



Undervattensvegetation på mjukbottenar i Blekinge läns kustvatten

En sammanställning och analys av inventeringar utförda 2001–2008



Regional miljöövervakning, utvecklings- och utvärderingsprojekt kust och hav

Titel: Undervattensvegetation på mjukbottnar i Blekinge läns kustvatten. En sammanställning och analys av inventeringar utförda 2001 – 2008

Konsult: Joakim Hansen, Hansen EcoResearch

Författare: Joakim Hansen

Uppdragsgivare: Länsstyrelsen i Blekinge län, Miljöövervakningen

Kontaktperson: Ulf Lindahl, Länsstyrelsen i Blekinge län

Beställaradress: Länsstyrelsen i Blekinge län
371 86 Karlskrona
Telefon: 0455-870 00
Hemsida: www.lansstyrelsen.se/blekinge

ISSN: 1651-8527

Rapportnr: 2010:13

Foto omslag: Jenny Hertzman, rödsträfs, *Chara Tomentosa*

Länsstyrelsens förord

Behovet av kartläggning av marina miljöer längs Sveriges kust är stort. Naturvärdesbedömningar behövs för planering av områdesskydd och för den övergripande fysiska planeringen. De svenska miljömålen om skydd av skyddsvärda marina miljöer och inrättande av marina naturreservat har lett till omfattande inventeringsinsatser, inte minst längs Blekingekusten. Även vattendirektivet och EU:s nätverk för skyddad natur (Natura 2000) har satt fokus på behovet av inventeringar och miljöövervakning i marin miljö. Forsknings- och utvecklingsarbete pågår för att öka kunskapen om begrepp som ekologisk status, skyddsvärde och grad av mänsklig påverkan. En del av utmaningen ligger i att förstå hur olika miljöfaktorer påverkar vegetationssamhällellens struktur och utbredning, och att med ledning av denna kunskap kunna dra slutsatser om graden av mänsklig påverkan och behovet av skydd eller andra åtgärder.

Den här rapporten har tillkommit tack vare ett bidrag från Naturvårdsverket inom ramen för den regionala miljöövervakningen år 2009. Joakim Hansen vid Hansen EcoResearch har på uppdrag av Länsstyrelsen i Blekinge län sammanställt en stor mängd inventeringsdata från det senaste decenniet och använt multivariat statistik dels för att studera sambandet mellan vegetationen och olika miljöfaktorer, och dels för att ge en översiktlig beskrivning av växtsamhällellens sammansättning och geografiska utbredning. Rapporten är helt inriktad på vegetationen på ”mjuka” bottnar vid Blekingekusten, det vill säga sand-, ler- och gyttejottnar. Vegetationen på dessa bottnar domineras av kärlväxter och kransalger med en relativt begränsad djuputbredning, ned till mellan fem och tio meters djup. Rapporten summerar och åskådliggör resultaten av tidigare inventeringar och visar på mönster som kan användas som underlag för utformningen och tolkningen av framtida miljöövervakning och inventeringar i länet.

Länsstyrelsen vill, förutom författaren, tacka Willem Stolte vid Vattenmyndigheten i Södra Östersjön för kemiska och fysikaliska data baserade på modellberäkningar på vattenförekomstnivå.

Karlskrona i februari 2010.

Ulf Lindahl
Marinbiolog
Länsstyrelsen i Blekinge län

Sammanfattning

I den här studien sammanställdes inventeringar av vattenväxter utförda mellan år 2001 – 2008 i 25 vattenförekomster i Blekinge skärgård. Syftet med studien var att analysera rumsliga variationer i växtartsammansättning på mjukbotten, samt undersöka vilka arter som är representativa respektive unika för en viss typ av miljö. Vidare syftade projektet till att undersöka hur väl variationen i artsammansättning kan förklaras av skillnader i vågexponering, djup och närsaltsbelastning.

Resultaten visade att artsammansättningen på mjukbotten i Blekinge skärgård är relativt lika mellan flertalet vattenförekomster. Endast några få vattenförekomster hade en artsammansättning markant skild från de övriga. De vanligaste arterna i det sammanställda datamaterialet var borstnate *Potamogeton pectinatus*, lösliggande blåstång *Fucus vesiculosus*, natingar *Ruppia* spp., ålgräs *Zostera marina*, axslinga *Myriophyllum spicatum* samt trådformiga alger. Dessa arter påträffades i flertalet av vattenförekomsterna. Ovanliga arter var rödsträse *Chara tomentosa*, murkelalg *Leathesia difformis*, hjulmöja *Ranunculus circinatus*, slangalger Vaucheriaceae, korsandmat *Lemna trisulca* och havsrufse *Tolypella nidifica*. Dessa arter påträffades endast i enstaka vattenförekomster.

Artsammansättningen i vågexponerade djupa miljöer skilde sig signifikant från artsammansättningen i vågexponerade grunda och i skyddade grunda miljöer. Vidare skilde artsammansättningen signifikant mellan vattenförekomster med hög närsaltsbelastning och vattenförekomster med lägre närsaltbelastning. Vattenförekomster med hög närsaltbelastning hade högre täckningsgrad av trådformiga alger, natingar *Ruppia* spp., ålnate *Potamogeton perfoliatus* och havsnajas *Najas marina* än vattenförekomster med lägre närsaltsbelastning. Omvänt hade vattenförekomster med lägre närsaltsbelastning högre täckningsgrad av blåstång *Fucus vesiculosus*, ålgräs *Zostera marina*, borstnate *Potamogeton pectinatus* och sudare *Chorda filum*. Skillnader i koncentration av totalfosfor och totalkväve kunde förklara en förhållandevis stor del av variationen i artsammansättning mellan vattenförekomsterna. Skillnader i närsaltsbelastning samvarierade med skärgårdsgradienten, exempelvis fanns en tydlig samvariation mellan koncentrationen totalkväve och salthalt. Detta gör det svårt att urskilja effekter av enskilda miljöfaktorer på artsammansättningen.

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	6
2. Metod	8
2.1 Sammanställning av data.....	8
2.2 Indelning av inventeringspunkter i vågexponering- och djupkategorier	11
2.3 Indelning av vattenförekomster efter närsaltsbelastning.....	12
2.4 Statistiska analyser	15
3. Resultat och diskussion	17
3.1 Skillnader i artsammansättning mellan vattenförekomster	17
3.2 Skillnader i artsammansättning relaterat till vågexponering, djup och närsalter	21
4. Slutsatser	28
5. Tackord.....	29
6. Referenser.....	29

1. Introduktion

Behovet av kartläggning av naturvärden längs Sveriges kuster är stor. Kustzonen är ofta i hög grad påverkad av mänskliga aktiviteter, framförallt genom övergödning (t.ex. Cederwall & Elmgren 1990, Schramm 1996, Wallentinus 1996, Boesch m. fl. 2006), båttrafik och anläggande av hamnar och marinor (t.ex. Eriksson m.fl. 2004, Sandström m.fl. 2005, Henricson m.fl. 2006). Samtidigt saknas underlag för myndigheter rörande beslut om fysisk planering av kustmiljön i stor utsträckning. Detta beror dels på att inventeringar av undervattensmiljön är relativt begränsade, dels på att redskapen för naturvärdesbedömning inte är tillräckligt utvecklade.

I Blekinge län har många inventeringar av marin vegetation utförts under det senaste decenniet. Framförallt har många grunda kustområden inventerats, bl.a. inom ramen för EU:s habitatdirektiv. Inventeringarna har utförts genom flera projekt av Länsstyrelsen i Blekinge län och Högskolan i Kalmar (Tabell 1). Någon gemensam sammanställning av inventeringarna har inte gjorts.

EU beslutade i december 2000 om ett ramdirektiv för vattenpolitik i unionen (Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG). Direktivet syftar till att upprätta en ram med enhetliga regler på EU-nivå för skydd av europeiska vatten, däribland kustvatten. Målet är att förbättra vattenrelaterat miljöarbete genom en gemensam lagstiftning. Tillståndet för akvatiska ekosystem ska förbättras, föroreningar ska minskas och hållbar vattenanvändning ska främjas. Medlemsstaterna är förpliktigade att organisera nationella vattenadministrationer, vilka ska utgå från naturens egna vattengränser, s.k. avrinningsområden. Vattenadministrationerna ska bedöma och åtgärda brister i vattenmiljön. I Sverige delas vattenförvaltningen upp på fem vattendistrikt där Blekinge län ingår i Södra Östersjöns vattendistrikt. Sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten i länet är vidare indelade i vattenförekomster.

En central del av arbetet inom ramdirektivet för vatten är att bedöma tillstånd, ekologisk och kemisk status hos olika vattenförekomster. Ett av de verktyg som finns för statusklassificeringar är bedömningsgrunder för ekologisk status, vilken i vattendirektivet ges särskild vikt. För bedömning av ekologisk status i kustvatten har en bedömningsgrund baserad på undervattensväxter utarbetats (Anon 2007, 2008). Vid ett seminarium anordnad av Naturvårdsverket (Stockholm, 11-12 maj 2009) framkom tydligt att denna bedömningsgrund har flera brister och är i behov av att utvecklas. I synnerhet kvarstår framtagande av tillförlitliga bedömningsgrunder för grunda områden med dominerande mjukbotten (d.v.s. sand-, gytte-, och lerbotten) eftersom djuputbredningsgränser hos vattenväxter inte fungerar som tillförlitlig indikator i dessa grunda miljöer där ljustillgången inte utgör en begränsande faktor för växterna.

Syftet med den här studien är att sammanställa befintliga inventeringar av vattenväxter på mjukbotten från olika vattenförekomster i Blekinge läns kustvatten och att analysera rumsliga variationer i växtartsammansättning, samt undersöka vilka arter som är representativa respektive unika för en viss typ av miljö. Vidare syftar projektet till att undersöka hur väl variationen i växtartsammansättning kan förklaras av skillnader i vågexponering, djup och närsaltsbelastning.

I uppdraget för föreliggande studie ingick att undersöka följande frågeställningar:

- Skiljer växtartsammansättningen mellan olika vattenförekomster i Blekinge län?
- Vilka arter är generellt förekommande i flertalet av vattenförekomsterna och vilka är specifikt förekommande i enskilda vattenförekomster?
- Skiljer växtartsammansättningen mellan områden med olika vågexponering och djup?
- Skiljer växtartsammansättningen mellan områden med olika närsaltsbelastning?
- Hur stor del av variationen i växtartsammansättning kan förklaras av skillnader i vågexponering, djup, salthalt samt koncentration av totalfosfor och totalkväve.
- Vilka arter bidrar mest till skillnaderna i artsammansättning mellan områden med olika vågexponering och djup samt mellan områden med olika närsaltsbelastning?

2. Metod

2.1 Sammanställning av data

Data har sammanställts från olika inventeringar utförda av Länsstyrelsen i Blekinge län och Högskolan i Kalmar där främst vågskyddade miljöer undersökts längs Blekinge läns kustvatten (härefter Blekinge skärgård) (Tabell 1). Inventeringar inom den nationella trendövervakning av vegetationsklädda bottnar, den samordnade recipientkontrollen i Hanöbukten, utsjöbanksinventeringar samt äldre inventeringar utförda före år 2000 har inte tagits med i sammanställningen då dessa varit mer inriktade på vågexponerade miljöer med hårt bottensubstrat. Inventeringarna som sammanställts i den här studien har utförts med olika metoder; 1) punktobservationer med räfsa, vattenkikare, videokamera, snorklare, dykare, eller en kombination av dessa observationssätt; 2) transektinventeringar med snorklare där en $0,5 \times 0,5$ inventeringsram använts var 10:e meter längs transekter tvärgående längdriktningen på vikar och sund (basinventeringsmetoden för de marina habitaterna laguner och stora grunda vikar och sund; Johansson & Persson 2007); 3) transektinventeringar med dykare där kontinuerlig skattning skett i intervaller efter förändringar i vegetationssammansättning med transekter tvärgående den dominerande djupgradienten (linjetaxeringsmetod för marina växtklädda habitat i Östersjön; Anon 2004). I inventeringarna har vegetationens täckningsgrad skattats i a) en kontinuerlig procentskala, b) en 7-gradig kategorisk procentskala (1; 5; 10; 25; 50; 75; 100 %; Anon 2004) eller c) en modifierad version av b med angivelser av täckningsgrad i procent både i intervaller mellan kategorier samt kategorigränser. I den här studien har sammanställningen av data skett på vattenförekomstnivå (Fig. 1), med en vidare uppdelning i delområden baserad på djup och vågexponering (Fig. 2). Detta innebär att medelvärden av växtarters täckningsgrad har beräknats från de olika inventeringarna och täckningsgradsskattningarna. Totalt har data sammanställts för 25 av Blekingekustens 39 vattenförekomster (Fig. 1). Inventeringar har utförts flera år i vissa av vattenförekomsterna (upp till 4 år).

