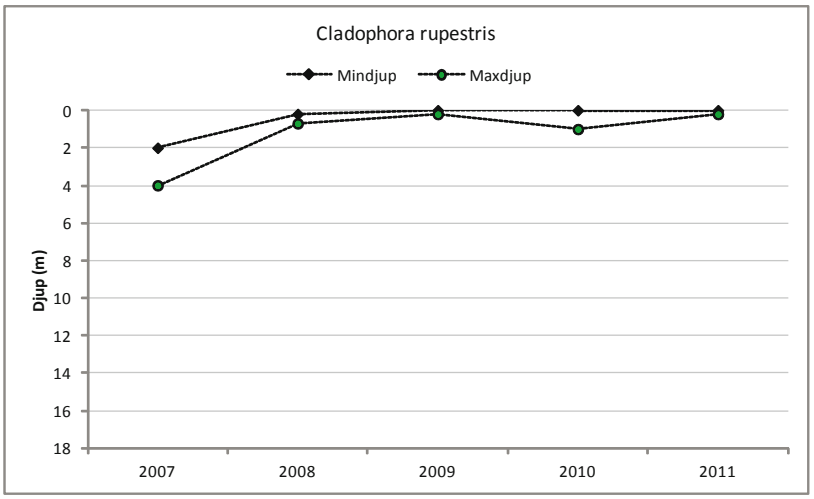
15b



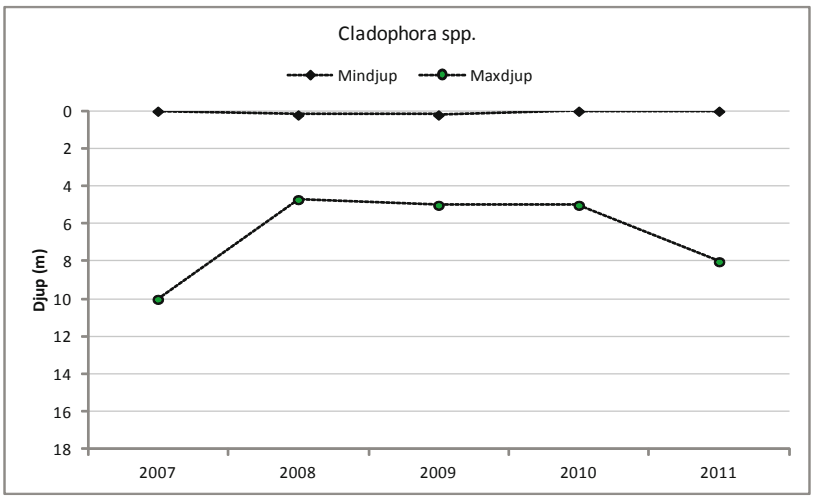
Figur 15a-b. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska brunalger på lokal Bro 4. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 15a - tofsingalger (*Sphacelaria* spp.), 15b - brunslick (*Ectocarpus/Pilayella*).



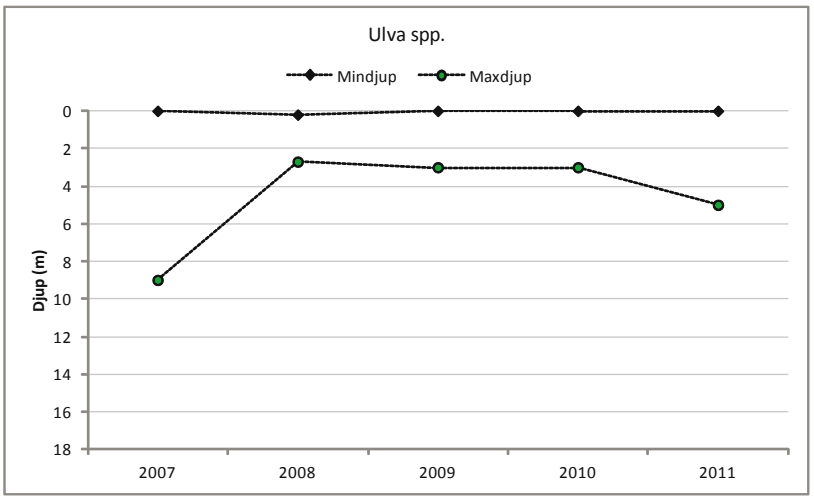
Figur 16. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av grönalger på transekten vid lokal Bro 4. Tarmalger (*Ulva* spp.), grönslickar (*Cladophora* sp.), bergborsting (*Cladophora rupestris*), gaffelgrenad svamptång (*Codium fragile*).


Cladophora rupestris
Mindjup
Maxdjup
Djup (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
2007
2008
2009
2010
2011

17a

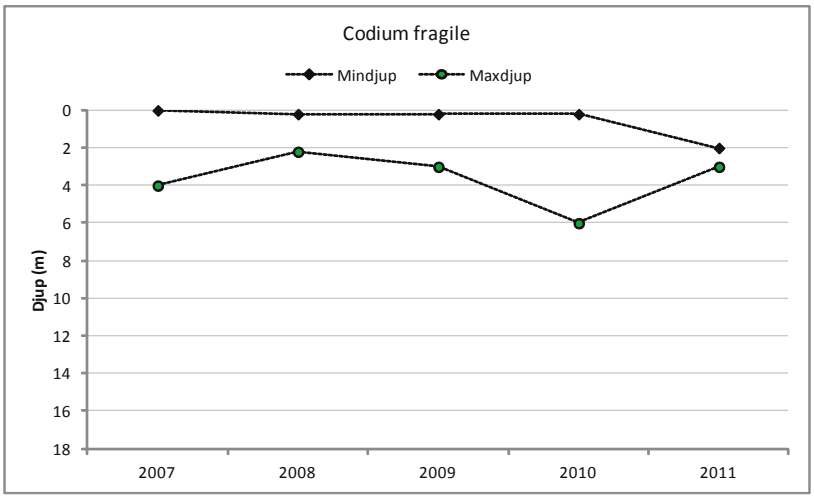

Cladophora spp.
Mindjup
Maxdjup
Djup (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
2007
2008
2009
2010
2011

17b

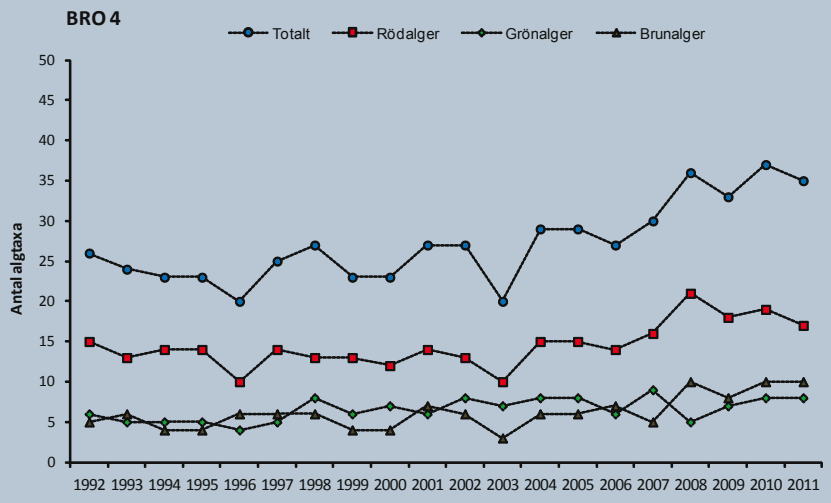

Ulva spp.
Mindjup
Maxdjup
Djup (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
2007
2008
2009
2010
2011

17c

17d



Figur 17a-d. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av grönalger på lokal Bro 4. Både min- och maxdjup för respektive alg presenteras. 17a - bergborsting (*Cladophora rupestris*), 17b - grönslickar (*Cladophora* spp.), 17c - tarmalger (*Ulva* spp.) samt 17d - gaffelgrenad svamptång (*Codium fragile*).

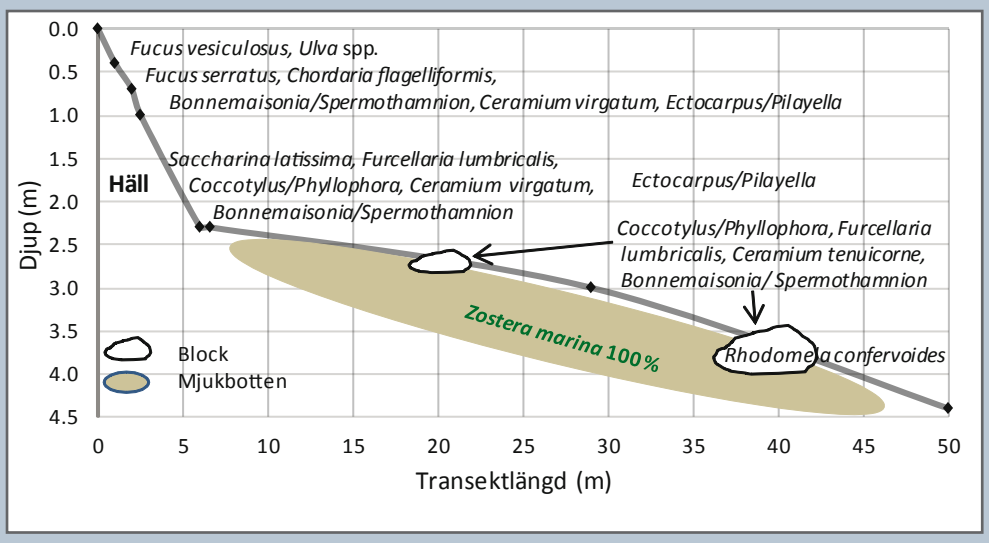


Figur 18. Förändring över tid av totalt antal arter samt fördelningen av grön- brun- och rödalger på lokal Bro 4.

Lokal Bro Extra

Lokal Bro Extra är en grund lokal med en hårdbotten som övergår i mjukbotten på ca 2,5 meters djup. Intill bergväggen noteras skalgrus och ansamling av lösliggande alger och några meter längre ut från land noteras en tät ålgräsäng (*Zostera marina*) på det finare sedimentet. Bland ålgräset påträffas en del mindre stenar och block, vissa år noteras även lösliggande alger. Vid årets inventering slutade transekten, liksom förra året, 50 meter ut från land på ca 4,5 meters djup, där större block påträffades.

Den grunda bergväggen utgör dåliga förhållanden för övervakning av makroalger, då många djuptoleranta arter uteblir samt att arternas maximala djuputbredning inte går att bestämma.



Figur 19. Profil över de dominerande arternas djuputbredningsgränser längs den inventerade transekten vid lokal Bro Extra.

Utbredning av dominerande och karakteristiska algarter vid årets inventering (2011)

Lokal Bro extra karakteriseras av en hög förekomst av bältesbildande fleråriga brunalger och buskformiga samt epifytiska rödalger utmed den grunda berghällen. Då bottensubstrat utmed transekten förändras från hård- till mjukbotten övergår vegetationen till att domineras av täta bestånd av den marina kärlväxten ålgräs (*Zostera marina*). Totalt noterades 35 taxa av makroalger inom den undersökta lokalen. Fullständig artlista samt djuprelaterad täckningsgrad för respektive taxon presenteras i appendix 2. Transektens djupprofil med dominerande arter illustreras i figur 19.

Från ytan och ned till 0,4 meters djup domineradesalgfloran av ett kraftigt bälte av blåstång vilket följdes av bältesbildande sågtång (*Fucus serratus*) ned till ett djup av ca 1 meter. Både blås- och sågtång hade påväxt av tångludd, dock i liten omfattning (täckningsgrad 5 %). Inom detta djupintervall observerades också ett smalt bälte av brunalgen gisseltång (*Chordaria flagelliformis*), mindre tätheter av grönalger inom släktet tarmalger, enstaka förekomster av bergborsting samt den för lokalen typiska rödalgen peppartång (*Osmundea truncata*). Däremot var förekomsten av rödalger större, och de buskformiga samt epifytiska arterna rödsleke samt tofsalger observerades i höga tätheter (täckningsgrad ≥25 %) från 0,4 och ned till 2,3 meters djup där berghällen övergick i mjukbotten. Hög täckningsgrad noterades även för brunalgerna tofsingalger (*Sphacelaria* spp.) samt för den opportunistiska arten brunslick (*Ectocarpus/Pilayella*) mellan 0,7 – 2,3 meters djup. Utmed den nedre delen av berghällen (1 – 2,3 meters djup) påträffades de bladformiga rödalgerna gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) och rödblad i bältesbildande tätheter tillsammans med bälten av brunalgen bladtång samt inslag av den introducerade arten sargassosnärja. Av de övriga algarterna som förekom längs med berghällen var rödalgerna fjäderslick, rödris och gaffeldun (*Callithamnion corymbosum*) vanligast förekommande. Av introducerade algarter noteras utöver sargassosnärja även japanplym. Flertalet av de algarter som förekom utmed berghällen påträffades även på de stenar och block som utgjorde hårdbottensubstrat i den efterföljande mjukbottnen som karakteriserades av en ålgräsäng.

Förändring i täckningsgrad och djuputbredning mellan åren 2007 och 2011

På grund av lokalens ringa djup är det svårt att diskutera förändringar i algernas djuputbredning över tid. Dessutom har inte de djupare stenblocken inkluderats varje år, vilket resulterat i att medeltäckningsgraden hos respektive alg längs transekten endast baserats på förekomst av de övre djupmetrarna utmed berghällen. Även för-

ändringar av ålgräsets täckningsgrad samt av de epifytiska och lösliggande algerna i ålgräsängen diskuteras.

Efter att förekomsten av sågtång minskade mellan åren 2009 – 2010 var täckningsgraden under årets inventering (2011) något ökande, och utöver en minskning i täckningsgrad av arten bladtång har förekomsten för de fleråriga brunalgerna varit relativt oförändrade sedan 2008. Nivåerna är dock mindre i jämförelse med år 2007 (Figur 20). Inga egentliga förändringar kan heller ses med avseende på djuputbredning för dessa brunalger (Figur 21a-d).

