

Analys av befintlig inventeringsdata rörande makrovegetation i Västerbottens havsmiljö samt förslag till kompletterande provtagning

AquaBiota Rapport 2011:02
Författare: Karl Florén & Hanna Mossfelt
AquaBiota Water Research



AquaBiota
WATER RESEARCH

STOCKHOLM, 05 2011

Beställare:

Rapporten är utförd av AquaBiota Water Research för länsstyrelsen i Västerbotten.

Författare:

Karl Florén (karl.floren@aquabiota.se)

Hanna Mossfelt

Bilder:

Övre vänster: *Potamogeton perfoliatus*, *Callitriche hermaphroditica*

Övre höger: Kiselalger

Nedre vänster: *Chara* sp.

Nedre höger: *Ephydatia* sp.

Fotograf: Karl Florén, AquaBiota Water Research

Kontaktinformation:

AquaBiota Water Research AB

Adress: Svante Arrhenius väg 21 A, 114 18 Stockholm

Tel: +46 8 16 10 07

www.aquabiota.se

Kvalitetsgranskad av:

Martin Isaeus (martin.isaeus@aquabiota.se)

Distribution:

Fri

Internetversion:

Nedladdningsbar hos www.aquabiota.se

Citera som:

Florén, K., Mossfelt, H., 2011. Titel. AquaBiota Rapport 2011:02. 46 sid.

Ämnesord: Inventering av makrovegetation, metoder, modellering

AquaBiota Rapport 2011:02

ISBN: 978-91-85975-14-3

ISSN: 1654-7225

© AquaBiota Water Research 2011



INNEHÅLL

Innehåll	2
Bakgrund och syfte	3
Sammanställning och analys av befintlig inventeringsdata	3
Data från dyktransekter	3
Data från videotransekter	4
Data från laguner och grunda vikar	5
Behandling av data inför analys	6
Miljövariabler	7
Data från GIS skikt	7
Analys	10
Resultat	11
Inventerade miljöer	11
Inventeringsresultat för olika metoder	15
Arternas miljökrav	18
Brister i artidentifiering	29
Framtagning av kompletterande provtagningsupplägg	29
Analys	30
Resultat	33
Sammanfattning av analyser i Västernorrland	39
Diskussion och slutsats	39
Förslag på provtagningsstationer för dropvideo 2011	41
Referenser	44

BAKGRUND OCH SYFTE

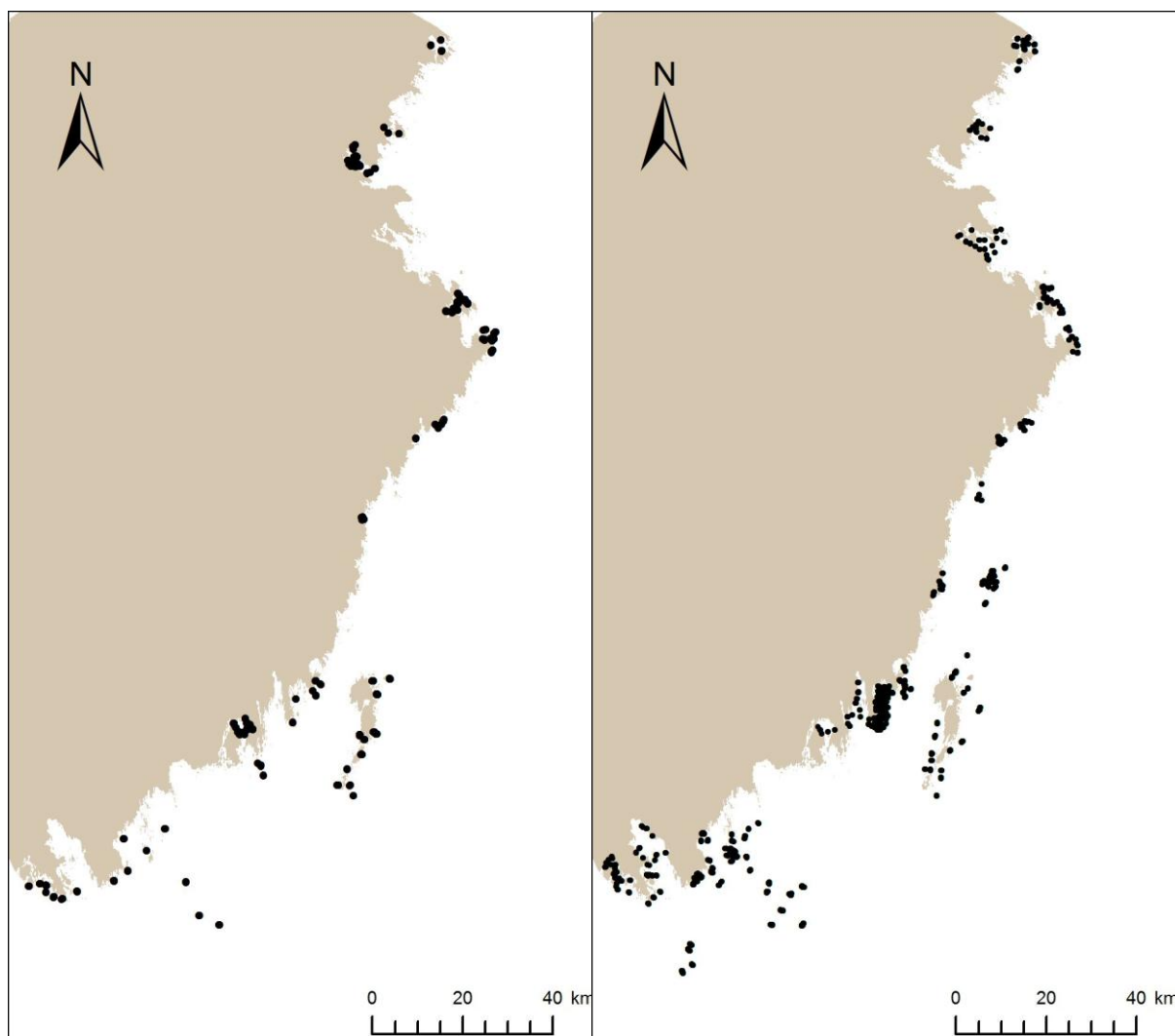
Rapporten sammanfattar och analyserar befintlig inventeringsdata rörande makrovegetation i Västerbottens havsmiljö. Ett kompletterande provtagningsupplägg har föreslagits efter analyser gjorda i Västernorrland. Syftet med den kompletterande provtagningen är att få bästa möjliga underlag för ekologisk habitatmodellering.

SAMMANSTÄLLNING OCH ANALYS AV BEFINTLIG INVENTERINGSDATA

Data från dyktransekter

Principen för dyktransekter är att de sträcker sig från vattenytan ned till växtlighetens nedersta gräns. Inventeringen sker främst med hjälp av apparatdykning, men kan även göras med hjälp av snorkling i grunda områden. Vid transektinventering skattas täckningsgraden av olika arter längs avsnitt av transekter, i rutor längs transekter, eller i friliggande rutor. Utöver data om växter och djur samlas även information om djup och ofta även bottenstrukturer in. En översiktlig beskrivning av olika fältmetoder med referenser till underliggande metodbeskrivningar finns i Blomqvist och Olsson (2007). Transektinventering genererar ofta inventeringsdata av hög kvalitet eftersom inventeringen kan göras noggrant och beläggsexemplar kan tas upp om artbestämningen är svår i fält. Nackdelarna med dyktransekter är att de är resurskrävande och att tidigare inventerade transekter inte är slumpmässigt lokaliserade.

I Västerbotten har dyktransekter genomförts inom regionala och nationella inventeringar, t.ex. marin basinventering och miljöövervakning. Inom projektet har data från 135 transekter uppdelade på 1541 avsnitt använts. Data erhöles från databasen MarTrans (manual: Blomqvist 2008).



Figur 1. Till vänster, Översikt av den geografiska fördelningen av de 135 dyktransekter som använts för analyser i projektet. Den högra kartan visar de 355 videotransekterna som använts.