Tabell 1. Inventeringar som ingår i sammanställningen i denna studie.

Undersökningsområde	Referens
Laguner och stora grunda vikar och sund i Blekinge län	Natura 2000-habitaten 1150 och 1160 i Blekinge län (datavärd SMHI)
Almö, Kvalmsö och Listerby skärgårds naturreservat	Nilsson & Lövgren 2006a
Gö	Nilsson & Lövgren 2006b
Öster om Listershuvuds naturreservat, runt Hanö och Malkvarn	Nilsson & Engkvist 2006
Eriksbergs, Eriksbergs stränder, Bockö-Mjöo och Tjärö naturreservat	Nilsson 2008a
Tjärö och Utklippans naturreservat	Nilsson 2008b
Eriksbergs naturreservat	Nilsson 2008c
Tromtö	Tobiasson 2002a
Möcklösund	Tobiasson 2002b

Identifieringsnivån av arter har skilt mellan inventeringarna. För att få jämförbara artlistor har datamaterialet standardiserats till en viss identifieringsnivå. Trådformiga alger, inklusive smala tarmalgsarter (*Ulva* spp., tidigare *Enteromorpha* spp.), har slagits samman. Då täckningsgraden av trådformiga alger endast angetts i en 5-gradig skala vid inventeringar

enligt basinventeringsmetoden för laguner och stora grunda vikar och sund (klasserna 0, 1, 2, 3, 4; Johansson & Persson 2007) har denna skala översatts till procentuella kategorivärden i enlighet med beskrivningen i metodmanualen (medelvärde inom varje klass har använts, d.v.s. 0; 2,5; 12,5; 45; 85 %).

Eftersom uppgifter om bottensubstrat inte angetts konsekvent har antaganden gjorts i syfte att endast sammanställa data med trolig dominerande mjukbotten och utesluta observationer på dominerande hårbotten. För inventeringar utförda enligt basinventeringsmetoden för laguner och stora grunda vikar och sund, där uppgifter om bottensubstrat saknas, har observationer med trolig hårbotten uppskattats utifrån täckningsgrad av vegetation. Laguner och grunda vikar och sund har oftast bottnar dominerade av mjuka sediment. Hårbotten har definierats som när >10 % av den totala vegetationstäckningen utgjorts av arterna blåstång *Fucus vesiculosus* (fastsittande) och sågtång *Fucus serratus*. Dessa punkter har tagits bort ur sammanställningen. För punktinventeringar samt inventeringar utförda med linjetaxeringsmetoden är uppgifter om bottensubstrat mer frekventa. Från dessa data har endast observationer med botten dominerande av gyttja, lera och sand använts i sammanställningen. Där uppgifter om bottensubstrat saknats har hårbotten, liksom ovan, uppskattats utifrån täckningsgrad av vegetation. Om >10 % av den totala vegetationstäckningen utgjorts av hårbottenlevande arter har observationerna tagits bort ur sammanställningen. Hårbottenlevande arter har definierats som arter som företrädesvis växer fastsittande på hårbotten och sällan förekommer som epifyter. Dessa arter är förutom de två ovan nämnda (fastsittande blåstång *F. vesiculosus* och sågtång *F. serratus*) rosendun *Aglaothamnion roseum*, grovsläke *Ceramium virgatum*, fjäderslick *Polysiphonia fucoides*, rödplysch *Rhodochorton* spp., rödris *Rhodomela confervoides*, kräkel *Furcellaria lumbricalis* och rödblåd *Phyllophora* sp./*Coccotylus* sp. Detta urval av inventeringspunkter gör att det i sammanställningen endast ingår mjukbottenvegetation, inkluderande lösliggande blåstång *F. vesiculosus* och hårbottenlevande arter där dessa utgjorde ≤10 % av den totala vegetationstäckningen. Sammanställningen av inventeringspunkter med trolig mjukbotten resulterade i totalt 3127 observationer fördelade på de 25 vattenförekomsterna (Tabell 2).

De två arterna hårnating *R. maritima* och skruvnating *R. cirrhosa* är mycket svåra att skilja åt. I vissa fall har de båda arterna identifierats, men inte alltid. Därför har täckningsgraden av arterna slagits samman och analyserna är endast gjorda på släktesnivå (*Ruppia* spp.). Kransalger har oftast identifierats till art, men ibland endast till släkte (*Chara* spp.). I de fall kransalger endast identifierats till släkte har dessa observationer uteslutits från analyserna med motiveringen att de skulle ge artificiella likheter mellan lokaler i analyserna.

I sammanställningen av inventeringarna var sex arter mycket ovanliga och förekom i färre än 10 provpunkter. Dessa mycket sparsamt förekommande arter utelämnades vid analyserna. De sex arterna var sågtång *F. serratus*, rödblåd *Phyllophora* sp./*Coccotylus* sp., bladvass *Phragmites australis*, salttåg *Juncus gerardii*, havsrufse *Tolypella nidifica* och trubbnate *Potamogeton obtusifolius*. Sågtång *F. serratus* och de svåridentifierade rödblåden *Phyllophora* sp./*Coccotylus* sp. förekom endast i två prover. Dessa arter tillhör hårbottensamhället i skärgården, vilket i denna studie uteslutits. Därav förekommer dessa arter av naturliga skäl endast i några få datapunkter. Bladvass *P. australis* och salttåg *J. gerardii* förekom i fyra respektive en provpunkt. Dessa arter är vanligt förekommande längs östersjökusten men växer i strandkanten och de inventeringsmetoder som använts har ej varit utformade för att effektivt inventera dessa arter. Vidare hittades havsrufse *T. nidifica* i fem prov och trubbnate *P. obtusifolius* i ett prov. Den sparsamma förekomsten av havsrufse *T. nidifica* är överraskande då arten är tämligen allmän i Östersjön från Skåne till Bottenviken.

Trubbnate *P. obtusifolius* är en sötvattensart som enstaka gånger kan återfinnas i Östersjön. Detta exemplar hittades i den inre delen av Sörviken. Viken är nästintill helt isolerad från havet, ett s.k. glo, och är sannolikt starkt påverkade av avrinning från land.

För varje inventeringspunkt har djup och vågexponering sammanställts. Exakta djup har mätts på decimetern när vid varje observation och korrigerats mot aktuella vattenstånd så att det djup som används är det djup som råder vid normalvattenstånd på varje observationspunkt. I vissa fall har djup angetts i intervall längs transekter. För dessa observationer har ett medeldjup beräknats. Observationer med ett stort djupintervall har inte tagits med i sammanställningen. Vågexponering har tagits fram för varje inventeringspunkt genom GIS-metoder i ArcView 3.2. Koordinater för samtliga inventeringspunkter har projicerats på ett GIS-sikt med vågexponering. Vågexponeringen är beräknad med programmet WaveImpact (*Simplified Wave Model* ; Isæus 2004) och GIS-skiktet består av ett raster med 25 m upplösning med ett kontinuerligt värde för ytvågexponering (Fig. 1; Wennberg & Lindblad 2006). För varje inventeringspunkt har således ett vågexponeringsvärde erhållits.

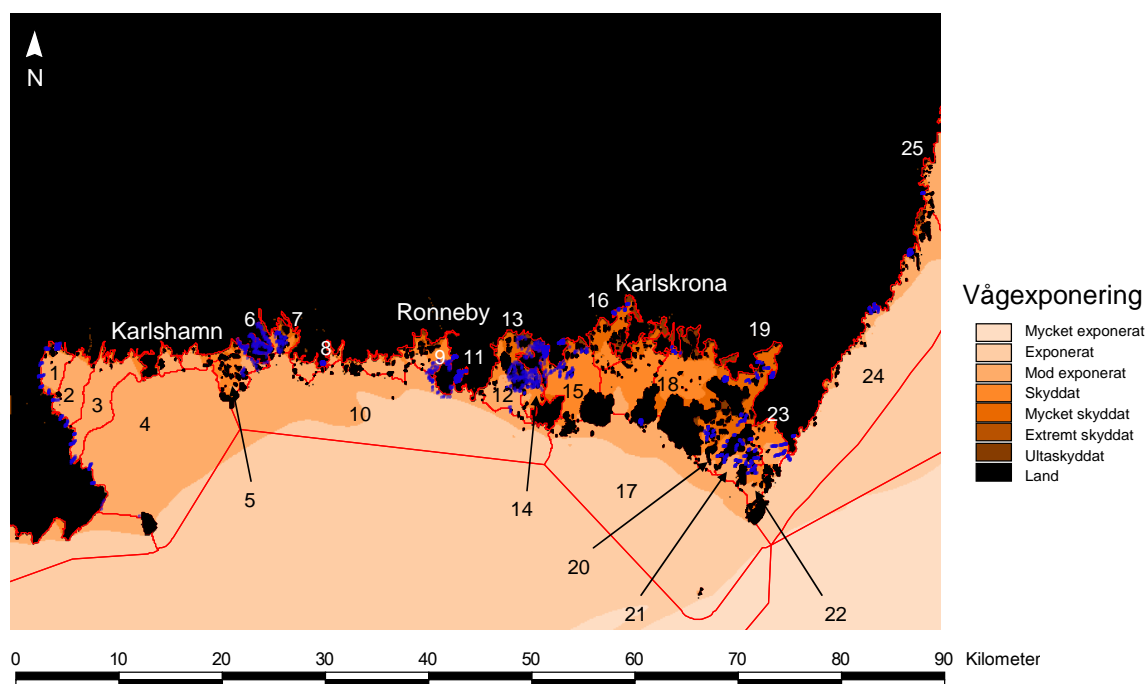


Fig. 1 Karta över vattenförekomster (röda linjer), inventeringspunkter (blå punkter) och vågexponering (färgskala) i Blekinge skärgård. Namn på vattenförekomster i nummerordning: 1) Inre Pukaviksbukten, 2) Mellersta Pukaviksbukten, 3) Yttre Pukaviksbukten, 4) Västra Blekinge skärgårds kustvatten, 5) Boköfjärden, 6) Tjäröfjärden, 7) Järnavikafjärden, 8) Vierydsfjorden, 9) Ronnebyfjärden, 10) Mellersta Blekinge skärgårds kustvatten, 11) Bredasund, 12) Arpöfjärden, 13) Kålfjärden, 14) Hästholmsfjärden, 15) Västra fjärden, 16) Danmarksfjärden, 17) Östra Blekinge skärgårds kustvatten, 18) Östra fjärden, 19) Hallarumsviken, 20) Gåsefjärden, 21) Kållafjärden, 22) Djupfjärden, 23) Torhamnsfjärden, 24) Svs Kalmarsunds kustvatten, 25) Mvs Kalmarsunds kustvatten.

2.2 Indelning av inventeringspunkter i vågexponering- och djupkategorier

För att undersöka mönster av skillnader och likheter i växtartsammansättning mellan områden med olika vågexponering och djup gjordes en indelning i fyra kategorier efter vågexponering och djup. Indelningen gjordes utifrån fördelningen av observationerna i studien och befintliga kategorier av vågexponering enligt Wennberg & Lindblad (2006; se kategoriskalan till höger i Fig. 2). Indelningen har även gjorts med hänsyn till ekologisk relevans. Data delades in i I) vågskyddade grunda punkter (**SG**), II) vågskyddade djupa punkter (**SD**), III) vågexponerade grunda punkter (**EG**) och IV) vågexponerade djupa punkter (**ED**). I den här sammanställningen förekom observationer i exponerade till ultraskyddade miljöer (se frekvenshistogram till vänster i Fig. 2). Antalet observationer var högst i ultra och extremt skyddade miljöer och lägre i skyddade till exponerade miljöer. Gränsen för indelningen i vågskyddat och exponerat drogs mellan skyddat och mycket skyddat så som de definieras i Wennberg & Lindblad (2006). I sammanställningen förekom de flesta observationer mellan 0,5 till 1 m djup. Gränsen för indelningen mellan grunt och djupt drogs vid 1,5 m djup. Indelningen i kategorierna sammanfaller delvis med utbredningen av ålgräs *Zostera marina*. Denna art, som lever djupare och på lokaler med högre vågexponering än flertalet av de andra mjukbottenarterna, förekommer i datamaterialet till 80 % på djup >1,5 m och till 70 % på lokaler som har en vågexponering i den högre kategorin. Vågexponering/djupkategorier med färre än 10 observationer i en vattenförekomst uteslöts från analyserna då så få observationer inte kan antas ge representativa data för vattenförekomsten (se Tabell 2).