Förekomsten av de epifytiska brunalgerna brunslick och tofsingalger var under 2011 på samma nivåer som föregående år (2010). Dock var båda arternas nuvarande täckningsgrader högre i jämförelse med nivåerna från 2007 (Figur 22).

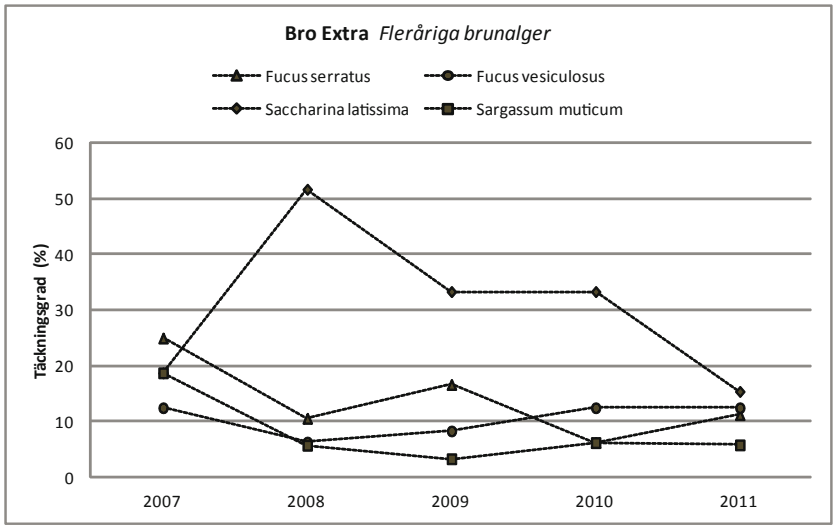
Av rödalgerna, vilka var de vanligaste förekommande algarterna inom lokalen, dominerar sedan 2007 rödblad samt gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) (Figur 23). Täckningsgraderna har inte förändrats nämnvärt under den senaste femårsperioden, och de båda arterna var bältesbildande utmed berghällen från 1 meters djup (Figur 24a-b). Bland de övriga rödalger som påträffades utmed berghällen var fjäderslick och karragentång (*Chondrus crispus*) vanligt förekommande, dock har karragentångens täckningsgrad minskat något sedan 2010 medan fjäderslick istället ökat (Figur 24). Båda arterna förekom utmed större delen av berghällen, och utöver att bältesbildande tätheter av karragenalg endast påträffades 2008 – 2009, har inga förändringar i djuputbredningen noterats under den senaste femårsperioden (Figur 24c-d). Större förändringar ses dock för de epifytiska rödalgerna rödsleke och tofsalger, vilka sedan 2007 kraftigt ökat i mängd (Figur 25). Dessa två arter växer framförallt på större bladalger och tång och påträffas i bältesbildande tätheter utmed hela berghällen från ca 0,5 meters djup (Figur 26a-b). Den introducerade rödalgen japanplym observerades på lokalen för första gången 2009, och likt tidigare år påträffades den i årets inventering endast i mindre mängder (Figur 25).

De vanligaste grönalgerna inom lokalen utgjordes av arter inom grönslickar samt tarmalger vilka främst påträffades utmed den övre halvan av berghällen. Mellan 2007 och 2009 minskade stadigt täckningsgraden av tarmalger, men under 2010 dokumenterades en viss ökning. En ökning i täckningsgrad noterades även under 2011 års inventering. Jämfört med 2007 har även förekomsten av grönslickar ökat något under de senaste åren, dock inte lika drastiskt som inom tarmalgerna (Figur 27).

Ålgräsängen har under de senaste åren varierat något i förekomst men inget tyder på att den skulle ha minskat i utbredning, och under de senaste två åren har täckningsgraden i snitt legat på drygt 80 % (Figur 28). Även mängden lösdrivande alger har varierat under den senaste femårsperioden. Lösdrivande alger kan verka negativt på ålgräs genom att bidra med en minskad ljustillgång samt en sämre syrehalt i vattnet på grund av algernas nedbrytning. Under 2011 observerades dock inga lösdrivande alger i ålgräsängen (Figur 28). Även fastsittande alger vilka kan orsaka att ljustillgången för ålgräs minskar. De båda epifytiska algarterna brunslick samt ullsleke noterades på ålgräsplantornas blad, förekomsten för respektive alg var dock i mindre mängd jämfört med tidigare år (Figur 29). En karakteristisk algart som ofta observeras i ålgräsängar är snärjtång (*Chorda filum*) som fäster till grus och mindre stenar i den annars mjukbottendominerade botttenmiljön. Mängden snärjtång har legat på en relativt stabil nivå sedan 2007 (Figur 29).

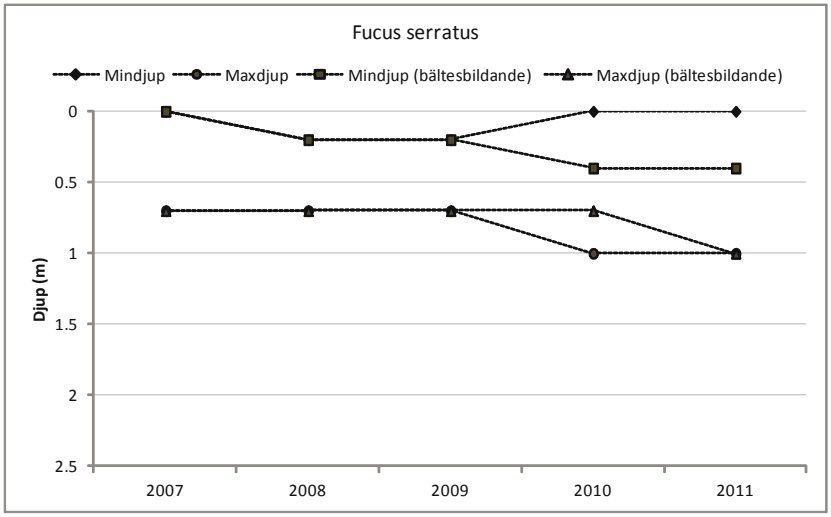
Förändring i artrikedom

Sedan inventeringarna vid lokal Bro extra påbörjades år 1992 har antalet dokumenterade algtaxa ökat. Under 2011 års undersökning uppgick antal noterade taxa till 35 varav drygt hälften utgjordes av rödalger. Då många arter av makroalger endast förekommer med några enstaka exemplar längs transekten kan de vara svåra att upptäcka vid mycket vegetation eller sedimentpålagring. Huruvida ökningen är ett resultat av olika inventeringsmetoder går inte att avgöra, det finns däremot inget som tyder på att artrikedomen minskat på lokalen under den senaste 20-årsperioden (Figur 30).

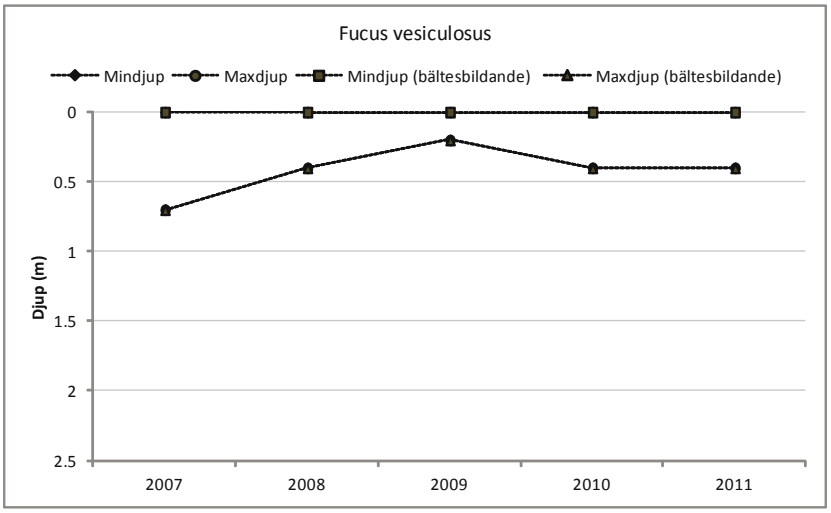


Figur 20. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på transekten vid lokal Bro Extra. Sågtång (*Fucus serratus*), blåstång (*Fucus vesiculosus*), bladtång (*Saccharina latissima*), sargassosnärja (*Sargassum muticum*).

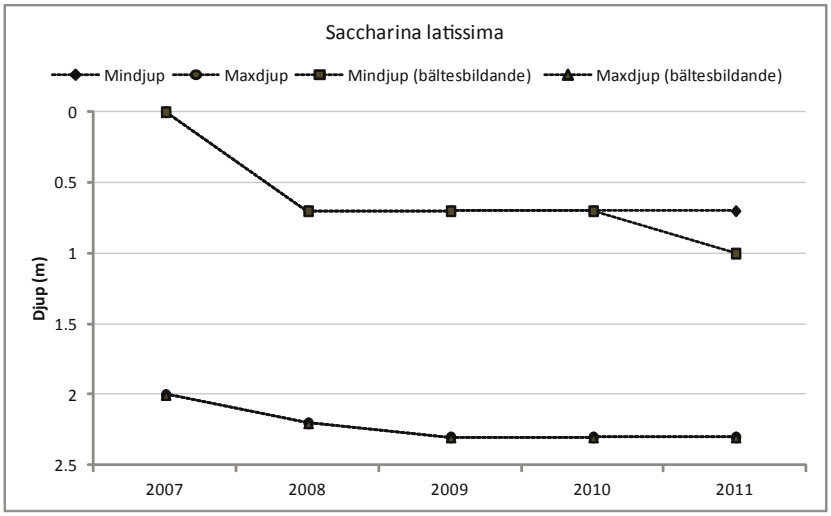
21a



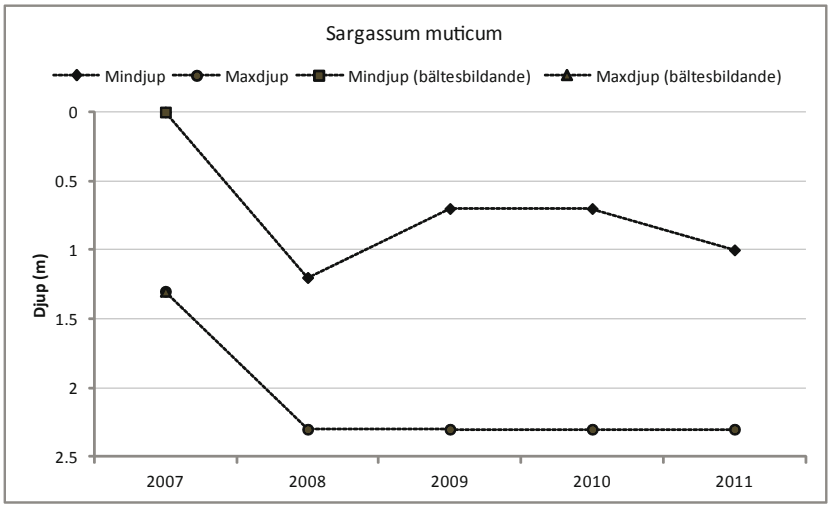
21b



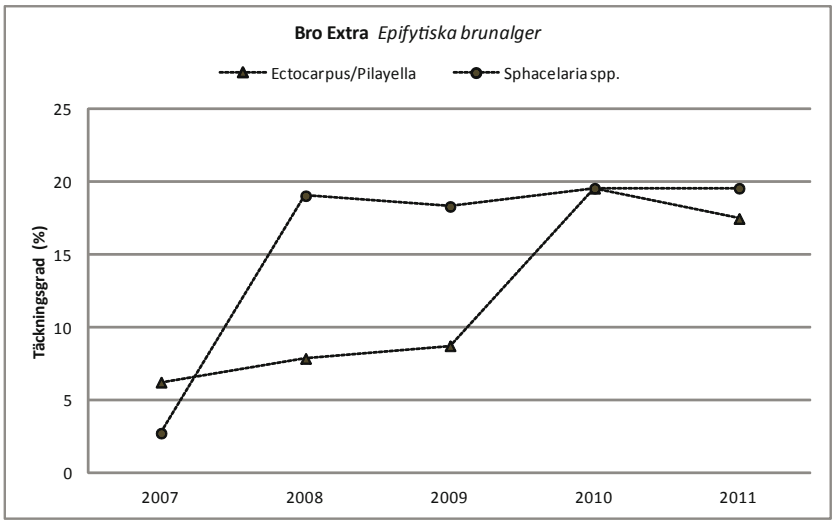
21c



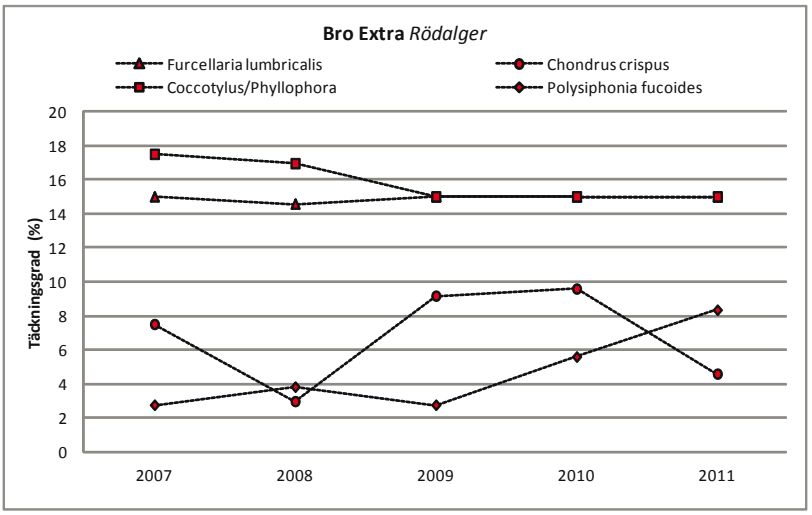
21d



Figur 21a-d. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på lokal Bro Extra. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 21a - sågtång (*Fucus serratus*), 21b - blåstång (*Fucus vesiculosus*), 21c - bladtång (*Saccharina latissima*) samt 21d - sargassosnärja (*Sargassum muticum*).