Data från videotransekter

En videokamera med god upplösning hängs ner vertikalt under provtagningsbåten. En djupmätare eller kombination av djupmätare, laser och ekolod ger djup till ytan och kamerans avstånd till botten. En GPS ger positionen. Kameran hålls någon till några m över botten och ger kontinuerligt bilder av botten som spelas in digitalt tillsammans med djupuppgifter och position. En andra kamera med något lägre upplösning ger en mer horisontal bild av botten, vilket underlättar orienteringen samt tolkningen av data senare. Vid intressanta strukturer sänks kameran ner mot botten för att ge en detaljerad bild av växterna och djuren samt bottenytan, vilket underlättar senare tolkning. Videobilderna tolkas i efterhand och protokoll framställs.

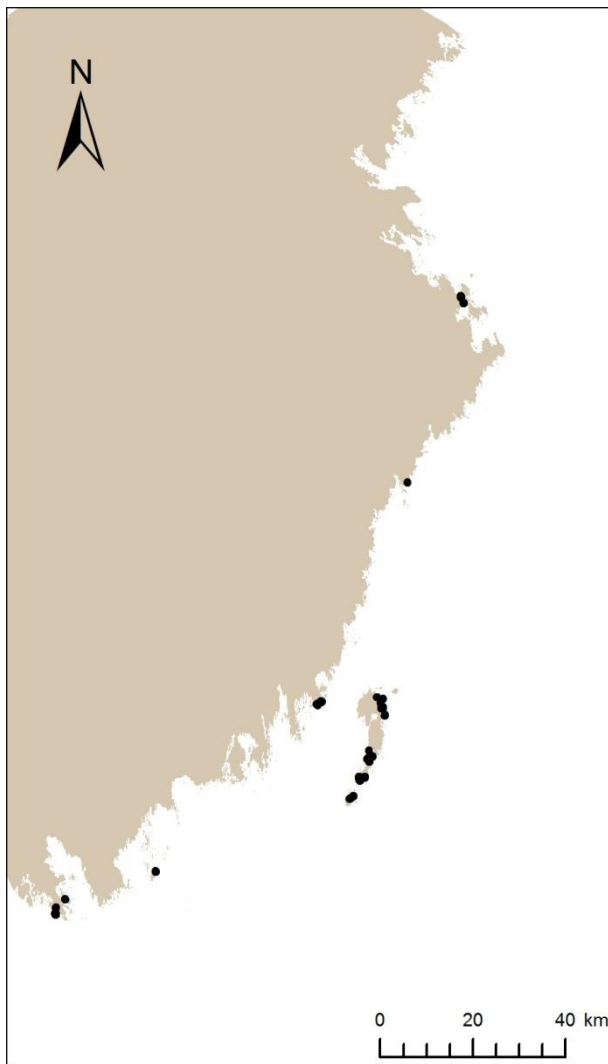
Videotransekten startar ofta ute på djupt vatten och går sedan vinkelrätt mot djupkurvan mot grundare områden. Genom att studera ekolodet väljs en startpunkt ut

där botten börjar få struktur (tecken på hårbotten) om djupet är sådant att alger kan växa där. Väl inne på grunt vatten vänds ofta båten snett utåt igen och transketen fortsätter mot djupt vatten tills djupet eller substratet gör att algerna upphör att växa. På detta sätt blir säkerheten att hitta de djupaste växande algerna större. Detta tillvägagångssätt gör att videotransekter kan bli flera kilometer långa. På samma sätt som för dyktransekter skattas täckningsgraden av olika arter av växter och djur samt substrat. När data från videotransekter ska användas för modellering uppstår samma problem som för data från dyktransekter. Nackdelen med metoden är att det inte är möjligt att identifiera lika många arter som vid t.ex. dyktransekter. Anledningarna är att vissa arter, t.ex. fintrådiga alger, är svåra att skilja åt i bild och det är större risk att missa småväxta arter eller arter med låg täckningsgrad. Vidare kan påväxt, dålig sikt eller lösliggande alger försvåra inventeringen.

Inom projektet har data från 355 transekter uppdelade på 4801 avsnitt använts.

Data från laguner och grunda vikar

Vegetationskarteringen sker längs transekter dragna vinkelrätt mot vikens längdriktning. Med hjälp av en transektlina mäts en bastransekt upp från vikens innersta ände till mynningen. Vid varje avstånd där en tvärtransekt ska gå släpps en boj med tyngd. Den första transekten dras 10 m från bastransektens start. Övriga transekter placeras ut med jämna avstånd, vanligen 100 m. En snorklare följer transekten och placerar ut provrutan var 10:e m (utgående från tejpmarkeringen) inom intervallet 0 till 50 m närmast strandzonen på vardera sidan av viken. På de övriga, mer centralt belägna, delarna av transekten läggs rutor med intervallet 20 m, d.v.s. mittdelarna av transekter som är längre än 100 m karteras glesare eftersom vegetationen ofta varierar mindre i dessa delar. I varje ruta registreras täckningsgraden av kärlväxter och större alger i procent eller som klass. I denna rapport kommer inventeringar från grunda vikar benämnas ”grunda”. Inom projektet har data från 115 transekter uppdelade på 685 rutor använts.



Figur 2. Den geografiska fördelningen av de 116 transekter från laguner och grunda vikar som använts för analyser i projektet.

Behandling av data inför analys

Undersökningen ULTRA från 2008 valdes efter samråd med länsstyrelsen i Västerbotten att tas bort, även Trendövervakningarna vid Kronören, 2001 och 2004 och Trendövervakningarna vid Holmöarna 2004 och 2007 togs bort då dessa gjordes längs samma transekter även senare år. I de fall där olika dyktransekter överlappar varandra, har endast transekten från den senaste utförda undersökningen använts.

För dyk- och videodata har koordinaterna i avsnittens mitt räknats ut från transektens startkoordinater, avstånd från startpunkten samt transektens riktning. De dyktransekter som saknat både riktning och slutkoordinater har ej använts i analyserna.

Två dykavsnitt innehåller djupet -10 m och har tagits bort från datat.

Tabell 1. Sammanfattning av inventeringsdata som använts för analyser

Inventeringsmetod	Antal transekter	Antal avsnitt
Dyktransekter	135	1541
Videotransekter	355	4801
Grunda	115	685*
Summa	605	7027

*För inventeringsmetoden "Grunda" har rutor används för analyser

Miljövariabler

Från det biologiska datat användes uppmätt djup samt uppskattat bottensubstrat för analyserna.