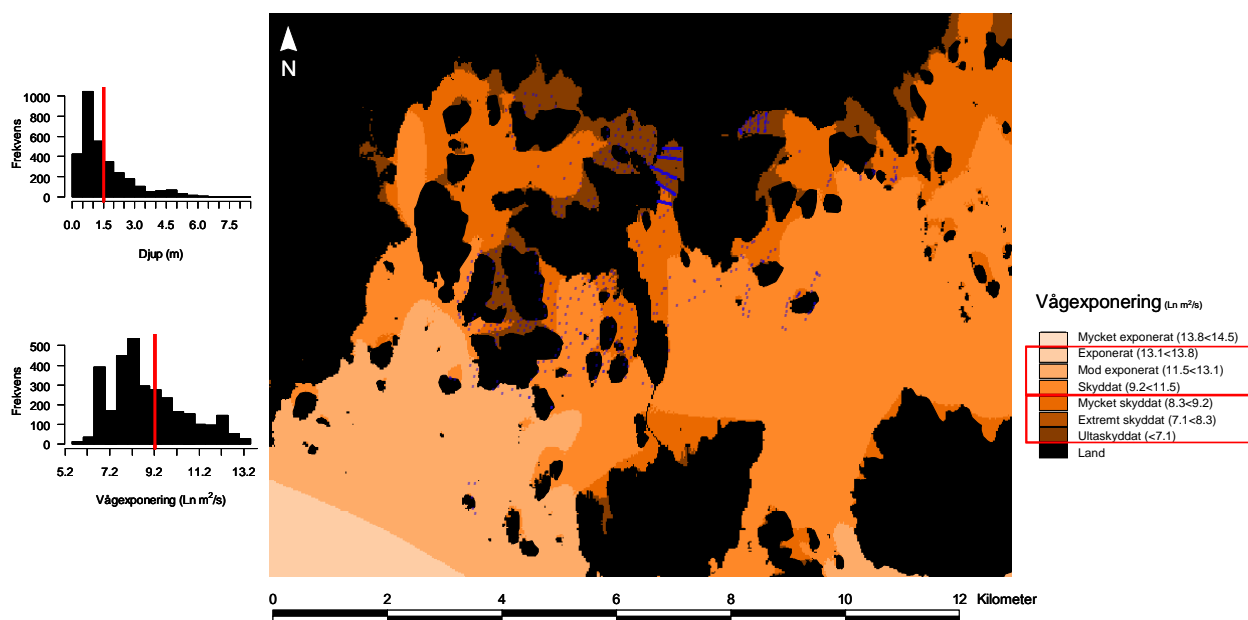


Fig 2. Frekvensfördelning och karta som visar fördelningen av inventeringspunkter med djup och vågexponering. De båda figurerna till vänster visar fördelningen av inventeringspunkter enligt djup och vågexponering i datamaterialet. Uppdelningen i vågexponering/djupkategorier gjordes vid 1,5 m djup och vid vågexponeringen 9,21 Ln m²/s, vilket motsvarar gränsen mellan exponeringskategorierna skyddat och mycket skyddat. Kartan visar inventeringspunkter (i blått) och vågexponering i en begränsad del av mellersta Blekinge skärgård. Se text för utförligare förklaring.

2.3 Indelning av vattenförekomster efter närsaltsbelastning

I syftet att undersöka mönster av skillnader och likheter i växtartsammansättning mellan vattenförekomster med liknande närsaltsbelastning indelades vattenförekomsterna i tre kategorier; **a)** låg, **b)** medel och **c)** hög närsaltsbelastning (Tabell 3). Indelningen gjordes med K-medels kluster (se 2.4 statistiska analyser) baserat på modellerade koncentrationer av närsalter och klorofyll *a* för varje vattenförekomst (totalfosfor och totalkväve sommartid och vintertid, löst oorganiskt fosfor och kväve vintertid samt klorofyll *a* sommartid; Tabell 2). Modellerade värden har använts eftersom mätvärden för miljöfaktorer ofta saknas i samband med vegetationskarteringar. De modellerade värdena har erhållits från HOME Vatten genom Vattenmyndigheten i Södra Östersjön (Willem Stolte). HOME Vatten är ett modellsystem för vattenkvalitetsberäkningar i mark, sjöar, vattendrag och kustvatten (Marmefelt m.fl. 2007). Modellsystemet har tagits fram som ett verktyg i svensk vattenförvaltning med speciellt fokus på EU:s ramdirektiv för vatten. Modelluppsättningarna i Blekinge skärgård har validerats mot tillgängliga mätdata, och visar en god överensstämmelse (Marmefelt m.fl. 2007). Förutom de ovan nämnda parametrarna ger HOME Vatten modellerad salthalt och syrgashalt. Värdena avser medelvärden för hela vattenförekomster. För vattenkvalitetsbedömningar ger HOME Vatten även ett klassificeringsvärde som beräknats från samtliga modellerade miljöfaktorer utom salthalt. Klassificeringsvärdet baseras på Naturvårdsverkets föreskrifter för bedömningsgrunder av miljökvalitet för kustvatten och vatten i övergångszoner (Anon 2007, 2008). Indelningen av de i studien ingående vattenförekomsterna med K-medels kluster sammanfaller med en rankning av vattenförekomsterna enligt det numeriska klassificeringsvärdet för vattenförekomsterna i HOME Vatten (Tabell 3). I HOME Vatten har dock alla vattenförekomster angivits till samma *måttliga status* beräknat per år (Tabell 2), medan de i den här studien har indelats i tre närsaltskategorier. De vattenförekomster som har klassen hög närsaltsbelastning (c) i den här studien har dock alla (utom en – Hallarumsviken) *otillfredsställande status* sommartid enligt klassificeringen i HOME Vatten (Tabell 2).

För att undersöka hur de olika miljöfaktorerna i vattenförekomsterna förhöll sig till varandra, samt hur vattenförekomsterna grupperade sig med avseende på miljöfaktorerna, gjordes en PCA (se 2.4 Statistiska analyser). PCA:n presenteras i Fig. 3.

Vid analyser av sambandet mellan växtartsammansättning och miljöfaktorerna uteslöts inventeringspunkter i vikar som är mycket avskilda från övriga områden i en vattenförekomst (glon, gloflador och inneslutna flador). Detta eftersom växtsamhället i dessa vikar kan antas svara dåligt på den generella miljöstatusen i en vattenförekomst och påverkas i stor utsträckning av lokala miljöförhållanden som varken mäts eller modelleras. En vattenförekomst utgjordes av endast en gloflada och därmed uteslöts denna vattenförekomst helt (Bredasund). Vidare har vattenförekomster med mycket dålig representation av observationer tagits bort från analyserna (MVS Kalmarsunds kustvatten, SVS Kalmarsunds kustvatten och Västra, Mellersta, Östra Blekinge skärgårds kustvatten samt Vierydsfjorden). I dessa vattenförekomster har endast ett litet begränsat geografiskt område och en viss typ av miljö inventerats och artsammansättningen i de inventerade punkterna ger därmed en dålig bild av växtsamhället i hela vattenförekomsten. Efter att dessa inventeringspunkter togs bort återstod totalt 1958 observationer i 18 vattenförekomster.

Tabell 2 Antal inventeringspunkter samt vattenkemi för samtliga vattenförekomster i Blekinge skärgård som ingår i den här studien. Numret före vattenförekomstnamn refererar till det nummer de har i Fig. 1. De första fyra kolumnerna anger antalet inventeringspunkter i de fyra vågexponering/djupkategorierna **SG** vågskyddade grunda, **SD** vågskyddade djupa, **EG** vågexponerade grunda och **ED** vågexponerade djupa områden. Resterande kolumner anger modellerade värden för miljöfaktorer i vattenförekomsterna enligt HOME Vatten (Marmefelt 2007). Förkortningar och enhet på miljöfaktorerna enligt; **S** sommar, **V** vinter, **TN** totalkväve ($\mu\text{mol L}^{-1}$), **TP** totalfosfor ($\mu\text{mol L}^{-1}$), **Klo** klorofyll *a* ($\mu\text{g L}^{-1}$), **DIN** oorganiskt kväve ($\mu\text{mol L}^{-1}$), **DIP** oorganiskt fosfor ($\mu\text{mol L}^{-1}$), **O2** syrgashalt (mL L^{-1}) och **Klass** numeriskt klassificeringsvärde beräknat enligt bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszoner (Anon 2007, 2008). Färgerna i kolumnerna för klass visar på *måttlig* (gul) samt *otillfredsställande* (orange) status. Understrykningar av vattenförekomstnamn refererar till förkortningar av namn så som de anges i Fig. 3 och Fig. 6. För vattenförekomsterna Västra, Mellersta och Östra Blekinge skärgårds kustvatten anges samma värden i HOME Vatten (benämns Blekinge skärgårds kustvatten*). För vattenförekomsten Bredasund** anges inga modellerade värden i HOME Vatten.

Vattenförekomst	SG	SD	EG	ED	S.Salt	S.TN	S.TP	S.Klo	V.Salt	V.TN	V.TP	V.DIN	V.DIP	O2	S.Klass	V.Klass	Klass
1. Inre Pukaviksbukten	10	<10	25	78	7.11	21.66	0.79	2.21	7.16	24.10	0.87	5.11	0.54	6.23	1.91	2.31	2.11
2. Mellersta Pukaviksbukten	<10	<10	28	19	7.10	21.40	0.77	2.09	7.16	23.22	0.87	4.24	0.54	6.08	1.97	2.47	2.22
3. Yttre Pukaviksbukten	<10	<10	15	38	7.24	20.79	0.75	1.92	7.30	22.29	0.87	3.67	0.54	6.34	2.04	2.62	2.33
4. Västra Blekinge skärgårds kustvatten*	<10	<10	13	25	7.34	20.25	0.73	1.70	7.41	21.55	0.86	3.23	0.55	5.25	2.11	2.79	2.45
5. Boköfjärden	16	14	<10	23	7.32	20.29	0.74	1.72	7.38	21.65	0.86	3.44	0.55	5.62	2.09	2.72	2.41
6. Tjäröfjärden	108	40	<10	28	7.33	20.25	0.73	1.67	7.40	21.60	0.86	3.49	0.55	6.38	2.1	2.7	2.4
7. Järnavikafjärden	16	16	<10	12	7.32	20.32	0.75	1.73	7.38	21.74	0.86	3.62	0.55	6.33	2.07	2.64	2.36
8. Vierydsfjorden	169	<10	<10	<10	7.20	21.18	0.74	1.80	7.21	23.31	0.86	4.56	0.54	6.44	2.04	2.42	2.23
9. Ronnebyfjärden	400	17	<10	20	7.18	21.28	0.75	1.97	7.21	23.07	0.86	4.29	0.55	6.42	2	2.47	2.23
10. Mellersta Blekinge skärgårds kustvatten*	<10	<10	15	24	7.34	20.25	0.73	1.70	7.41	21.55	0.86	3.23	0.55	5.25	2.11	2.79	2.45
11. Bredasund**	148	<10	<10	<10													
12. Arpöfjärden	<10	<10	16	17	7.32	20.32	0.74	1.72	7.39	21.77	0.85	3.61	0.55	6.32	2.09	2.66	2.37
13. Kålfjärden	77	<10	<10	<10	7.17	21.61	0.79	1.69	7.10	24.97	0.84	7.04	0.55	6.41	1.92	2.1	2.01
14. Hästholmsfjärden	68	<10	38	33	7.31	20.39	0.75	1.70	7.37	22.08	0.85	4.05	0.55	6.31	2.07	2.54	2.31
15. Västra fjärden	214	126	24	61	7.21	20.96	0.79	1.96	7.23	23.26	0.84	5.00	0.54	4.42	1.96	2.39	2.17
16. Danmarksfjärden	<10	44	<10	<10	7.13	21.49	0.79	2.00	7.11	24.27	0.85	5.90	0.54	6.38	1.92	2.23	2.08
17. Östra Blekinge skärgårds kustvatten*	<10	<10	86	15	7.34	20.25	0.73	1.70	7.41	21.55	0.86	3.23	0.55	5.25	2.11	2.79	2.45
18. Östra fjärden	12	35	<10	<10	7.22	20.88	0.78	1.87	7.25	23.59	0.84	5.43	0.55	5.09	1.98	2.3	2.14
19. Hallarumsviken	111	74	<10	<10	7.22	21.36	0.75	1.63	7.22	25.45	0.85	7.25	0.57	6.42	2	2.04	2.02
20. Gåsefjärden	22	46	<10	37	7.32	20.32	0.74	1.63	7.38	22.36	0.86	4.34	0.57	6.39	2.09	2.46	2.27
21. Kållafjärden	27	13	19	129	7.33	20.23	0.73	1.66	7.40	21.84	0.86	3.76	0.56	5.96	2.1	2.58	2.34
22. Diupfjärden	12	<10	<10	25	7.33	20.07	0.73	1.53	7.41	21.55	0.85	3.61	0.56	6.44	2.13	2.65	2.39
23. Torhamnsfjärden	<10	<10	39	46	7.32	20.23	0.73	1.55	7.38	22.26	0.86	4.31	0.57	6.42	2.11	2.47	2.29
24. Svs Kalmarsunds kustvatten	132	<10	76	16	7.36	19.95	0.72	1.64	7.44	20.94	0.88	2.82	0.57	6.08	2.14	2.96	2.55
25. Mvs Kalmarsunds kustvatten	29	<10	18	<10	6.94	19.89	0.68	1.62	7.02	20.50	0.84	2.67	0.56	6.48	2.3	3.07	2.69