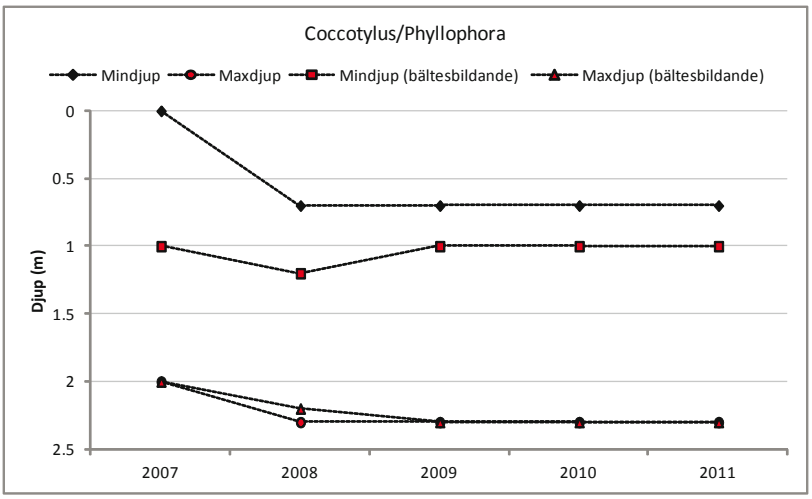


Figur 22. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska brunalger på transekten vid lokal Bro Extra. Brunslick (*Ectocarpus/Pilayella*) samt tofsingalger (*Sphacelaria* spp.).

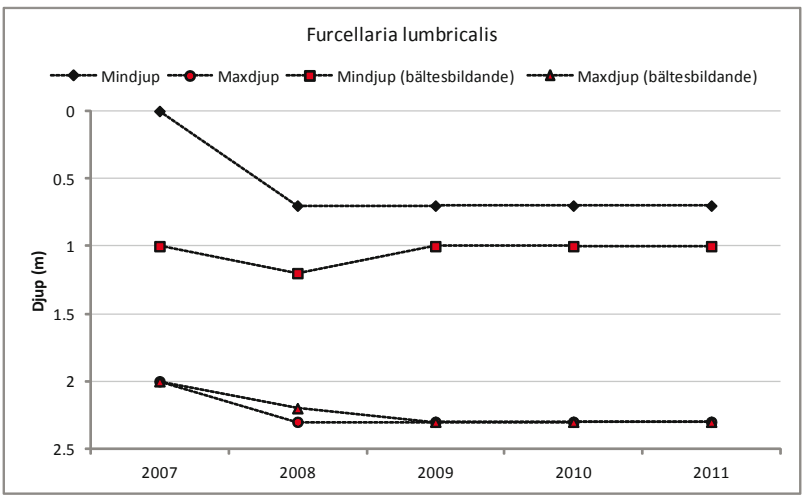


Figur 23. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av rödalger på transekten vid lokal Bro Extra. Gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*), karragentång (*Chondrus crispus*), rödblad (*Coccotylus/Phyllophora*) samt rödslick (*Polysiphonia fucoides*).

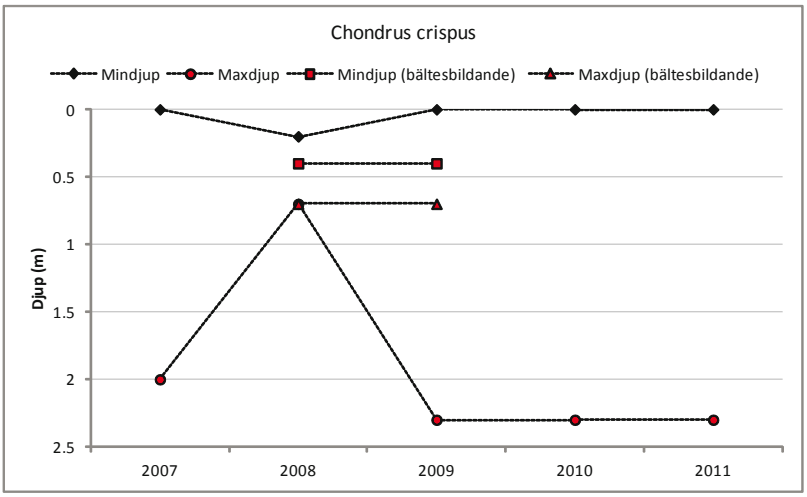
24a



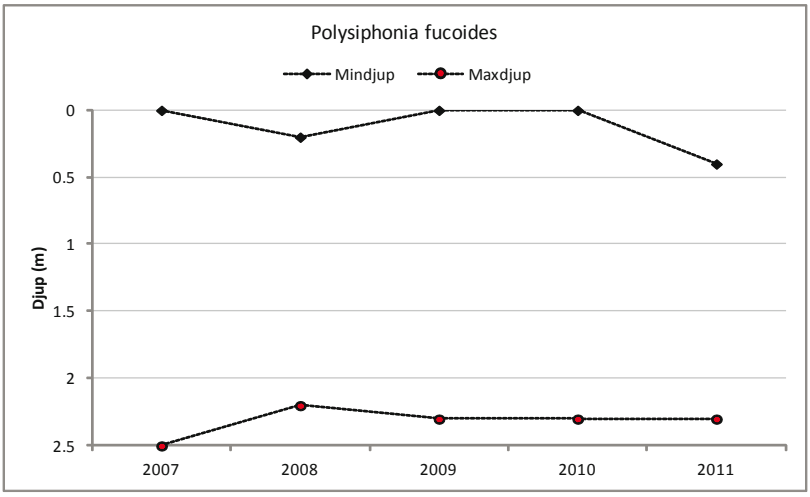
24b



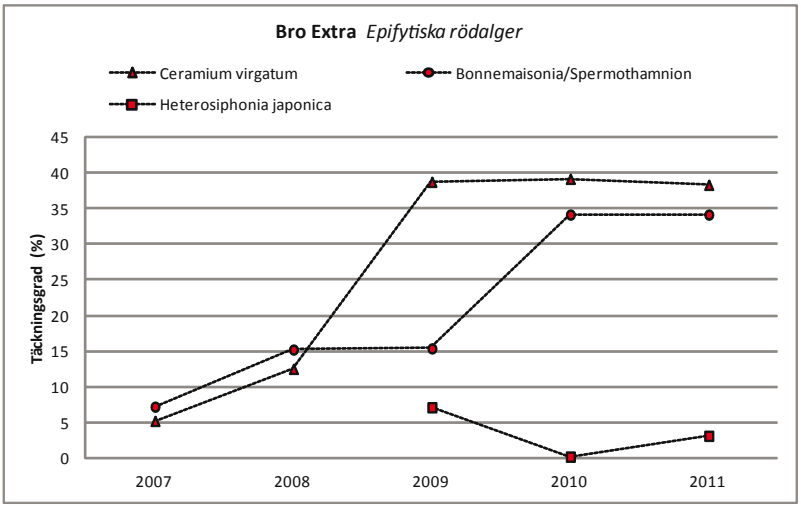
24c



24d

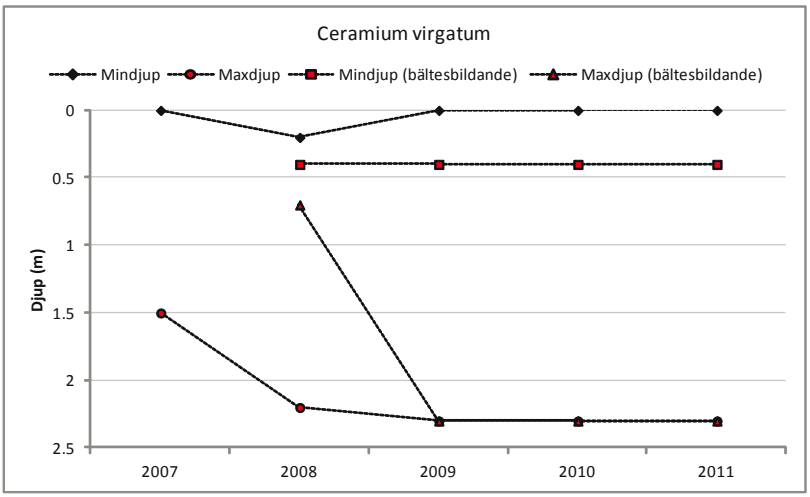


Figur 24a-d. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av rödalger på lokal Bro Extra. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 24a - rödblad (*Coccotylus/Phyllophora*), 24b - gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*), 24c - karragentång (*Chondrus crispus*) samt 24d - rödslick (*Polysiphonia fucoides*).

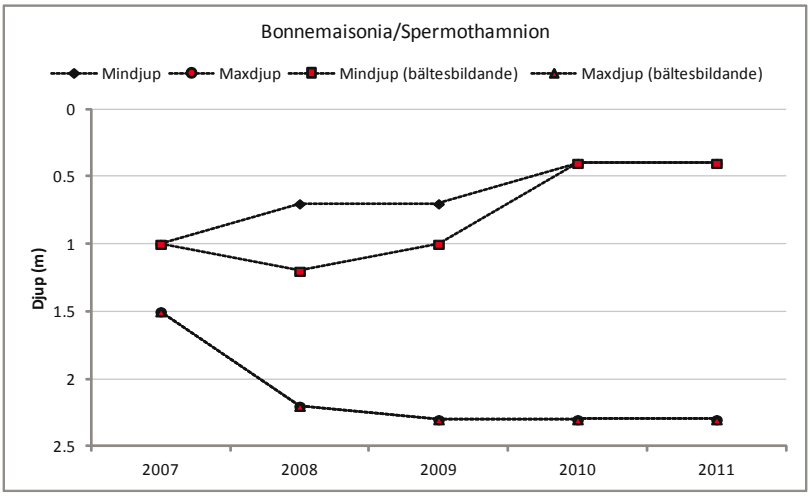


Figur 25. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska rödalger på transekten vid lokal Bro Extra. Rödsleke (*Ceramium virgatum*), tofsalger (*Bonnemaisonia/Spermothamnion*) samt japanplym (*Heterosiphonia japonica*).

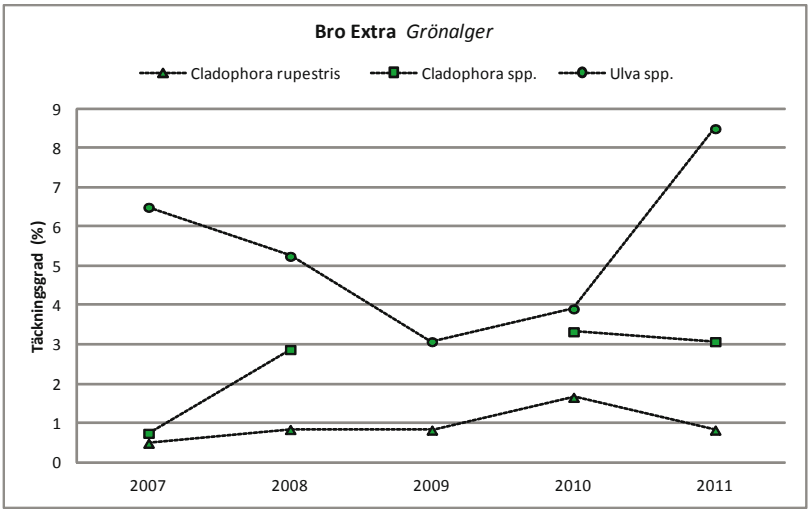
26a



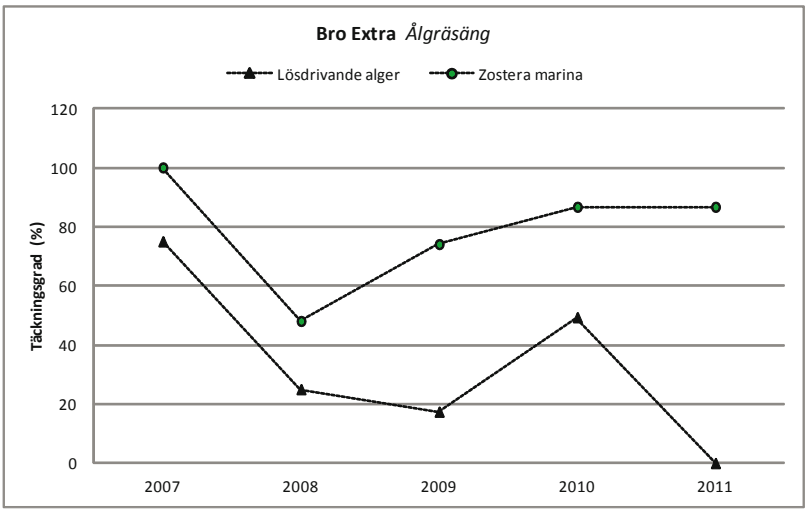
26b



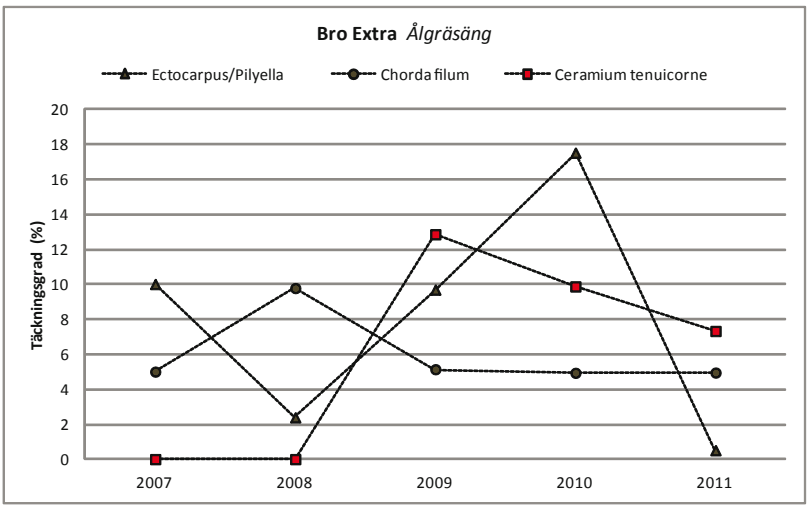
Figur 26a-b. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska rödalger på transekten vid lokal Bro Extra. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 26a - rödsleke (*Ceramium virgatum*) samt 26b - tofsalger (*Bonnemaisonia*/*Spermothamnion*).