Data från GIS skikt

Vågexponering

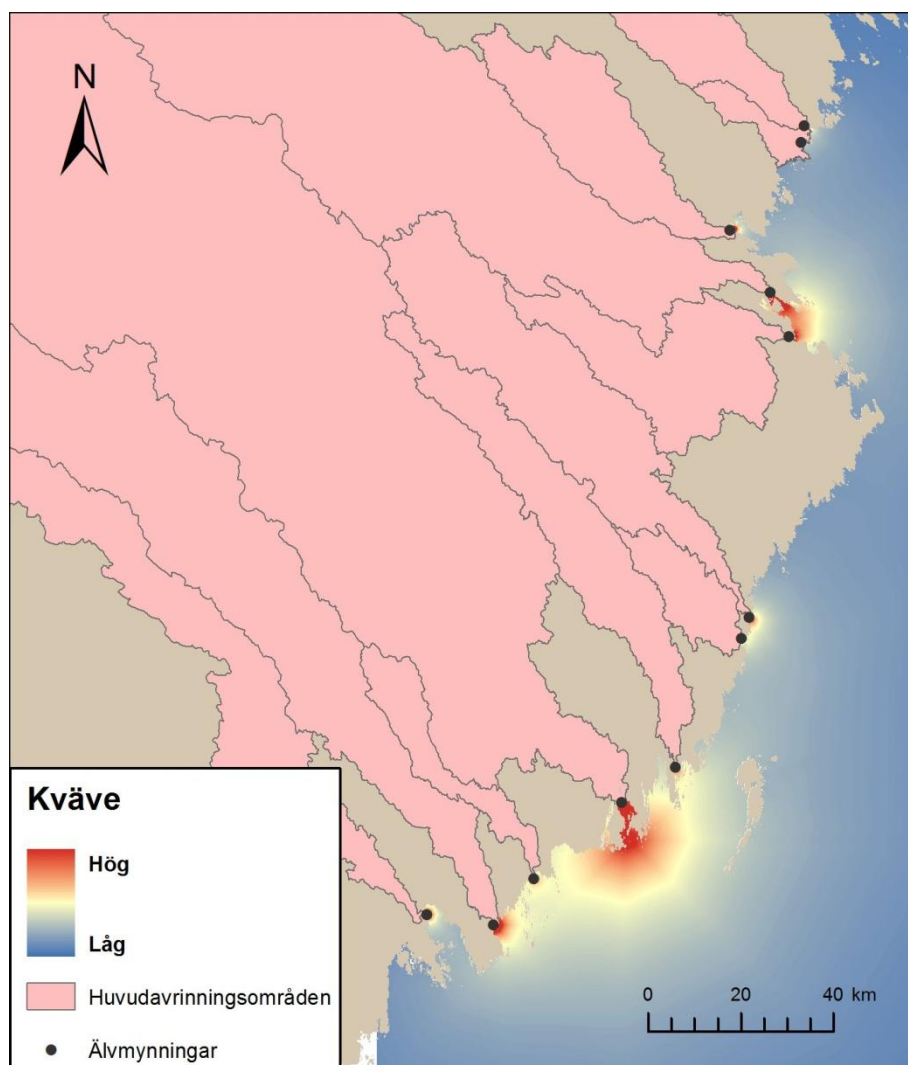
Med vågexponering avses det rumsliga mönster av graden av vågverkan som strukturerar strandzonens artsammansättning (Lewis 1964). Även om vågornas riktning och energi ständigt varierar är vågexponeringsmönstret i stort sett oföränderligt över tid. Tydligast blir detta i skärgårdsmiljöer där bottensamhället ser helt olika ut i skyddade respektive exponerade miljöer. Vågrörelserna är kraftigast vid ytan och avtar med djupet, vilket innebär att de grunda, ofta växtdominerade, miljöerna påverkas mest. Vågrörelserna påverkar arternas utbredning både direkt och indirekt. Direkt påverkan sker t.ex. genom att plantor slits bort eller genom att det skapas god vattenomsättning för filtrerande djur. Indirekt påverkan sker genom att löst sediment transporteras bort eller sorteras i kornstorlekar. På så sätt friläggs hårdbottenmiljöer för alger och djur att fästa sig på i vissa områden. I andra områden ansamlas sand och annat löst sediment, vilket skapar livsrum för t.ex. rotade växter och grävande djur. Arter kan vara specialiserade och bara förekomma vid en viss grad av vågpåverkan, eller ha olika form eller storlek som ett resultat av graden av vågpåverkan. Ett exempel på det senare är blåstång som blir högväxt och har många blåsor i skyddade miljöer, medan den blir kortväxt och kan helt sakna blåsor i vågexponerade miljöer.

Eftersom vågaktiviteten hela tiden varierar är graden av vågexponering svår att mäta i fält, och uppskattas därför normalt med en beräkningsmetod. Det finns ett flertal kartografiska metoder att välja på, var och en har sina för- och nackdelar. I detta arbete har metoden Simplified Wave Model (SWM, Isæus 2004) använts. Den kallas simplified (förenklad) eftersom den inte tar hänsyn till hur vattendjupet påverkar vågornas egenskaper. Till SWM-metodens fördelar hör att den kan användas i hög upplösning och att den ger en ekologiskt relevant bild av vågexponeringsmönster i

skärgårdsområden, vilket visats i en rad vetenskapliga studier (t.ex. Eriksson m.fl. 2004, Bekkby m.fl. 2008, Sandman m.fl. 2008). Den har också använts till att ta fram generella vågexponeringskartor för hela Sveriges kust inom projektet ”Sammanställning och analys av kustnära undervattenmiljö, SAKU” (Naturvårdsverket 2006) och dess värden har delats in i preliminära exponeringsklasser i enlighet med det europeiska systemet EUNIS.

Kväve och fosfor

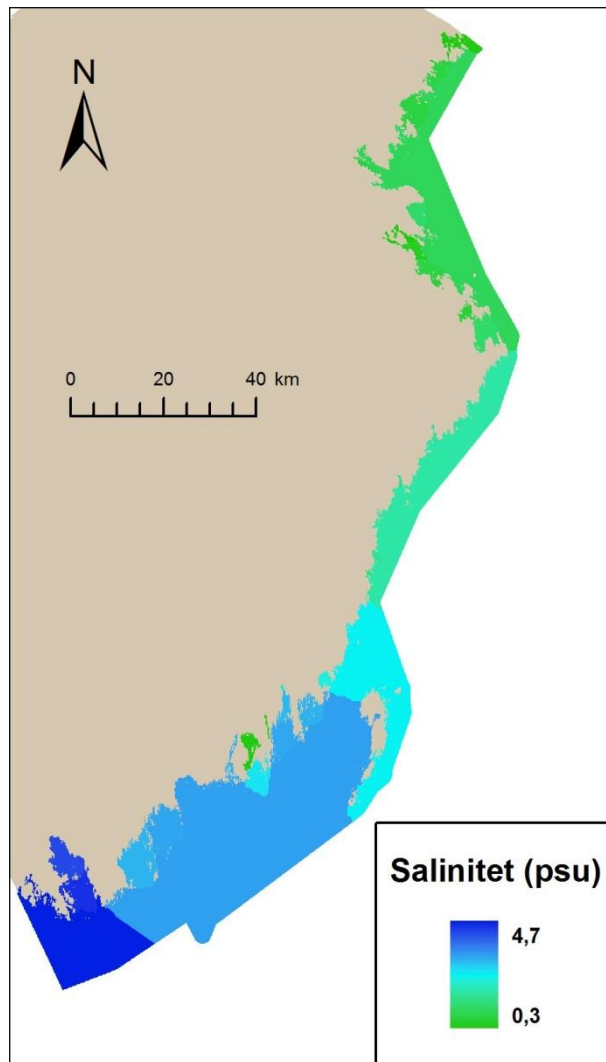
På uppdrag av SMED (Svenska MiljöEmissionsData) inledde Naturvårdsverket 2006 ett omfattande projekt som gick ut på att beräkna näringsämnestransporten från Sverige till Östersjön (Naturvårdsverket 2006). Beräkningarna har baserats på 13500 delavrinningsområden som sedan summerats till ett mindre antal huvudavrinningsområden (ca 40 st. i Västerbotten). Med hjälp av denna information kunde näringsbelastningen från de 12 största älvarna i Västerbotten identifieras. Kväve- och fosforvärdena i respektive älvmyrning användes sedan för att ta fram 2 heltäckande rasterskikt för kväve respektive fosfor i länet. Värdet i varje cell baserades på det vattenväga avståndet från älvmyrningarna samt mängden näringsämnen i respektive myrning.



Figur 3. Beräknad kvävebelastning från de 12 största älvarna i Västerbottens län. Kartan baseras på information från SMED (Svenska MiljöEmissionsData) om näringsämnestransport till Östersjön. Den totala avrinningen av näringsämnen från respektive huvudavrinningsområde har använts i beräkningarna.

Salinintet

Salinitetsdata hämtades från databasen HOME (Hydrology, Oceanography and Meteorology for the Environment). Informationen är framtagen av SMHI och är baserad på oceanografisk modellering. GIS skiktet är uppdelat på ett antal basänger med ett salinitetsvärde för varje basäng.



Figur 4. Salinitetskarta som bygger på data hämtat från databasen HOME.

Natura 2000 och Naturreservat

Områden med särskilt skyddsvärde som skyddas med miljöbalkens kapitel 7. GIS skikt med information om Natura 2000 och naturreservat har hämtats från <http://www.gis.lst.se/lstgis/lstsverige>.

ANALYSER

Fördelning av de tre inventeringsmetoderna i olika miljöer har analyserats både med hjälp information från fältdata och från GIS skikt. Utifrån analyserna har brister vad gäller inventeringarnas spridning i de olika miljöerna identifieras. Vidare har miljökraven för 35 arter/artgrupper analyserats. Fördelning och täckningsgrad av

dessas arter/artgrupper beroende av inventeringsmetod har även tagits fram. Brister i artidentifiering för de olika inventeringsmetoderna har analyserats.