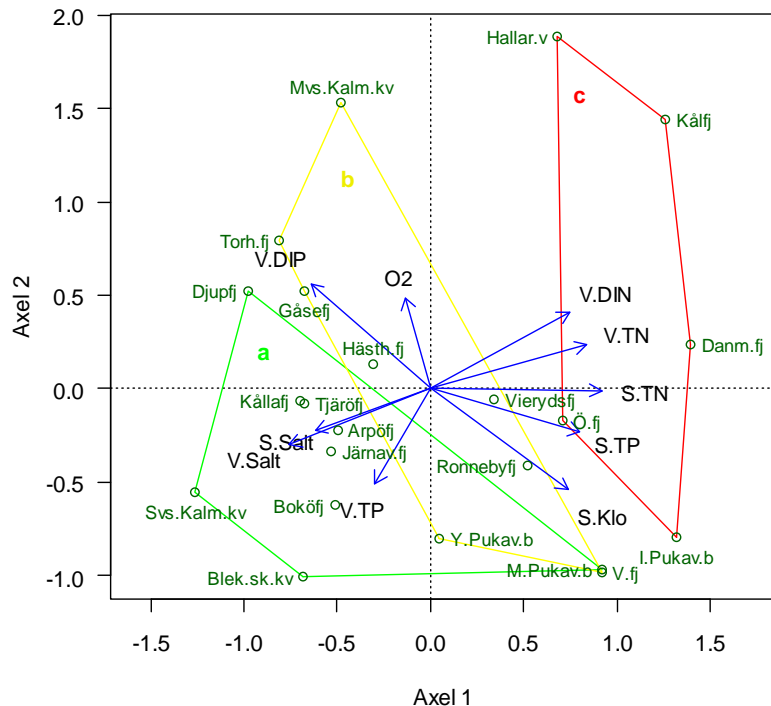


Fig. 3 PCA ordination som visar hur miljöfaktorer för de i studien ingående vattenförekomsterna förhåller sig till varandra, samt hur vattenförekomsterna grupperar sig med avseende på miljöfaktorerna. Miljöfaktorerna är framtagna genom modellen HOME Vatten (Marmefelt m. fl. 2007). Förkortningar av miljöfaktorer enligt; **S** sommar, **V** vinter, **TN** totalkväve, **TP** totalfosfor, **Klo** klorofyll *a*, **DIN** oorganiskt kväve, **DIP** oorganiskt fosfor och **O2** syrgashalt. I ordinationen inramas de vattenförekomster som grupperats i samma närsaltskategori med K-medels kluster; **a** låg (grön), **b** medel (gul) och **c** hög (röd) närsaltsbelastning. Förkortningar av namn på vattenförekomster kan utläsas i Tabell 2. Se text för utförligare förklaring.

Tabell 3 Rankning av de i studien ingående vattenförekomsterna enligt numeriskt klassificeringsvärde i HOME Vatten, samt indelning av vattenförekomster i tre grupper med K-medels kluster baserat på närsaltsbelastning; **a** låg (grön), **b** medel (gul) och **c** hög (röd) närsaltsbelastning.

Vattenförekomst	Numeriskt klassvärde	Närsaltskategori Uppdelat med K-medels kluster
Mvs Kalmarsunds kustvatten	2.69	a
Svs Kalmarsunds kustvatten	2.55	a
Blekinge skärgårds kustvatten	2.45	a
Boköfjärden	2.41	a
Tjäröfjärden	2.4	a
Djupfjärden	2.39	a
Arpöfjärden	2.37	a
Järnavikafjärden	2.36	a
Källafjärden	2.34	a
Yttre Pukaviksbukten	2.33	b
Hästholmsfjärden	2.31	b
Torhamnsfjärden	2.29	b
Gåsefjärden	2.27	b
Ronnebyfjärden	2.23	b
Vierysfjorden	2.23	b
Mellersta Pukaviksbukten	2.22	b
Västra fjärden	2.17	b
Östra fjärden	2.14	c
Inre Pukaviksbukten	2.11	c
Danmarksfjärden	2.08	c
Hallarumsviken	2.02	c
Kålfjärden	2.01	c

2.4 Statistiska analyser

De statistiska analyserna gjordes i statistikprogrammen R 2.10 (R Development Core Team 2009; paketen *vegan* (Oksanen m. fl. 2009) och *labdsv* (Roberts 2007)) och PAST 1.95 (Hammer m. fl. 2001, Hammer 2009).

För att undersöka hur de olika miljöfaktorerna i vattenförekomsterna förhöll sig till varandra, samt hur vattenförekomsterna grupperade sig med avseende på miljöfaktorerna, gjordes en PCA (*principal component analysis* i R 2.10; McCune & Grace 2002). I en PCA maximeras linjära korrelationer av miljöfaktorer för de ingående lokalerna. Hänsyn tas till alla ingående miljöfaktorer samtidigt. Eftersom miljöfaktorerna i den här studien anges i olika enheter standardiserades de till noll i medel med enheter i standardavvikelse. För att vidare dela upp vattenförekomsterna i tre kategorier baserade på närsaltskoncentrationer och klorofyll *a* gjordes ett K-medels kluster (*K-means clustering* i PAST 1.95). I denna metod görs en icke-hierarkisk indelning av ett på förhand bestämt antal grupper (t.ex. Bow 1984, McCune & Grace 2002). Metoden används ofta för att göra objektiva gruppindelningar med multivariata data.

Likheter och skillnader i växtartsammansättning mellan vattenförekomsterna och de fyra vågexponering/djupkategorierna analyserades med hjälp av *Bray-Curtis* likhetsmatriser, vilket är rekommenderat för att jämföra artsammansättning mellan lokaler (Clarke & Warwick 1994). Före analyserna rot-transformerades medeltäckningsgraden av växtarterna för att minska inflytandet av dominerande arter med mycket hög täckningsgrad.

För att statistiskt testa om likhet i växtartsammansättningen kan förklaras av I) vågexponering och djup samt II) närsalter gjordes en NP- MANOVA (*non-parametric mulivariate analysis of variance* i R 2.10; Andersson 2001, McCune & Grace 2002). Strukturen för analysen redovisas i Fig. 4. I analysen undersöktes om likheter i växtartsammansättningen mellan vattenförekomster uppdelade på vågexponering/djupkategorier kan förklaras av; I) vågexponering/djupkategorier (**SG**, **SD**, **EG**, **ED**) och II) närsaltskategorier (**a**, **b**, **c**) givet skillnader i vågexponering/djupkategorier. Även interaktionseffekten mellan de båda kategoriska faktorerna testades, men togs bort ur analysen då sambandet inte var signifikant ($p > 0.7$). Antalet inventeringspunkter i de olika kategorierna varierade, d.v.s. analysen var obalanserad. Kategorierna uppvisade dock homogena varianser.

Där en signifikant förklaring indikerades med NP-MANOVA gjordes parvisa jämförelser mellan grupperna med en ANOSIM (*analysis of similarity*; Clarke & Warwick 1994, McCune & Grace 2002), där p-värdena för varje jämförelse Bonferroni korrigerades med det totala antalet jämförelser (i PAST 1.95). För att undersöka vilka arter som bidrog mest till skillnaderna mellan kategorierna gjordes SIMPER-analyser (*similarity percentage analysis* i PAST 1.95; Clarke & Warwick 1994; Hammer 2009). I SIMPER-analyserna beräknas hur mycket varje art bidrar till skillnaden mellan kategorier. Hänsyn tas även till variationen i artens förekomst och på så sätt mäts hur konsekvent en art bidrar till olikheter mellan kategorier. En bra indikator bidrar till en stor skillnad mellan kategorier och har en liten variation. SIMPER-analyser visar oftast små skillnader av mycket vanligt förekommande arter mellan kategorier. Analysen ger inget mått på sannolikheten i de beräknade skillnaderna mellan kategorier.

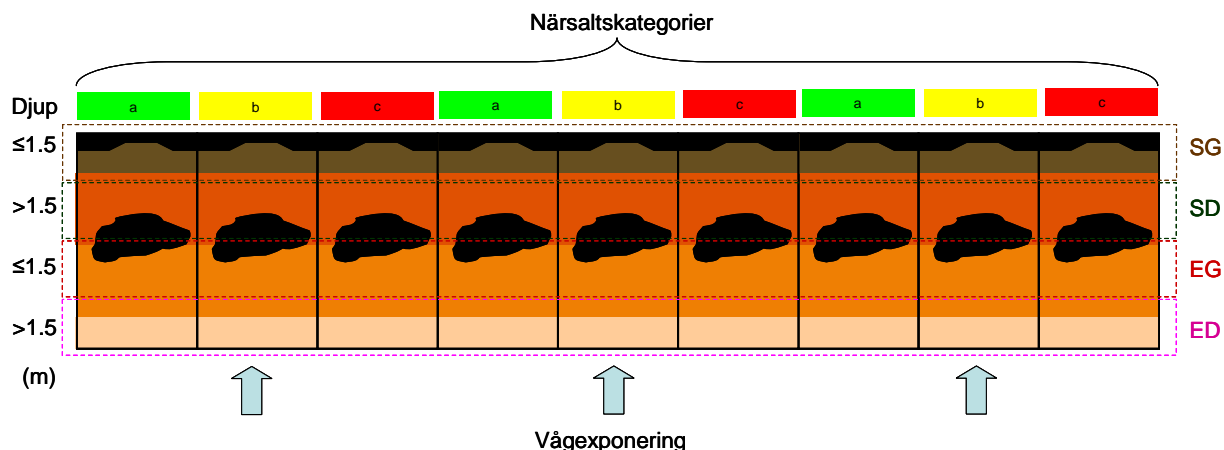


Fig. 4 Schematisk illustration av uppdelning av de inventerade områdena. Illustrationen visar vattenförekomster uppifrån (rektanglar) med vågexponering enligt färgskalan i Fig. 1 och 2, där land är svart. Varje vattenförekomst delades upp efter vågexponering och djup i fyra kategorier (streckade ramar och förkortningar till höger); **SG** vågskyddade grunda (brun), **SD** vågskyddade djupa (mörkgrön), **EG** vågexponerade grunda (röd) och **ED** vågexponerade djupa områden (cerise). Vattenförekomsterna delades även in efter närsaltsbelastning i tre kategorier (överst); **a** låg (grön), **b** medel (gul) och **c** hög (röd) närsaltsbelastning.