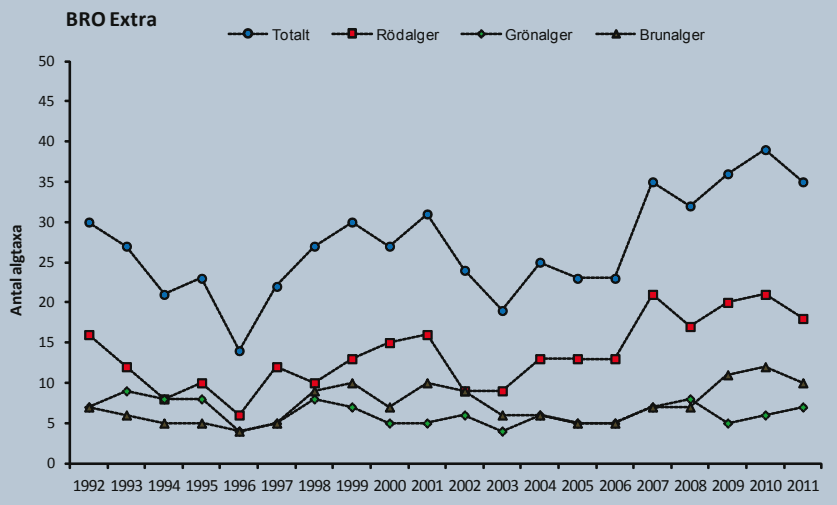
Figur 27. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av grönalger på transekten vid lokal Bro Extra. Bergborsting (*Cladophora rupestris*), grönslickar (*Cladophora* spp.) samt tarmalger (*Ulva* spp.).



Figur 28. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos ålgräs (*Zostera marina*) och lösdrivande alger på mjukbotten vid lokal Bro Extra.



Figur 29. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos arter som påträffas i ålgräsängen vid lokal Bro Extra. Brunslick (*Ectocarpus/Pilayella*), snärjtång (*Chorda filum*) samt ullsleke (*Ceramium tenuicorne*).



Figur 30. Förändring över tid av totalt antal arter samt fördelningen av grön- brun- och rödalger på lokal Bro Extra.

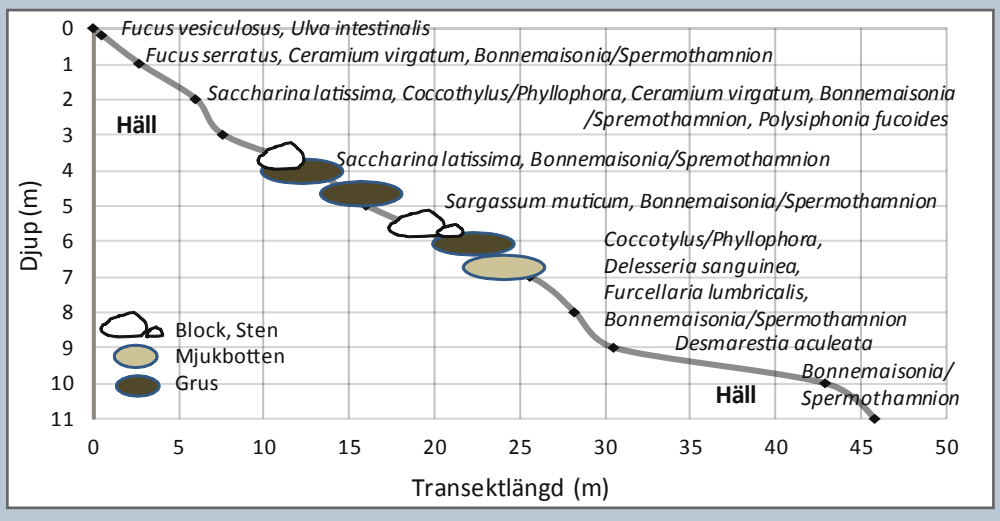
Station Bro5

Station Bro 5 utgörs av en berghäll som slutar mellan 4 och 5 meters djup. Därefter övergår hårdbotten i mjukbotten med inslag av både sand, skalgrus, småsten och större stenblock. Transekten, som förlängdes år 2009, avslutas numer med en vertikal bergvägg mellan 7 och 11 meters djup. På den heterogena, förhållandevis horisontella botten, noterades lösdrivande alger längs transekten. Då transektens placering inte är utmärkt på botten samt att substratet är så varierande kan transektens läge förskjutas mellan inventeringstillfällena. Detta kan resultera i varierande täckningsgrad av de olika substraten på olika djupintervall, vilket även påverkar algernas utbredning som är beroende av hårt substrat.

Utbredning av dominerande och karakteristiska arter vid årets inventering (2011)

Under inventeringen av makroalger år 2011 noterades sammanlagt 36 taxa av makroalger vid lokal Bro 5. Flest arter återfanns inom algklassen rödalger följt av arter tillhörande brun- och grönalger. Rödalger utgjorde även de till täckningsgrad dominerande arterna inom merparten av de undersökta djupintervallen längs med den undersökta transekten. Fullständig artlista samt den djuprelaterade täckningsgraden hos observerad taxa återfinns i appendix 3. Transektens djupprofil med dominerande arter illustreras i figur 31.

Inom den övre delen av transekten återfanns tydliga bälten av brunalgen blåstång samt grönalgen tarmtång (*Ulva intestinalis*) för att något djupare följas av bälten med brunalgen sågtång ned till 1 meters djup. Inom detta djupintervall noterades även mindre ansamlingar av grönalgen bergborsting (*Cladophora rupestris*) och stora tätheter med rödalgerna rödsleke samt tofsalger. Rödsleke var bältesbildande ned till 3 meters djup medan tofsalger förekom med hög täckningsgrad (25 – 75 %) utmed hela den undersökta transekten ned till drygt 10 meters djup. Från 1 meters djup och nedåt ökade andelen röda bladalger såsom rödblad, gaffel- och nervtång i makroalgsvegetationen. Rödblad påträffades i varierande grad från 1 till drygt 10 meter och observerades i högst tätheter mellan 1 -3 meter samt 8 – 9 meter där den var bältesbildande. Både gaffel- och nervtång noterades från 2 meters djup och nedåt till drygt 7 respektive 10 meters djup med tätheter mellan 1 – 10 %. De fint förgrenade slick-arterna (*Polysiphonia* spp.) förekom med fyra arter längs transekten varav fjäderslick var vanligast och bältesbildande mellan 1 – 2 meter. Av observerade arter var den fleråriga och storväxta brunalgen bladtång iögonfallande där den påträffades från ca 1 till drygt 9 meters djup, men var framförallt dominerande inom 1 – 4 meters djup meter med en täckningsgrad på mellan 25 – 50 %. Bland övriga större brunalger som observerades kan ek-



Figur 31. Profil över de dominerande arternas djuputbredningsgränser längs den inventerade transekten vid lokal Bro 5.

tång, taggtång (*Desmarestia aculeata*) och den introducerade arten sargassosnärje nämnas. Ektång och sargassosnärje påträffades främst mellan 3 och 5 meters djup medan taggtång var allmänt förekommande (täckningsgrad 10 %) mellan 4 och 10 meters djup. Den introducerade rödalgen japanplym observerades inom enstaka djupintervall (0,2 – 2 meter samt 9 – 11 meter) dock i små tätheter (1 – 5 %).

Förändring i täckningsgrad och djuputbredning mellan åren 2007 och 2011

Undersökningar av makroalger vid lokal Bro 5 har sedan 1992 utförts utmed transekter med varierande maxdjup mellan olika år. År 2009 förlängdes transekten för att inkluderade en vertikal bergvägg mellan 7 och 11 meters djup. Dessa förändringar kan ha påverkat såväl vilka arter som påträffas som respektive arts totala täckningsgrad längs transekten.

De arter som dominerat lokalen under den senaste femårsperioden utgörs främst av fleråriga brunalger och bladformiga samt epifytiska rödalger. Inom den grundare delen av transekten återfanns även de största täckningsgraderna av förekommande grönalger. Generellt sett har förekomsten av grönalger minskat något sedan 2007 och 2008, men för första gången under den senaste femårsperioden observerades arter av tarmalger i bältesbildande tätheter inom de övre decimetrarna av transekten (Figur 32 och 33). Utöver grönalger påträffades även bälten av blås- och sågtång inom den övre delen av transekten. Täckningsgraden av blåstång har minskat sedan 2007 men legat på en jämn nivå under de senaste tre åren (Figur 34). Även sågtång som förekommer inom ett något bredare djupintervall än blåstång har minskat i täckningsgrad i jämförelse med 2007, och årets nivå är den lägst uppmätta för den senaste femårsperioden (Figur 34 och 35a-b). Förekomsten av brunalgen taggtång och ektång har däremot ökat sedan 2007 (Figur 34). Även djuputbredning av taggtång har ökat något under senare år, och enstaka exemplar observerades ända ned till drygt 10 meters djup under årets inventering (Figur 35c). Den stora brunalgen bladtång har sedan 2009 visat på en svag men stabil ökning i täckningsgrad (Figur 36). Arten förekom under årets inventering inom samma min- och maxdjup som under 2010, men var i årets undersökning bältesbildande inom ett något bredare djupintervall (Figur 37a). Den introducerade brunalgen sargassosnärja har sedan 2007 varierat relativt mycket i täckningsgrad inom lokalen, och årets nivåer är de lägsta som dokumenterats under senaste femårsperioden. Årets inventering visar på att artens nedre utbredningsgräns fortsätter att öka, men också att dess övre utbredningsgräns har minskat och att det djupintervall där arten påträffas i bältesbildande tätheter har blivit smalare (Figur 36 och 37b).

För de tre senaste åren ses en svag trend mot att täckningsgraden av rödalgerna rödblad och kräkel minskar (Figur 38). Utöver att den övre utbredningsgränsen för gaffeltång minskat något är dock djuputbredningen för respektive art i stort sett oförändrad sedan 2009 då transektens började inventeras djupare. Rödblad, som sedan 2009 observerats utmed hela den inventerade transekten, var under 2011 bältesbildande mellan 1 – 9 meter (Figur 39a-b). Den fingrenade rödalgen fjäderslick uppvisade en relativt oförändrad djuputbredning sedan 2009, och med en täckningsgrad som inte förändrats nämnvärt under de tre senaste åren (Figur 40 och 41a). Förändringar ses dock för arterna långsträckt rödslick samt rödris. Långsträckt rödslick hade under 2011 minskat i både förekomst och djuputbredning i jämförelse med tidigare år medan rödris, som mellan 2007 – 2010 alltid dokumenterats på lokalen, helt saknades under årets inventering (Figur 4 och 41 b-c).

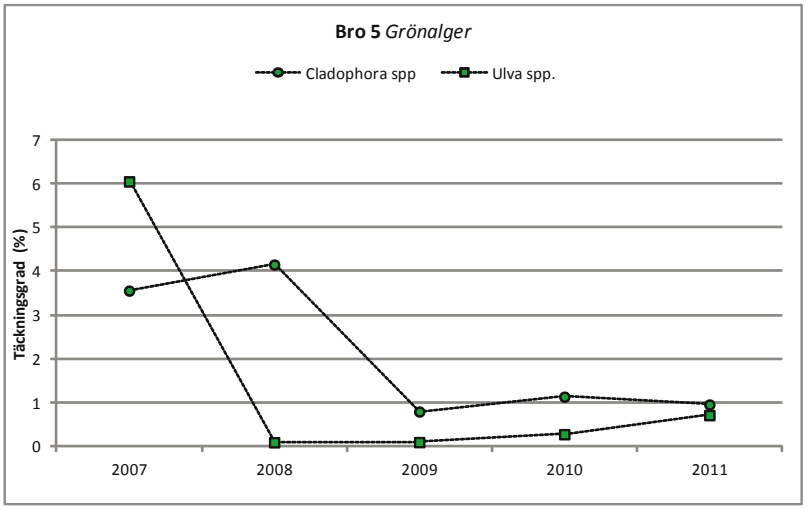
Av de epifytiska rödalgerna var rödsleke och tofsalger likt föregående år de dominerande arterna och dokumenterades under 2011 från ca 0,2 – 10 respektive 11 meters djup. Tofsalger var bältesbildande inom hela detta djupintervall medan rödsleke påträffades i bältesbildande tätheter mellan 0,2 – 3 meters djup. (Figur 42 och 43a-b). Japanplym som för första gången dokumenterades på lokalen år 2008 påträffades inom ett större djupintervall än tidigare (Figur 44). Även dess förekomst utmed transekten hade ökat jämfört med tidigare år, dock var den totala täckningsgraden fortfarande relativt låg (Figur 45).