RESULTAT

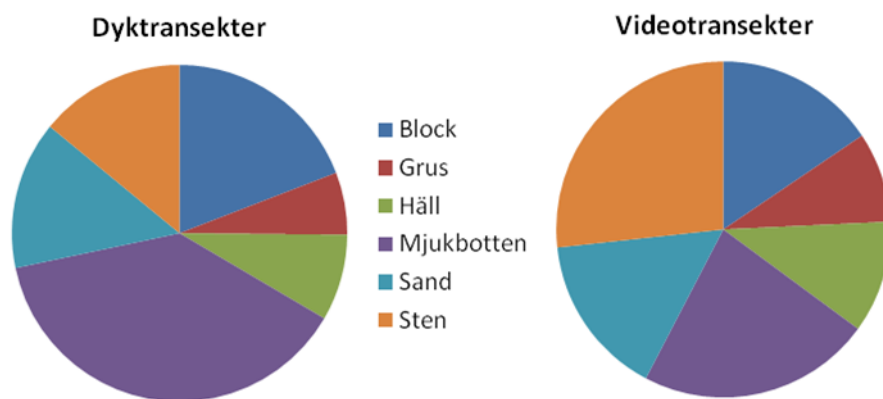
Inventerade miljöer

De inventerade miljöerna skiljde sig mellan de olika inventeringsmetoderna. Medelvärden av de olika bottensubstraten och medelvärdet av djup, vågexponering, salinitet (sommavärden), kväve och fosfor för avsnitten i varje inventeringsmetod har tagits fram. Andelen avsnitt inom Natura 2000 områden och naturreservat har beräknats för varje inventeringsmetod.

Täckningsgraden av olika bottensubstrat uppskattas inte i metoden ”Grunda”. Resultaten gäller således endast data från dyk- och videoinventeringar. Av de sex uppskattade substrattyperna var det förekomsten av sten och mjukbotten som skiljde sig mest mellan inventeringsmetoderna. Medelvärdet av den uppskattade täckningsgraden av sten i varje avsnitt var 14,4 % för dyktransekterna och 27,2 % för videotransekterna. Medelvärdet av den uppskattade täckningsgraden av mjukbotten i varje avsnitt var 39,1 % för dyktransekterna och 23 % för videotransekterna. De dominerande substrattyperna i dyktransekterna var mjukbotten och block medan sten och mjukbotten var vanligast i videotransekterna. Resultaten sammanfattas i tabell 2 och illustreras i Figur 5.

Tabell 2. Den genomsnittliga uppskattade täckningsgraden av olika bottensubstrat för olika inventeringsmetoder.

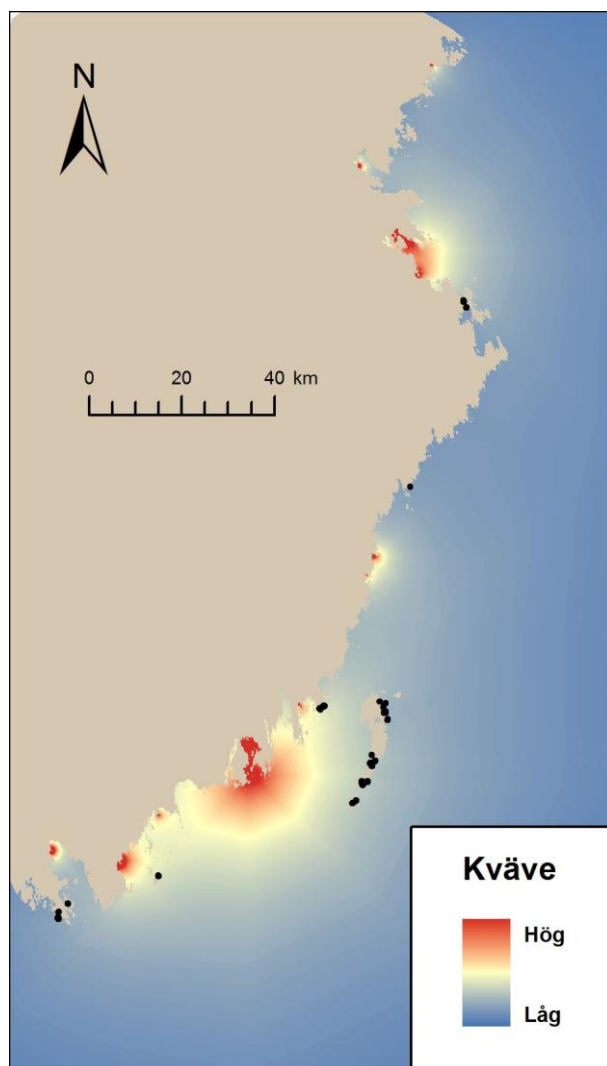
	Genomsnittlig täckningsgrad i % per avsnitt	
	Dyk	Video
Häll	8.5	11.0
Block	19.6	15.8
Sten	14.4	27.2
Grus	6.2	8.9
Sand	14.6	15.9
Mjukbotten	39.1	23.0



Figur 5. Fördelning av uppskattad bottensubstrattyp för dyk- respektive videoinventeringar

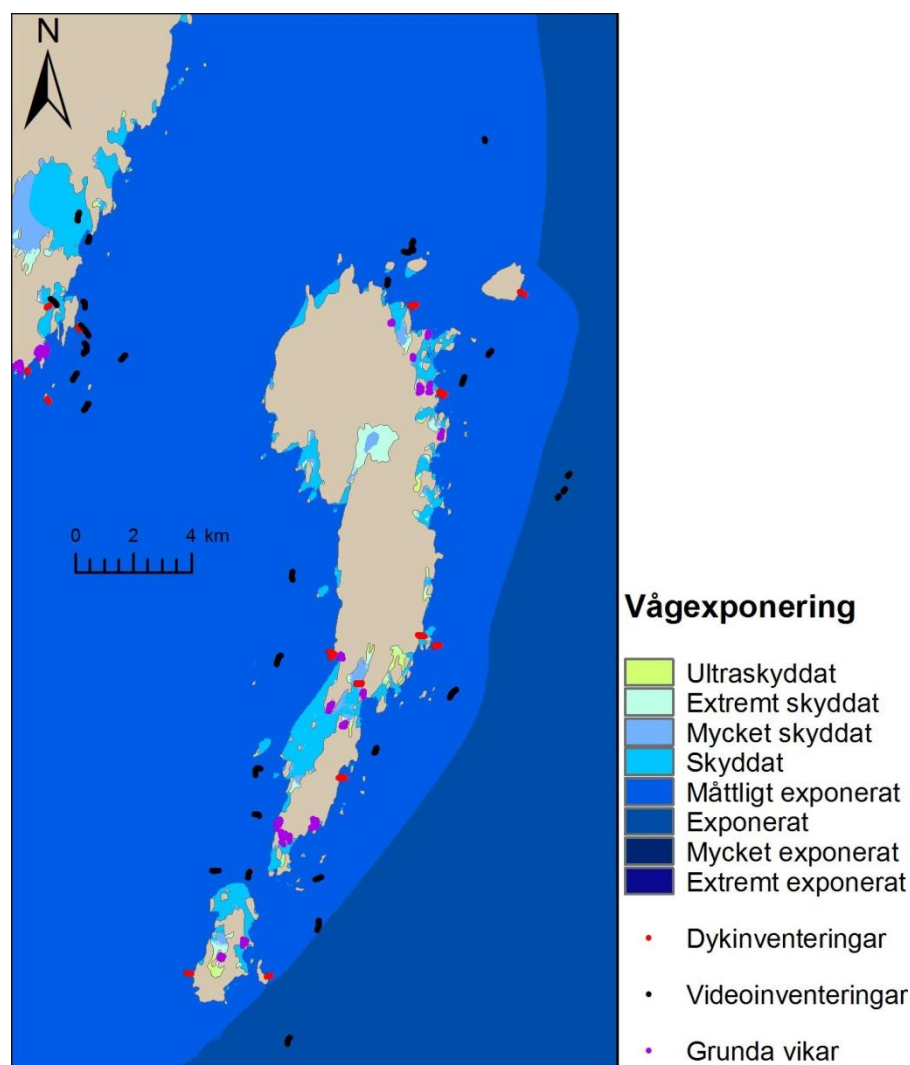
Tabell 3. Genomsnittliga värden för olika miljövariabler beroende av inventeringsmetod.