Som komplement till SIMPER-analyserna gjordes även indikatorartsanalyser (i R 2.10; Dufrene & Legendre 1997, McCune & Grace 2002). I en indikatorartsanalys kombineras, liksom i SIMPER, information om täckningsgraden av en viss art i en specifik kategori med hur konsekvent arten förekommer i denna kategori. En perfekt indikator förekommer alltid i en specifik kategori och endast i denna kategori. Indikatorartsanalysen beräknar indikatorvärden för varje art i en kategori i relation till denna standard av en perfekt indikator, och ger ett värde mellan 0 och 1. Indikatorartsanalysen finner till skillnad från SIMPER-analysen arter som är unika för en viss kategori, vilka oftast inte förekommer i generellt hög täckningsgrad i hela datamaterialet. Indikatorvärdena testas även statistiskt med permutationstest.

Grupperingen av vattenförekomsterna presenteras genom klusterfigurer och nMDS-ordinationer (i R 2.10; *non-metric multidimensional scaling*, Clarke & Warwick 1994, McCune & Grace 2002). Klusterfigurerna visar länkar mellan vattenförekomster baserat på hur lika växtartsammansättningen är. Klusterfigurerna baseras på medelavståndet i likhetslänkar mellan parvisa grupper (*average linkage / pair-group average*) vilket har föreslagits som det mest neutrala sättet att göra kluster (Oksanen 2009). I ordinationerna visas vattenförekomster relaterat till de två första axlarna i en nMDS. De två axlarna visar de två största gradienter som förklarar det mesta av likheten i växtartsammansättningen mellan lokaler. Även växtarternas förekomst relaterades till de båda axlarna. Hur väl den tvådimensionella ordinationen visar skillnader och likheter i artsammansättning mellan lokaler beskrivs med ett *stress*-värde. Värdet anges i en procentuell skala från 1 till 100 % och bör vara under 20 %. Värdet ökar med provstorlek och antalet variabler och är därför naturligt högre för stora data-set.

Som ett komplement till NP-MANOVA:n gjordes en partiell CCA (*canonical correspondence analysis* i R 2.10; McCune & Grace 2002). I denna analys undersöktes sambandet mellan några utvalda miljöfaktorer och likheten i artsammansättning mellan lokaler. Likheter i växtartsammansättning beräknades med *euklidiska* distansmatriser, vilket är standard för denna typ av analys. Liksom i analyserna ovan rot-transformerades växternas täckningsgrad före analysen för att minska effekten av dominerande arter med hög täckningsgrad.

Analysmetoden ger de sammansatta gradienter som förklarar så mycket som möjligt av variationen i växtartsammansättning i relation till miljöfaktorerna. Gradienterna är sammansatta av både växtarterna och de valda miljöfaktorerna. De miljöfaktorer vars effekt på växtartsammansättning undersöktes var totalfosfor, totalkväve, salthalt (sommartid) samt djup och vågexponering. I analysen undersöktes effekten av varje miljöfaktor givet de andra miljöfaktorerna. Analysen svarar därmed på frågan hur mycket av variationen i växtartsammansättning som kan förklaras av totalfosfor eller totalkväve givet skillnader i de andra miljöfaktorerna mellan vattenförekomsterna. Det statistiska testet av analysen gjordes inom varje vågexponering/djupkategori (permutationstest inom vågexponering/djupkategori). I CCA:n bör inte miljöfaktorerna samvariera för mycket. Totalkväve och salthalt visade sig dock vara starkt samvarierande. Trots detta var effekten av båda faktorerna på växtartsammansättningen signifikant, varför båda behölls i analysen.

Resultatet av CCA:n visas grafiskt i en tvådimensionell ordination där de två axlarna visar de två gradienter som förklarar det mesta av variationen i växtartsammansättningen och där växtarter samt miljöfaktorer relateras till de båda axlarna. I den här studien redovisas i CCA-ordinationen effekten av totalfosfor, totalkväve och salthalt givet skillnader i djup och vågexponering.

3. Resultat och diskussion

3.1 Skillnader i artsammansättning mellan vattenförekomster

Skillnader och likheter i växtartsammansättning mellan vattenförekomster visas i Fig. 5. Beräkningar har gjorts på medeltäckningsgraden av arter i vattenförekomsterna. Ju mer lika växtartsamhällena är i vattenförekomsterna desto närmare är de grupperade. I klusterfiguren till vänster åskådliggörs relationer mellan samtliga 25 vattenförekomster och grupper av vattenförekomster med liknande artsammansättning indikeras med bokstäverna A – G. I ordinationen i mitten visas vattenförekomsterna med nummer (1 – 25) och grupperingen av vattenförekomster presenteras med blå ramar och tillhörande bokstäver (A – G). I ordinationen kan även förekomsten av växtarter utläsas. Storleken på cirklarna indikerar artens täckningsgrad i hela undersökningsområdet, d.v.s. ju större cirkel desto högre total täckningsgrad. Klusterfiguren längst till vänster visar grupperingen av 18 vattenförekomster efter det att avskilda vikar samt dåligt representerade vattenförekomster uteslutits.

Vid en analys av hela datamaterialet inkluderande avskilda vikar och dåligt representerade vattenförekomster skilde några vattenförekomster ut sig markant från övriga. Dessa var Danmarksfjärden (A), Västra Blekinge skärgårds kustvatten (B), Mvs Kalmarsunds kustvatten och Ronnebyfjärden (C), samt Svs Kalmarsunds kustvatten och Vierydsfjorden (G). Flera av dessa vattenförekomster var relativt dåligt representerade med inventeringar endast i ett visst begränsat geografisk område och en viss typ av miljö, vilket kan förklara varför de skiljer sig från övriga vattenförekomster.

Danmarksfjärden skilde sig från de andra vattenförekomsterna bl.a. genom en låg täckningsgrad av blåstång *F. vesiculosus* och förhållandevis hög förekomst av den annars ovanligt förekommande arten korsandmat *Lemna trisulca*. Västra Blekinge skärgårds kustvatten (B) skilde sig från de övriga vattenförekomsterna med en förhållandevis hög förekomst av havsstenhinna *Hildenbrandia rubra*. Denna vattenförekomst hade få

inventeringspunkter och endast i vågexponerad miljö. Svs Kalmarsunds kustvatten och Vierydsfjorden är de enda vattenförekomsterna där slangalger, Vaucheriaceae, förekom. Dessa alger påträffas i förhållandevis vågskyddade och grunda miljöer och det är främst sådana miljöer som inventerats i Svs Kalmarsunds kustvatten och Vierydsfjorden (Vångsösund). Svs Kalmarsunds kustvatten är den enda vattenförekomst där rödsträfsse *Chara tomentosa* har observerats (i viken Pajen). Vierydsfjorden är dessutom den enda vattenförekomst där hjulmöja *Ranunculus circinatus* har observerats (i Vångsösund). En mycket hög täckningsgrad av havsnajas *Najas marina* i Ronnebyfjärden förklarar varför denna vattenförekomst tillsammans med Mvs Kalmarsunds kustvatten skilde sig från de övriga vattenförekomsterna. I Mvs Kalmarsunds kustvatten har endast en avskild vik inventerats (Trolleboda).

En stor grupp med vattenförekomster hade mycket lika artsammansättning (D, E, F). Denna grupp bestod av vattenförekomster från västra, mellersta och östra Blekinge, samt från innerskärgård till ytterskärgård. I dessa vattenförekomster var täckningsgraden av bl.a. blåstång *F. vesiculosus* (Fig. 6), borstnate *Potamogeton pectinatus* och trådformiga alger hög. Dessa arter hade en generellt hög täckningsgrad och var mycket frekvent förekommande i hela undersökningsområdet. I den här studien förekom blåstång *F. vesiculosus* dominerande i lösliggande form. Ålgräs *Z. marina*, tillsammans med axslinga *Myriophyllum spicatum*, hårsärv *Zanichellia palustris*, natingar *Ruppia* spp. och sudare *Chorda filum* hade också en förhållandevis hög täckningsgrad och var frekvent förekommande i hela undersökningsområdet. Växtartsammansättningen i Östra fjärden, Västra fjärden och Mellersta Blekinge skärgårds kustvatten (E) skilde ut sig från de övriga vattenförekomsterna bl. a. genom en hög täckningsgrad av ålgräs *Z. marina*. De två vattenförekomsterna Hallarumsviken och Kålfjärden i grupp F skilde sig i växtartsammansättning bl. a. genom en relativ hög täckningsgrad av östersjösallat *Monostroma balticum* samt genom förekomst av korsandmat *L. trisulca*. Kålfjärden var dessutom den enda vattenförekomst där murkelalg *Leathesia difformis* observerats.

Vid en klusteranalys där avskilda vikar och dåligt representerade vattenförekomster uteslutits kvarstår att växtartsammansättningen i Danmarksfjärden markant skilde sig från de övriga vattenförekomsterna (Fig. 5, klusterfiguren längst till höger). Vidare skilde sig artsammansättningen från övriga vattenförekomster för Hallarumsviken och Kålfjärden, samt Östra fjärden och Västra fjärden. Samtliga dessa vattenförekomster utom Västra fjärden tillhörde närsaltskategorin **c**, d.v.s. vattenförekomster med hög närsaltsbelastning (Tabell 3). Västra fjärden var den vattenförekomst som hade lägst numeriskt klassificeringsvärde enligt HOME Vatten i närsaltskategori **b**. Samtliga dessa vattenförekomster är också geografiskt belägna i de inre eller mellersta delarna av östra delen av Blekinge skärgård.

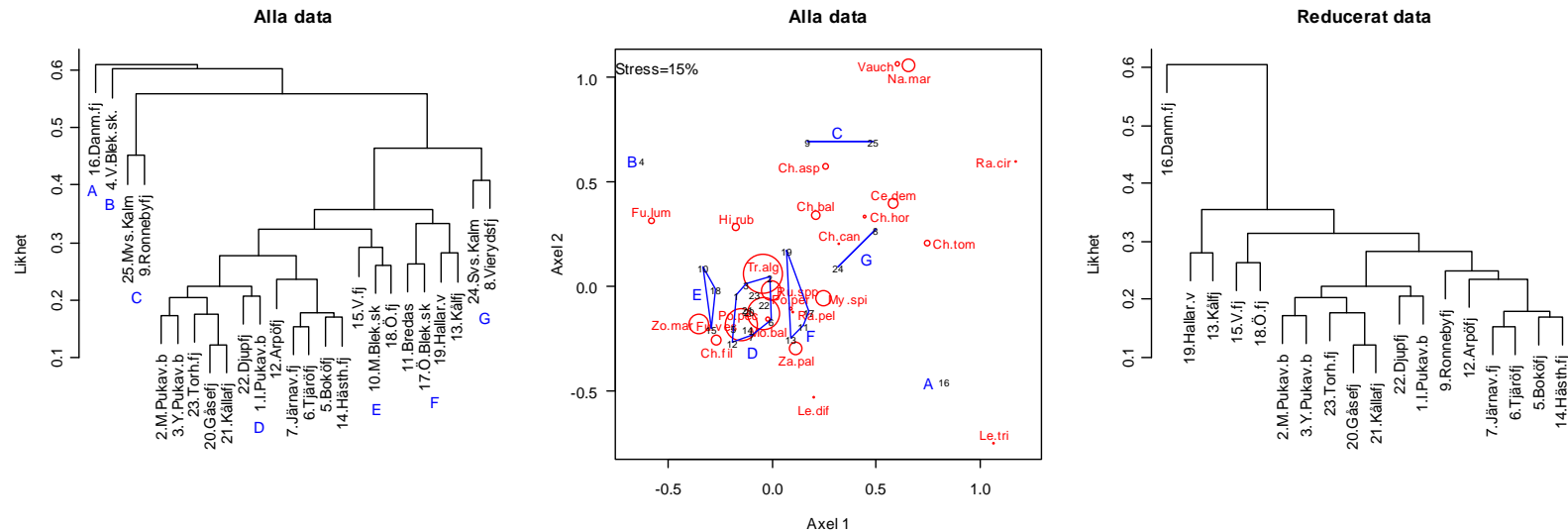


Fig. 5 Klusterfigurer och nMDS ordination över skillnader och likheter i artsammansättning av mjukbottenlevande växter mellan vattenförekomster i Blekinge skärgård. De båda figurerna till vänster visar resultat av en analys med samtliga inventeringspunkter. Figuren längst till höger visar resultatet av en analys där inventeringspunkter i inneslutna vikar samt dåligt representerade vattenförekomster uteslutits. I ordinationen i mitten visas växtarter med cirklar där storleken på cirkeln avspeglar artens täckningsgrad i hela undersökningsområdet; ju större cirkel desto högre täckningsgrad. Förkortningar av artnamn kan utläsas i Tabell 4. Blå bokstäver i klusteret och ordinationen visar grupperingar av vattenförekomster. I ordinationen visas endast vattenförekomsternas nummer. Nummer och förkortningar av namn på vattenförekomster kan utläsas i Tabell 2.