Sedan 2007 har de epifytiska brunalgerna inom

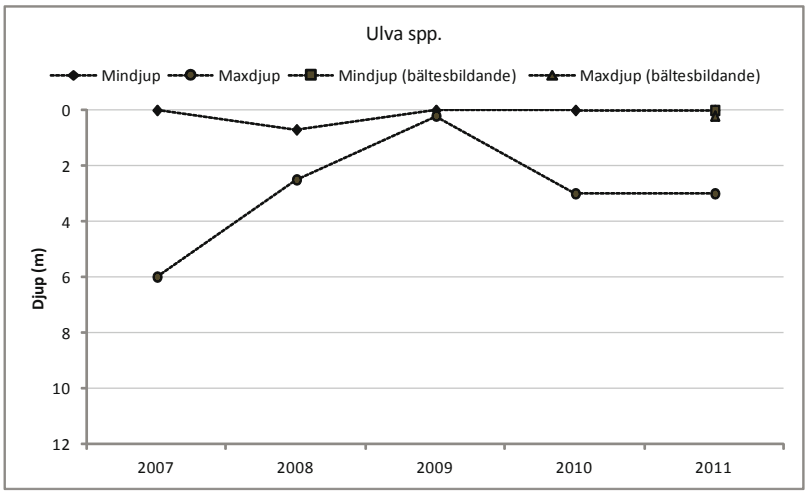
lokalen minskat både till artantal och i täckningsgrad. Under 2011 påträffades endast enstaka plantor av tofsingalger (*Sphacelaria* spp.) inom ett snävt djupintervall mellan 2 – 3 meters djup och den opportunistiska arten brunslick har inte observerats inom lokalen sedan 2009 (Figur 46 och 47a-b).

Förändring i artrikedom

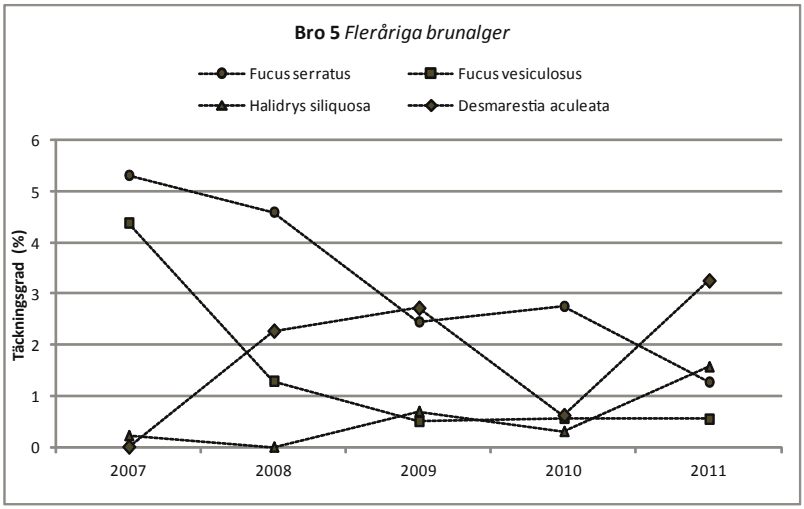
Lokal Bro 5 har sedan 1992 årligen inventerats med avseende på förekomst av makroalger. Antalet dokumenterade algtaxa har under denna 20-årsperiod ökat, och störst är ökningen inom klasserna röd- och brunalger (Figur 48). Då många arter av makroalger endast förekommer med några enstaka exemplar längs transekten kan de vara svåra att upptäcka vid mycket vegetation eller sedimentpålagring. Även förändringar i metodik samt det djupare transektavsnitt som tillkom under senare år (2009) innebär att det är svårt att avgöra om ökningen i artantal beror på reella förändringar, eller snarare är ett resultat av en något variabelt utförd metodik. Det bör dock vara ett rimligt antagande att antalet arter inom lokalen åtminstone inte har minskat under de senaste två decennierna.



Figur 32. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2010 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på transekten vid lokal Bro 5. Grönslickar (*Cladophora* spp.) samt tarmalger (*Ulva* spp.).

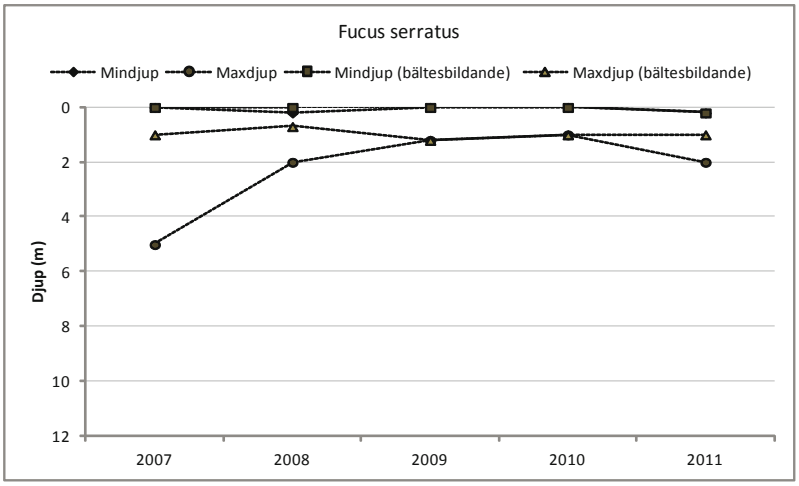


Figur 33. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 av tarmalger (*Ulva* spp.) på lokal Bro 5. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras.

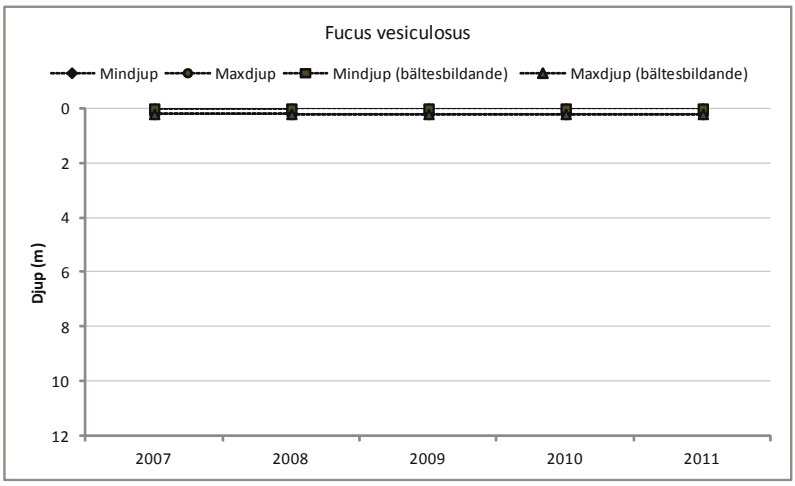


Figur 34. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på transekten vid lokal Bro 5. Sågtång (*Fucus serratus*), blåstång (*Fucus vesiculosus*), ektång (*Halidrys siliquosa*) samt taggtång (*Desmarestia aculeata*).

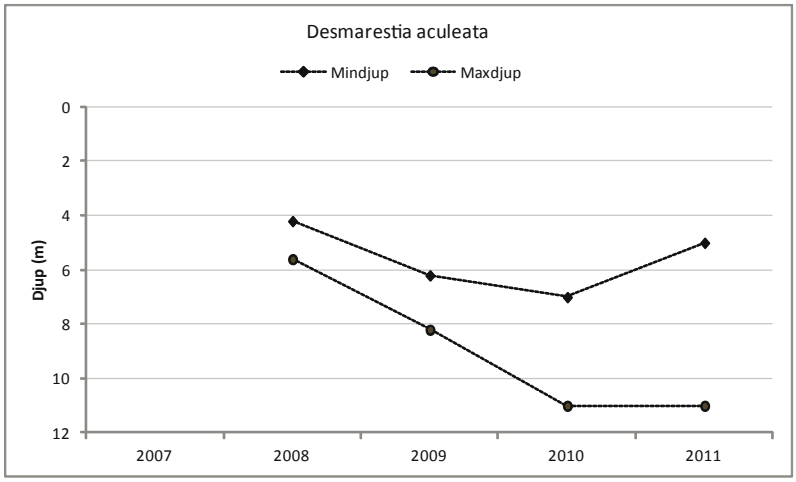
35a



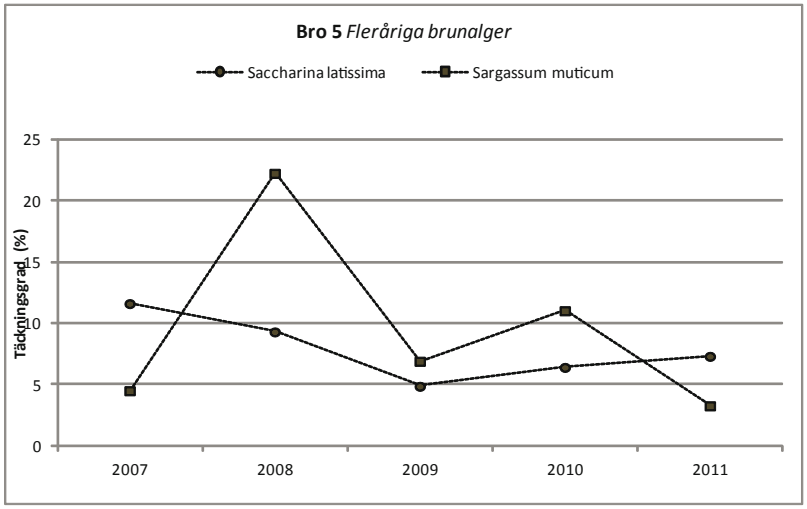
35b



35c

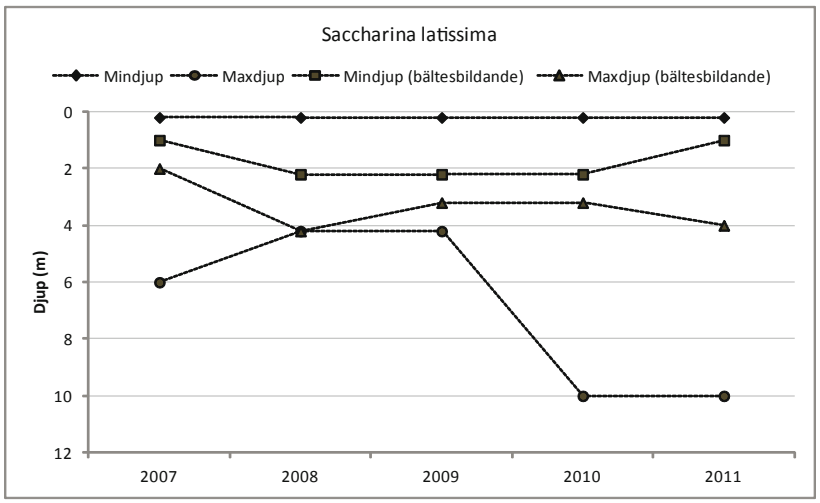


Figur 35a-c. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på lokal Bro 5. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 35a - sågtång (*Fucus serratus*), 35b - blåstång (*Fucus vesiculosus*) samt 35c - taggtång (*Desmarestia aculeata*).

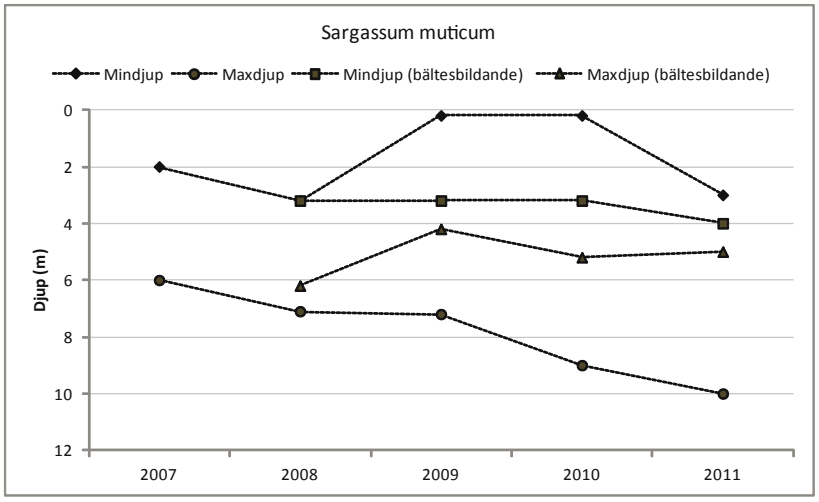


Figur 36. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på transekten vid lokal Bro 5. Bladtång (*Saccharina latissima*) samt sargassosnärja (*Sargassum muticum*).

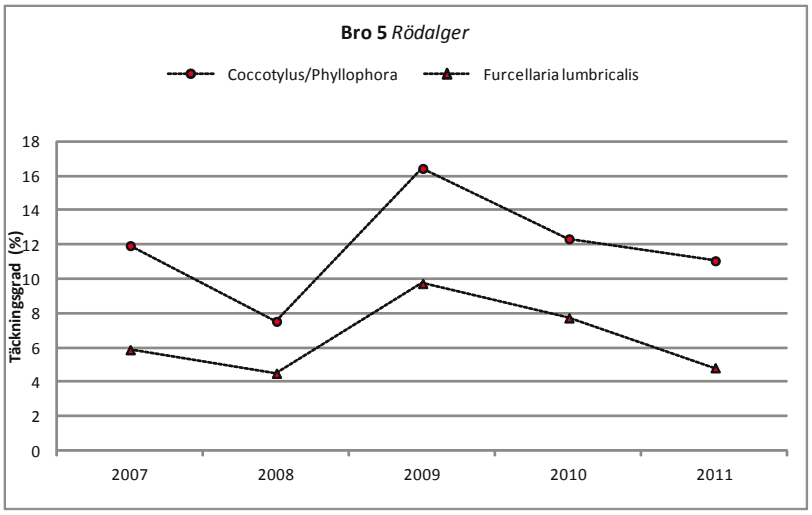
37a



37b

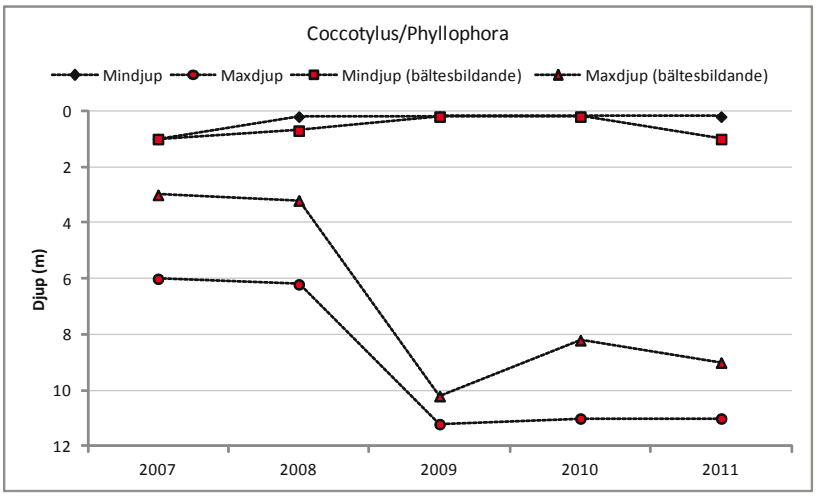


Figur 37a-b. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fleråriga brunalger på lokal Bro 5. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 37a - bladtång (*Saccharina latissima*) samt 37b - sargassosnärja (*Sargassum muticum*).