	Dyk	Video	Grunda
Djup (m)	2.92	6.43	0.69
Vågexponering	148364	273436	25290
Salinitet (psu)	3.02	3.64	3.83
Kväve	79	40	35
Fosfor	3.37	1.9	1.6



Figur 6. Den beräknade kvävebelastningen för lokaler inventerade enligt metoden "grunda"

Medelvärde för djup och vågexponering skiljde sig markant mellan de olika inventeringsmetoderna. Videoinventeringarna var utförda i klart djupare och mer exponerade miljöer än dykinventeringarna. Inventeringar enligt Grunda metoden var utförda i grunda och skyddade miljöer vilket också är syftet med metoden. I figur 6 illustreras den beräknade exponeringen för de olika metoderna runt Holmöarna.



Figur 7. De tre inventeringstyperna i förhållande till beräknad vågexponeringsgrad i området kring Holmöarna.

Enligt GIS skikten för näringsbelastning var dykinventeringarna utförda i miljöer med klart högre näringshalter än övriga metoder. Inventeringar enligt Grunda metoden var främst utförda i miljöer med låg näringsbelastning. Drygt 35 % av inventeringarna (oavsett metod) var utförda i skyddade områden (Natura 2000/naturreservat). Andelen avsnitt inom skyddade områden var olika beroende av metod enligt tabell 4. Eftersom dessa områden endast täcker någon procent av Västerbottens marina område är de kan slutsatsen dras att de är starkt överrepresenterade i inventeringsdata.

Tabell 4. Andel inventerade avsnitt inom Natura 2000 områden och naturreservat beroende av inventeringsmetod.

Avsnitt inom skyddade områden (%)		
	Natura 2000	Naturreservat
Dyk	55.5	43.1
Video	24.1	24.2
Grunda	83.9	83.5
Total	36.8	34.1

Inventeringsresultat för olika metoder

I tabell 5 redovisas förekomst och genomsnittlig uppskattad täckningsgrad av 35 arter/artgrupper beroende av inventeringsmetod. Kärlväxterna delades även in i tre olika grupper beroende av storlek för analyser.

Låga kärväxter: *Elatine hydropiper*, *Elatine orthosperma*, *Elocharis acicularis*, *Isoetes echinospora*, *Isoetes lacustris*, *Lemna trisulca*, *Limosella aquatica*, *Subularia aquatica*, *Ranunculus reptans*

Halvhöga kärlväxter: *Potamogeton pusillus*, *Zannichellia palustris*, *Callitriche* spp., *Callitriche hermaphrodita*, *Ranunculus confervoides*

Höga kärlväxter: *Myriophyllum sibiricum*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton vaginatus*, *Ranunculus peltatus*, *Ranunculus peltatus* ssp. *Baudotii*

Gruppen "Chara spp." innefattar *Chara aspera*, *Chara baltica*, *Chara globularis*, *Chara tomentosa*, *Chara connivens* samt *Chara* spp. *Nitella* spp. Innefattar *Nitella flexilis*, *Nitella flexilis/opaca* samt *Nitella* spp.

De vanligast förekommande arterna i dykinventeringarna var ålnate (*Potamogeton perfoliatus*), borststräfs (Chara aspera) och grönslick (*Cladophora glomerata*) vilka alla förekom i över 20 % av avsnitten. De arter som påträffades i högst täckningsgrad i dykinventeringarna var braxengräs (*Isoetes* spp.), slangalger (*Vaucheria* spp.) och grönslick (*Cladophora glomerata*) vilka alla hade en genomsnittlig uppskattad täckningsgrad över 40 %. De vanligast förekommande arterna i videoinventeringarna var ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) som förekom i 28,5 % av avsnitten följt av grönslick och sträfsen (*Chara* spp.) som förekom i 17,2 % respektive 16,5 % av avsnitten. De arter som påträffades i högst täckningsgrad i videoinventeringarna var slangalger, ishavstofs och brunslick med genomsnittliga uppskattade täckningsgrader på 53,1%, 37,1% respektive 28,6 %.

De flesta arter/artgrupper var betydligt vanligare (andel avsnitt med förekomst) i dykinventeringarna än i videoinventeringarna. Till undantagen hörde slangalger, ishavstofs och blåmussla (*Mytilus edulis*) som var betydligt vanligare i videoinventeringarna. Den genomsnittliga uppskattade täckningsgraden var högre i

dykinventeringarna än i videoinventeringarna för 21 arter/artgrupper (i fall där arten/artgruppen förekom i båda inventeringstyperna). För 11 arter/artgrupper var den genomsnittliga uppskattade täckningsgraden högre i videoinventeringarna än i dykinventeringarna.

I ”Grunda” inventeringarna förekom nästan uteslutande olika arter av kransalger och kärlväxter. Borststräfsen, borstnate och knoppslinga var de tre arter som förekom mest frekvent. Sträfsen (*Chara* spp.) förekom i nästan hälften av avsnitten. Djupväxande alger som kräkel, rödslick och ishavstofs samt blåmussla saknades helt i denna inventeringsmetod. Den genomsnittliga uppskattade täckningsgraden av de flesta höga och halvhöga kärlväxter, kransalger och tång var betydligt högre i dessa inventeringar än i dyk- och videoinventeringarna. Den genomsnittliga uppskattade täckningsgraden av låga kärlväxter, hårsärv och axslinga var dock lägre.

Tabell 5. Förekomst och genomsnittlig uppskattad täckningsgrad av 35 arter/artgrupper beroende av inventeringsmetod. Förekomst betyder andelen avsnitt där arten/artgruppen har observerats och genomsnittlig täckningsgrad syftar till den genomsnittliga uppskattade täckningsgraden av arten/artgruppen i de avsnitt där den observerats. Arter som ingår i grupperingarna låga kärlväxter, halvhöga kärlväxter, höga kärlväxter, Chara spp., samt Nitella spp./Tolypella finns redovisade ovan.