Tabell 4 Förkortningar, latinska och svenska namn på de växtarter som ingår i studien. De svenska namnen följer Willén & Tolstoy 2007, samt Mossberg & Stenberg 2003.

Förkortning	Latinskt namn	Svenskt namn
Ce.dem	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Hornsärv
Ch.asp	<i>Chara aspera</i>	Borststräfs
Ch.bal	<i>Chara baltica</i>	Grönsträfs
Ch.can	<i>Chara canescens</i>	Hårsträfs
Ch.fil	<i>Chara filum</i>	Sudare
Ch.hor	<i>Chara horrida</i>	Raggsträfs
Ch.tom	<i>Chara tomentosa</i>	Rödsträfs
Fu.lum	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	Kräkel
Fu.ves	<i>Fucus vesiculosus</i>	Blåstång
Hi.rub	<i>Hildenbrandia rubra</i>	Havsstenhinna
Le.dif	<i>Leathesia difformis</i>	Murkelalg
Le.tri	<i>Lemna trisulca</i>	Korsandmat
Mo.bal	<i>Monostroma balticum</i>	Östersjösallat
My.spi	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Axslinga
Na.mar	<i>Najas marina</i>	Havsnajas
Po.pec	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Borstnate
Po.per	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Ålnate
Ra.cir	<i>Ranunculus circinatus</i>	Hjilmöja
Ra.pel	<i>Ranunculus peltatus ssp. baudotii</i>	Vitstjälsmöja
Ru.spp	<i>Ruppia spp.</i>	Natingar
Tr.alg		Trådformiga alger
Vauch	<i>Vaucheriaceae</i>	Slangalger
Za.pal	<i>Zanichellia palustris</i>	Hårsäv
Zo.mar	<i>Zostera marina</i>	Ålgräs



Fig. 6 Blåstång *Fucus vesiculosus* var en vanlig art i undersökningsområdet och förekom övervägande i lösliggande form.

3.2 Skillnader i artsammansättning relaterat till vågexponering, djup och närsalter

Analysen av sambandet mellan växtartsammansättning och den rumsliga och miljörelaterade uppdelningen av vattenförekomsterna visar på flera signifikanta samband (Tabell 5);

I) områden i samma vågexponering/djupkategori hade mer lika växtartsammansättning än områden tillhörande olika vågexponering/djupkategorier och II) vattenförekomster med samma närsaltsbelastning hade mer lika växtartsammansättning än vattenförekomster med olika närsaltsbelastning.

Skillnaderna mellan de olika kategorierna var dock förhållandevis små (Fig. 7). Olikheter i vågexponering och djup förklarade mest av variationen i växtartsammansättning (R^2 -värden i Tabell 5), medan uppdelningen i närsaltskategorier gav en lägre förklaringsgrad. Endast växtartsammansättningen i vågexponerade djupa områdena (**ED**) skilde sig signifikant från växtartsammansättningen i vågexponerade och vågskyddade grunda områden (**EG** och **SG**; $p < 0.05$), och tenderade även att skilja sig från växtartsammansättningen i vågskyddade djupa områden (**SD**; $p = 0.053$). Växtartsammansättningen skilde sig även signifikant mellan vattenförekomster med låg och hög närsaltsbelastning (**a** och **c**; $p < 0.05$).

Tabell 5 NP-MANOVA där effekten av vågexponering/djupkategori och närsaltskategori testats på skillnader i artsammansättning av mjukbottenvegetation mellan vattenförekomster i Blekinge skärgård.

Faktorer	Df	SS	MS	F modell	R^2	Signifikans
Vågexponering/djupkategorier	3	0.93	0.31	4.28	0.24	<0.001
Närsaltskategorier	2	0.27	0.13	1.84	0.07	<0.05
Residualer	38	2.76	0.07		0.70	
Totalt	43	3.97			1.00	

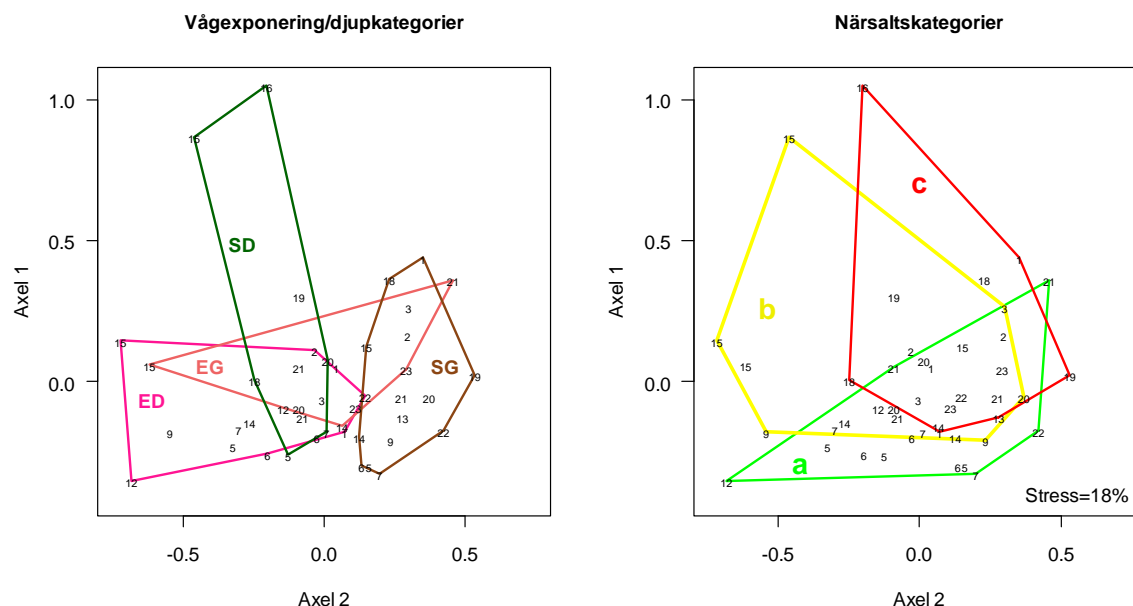


Fig. 7 nMDS ordinationer med vattenförekomster (nummer) i Blekinge skärgård uppdelade på fyra vågexponering/djupkategorier. I ordinationen till vänster inramas punkter i samma vågexponering/djupkategori med heldragna linjer; **ED** vågexponerade djupa (cerise), **EG** vågexponerade grunda (röd), **SD** vågskyddade djupa (mörkgrön) och **SG** vågskyddade grunda (brun) områden. Ordinationen till höger visar inramning av punkter i närsaltskategorierna **a** låg (grön), **b** medel (gul) och **c** hög (röd) närsaltsbelastning. Vattenförekomsternas nummer kan utläsas i Tabell 2.

De arter som bidrog mest till skillnaderna i artsammansättning mellan vågexponering/djupkategorierna var blåstång *F. vesiculosus*, ålgräs *Z. marina*, trådformiga alger, natingar *Ruppia* spp., borstnate *P. pectinatus*, sudare *C. filum* och axslinga *M. spicatum* (Tabell 6). I vågexponerade djupa miljöer (**ED**) var medeltäckningsgraden betydligt högre av ålgräs *Z. marina* än i de andra miljöerna. Resultatet är inte förvånande då uppdelningen i vågexponering/djupkategorier delvis baserades på förekomsten av just ålgräs *Z. marina*. Jämfört med grunda miljöer var medeltäckningsgraden av trådformiga alger, natingar *Ruppia* spp., borstnate *P. pectinatus* och axslinga *M. spicatum* lägre. Medeltäckningsgraden av blåstång *F. vesiculosus* var högre i exponerade djupa miljöer (**ED**) jämfört med exponerade grunda (**EG**), men lägre jämfört med skyddade grunda miljöer (**SG**). Natingar *Ruppia* spp., sudare *C. filum* och borstnate *P. pectinatus* hade den högsta medeltäckningsgraden i vågexponerade grunda miljöer (**EG**). Skillnaden i täckningsgrad för natingar *Ruppia* spp. var förhållandevis stor jämfört med vågexponerade djupa miljöer (**ED**).

Resultatet av indikatorartsanalysen (Tabell 7) visade på samma resultat som SIMPER-analysen (Tabell 6) för de arter som hade högst täckningsgrad; ålgräs *Z. marina*, natingar *Ruppia* spp. och blåstång *F. vesiculosus*, men ger även information om arter med lägre medeltäckningsgrad. Indikatorartsanalysen visade att de arter som konsekvent hade den högsta täckningsgraden i vågexponerade djupa miljöer (**ED**) var ålgräs *Z. marina* och kräkel *F. lumbricalis* (Tabell 7). Natingar *Ruppia* spp. var mer frekventa och hade en högre täckningsgrad i den vågexponerade grunda kategorin (**EG**) än i de andra vågexponering/djupkategorierna. De arter som konsekvent hade den högsta täckningsgraden i vågskyddade grunda miljöer (**SG**) var grönsträfsse *Chara baltica*, blåstång *F. vesiculosus*, hårsträfsse *Chara canescens*, borststräfsse *Chara aspera* och havsnajas *N. marina*.

Tabell 6 SIMPER-analys jämförande växtarter på mjukbotten i vattenförekomster grupperade i fyra vågexponering/djupkategorier i Blekinge skärgård; **ED** vågexponerade djupa, **EG** vågexponerade grunda, **SD** vågskyddade djupa och **SG** vågskyddade grunda områden. Värden för kategorierna anger medeltäckningsgrad i procent. Analysen har skett på rot-transformerade medelvärden. Endast arter upp till ca 70 % kumulativt bidrag redovisas.

Växtart	Bidrag	Kumulativt procentuellt bidrag	ED	EG	SD	SG
Fu.ves	6.1	14	13.5	8.6	10.5	22.6
Zo.mar	6.0	28	15.7	6.3	4.6	0.5
Tr.alg	5.1	40	13.1	22.2	7.5	21.0
Ru.spp	3.9	50	2.1	10.9	3.9	5.0
Po.pec	3.7	59	11.1	15.3	11.3	14.7
Ch.fil	3.2	66	2.1	3.3	2.7	2.1
My.spi	2.5	72	0.2	3.1	1.2	3.2

Tabell 7 Indikatorartsanalys jämförande växtarter i vågexponering/djupkategorier på mjukbotten i Blekinge skärgård; **ED** vågexponerade djupa, **EG** vågexponerade grunda och **SG** vågskyddade grunda områden.

Växtart	Vågexponering/ djupkategori	Indikatorvärde	Signifikans
Zo.mar	ED	0.58	<0.01
Fu.lum	ED	0.54	<0.01
Ru.spp	EG	0.50	<0.01
Ch.bal	SG	0.51	<0.05
Fu.ves	SG	0.41	<0.05
Ch.can	SG	0.38	<0.01
Ch.asp	SG	0.36	<0.05
Na.mar	SG	0.23	<0.05

De arter som bidrog mest till den signifikanta skillnaden i artsammansättning mellan vattenförekomster med låg närsaltsbelastning och de med hög närsaltsbelastning var blåstång *F. vesiculosus*, ålgräs *Z. marina*, trådformiga alger, sudare *C. filum*, natingar *Ruppia* spp., borstnate *P. pectinatus* och ålnate *Potamogeton perfoliatus* (Tabell 8). Medeltäckningsgraden av blåstång *F. vesiculosus*, ålgräs *Z. marina*, sudare *C. filum* och borstnate *P. pectinatus* var högre i vattenförekomster med låg (**a**) än i de med hög (**c**) närsaltsbelastning. Motsatt var medeltäckningsgraden av trådformiga alger, natingar *Ruppia* spp. och ålnate *P. perfoliatus* högre i vattenförekomster med hög (**c**) än i de med låg (**a**) närsaltsbelastning. Den största skillnaden i medeltäckningsgrad mellan de båda närsaltskategorierna var för de vanligt förekommande arterna blåstång *F. vesiculosus*, ålgräs *Z. marina* och borstnate *P. pectinatus*.