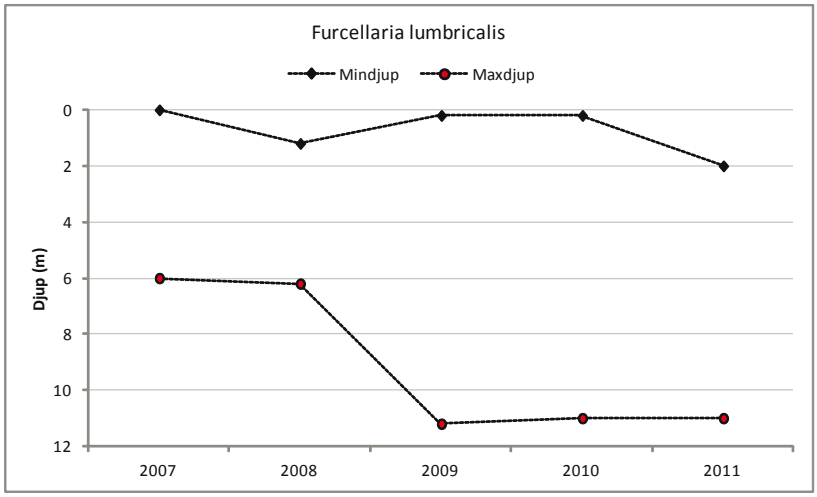


Figur 38. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av rödalger på transekten vid lokal Bro 5. Rödblad (*Coccotylus/Phyllophora*) samt gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*).

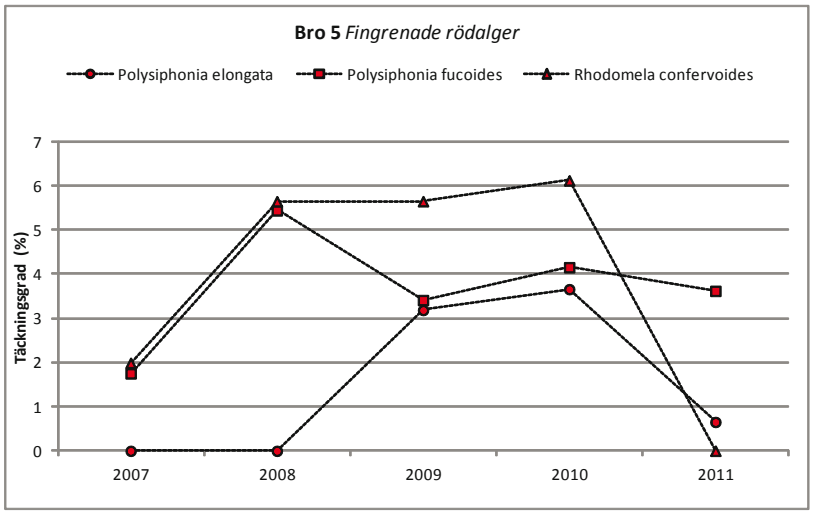
39a



39b

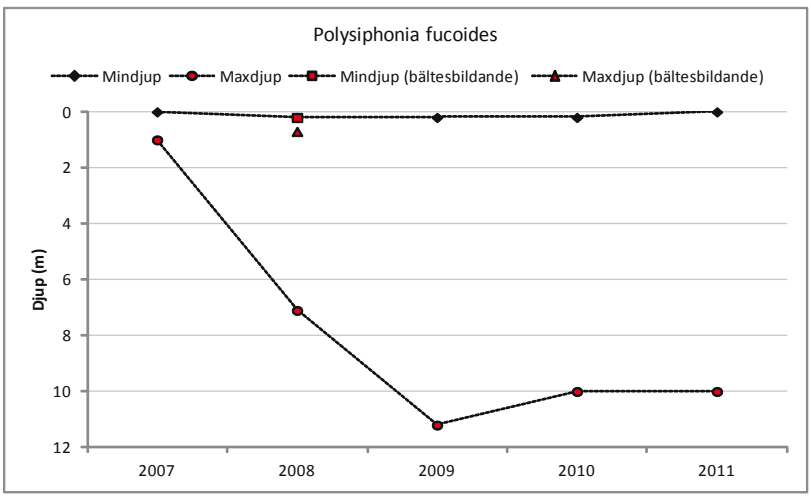


Figur 39a-b. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2010 hos de dominerande arterna av rödalger på lokal Bro 5. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 39a - rödblad (*Coccotylus/Phyllophora*) samt 39b - gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*).

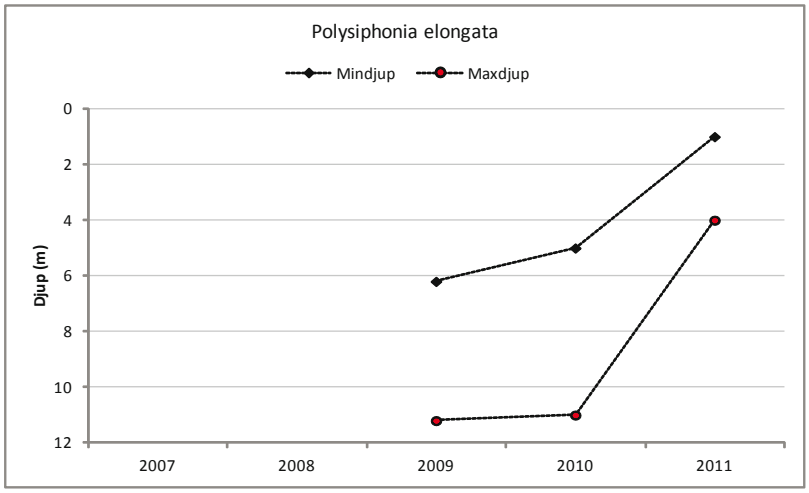


Figur 40. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2010 hos de dominerande arterna av fingrenade rödalger på transekten vid lokal Bro 5. Långsträckt rödslick (*Polysiphonia elongata*), fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*) samt rödris (*Rhodomela confervoides*).

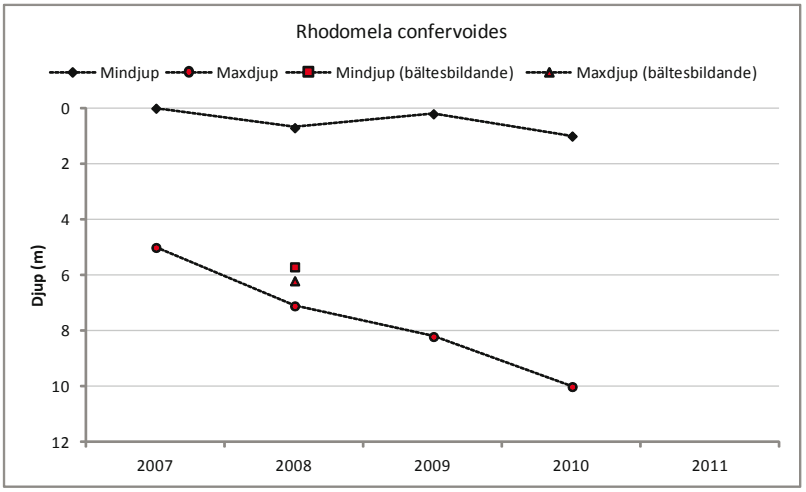
41a



41b

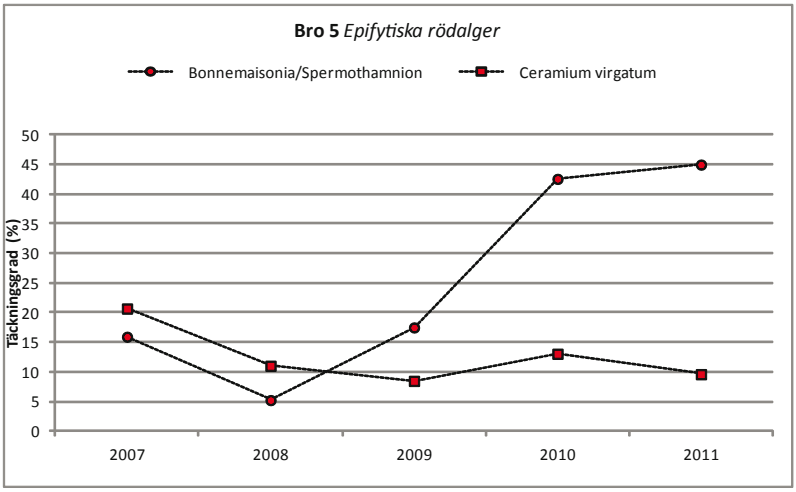


41c



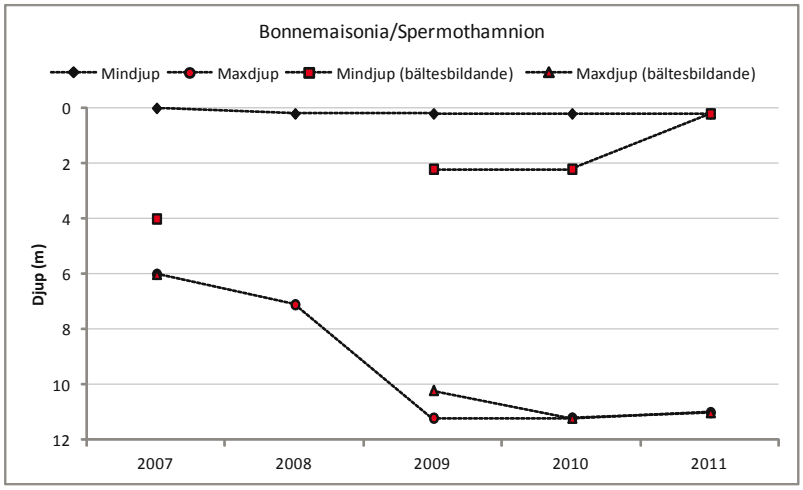
Figur 41a-c. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av fingrenade rödalger på lokal Bro 4. Både algernas min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 41a - fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*), 41b - långsträckt rödslick (*Polysiphonia elongata*) samt 41c - rödris (*Rhodomela confervoides*).

42

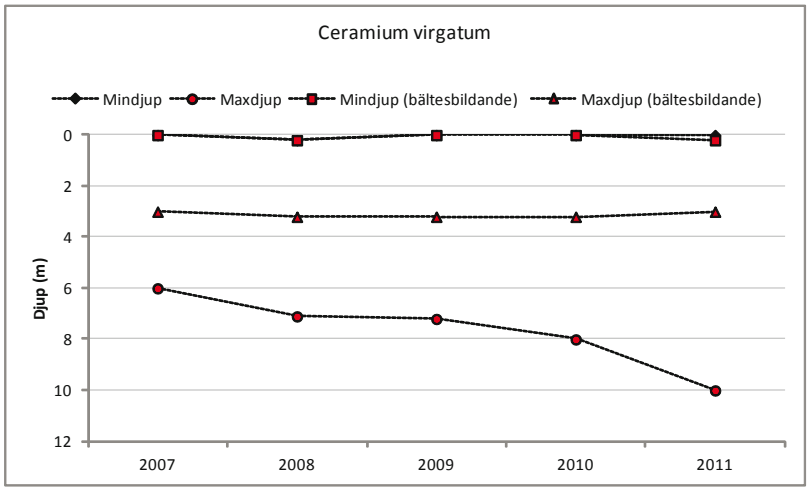


Figur 42. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska rödalger på transekten vid lokal Bro 5. Tofsalger (*Bonnemaisonia/Spermothamnion*) samt rödsleke (*Ceramium virgatum*).