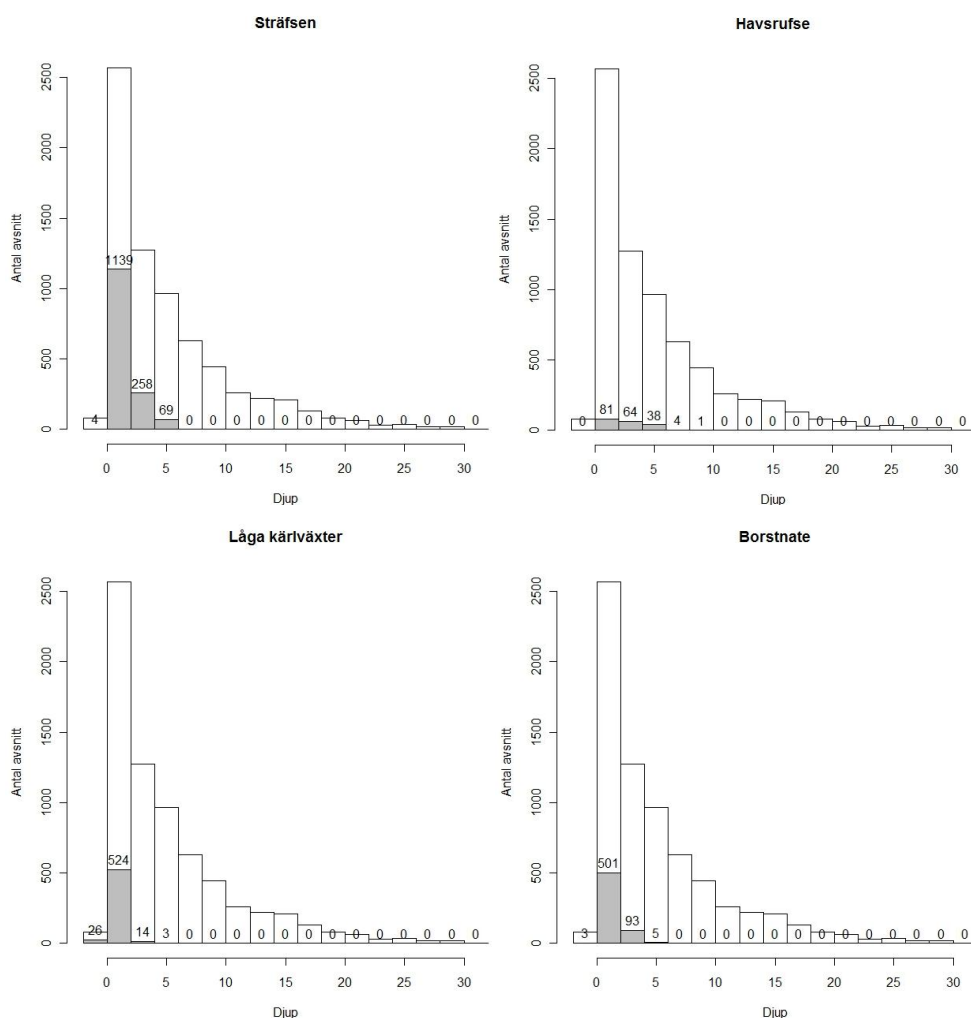
Art/artgrupp	Dyk		Video		Grunda		Alla	
	Förekomst (%)	Genomsnittlig TG (%)	Förekomst (%)	Genomsnittlig TG (%)	Förekomst (%)	Genomsnittlig TG (%)	Förekomst (%)	Genomsnittlig TG (%)
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	8.5	6.7	3.6	6.1	3.5	18.4	4.7	7.2
<i>Ceramium tenuicorne</i>	11.1	5.8	10.4	5.5	0.0	0.0	9.6	5.6
<i>Chara aspera</i>	21.2	34.3	5.2	22.8	47.7	37.8	12.9	32.4
<i>Chara baltica</i>	0.8	19.7	0.0	5.0	0.3	15.0	0.2	18.2
<i>Chara globularis</i>	0.6	14.0	0.2	29.5	0.1	5.0	0.3	21.4
<i>Cladophora glomerata</i>	20.7	42.2	17.2	24.9	0.0	0.0	16.3	29.7
<i>Ectocarpus siliculosus/Pylaiella littoralis</i>	5.9	20.4	4.7	28.6	1.8	67.1	4.7	27.8
<i>Eleocharis acicularis</i>	6.0	21.3	0.0	0.0	3.8	30.4	1.7	23.3
<i>Ephydatia fluviatilis</i>	8.5	1.9	5.3	1.6	0.0	0.0	5.5	1.7
<i>Fontinalis spp.</i>	5.5	3.1	2.8	7.7	0.0	0.0	3.1	5.9
<i>Fucus spp.</i>	6.2	12.7	2.8	7.2	1.8	19.2	3.4	9.9
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	3.7	3.1	1.1	2.2	0.0	0.0	1.6	2.7
<i>Isoëtes spp.</i>	11.7	43.1	2.0	19.4	0.0	0.0	3.9	34.9
<i>Myriophyllum sibiricum</i>	5.5	8.5	1.8	14.5	13.0	24.0	3.7	15.8
<i>Myriophyllum spicatum</i>	2.0	11.7	2.3	5.2	0.3	3.0	2.1	6.6
<i>Mytilus edulis</i>	1.0	2.6	2.3	2.4	0.0	0.0	1.8	2.4
<i>Nitella spp.</i>	9.6	14.8	0.3	5.1	0.0	0.0	2.3	13.8
<i>Polysiponia fucooides/Rhodomela confervoides</i>	2.7	5.0	1.3	4.2	0.0	0.0	1.5	4.5
<i>Potamogeton pectinatus</i>	9.6	14.6	6.4	14.2	21.3	20.8	8.6	15.9
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	26.2	12.0	12.2	10.5	9.1	14.9	15.0	11.3
<i>Potamogeton pusillus</i>	0.0	0.0	0.1	2.1	8.8	23.9	1.0	21.6
<i>Potamogeton vaginatus</i>	1.1	11.9	0.1	4.3	0.0	0.0	0.3	9.9
<i>Ranunculus peltatus</i>	7.2	6.9	1.1	13.7	0.6	5.0	2.4	9.1
<i>Ranunculus confervoides</i>	2.4	8.3	0.2	11.5	1.3	18.7	0.8	10.6
<i>Sagittaria spp.</i>	5.2	31.0	0.9	15.1	2.5	11.3	2.0	23.9
<i>Sphacelaria arctica</i>	15.7	35.2	28.5	37.1	0.0	0.0	22.9	36.8
<i>Subularia aquatica</i>	7.8	20.3	0.0	0.0	3.5	19.1	2.0	20.1
<i>Tolypella nidifica</i>	6.0	6.1	1.9	6.7	0.7	24.0	2.7	6.9
<i>Vaucheria spp.</i>	2.5	42.2	4.4	53.1	0.0	0.0	3.5	51.4
<i>Zannichellia spp.</i>	5.4	8.0	2.2	18.7	6.4	5.1	3.3	12.4
Låga kärlväxter	20.5	42.1	3.1	17.4	15.0	28.1	8.1	33.1
Halvhöga kärlväxter	14.2	8.9	5.3	12.6	18.7	17.8	8.6	12.3
Höga kärlväxter	37.6	15.6	19.7	14.0	41.0	22.4	25.7	15.8
<i>Chara spp.</i>	22.5	34.2	16.5	23.2	48.2	37.6	20.9	29.1
<i>Nitella spp./Tolypella nidifica</i>	13.7	13.0	2.1	6.9	0.7	24.0	4.5	11.3

Arternas miljökrav

I tabell 6, 7 och 8 redovisas hur arterna/artgrupperna förekom i förhållande till djup, vågexponering, salinitet, kväve- och fosforbelastning samt olika bottenstrukturer.

Djup

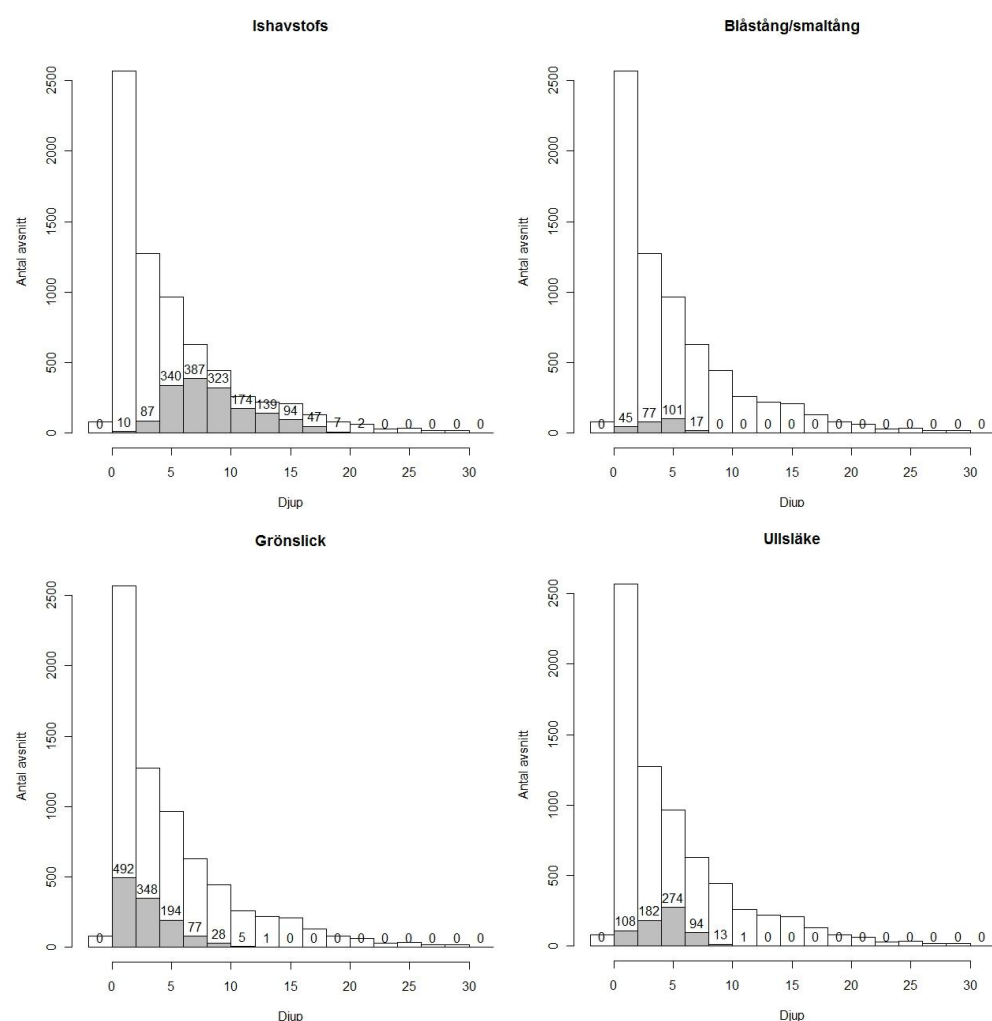
Medeldjupet för förekomst av kransalger var från 1,06 m (*Chara aspera*) till 2,72 m (*Tolypella nidifica*). Den djupaste observationen av kransalger gjordes på 8,05 m (*Tolypella nidifica*). *Myriophyllum spicatum* var den djupast förekommande kärlväxten och observerades ner till 6,65 m djup. Arten hade också högst medeldjup för förekomst (2,9 m). De vanligaste natearterna (*Potamogeton pectinatus* och *Potamogeton perfoliatus*) hade medeldjup för förekomst på 1,28 samt 1,81 m djup. Gruppen låga kärlväxter hade ett medeldjup på 0,74 m.