Indikatorartsanalysen påvisade att endast ett fåtal arter skilde signifikant mellan de olika närsaltskategorierna (Tabell 9). Två arter som kan fungera som indikatorer för vattenförekomster med hög närsaltsbelastning (**c**) är ålnate *P. perfoliatus* och havsnajas *N. marina*. Även korsandmat *L. tris ulca* tenderade till att vara konsekvent mer vanligt förekommande i vattenförekomster med hög närsaltsbelastning (**c**). Omvänt var sudare *C. filum* konsekvent vanligare och hade en högre täckningsgrad i vattenförekomster med låg närsaltsbelastning (**a**).

Tabell 8 SIMPER-analys jämförande växtarter på mjukbotten i vattenförekomster grupperade i närsaltskategorier i Blekinge skärgård. Endast den signifikanta skillnaden i artsammansättning mellan kategori **a** låg och **c** hög närsaltsbelastning redovisas. Värden för kategorierna anger medeltäckningsgrad i procent. Analysen har skett på rot-transformerade medelvärden. Endast arter upp till ca 70 % kumulativt bidrag redovisas.

Växtart	Bidrag	Kumulativt procentuellt bidrag	a	c
Fu.ves	6.2	14	17.8	9.9
Zo.mar	5.2	26	8.6	2.0
Tr.alg	5.0	37	15.1	18.8
Ch.fil	4.0	46	4.1	0.2
Ru.spp	4.0	55	3.8	4.7
Po.pec	3.9	64	15.4	9.5
Po.per	2.7	70	<0.1	1.4

Tabell 9 Indikatorartsanalys jämförande växtarter på mjukbotten i vattenförekomster i Blekinge skärgård grupperade i närsaltskategorierna **a** låg och **c** hög närsaltsbelastning.

Växtart	Närsaltskategori	Indikatorvärde	Signifikans
Ch.fil	a	0.58	<0.01
Po.per	c	0.74	0.001
Na.mar	c	0.22	<0.01
Le.tri	c	0.19	0.058

I Fig. 7 syns en uppdelning i närsaltskategorier som delvis sammanfaller med vågexponering/djupkategorierna. Det är färre datapunkter från vågskyddade djupa miljöer i närsaltskategori **a**, och färre datapunkter från vågexponerade djupa miljöer i närsaltskategori **c**. Det finns även en samvariation mellan uppdelningen i närsaltskategorier och salthalt; i kategori **a** är salthalten högre än i kategori **c** (Fig. 3). Strukturen på NP-MANOVA:n gör att hänsyn tagits till vågexponering/djupkategori då effekten av närsaltskategori testats. Men samvarierande effekter mellan vågexponering, djup, salthalt och närsaltsbelastning kan ändå inte uteslutas.

Indelningen i kategorier gör att en del av den ursprungliga informationen om växtartsammansättning, vågexponering och djup gått förlorad. Därför gjordes en analys på samtliga datapunkter utan beräkning av medelvärden i vattenförekomster eller vågexponering/djupkategorier. Analysen gjordes på kontinuerliga värden för förklaringsvariablerna vågexponering, djup, salthalt, totalfosfor och totalkväve (sommartid) istället för med kategoriindelningar. Analysen utfördes med en CCA, med vattenförekomster som blockande faktorer (eftersom salthalt och närsalter endast finns tillgängliga på vattenförekomstnivå). Analysen gav dock en mycket låg grad av förklaring. Mindre än 6 % av variationen i växtartsammansättning kunde förklaras. Skillnaden i artsammansättning mellan enskilda observationspunkter är således väldigt stor och sammanfaller dåligt med de i analysen ingående miljöfaktorerna.

Vidare gjordes en CCA med samma indelning av datamaterialet som i NP-MANOVA:n, d.v.s. med medelvärden i fyra vågexponering/djupkategorier i varje vattenförekomst men med kontinuerliga värden för djup, vågexponering, salthalt, totalfosfor och totalkväve. I analysen kunde 34 % av variationen i växtartsammansättning förklaras med de ingående miljöfaktorerna (Tabell 10). Detta är en relativt hög förklaringsgrad, då förklaringsgraden för den här typen av analyser normalt ligger mellan 20 och 50 % (Økland 1999). Av den 34 % förklarade variationen förklarades 13 % av totalfosfor och 27 % av totalkväve, givet skillnader i salthalt, djup och vågexponering mellan vattenförekomsterna inom vågexponering/djupkategorier. Båda faktorerna var signifikanta. Djup och vågexponering förklarade 17 respektive 12 % av variationen i artsammansättning inom de olika vågexponering/djupkategorierna. Den delade förklaringen av samtliga miljöfaktorer var 8 %. Koncentrationen totalkväve samvarierade med salthalten, vilket gör det svårt att särskilja effekten på växtartsammansättningen av de båda faktorerna. Trots detta visade resultatet att effekten av både totalfosfor och salthalt var signifikanta. Skillnader i dessa två faktorer förklarade mycket av gradienten i växtartsammansättning. Skillnaden i salthalt mellan vattenförekomsterna var förhållandevis liten (6,9 – 7,4 psu) och det är svårt att säga hur mycket just denna skillnad påverkar variationen i växtartsammansättningen. Förmodligen sammanfaller fluktuationer i salthalt med gradienten i medelsalthalt där områden med lågt

medelvärde (nära land) har större fluktuationer och extremvärden i salthalt än områden med högt medelvärde (havsnära) på grund av naturliga variationer i sötvattensutflöde från land. Dessa fluktuationer påverkar troligen växtartsammansättningen mer än skillnaderna i medelsalthalt.

De arter som hade högst täckningsgrad i områden med låg koncentration av totalkväve var sudare *C. filum*, ålgräs *Z. marina* och blåstång *F. vesiculosus*. Resultatet visas i ordinationen i Fig. 8. Längden på pilarna visar på förklaringsgraden hos miljöfaktorerna; ju längre pil desto högre förklaringsgrad. Arternas förhållande till miljöfaktorerna avläses genom att studera deras vinkelräta position gentemot riktningen på miljöfaktorerna. Samtliga arter i mitten av ordinationen är vanligt förekommande i flertalet av vattenförekomsterna, medan arter långt ut från mitten är mindre vanligt förekommande och variationen i täckningsgrad korrelerar med miljöfaktorerna. De arter som hade högst täckningsgrad vid en hög koncentration av totalkväve var bl. a. havsnajas *N. marina*, borststräfsse *C. aspera* och hårsträfsse *C. canescens*. Täckningsgraden av de ovan nämnda arterna sammanföll väl med skillnader i salthalt i skärgårdsgradienten. Ålgräs *Z. marina*, blåstång *F. vesiculosus* och sudare *C. filum* hade högst täckningsgrad vid hög salthalt och havsnajas *N. marina*, borststräfsse *C. aspera* och hårsträfsse *C. canescens* hade högst täckningsgrad vid låg salthalt. Därmed är det svårt att särskilja vilken miljöfaktor som har störst påverkan på dessa arter. Analysen indikerar dock att totalkväve har en högre förklaringsgrad än salthalt (Tabell 10).

Totalfosfor samvarierande i mindre utsträckning med salthalt än totalkväve. Fosfor är oftast det begränsande näringsämnet för växter i kustnära områden. Inom samma salthaltsintervall var täckningsgraden av östersjösallat *M. balticum* högst i vattenförekomster med hög koncentration av totalfosfor medan grönsträfsse *C. baltica* (Fig. 9) förekom med högst täckningsgrad i vattenförekomster med låg totalfosforkoncentration. Likaså förekom korsandmat *L. trisu lca* med högst täckningsgrad i vattenförekomster med hög totalfosforkoncentration medan havsstenhinna *H. rubra* förekom med högst täckningsgrad i vattenförekomster med låg totalfosforkoncentration.

Tabell 10 Partiell CCA där effekten av totalfosfor, totalkväve, salthalt, djup och vågexponering testats på skillnader i artsammansättning av mjukbottenvegetation mellan vattenförekomster i Blekinge skärgård. *Inertia* visar på den totala variationen i växtartsammansättning (*unconstrained*) och den variation i artsammansättning som kan förklaras med de i analysen ingående miljöfaktorerna (*constrained*).

Faktorer	<i>Inertia</i>	Procentuell förklarad variation	Signifikans
Total variation [<i>unconstrained</i>]	0.785	100 %	
Alla faktorer [<i>constrained</i>]	0.270	34 %	<0.01
Totalfosfor (sommar)	0.034	13 %	0.02
Totalkväve (sommar)	0.077	28 %	<0.01
Salthalt (sommar)	0.062	23 %	<0.01
Djup	0.045	17 %	<0.01
Vågexponering	0.033	12 %	0.01
Delad		7 %	

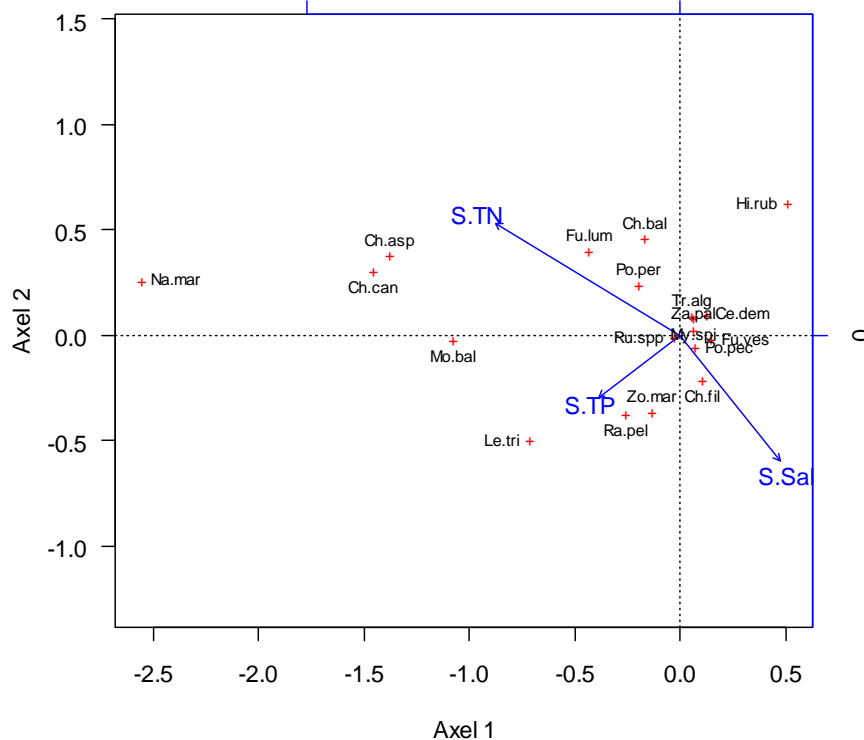


Fig. 8 Partiell CCA-ordination över växtarter och miljöfaktorerna totalfosfor (**S.TP**), totalkväve (**S.TN**) och salthalt (**S.Sal**) sommartid för de inventerade vattenförekomsterna i Blekinge skärgård. *Eigen*-värden för axel 1 är 0,081 och axel 2 0,036. De båda axlarna förklarade 18 % av hela variationen i artsammansättning. Förkortningar av artnamn kan utläsas i Tabell 4.

Förekomsten av korsandmat *L. trisulca* och östersjösallat *M. balticum* i förhållande till havsstenhinna *H. rubra* och grönsträfsse *C. baltica* skulle kunna fungera som indikatorer på vattenkvalitet. Korsandmat *L. trisulca* och östersjösallat *M. balticum* har av författaren tidigare observerats med hög täckningsgrad i områden med hög närsaltsbelastning, något som borde undersökas utförligare. Havsstenhinna *H. rubra* är en rödalga som lever på hårda bottenar. Att den förekommer i denna studie beror på att även bottenar med blandade substrat tagits med i analyserna (dock med dominerande mjukbotten). Stenhinnor har föreslagits som möjliga indikatorer på moderat till god vattenkvalitet i Europeiska sötvatten (t.ex. Gutowski m. fl. 2004). Även grönsträfsse *C. baltica* (Fig. 9) har dokumenterats negativt påverkad av övergödningsprocesser (Wallentinus 1979). Den höga förekomsten av hornsärv *Ceratophyllum demersum* vid låga koncentrationer av totalfosfor är förvånande. Hornsärv *C. demersum* har tidigare dokumenterats som mycket gynnad av övergödning (Wallentinus 1979).