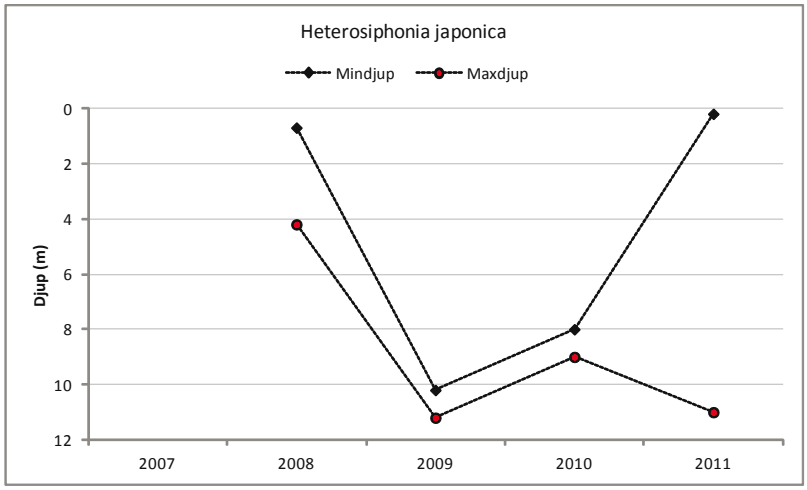
43a



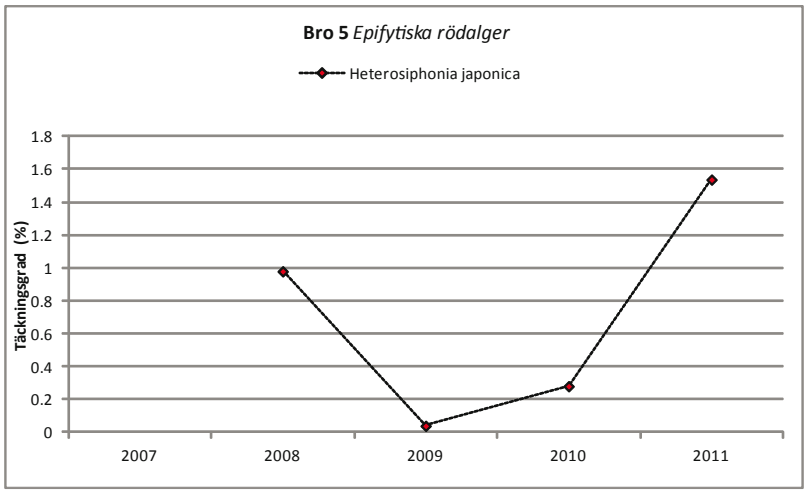
43b



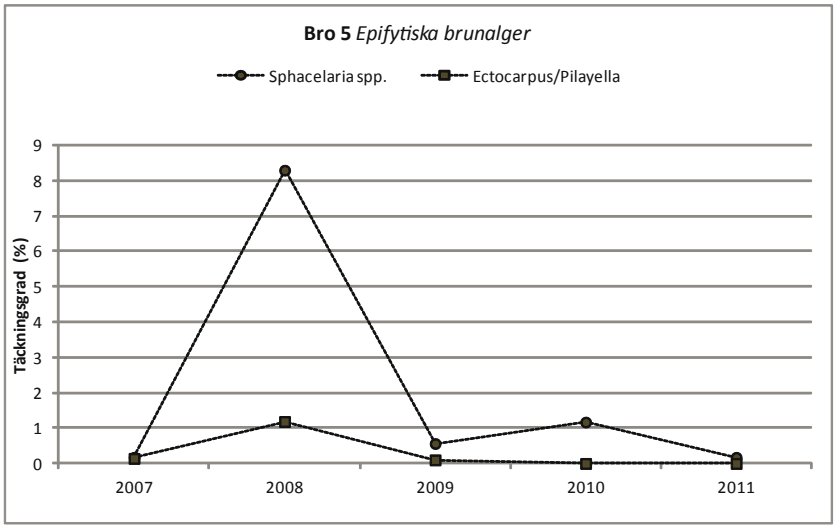
Figur 43a-b. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska rödalger på lokal Bro 5. Både min- och maxdjup samt djupintervallet då algen blir bältesbildande (≥25%) presenteras. 43a - tofsalger (*Bonnemaisonia/Spermothamnion*) samt 43b - rödsleke (*Ceramium virgatum*).



Figur 44. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011hos den intoriducerade arten japanplym (*Heterosiphonia japonica*) på lokal Bro 5. Både min- och maxdjup för arten presenteras.

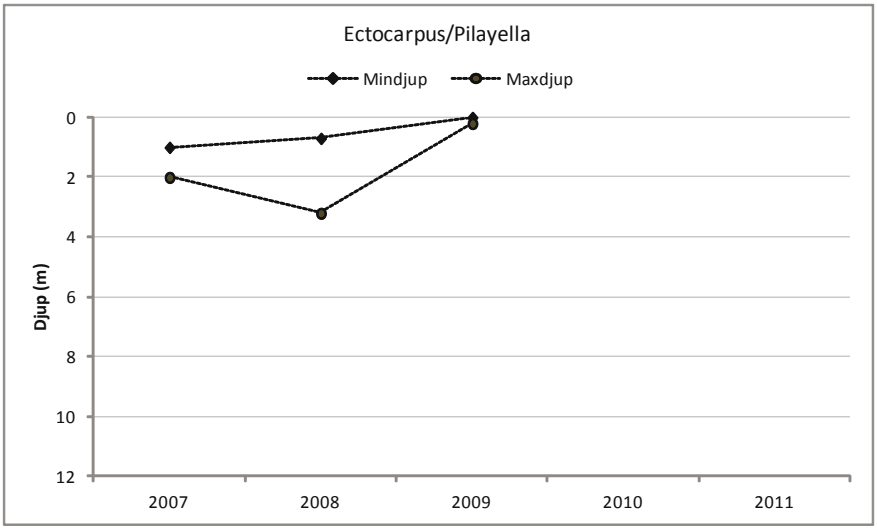


Figur 45. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos den invtroducerade arten japanplym (*Heterosiphonia japonica*) på transekten vid lokal Bro 5.

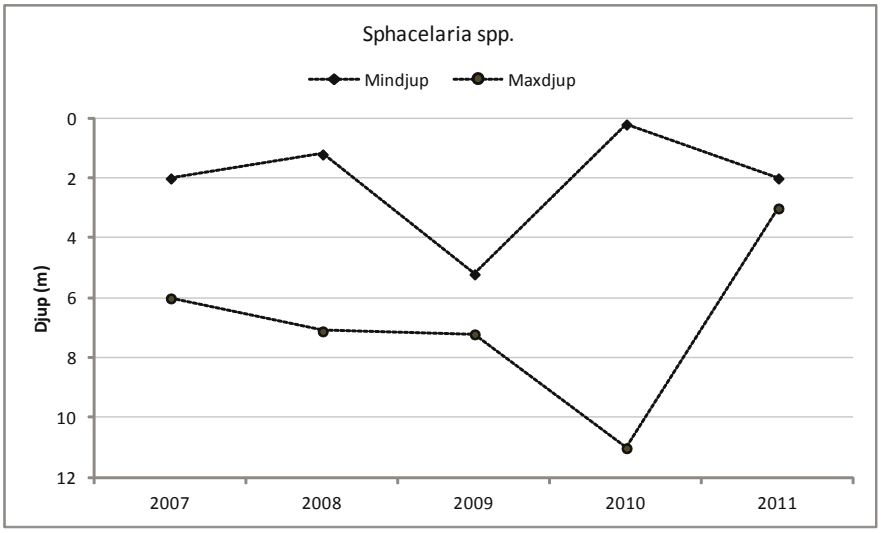


Figur 46. Förändring av medeltäckningsgrad mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska brunalger på transekten vid lokal Bro 5. Tofsingalger (*Sphacelaria* spp.) samt brunslick (*Ectocarpus/Pilayella*).

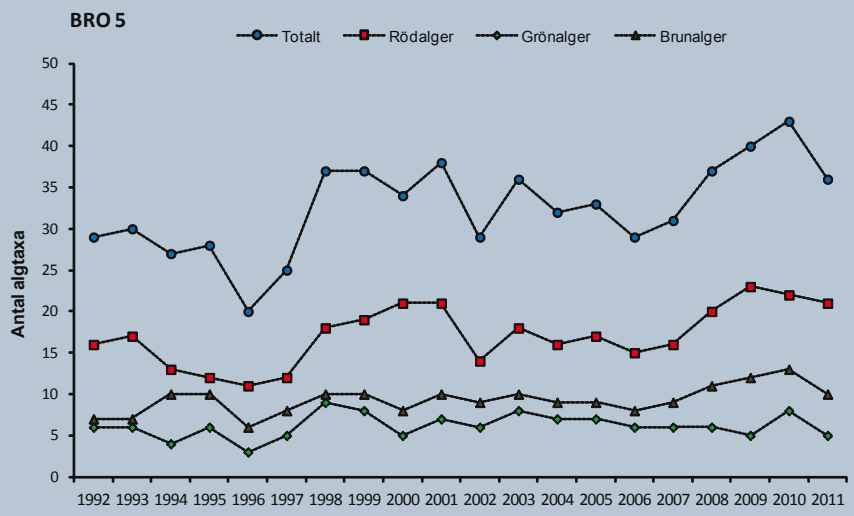
47a



47b



Figur 47a-b. Förändring av djuputbredningen mellan 2007 och 2011 hos de dominerande arterna av epifytiska brunalger på lokal Bro 5. Både min- och maxdjup för respektive alg presenteras. 47a - brunslick (*Ectocarpus/Pilayella*) samt 47b - tofsingalger (*Sphacelaria* spp.)



Figur 48. Förändring över tid av totalt antal arter samt fördelningen av grön- brun- och rödalger på lokal Bro 5.

Sammanfattning/Diskussion

Syftet med inventeringen av makroalger i Brofjorden är att studera långsiktiga förändringar som kan spegla en miljöpåverkan från omgivningen. Det är främst fördelningen mellan olika dominerande arter samt arternas djuputbredning som bör analyseras. Ett makroalgsamhälle som förändras från större, fleråriga tångarter till ett samhälle dominerat av mer snabbväxande fintrådiga alger (opportunister) ger signaler på en försämrad miljö. De opportunistiska arterna gynnas av övergödning och kan konkurrera ut andra fleråriga alger då de kan uppträda i höga tätheter och hindra andra arters tillväxt och i värsta fall överlevnad. En minskning i djuputbredning hos makroalgerna indikerar en försämrad ljustillgång, vilket kan vara ett resultat av en ökad grumlighet orsakad av ökad näringstillförsel.

Vid jämförelser mellan år på lokalerna i Brofjorden kan större förändringar i djuputbredning och täckningsgrad hos dominerande makroalger upptäckas och nya arter kan dokumenteras. Däremot kan i dagsläget inga förändringar styrkas statistiskt då lokalerna inte kan behandlas som tre representativa replikat vid statistiska analyser.

Utifrån studien och en översiktlig bedömning noteras inga drastiska förändringar i makroalgsamhället i Brofjorden under åren 2007 till 2011. Fleråriga större brunalger och bältesbildande rödalger dominerar, beroende av djup, på alla lokaler. Brun- och grönalger förekommer huvudsakligen grunt medan rödalger påträffas djupare.

I jämförelse med inventeringen 2007 har täckningsgraderna för de fleråriga brunalgerna varit oförändrade eller minskat något på samtliga tre lokaler. Dock med vissa undantag såsom bladtång vilken inom lokal Bro 4 visar på en ökning i täckningsgrad sedan 2008. Inom lokal Bro 5 observerades även en ökad förekomst av ek- och taggtång under 2011 i jämförelse med tidigare år. Inga tydliga, och mellan lokalerna enhetliga, trender har kunnat dokumenteras för de större brunalgernas djuputbredning. Endast mindre variationer inom respektive lokal har dokumenterats under de senaste fem åren, och nuvarande förekomster är till stor del jämförbara med 2007 års nivåer.

Den fintrådiga opportunistiska arten brunslick har tidvis varit vanlig på lokal Bro Extra då den under somliga år förekommit i höga tätheter inom vissa djup. Det finns emellertid inget som tyder på att ålgräset eller de fleråriga tångarterna påverkats negativ till följd av minskat ljustillgång eller syrebrist som kan ha orsakats av ökad nedbrytning av organiskt material på lokalen.

Indikationer finns på att den epifytiska röda tofsalgen håller på att öka i utbredning då både djuputbredningen och täckningsgraden ökat på några av lokalerna. Huruvida denna ökning är bestående kan endast framtida provtagningar avgöra.

Antal arter har de senaste åren ökat på alla lokaler. Flera arter förekommer endast i enstaka exemplar och de kan vara svåra att upptäcka vid hög täckningsgrad av vegetation eller sedimentpålagring. Huruvida ökningen i artförekomst är ett resultat av inventeringsmetod eller en faktisk ökning går inte att avgöra.

Vid jämförelser över tid bör det beaktas att många arter som är ettåriga kan variera naturligt i utbredning mellan olika år beroende av temperatur, grumlighet, starka vindar, näringshalter, mm. Tidpunkten för provtagningen kan också vara av betydelse, då de flesta ettåriga alger tillväxer som mest under sommaren och tillväxten avtar sedan på hösten. Det är således främst förändringar hos de dominerande fleråriga arterna som bör studeras. Arter som påträffas i enstaka exemplar är av mindre betydelse. Det är dock viktigt att uppmärksamma fynd av nya introducerade arter som kan få betydelse med tiden. Ett exempel på detta är sargassosnärjan som påträffades längs svenska västkusten första gången 1987 och är i dag en del av den svenska makroalgsfloran (Karlsson och Loo 1999). På stationerna i Brofjorden påträffades sargassosnärjan första gången 1998 och är nu en art som är vanligt förekommande. Vid inventeringen 2008 påträffades för första gången i Brofjorden ytterligare en nyintroducerad art, den fintrådiga rödalgen japanplym. Japanplym härstammar från norra Stilla havet och påträffades första gången i Sverige 2002 i Kosterfjorden. Det är en snabbväxande art som breder ut sig över stora ytor och har i Norge blivit en av de vanligaste makroalgerna sedan den först noterades

1996. Den påträffas främst på djupen 6 till 22 meter och kan förekomma i miljöer med skiftande temperatur och salthalt (www.frammandearter.se). Japanplym observerades vid årets inventering på alla lokaler. I jämförelse med tidigare år hade täckningsgraden för arten minskat inom lokal Bro 4 och Bro extra, medan förekomsten på lokal Bro 5 istället hade ökat. Japanplym påträffades inom de tre lokalerna på mellan 0,2 – 13 meters djup, vilket är en minskning i jämförelse med 2010 då den påträffades ner till 18 meters djup vid lokal Bro 4. På lokal Bro 4 var emellertid japanplym fortfarande bältesbildande ned till 3 meters djup. Vid en omfattande inventering av makroalger i Gullmarsfjorden 2009 (Andersson och Engdahl 2009) var små exemplar av japanplym vanligt förekommande djupare än 10 meter och även större epifytiska exemplar påträffades grundare. Framtida studier får utvisa huruvida japanplym kommer att bli en vanlig art i Brofjorden och längs med svenska västkusten.