Figur 8. Histogrammen visar fördelningen av inventeringsavsnitt i olika djupintervall samt inom vilka intervall observationer gjorts av arterna sträfsen (*Chara* spp.), havsrufse (*Tolypella nidifica*), borstnate (*Potamogeton pectinatus*) samt gruppen låga kärlväxter. De vita staplarna

visar antalet avsnitt och de gråa staplarna visar antalet observationer, vilket även siffran ovanför dessa anger.

De djupast förekommande algerna var *Sphacelaria arctica*, *Polysiphonia fucoides*/*Rhodomela confervoides* och *Furcellaria lumbricalis* som observerades ner till ca 20 m djup. Medeldjupet för förekomst var ca 8 m för dessa arter. *Fucus vesiculosus*/*Fucus radicans* observerades ner till 7,8 m djup och hade ett medeldjup för förekomst på 3,8 m. *Vaucheria* observerades ned till ca 8 m djup och medeldjup för förekomst var 3,24 m. *Cladophora glomerata* observerades ned till 13 m djup och medeldjup för förekomst var 2,95 m. *Ceramium tenuicorne* och *Ectocarpus siliculosus*/*Pylaiella littoralis* observerades ner till drygt 11 m djup. Medeldjupet för förekomst var dock något mindre för *Ceramium tenuicorne*.

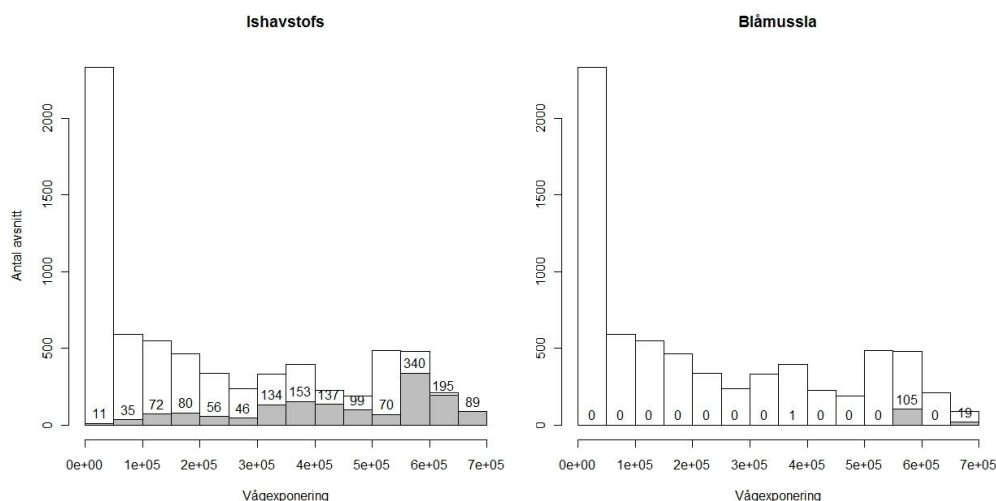


Figur 9. Histogrammen visar fördelningen av inventeringsavsnitt i olika djupintervall samt inom vilka intervall observationer gjorts av arterna ishavstofs (*Sphacelaria arctica*), blåstång/smaltång (*Fucus vesiculosus*/*Fucus radicans*), grönslick (*Cladophora glomerata*) samt ullsläke (*Ceramium tenuicorne*). De vita staplarna visar antalet avsnitt och de gråa staplarna visar antalet observationer, vilket även siffran ovanför dessa anger.

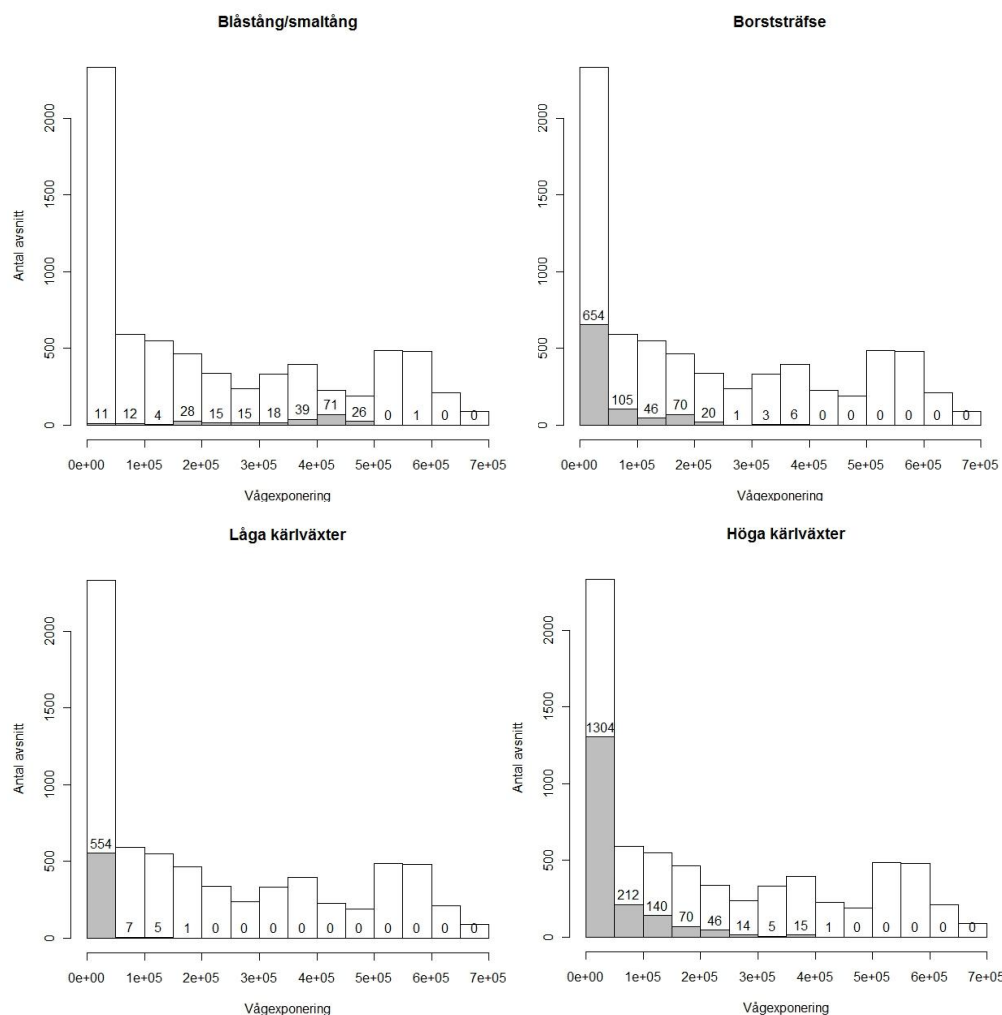
Noterbart för dessa resultat är det höga medeldjupet (2,95 m) och maxdjupet för observationer av *Cladophora glomerata*. Den djupaste observationen (12,95 m) gjordes i videoinventeringar. Den djupaste observationen i dykinventeringar gjordes på 9,25 m. Normalt förekommer inte *Cladophora glomerata* så djupt (ned till ca 7 m djup enligt Tolstoy & Österlund, 2003).

Vågexponering

Medelvärde för exponeringsgraden för *Chara aspera*, *Chara baltica*, *Isoetes* spp., *Potamogeton vaginatus* och *Sagittaria* spp. föll inom exponeringsklassen ”Mycket skyddat”. *Chara aspera*, *Isoetes* spp., samt *Sagittaria* spp. förekom upp till exponeringsgraden ”Måttligt exponerat” medan *Chara baltica* och *Potamogeton vaginatus* endast observerades upp till exponeringsklassen ”Skyddat”. *Sphacelaria arctica*, *Furcellaria lumbricalis*, *Polysiphonia fucoidea/Rhodomela confervoides* samt *Mytilus edulis* observerades från måttligt exponerade till exponerade miljöer. De flesta kärlväxterna observerades från ultraskyddade till måttligt exponerade miljöer.