Fig. 9 Grönsträfsse *Chara baltica* är en relativt vanlig kransalg i Blekinge skärgård. Den hade hög täckningsgrad i miljöer med förhållandevis låga koncentrationer av totalfosfor.

Båda multivariata testen (NP-MANOVA:n och CCA:n) visade på en förändring i växtartsammansättning med närsaltsbelastning. Slutsatsen blir därmed att växtartsammansättningen på mjukbotten kan fungera som en indikator på närsaltsbelastning. Skillnaderna i arternas täckningsgrad mellan vattenförekomster med låg respektive hög närsaltsbelastning var dock förhållandevis små (<10 %). Dessutom var samvariationen mellan de olika miljöfaktorerna stor och det är därmed svårt att urskilja effekter av enbart närsalter från de andra miljöfaktorerna på växtartsammansättningen.

Inventeringarna som ingår i den här studien har gjorts med olika syften. Fördelningen av inventeringspunkter inom och mellan vattenförekomster i Blekinge skärgård har därmed inte varit optimal för syftet med föreliggande studie. För att få bättre underlag för att i framtiden fortsatt utreda skillnader i artsammansättning mellan vattenförekomster och effekter av närsaltsbelastning på artsammansättning bör inventeringsinsatserna utformas så att en likvärdig representation av olika vattenförekomster erhålls. Det är även viktigt att inventeringar i framtiden får en bättre geografisk spridning inom vattenförekomsterna. För att på ett resurseffektivt sätt få jämförbara data mellan vattenförekomsterna kan även insatserna begränsas till en viss typ av miljö genom stratifierad provtagning (liknande djup, vågexponering och bottensubstrat). Resultaten i den här studien visar att växtartsammansättningen i första hand skiljer vågexponerade och djupa områden från andra miljöer. Om syftet med en framtida undersökning är att utreda lokala effekter av närsaltskoncentrationer skulle vågexponerade, djupa lokaler därför kunna uteslutas för att minska variationen i datamaterialet. Eftersom variationen inom vattenförekomsterna i vissa fall kan antas vara stor kan dock en uppdelning i mindre geografiska enheter vara givande, gärna med vattenkemiska data för varje sådant delområde för att få en bättre bedömning. Vid fortsatta inventeringar bör användande av enhetliga inventeringsmetoder med enhetliga skattningar av vegetationens täckningsgrad eftersträvas. Vidare bör bottensubstrat, total täckning av vegetation, andelen vegetationsfri botten samt inventeringsytan alltid anges för att möjliggöra framtida förbättrade analyser av växtsamhället.

4. Slutsatser

Sammanfattande slutsatser av studien:

- Växtartsammansättningen på mjuka bottenar i Blekinge skärgård var relativt lika mellan flertalet av vattenförekomsterna i länet. Några av de undersökta vattenförekomsterna hade en artsammansättning mer olik de andra vattenförekomsterna. Dessa var Danmarksfjärden, Hallarumsviken, Kålfjärden, Västra fjärden och Östra fjärden.
- De vanligast förekommande arterna på mjuka bottenar i Blekinge skärgård var borstnate *P. pectinatus*, lösliggande blåstång *F. vesiculosus*, natingar *Ruppia* spp., ålgräs *Z. marina*, axslinga *M. spica tum* samt trådformiga alger. Dessa arter påträffades i flertalet av vattenförekomsterna.
- Ovanligt förekommande arter på mjuka bottenar i Blekinge skärgård var rödsträse *C. tomentosa*, murkelalg *L. difformis*, hjulmöja *R. circinatus*, slangalger Vaucheriaceae, korsandmat *L. trisulca* och havsrufse *T. nidifica*. Dessa arter förekom endast i ett fåtal vattenförekomster.
- Växtartsammansättningen i vågexponerade djupa miljöer skilde sig signifikant från växtartsammansättningen i vågexponerade och skyddade grunda miljöer. I de vågexponerade djupa miljöerna var täckningsgraden av ålgräs *Z. marina* och kräkel *F. lumbricalis* högre, medan täckningsgraden av t.ex. natingar *Ruppia* spp. var lägre. Det var ingen signifikant skillnad i växtartsammansättningen mellan vågexponerade grunda och skyddade miljöer eller mellan skyddade djupa och grunda miljöer.
- Växtartsammansättningen i vattenförekomster med hög närsaltsbelastning skilde sig signifikant från växtartsammansättningen i vattenförekomster med lägre närsaltbelastning. I vattenförekomster med hög närsaltbelastning var täckningsgraden av trådformiga alger något högre än i vattenförekomster med lägre närsaltsbelastning. Vidare var arterna natingar *Ruppia* spp., ålnate *P. p. erfoliatus* och havsnajas *N. marina* mer vanligt förekommande och hade högre täckningsgrad. Vattenförekomster med lägre närsaltsbelastning hade en högre täckningsgrad av blåstång *F. vesiculosus*, ålgräs *Z. marina*, borstnate *P. pectinatus* och sudare *C. filum*.
- Arterna östersjösallat *M. balticum* och korsandmat *L. trisulca* föreslås även som indikatorer på hög koncentration av totalfosfor, medan grönsträse *C. baltica* och havsstenhinna *H. rubra* föreslås som indikatorer på lägre koncentration av totalfosfor.
- Skillnader i koncentration av totalfosfor och totalkväve kunde förklara en förhållandevis stor del av variationen i växtartsammansättning mellan vattenförekomsterna.
- Skillnader i närsaltsbelastning samvarierade med skärgårdsgradienten, exempelvis fanns en tydlig samvariation mellan koncentrationen totalkväve och salthalt. Detta gör det svårt att urskilja effekter av enskilda miljöfaktorer på växtartsammansättningen.

5. Tackord

Författaren vill tacka Sofia Wikström (AquaBiota Water Research) och Lena Kautsky (Botaniska institutionen, Stockholms universitet) för synpunkter på texten, samt Gustav Johansson (Hydrophyta Ekologikonsult) för praktiska råd.

6. Referenser

- Anderson MJ. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46
- Anonym. 2004.Handledning för miljöövervakning. Vegetationsklädda bottnar, ostkust. Version 1: 2004-04-27. Naturvårdsverket
- Anonym. 2007. Handbok 2007:9. Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon. Naturvårdsverket
- Anonym. 2008. Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten; beslutade den 12 dec 2007. Naturvårdsverkets författningssamling (NFS) 2008:1
- Boesch D, Hecky R, O'Melia C, Schindler D, Schindler D, Seitzinger S. 2006. Eutrophication of Swedish seas. Naturvårdsverket. Rapport 5509. ISSN 0282-7298
- Bow S-T. 1984. Pattern recognition. Marcel Dekker, New York, USA
- Cederwall H, Elmgren R. 1990. Biological effects of eutrophication in the Baltic Sea, particularly the coastal zone. *Ambio* 19: 109-112
- Clarke KR & Warwick RM. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural environment research council, Plymouth marine laboratory, Storbritannien
- Dufrêne M & Legendre P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67(3): 345-366
- Eriksson BK, Sandström A, Isæus M, Schreiber H & Karås P. 2004. Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 61: 339-349
- Gutowski A, Foerster J & Schaumburg J. 2004. The use of benthic algae, excluding diatoms and Charales, for the assessment of the ecological status of running fresh waters: a case history from Germany. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 33 (2): 3-15
- Hammer Ø, Harper DAT & Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9
- Hammer Ø. 2009. PAST: Paleontological Statistics. Version 1.95. Reference Manual
- Henricson C, Sandberg-Kilpi E & Munsterhjelm R. 2006. Experimental studies on the impact of turbulence, turbidity and sedimentation on *Chara tomentosa* L. *Cryptogamie Algologie* 27: 419-434
- Isæus M. 2004. Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Doktorsavhandling. Stockholms universitet, Botaniska institutionen
- Johansson G & Persson J. 2007. Manual för basinventering av marina habitat (1150, 1160 och 1650). Metoder för kartering av undervattensvegetation, version 5
- Marmefelt E, Sahlberg S & Bergstrand S. 2007. HOME Vatten i södra Östersjöns vattendistrikt. Integrerat modellsystem för vattenkvalitetsberäkningar. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). Oceanografi Nr. 87. ISSN 0283-7714
- McCune B & Grace JB. 2002. Analysis of ecological communities. Andra utgåvan. Mjmm software. Oregon, USA
- Mossberg B & Stenberg L. 2003. Den nya nordiska floran. Wahlström & Widstrand, Stockholm

- Nilsson J & Lövgren O. 2006a. Marin inventering av makrovegetation vid Almö, Kvalmsö och Listerby skärgårds naturreservat i Blekinge, hösten 2005. Rapport 2006:1. Högskolan i Kalmar, Inst. för Biologi och Miljövetenskap. ISSN 1402-6198
- Nilsson J & Lövgren O. 2006b. Marin inventering av makrovegetation vid Gö i Blekinge, hösten 2005. Rapport 2006:2. Högskolan i Kalmar, Inst. för Biologi och Miljövetenskap. ISSN 1402-6198
- Nilsson J & Engkvist R. 2006. Marin inventering av makrovegetation öster om Listershuvuds naturreservat, runt Hanö och Malkvarn, hösten 2006. Rapport 2006:10. Högskolan i Kalmar, Inst. för Biologi och Miljövetenskap. ISSN 1402-6198
- Nilsson J. 2008a. Marin inventering av makrovegetation inom vattenområdet tillhörande Eriksbergs, Eriksbergs stränder, Bockö-Mjöö och Tjärö naturreservat i Blekinge, hösten 2007. Rapport 2008:1. Högskolan i Kalmar, Naturvetenskapliga inst. ISSN 1402-6198
- Nilsson J. 2008b. Marin inventering av makroalger i anslutning till Utklippans naturreservat i Blekinge, oktober 2007. Rapport 2008:2. Högskolan i Kalmar, Naturvetenskapliga inst. ISSN 1402-6198
- Nilsson J. 2008c. Provfiske i Maraviken och Flan samt inventering av makrovegetation i Flan, Eriksbergs naturreservat, Blekinge län augusti 2008. Rapport 2008:7. Högskolan i Kalmar, Naturvetenskapliga inst. ISSN 1402-6198
- Oksanen K, Kindt R, Legendre P, O'Hara B, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH & Wagner H. 2009. vegan: Community ecology package. R package version 1.15-4. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Oksanen J. 2009. Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial.
- R Developmental Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Wien, Österrike
- Roberts DW. 2007. labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 1.3-1. <http://ecology.msu.montana.edu/labdsv/R>
- Sandström A, Eriksson BK, Karås P, Isæus M & Schreiber H. 2005. Boating and navigation activities influence the recruitment of fish in a Baltic Sea archipelago area. *Ambio* 34: 125-130
- Schramm W. 1996. The Baltic Sea and its transition zones. I: Schramm W & Nienhuis PH (red) Marine benthic vegetation: recent changes and the effects of eutrophication. Springer Verlag, Heidelberg, Tyskland
- Tobiasson S. 2002a. Biologisk inventering vid Tromtö, Karlskrona kommun. Rapport 2002:20. Högskolan i Kalmar, Inst. för Biologi och Miljövetenskap. ISSN 1402-6198
- Tobiasson S. 2002b. Vegetationskartering i Möcklösund. Rapport 2002:18. Högskolan i Kalmar, Inst. för Biologi och Miljövetenskap. ISSN 1402-6198
- Wallentinus I. 1979. Environmental influences on benthic macrovegetation in the Trosa - Askö area, northern Baltic proper. II. The ecology of macroalgae and submersed phanerogams. Contributions from the Askö Laboratory 25, Stockholms universitet
- Wallentinus I. 1996. The northern Atlantic coast (the Swedish west coast, Norway and Iceland). I: Schramm W & Nienhuis PH (red) Marine benthic vegetation: recent changes and the effects of eutrophication. Springer Verlag, Heidelberg, Tyskland
- Wennberg S & Lindblad C (red). 2006. Sammanställning och analys av kustnära undervattenmiljö (SAKU). Naturvårdsverket. Rapport 5591. ISSN 0282-7298
- Willén E. & Tolstoy A. 2007. Käringhår, stinksvans och rödglidare – svenska namn på alger. *Svensk Botanisk Tidskrift* 101 (3-4): 221-236
- Økland, R H 1999. On the variation explained by ordination and constrained ordination axes. *Journal of Vegetation Science*, 10 (1): 131-136