Ekologisk statusbedömning

Naturvårdsverket har arbetat fram bedömningsgrunder för makroalger för att bedöma ett områdes status (hög, god, måttlig otillfredsställande, dålig) som finns presenterade i *Handbok 2007:4 Bilaga B, Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon samt i Naturvårdsverkets författarsamling 2008:1*. Resultaten från statusklassificeringen skall presenteras i ekologiska kvalitetskvoter (EK) enligt ramdirektivet för vatten. Bedömningsgrunden baseras på djuputbredningen hos ett antal utvalda arter, vilket innebär att djupet på en lokal bör överstiga det maximala djupet för de ingående arterna vid hög status och minst tre av de utvalda arterna för bedömning måste ingå i transekten. Antal transekter/replikat som krävs i ett område är beroende av olika miljöförhållanden. För att kunna bedöma ett områdes status och möjliggöra en statistisk utvärdering av variationen i djuputbredning bör minst 3 transekter med liknande miljöförhållanden inventeras inom det område som skall bedömas och utvärderas.

Då endast den djupare stationen Bro 4 uppfyller kraven för beräkning av ekologiska kvalitetskvoter kan endast en lokal statusklassning av den transekten presenteras. Det är således inte möjligt att bedöma hela Brofjordens miljöstatus i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Den ekologiska statusen på lokal Bro 4 uppnådde vid årets inventering god status (klass 4 av 5) och har därmed inte förändrats i detta avseende från inventeringarna 2008 – 2010.

Sammantaget kan det konstateras att utifrån den översiktliga jämförelsen mellan åren 2007 till 2011, gällande algernas täckningsgrad och djuputbredning, noteras inga drastiska förändringar i Brofjordens makroalgsamhälle. Det finns emellertid indikationer på att vissa arter minskat i täckningsgrad och djuputbredning samtidigt som andra har ökat, men det är inget som går att verifiera utifrån den beskrivande analysen. Det finns inte heller någon indikation på att artrikedomen minskat på lokalerna mellan åren 1992 till 2011, snarare noteras en ökning. Tidvis förekommer fintrådiga snabbväxande arter som gynnas av övergödning på lokal Bro Extra. Det finns emellertid inget som tyder på att de fleråriga makroalgerna eller ålgräset på lokalen påverkats negativt till följd av en försämrad miljö.
Den största förändringen de senaste åren bedöms vara etableringen av den introducerade arten japanplym som dokumenterades första gången i Brofjorden 2008 och som nu förekommer på alla lokaler.

Referenser

Andersson S., Engdahl A. 2009. Mätkampanj 2009 Gullmarsfjorden Askeröfjorden - Marstrandsfjorden. Marine Monitoring på uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Karlsson J., Loo L-O. 1999. On the Distribution and the Continuous Expansion of the Japanese Seaweed – Sargassum muticum – in Sweden. Botanica Marina Vol. 42: 285-294.

Naturvårdsverket, 2004. Handbok för miljöövervakning, undersökningstyp vegetationsklädda bottnar, ostkust.

Naturvårdsverket, 2007. Manual för basinventering av marina naturtyperna 1110, 1130, 1140 och 1170.

Naturvårdsverket, Handbok 2007:4 Bilaga B, Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon.

Naturvårdsverkets författningssamling 2008:1.

Tidigare rapporter inom kontrollprogrammet, Makroalger 1989-2010: http://www.bvvf.com/

Appendix

Appendix 1. Artförekomst, djuputbredning och täckningsgrad på respektive djup vid lokal Bro 4 i Brofjorden 2011

Appendix 2. Artförekomst, djuputbredning och täckningsgrad på respektive djup vid lokal Bro Extra i Brofjorden 2011

Appendix 3. Artförekomst, djuputbredning och täckningsgrad på respektive djup vid lokal Bro 5 i Brofjorden 2011

Appendix 1.

Artförekomst, djuputbredning och täckningsgrad på respektive djup vid station Bro 4. Positionering WGS84 (decimalgrader).

Område	Brofjorden																	
Lokal	Bro 4																	
Startposition	N 58.35583 E 11.42756																	
Datum	2011-09-26																	
Kompassriktning	355																	
Transektbredd	6																	
		Väder & hydrografi																
		Vind (m/s)				8	Vindrikt SSW											
		Siktdjup (m)				3.5												
						Djup (m)	0	10										
						Salthalt (‰)	22	24.5										
						Temperatur (°C)	14.5	14.5										
Avsnitt (m)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Startdjup	0	0.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Slutdjup	0.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Startavstånd	0	0.2	1.4	2.5	4.5	5.5	7.5	9	11.3	12.8	14.9	15.9	17.2	19	20.6	21.7	23	24.3
Slutavstånd	0.2	1.4	2.5	4.5	5.5	7.5	9	11.3	12.8	14.9	15.9	17.2	19	20.6	21.7	23	24.3	26.5
Substrat (%)																		
Häll	100	100	100	100	100	25	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Block				5		25												
Grus						50	25											
Lösdrivande alger (%)	0	0	0	0	0	0	50	0	5	5	0	5	10	10	0	0	0	0
Sedimentpåagring (1-4)	1	1	1	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Algtaxa (%)																		
Grönalger (Chlorophyceae)																		
Cladophora rupestris	5				5		10	5										
Cladophora SP	5	1																
Codium fragile				1														
Ulva compressa/intestinalis	10	5																
Ulva lactuca	1	1	1			1												
Ulva linza		5	1															
Ulva procera/prolifera		5			1													
Ulva SP																		
Rödalger (Rhodophyceae)																		
Bonnemaisonia/Spermothamnion		50	50	25	25	25	10	10	5	5	25	25						
Brongniartella byssoides				1														
Ceramium tenuicorne	1	1																
Ceramium virgatum	10	10	10															
Chondrus crispus		5					5	1										
Coccotylus/Phyllophora		25	50	10	25	10	5	10	5	5	10	5	5	5				
Corallina officinalis		10	5	10	1	5												
Cystoclonium purpureum		5	5	1														
Delesseria sanguinea			1			5	10			10	5	5	5	5				
Heterosiphonia japonica		25	5	25	5	10		1										
Polyides rotundus						5												
Polysiphonia elongata			1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
Polysiphonia fucoides		10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	10	10				
Porphyra SP					1			5										
Rhodomela confervoides		1							10	10	1	5						
Skorpbildande alger																		
Hildenbrandia rubra			10	25	50	25	50	50	50	50	50	50	50	50	50	75	50	
Lithothamnion/Phymatolithon				50	50	25	25	50	50	25	50	25	25	25	25	10	10	
Brunalger (Phaeophyceae)																		
Chordaria flagelliformis		1																
Desmarestia aculeata						1												
Ectocarpus siliculosus				1														
Elachista fucicola	1																	
Fucus vesiculosus	10																	
Halidrys siliquosa		5	1	25	1		1	1										
Saccharina latissima		10	10	25	1	10												
Sargassum muticum				10		10												
Sphacelaria cirrosa		5	1	10		1												
Sphacelaria SP		5	5	5									1					
Fauna/Övrigt																		
Ciona intestinalis						5		1	25	50	50	25	25		50	50	10	10
Mytilus edulis	10																	

Appendix 2.

Artförekomst, djuputbredning och täckningsgrad på respektive djup vid station Bro Extra. Positionering WGS84 (decimalgrader)

Område	Brofjorden		Väder & hydrografi				
Lokal	Bro extra		Vind (m/s)	8	Vindriktning		SSW
Startposition (WGS 84)	N 58.35268	E 11.41702	Siktdjup (m)	4			
Datum	2011-09-26		Djup (m)	0			
Kompassriktning	30		Salthalt (‰)	24			
Transektbredd	6		Temperatur (°C)	14			
Avsnitt (m)							
Startdjup	0	0.4	0.7	1	2.3	2.3	
Slutdjup	0.4	0.7	1	2.3	2.3	3	
Startavstånd	0	1	2	2.5	6	6.6	
Slutavstånd	1	2	2.5	6	6.6	29	
Substrat (%)							
Häll	100	100	100	100			
Block						5	
Sten					5		
Mjukbotten					100	100	
Lösdrivande alger (%)	0	0	0	0	0	0	
Sedimentpålagring (1-4)	1	1	1	1	1	2	
Fanerogamer (%)							
Zostera marina						100	
Algtaxa (%)							
Grönalger (Chlorophyceae)							
Cladophora rupestris	5						
Cladophora SP		1		5			
Ulva compressa/intestinalis	10						
Ulva intestinalis		10	1	1			
Ulva lactuca	5	5		1			
Ulva linza		5					
Ulva procera/prolifera	5			1			
Rödalger (Rhodophyceae)							
Ahnfeltia plicata			1	5			
Bonnemaisonia/Spermothamnion		25	10	50		5	
Brongniartella byssoides				1			
Callithamnion corymbosum		5	5	5			
Ceramium tenuicorne		1	1	1		5	
Ceramium virgatum	5	25	50	50		5	
Chondrus crispus	5	5		5			
Coccotylus/Phyllophora			5	25		5	
Corallina officinalis		1		5		1	
Furcellaria lumbricalis			5	25		5	
Heterosiphonia japonica		1	1	5		5	
Osmundea SP		1	5	1			
Polyides rotundus			1	5			
Polysiphonia fucoides		10	10	10			
Polysiphonia stricta		5					
Rhodomela confervoides			10	1			
Skorpbildande alger							
Hildenbrandia rubra				25			
Lithothamnion/Phymatolithon			50	25			
Brunalger (Phaeophyceae)							
Chorda filum					1	5	
Chordaria flagelliformis		25	5	1			
Ectocarpus/Pylaiella		5	25	25		1	
Elachista fucicola	5	5	5				
Fucus serratus	5	25	75				
Fucus vesiculosus	75						
Saccharina latissima			10	25			
Sargassum muticum				10		1	
Sphacelaria cirrosa			5				
Sphacelaria SP	5	10	25	25			

Appendix 3.

Artförekomst, djuputbredning och täckningsgrad på respektive djup vid station Bro 5. Positionering WGS84 (decimalgrade)

Område	Brofjorden			Väder & hydrografi						
Lokal	Bro 5			Vind (m/s)	5	Vindriktn SW				
Startposition (WGS 84)	N 58.34611 E 11.39608			Siktdjup (m)	-					
Datum	2011-09-25			Djup (m)						
Kompassriktning	55			Salthalt (‰)	-	-				
Transektbredd	6			Temperatur (°C)	-	-				
Avsnitt (m)										
Startdjup	0	0.2	1	2	3	4	5	7	8	9
Slutdjup	0.2	1	2	3	4	5	7	8	9	10
Startavstånd	0	0.5	2.7	6	7.6	13	16	25.6	28.2	30.5
Slutavstånd	0.5	2.7	6	7.6	13	16	25.6	28.2	30.5	42.9
Substrat (%)										
Häll	100	100	100	100	50	75	25	100	100	100
Block					25		25			
Grus					25	25	25			
Sand							25			
Lösdrivande alger (%)	0	0	0	0	0	0	10	0	25	25
Sedimentpålagring (1-4)	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3
Algtaxa (%)										
Grönalger (Chlorophyceae)										
Chaetomorpha melagonium		1	1							
Cladophora rupestris		10	5							
Cladophora SP					1					
Ulva intestinalis	25									
Ulva lactuca		1	5	1						
Rödalger (Rhodophyceae)										
Ahnfeltia plicata		1			10					
Bonnemaisonia/Spermothamnion		25	25	50	25	50	25	50	50	75
Brongniartella byssoides				1	1	1				
Ceramium tenuicorne		5								
Ceramium virgatum	10	75	50	25	10					1
Chondrus crispus		5	5	1	5		1			
Coccotylus/Phyllophora		10	25	25		10	10	10	25	10
Corallina officinalis				10	1	5	1	1		
Cystoclonium purpureum			10	5						
Delesseria sanguinea				1	5	10	10	10	10	10
Furcellaria lumbricalis				10	10	5	10	10		
Heterosiphonia japonica		1	1							5
Heterosiphonia plumosa										1
Nemalion helminthoides	5									
Polyides rotundus				1	5		10		5	1
Polysiphonia elongata			5	5	1					
Polysiphonia fibrillosa	5									
Polysiphonia fucoides	5	10	25	5	5				5	1
Polysiphonia stricta						5		5		
Skorpbildande alger										
Hildenbrandia rubra							10	50	50	50
Lithothamnion/Phymatolithon		10	10	50	25	10	10	10	25	25
Brunalger (Phaeophyceae)										
Chorda filum					1	5	5			
Chordaria flagelliformis		10	10	1	1					1
Desmarestia aculeata							5	5	10	5
Elachista fucicola	10									
Fucus serratus		25	1							
Fucus vesiculosus	50									
Halidrys siliquosa			1	1	10			5		
Saccharina latissima		5	25	50	25	1	1		1	1
Sargassum muticum					10	25	1			1
Sphacelaria SP				5						
Fauna/Övrigt										
Ciona intestinalis					5			25	25	50

Marine Monitoring
RESEARCH & CONSULTING

Övervakning av Makroalger i Brofjorden

Inventeringsår 2011

David Börjesson
Sandra Andersson
Maria Asplund

ISBN 978-91-87107-06-1

MARINE MONITORING AB
Strandvägen 9, 453 30, Lysekil
Tel +46 523-101 82 | Mobil 0702 565 551 | Fax +46 523-101 83
E-post marina@marine-monitoring.se | www.marine-monitoring.se