Figur 10. Histogrammen visar fördelningen av inventeringsavsnitt i olika intervall av vågexponering samt inom vilka intervall observationer gjorts av arterna ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) och blåmussla (*Mytilus edulis*). De vita staplarna visar antalet avsnitt och de grå staplarna visar antalet observationer, vilket även siffran ovanför dessa anger.



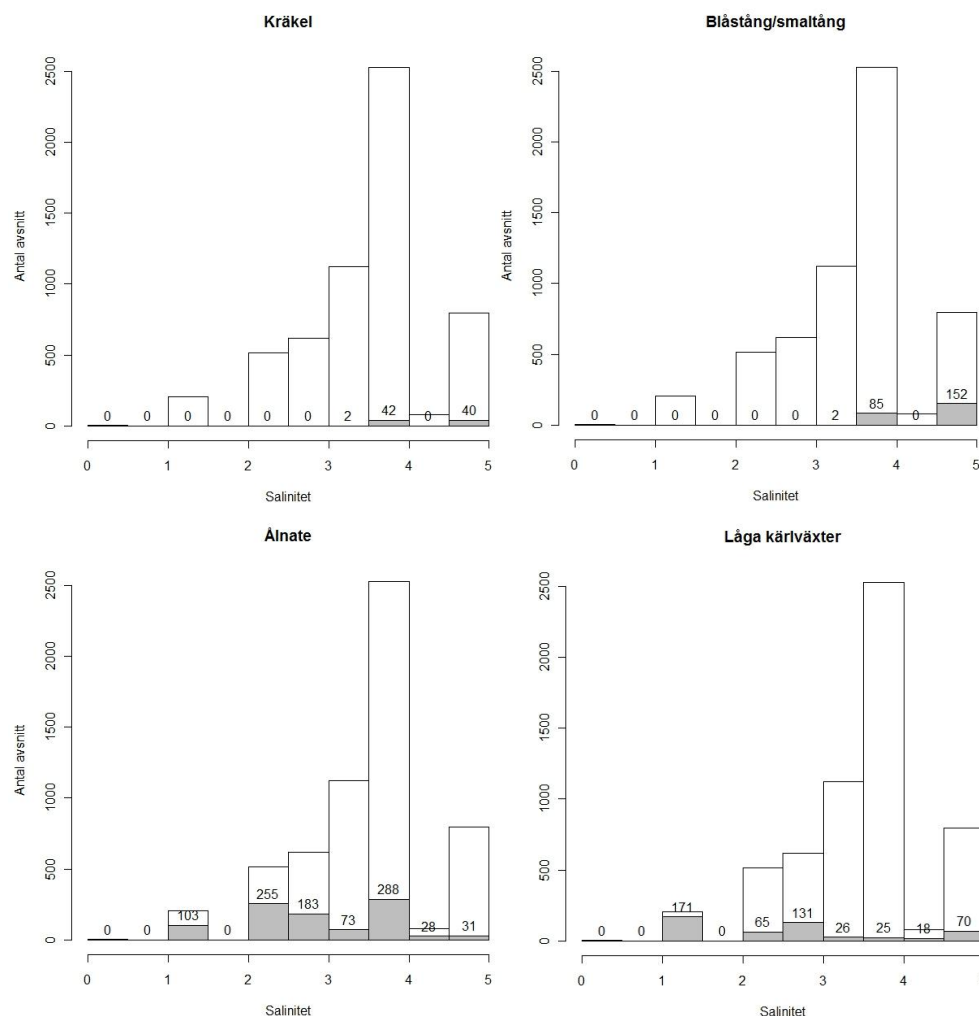
Figur 10. Histogrammen visar fördelningen av inventeringsavsnitt i olika intervall av vågexponering samt inom vilka intervall observationer gjorts av arterna blåstång/smaltång (*Fucus vesiculosus*/*Fucus radicans*), borststrärfse (*Chara aspera*) samt grupperna höga och låga kärlväxter. De vita staplarna visar antalet avsnitt och de gråa staplarna visar antalet observationer, vilket även siffran ovanför dessa anger.

Tabell 6. Arternas/artgruppernas förekomst i förhållande till djup och vågexponering. För avsnitt där arterna/artgrupperna observerats har medel- max- och minvärde för djup och vågexponering räknats ut.

Art/artgrupp	Djup			Vågexponering		
	Medel	Min	Max	Medel	Min	Max
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	1.69	0	5.7	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Ceramium tenuicorne</i>	4.2	0.2	11.7	Måttligt exponerat	Mycket skyddat	Exponerat
<i>Chara aspera</i>	1.06	0	5.65	Mycket skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Chara baltica</i>	2.34	0.35	5.75	Mycket skyddat	Mycket skyddat	Skyddat
<i>Chara globularis</i>	1.57	0.1	2.4	Måttligt exponerat	Mycket skyddat	Måttligt exponerat
<i>Cladophora glomerata</i>	2.95	0.1	12.95	Måttligt exponerat	Extremt skyddat	Exponerat
<i>Ectocarpus siliculosus/Pylaiella littoralis</i>	4.8	0.1	11.35	Måttligt exponerat	Mycket skyddat	Exponerat
<i>Eleocharis acicularis</i>	0.55	0	4.85	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Ephydatia fluviatilis</i>	6.4	0.5	14.6	Måttligt exponerat	Extremt skyddat	Exponerat
<i>Fontinalis spp.</i>	3.9	0	9.25	Måttligt exponerat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Fucus spp.</i>	3.8	0.6	7.8	Måttligt exponerat	Ultra skyddat	Exponerat
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	7.9	2.6	19.3	Måttligt exponerat	Måttligt exponerat	Exponerat
<i>Isoëtes spp.</i>	0.87	0.1	3.45	Mycket skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Myriophyllum sibiricum</i>	0.8	0	5.35	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Myriophyllum spicatum</i>	2.9	0.3	6.65	Måttligt exponerat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Mytilus edulis</i>	13.7	6.25	23.5	Exponerat	Måttligt exponerat	Exponerat
<i>Nitella spp.</i>	2.64	0.15	7.1	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Polysiponia fucoides/Rhodomela confervoides</i>	7.8	2.15	19.3	Exponerat	Måttligt exponerat	Exponerat
<i>Potamogeton pectinatus</i>	1.28	0	5.05	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	1.81	0	5.98	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Potamogeton pusillus</i>	0.61	0	2.5	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Potamogeton vaginatus</i>	1.33	0.2	2.7	Mycket skyddat	Extremt skyddat	Skyddat
<i>Ranunculus peltatus</i>	0.97	0	2.9	Skyddat	Extremt skyddat	Måttligt exponerat
<i>Ranunculus confervoides</i>	0.89	0	3.15	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Sagittaria spp.</i>	0.59	0	1.75	Mycket skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Sphacelaria arctica</i>	8.52	0.9	20.55	Måttligt exponerat	Måttligt exponerat	Exponerat
<i>Subularia aquatica</i>	0.56	0	1.95	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Tolypella nidifica</i>	2.72	0.2	8.05	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Vaucheria spp.</i>	3.24	0.44	7.96	Skyddat	Extremt skyddat	Måttligt exponerat
<i>Zannichellia spp.</i>	1.52	0	5.95	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Låga kärlväxter</i>	0.74	0	5.35	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Halvhöga kärlväxter</i>	1.47	0	5.95	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Höga kärlväxter</i>	1.59	0	6.65	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Chara spp.</i>	1.43	0	5.75	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat
<i>Nitella spp./Tolypella nidifica</i>	2.68	0.15	8.05	Skyddat	Ultra skyddat	Måttligt exponerat

Salinitet

Medelvärde för salinitet låg under 3 psu där följande arter/artgrupper observerats: *Elocharis acicularis*, *Isoetes* spp., *Nitella* spp., *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton vaginatus*, *Ranunculus peltatus*, *Ranunculus confervoides*, *Sagittaria* spp., *Subularia aquatica* och gruppen låga kärlväxter. Medelvärde för salinitet låg över 4 psu där följande arter observerats: *Ectocarpus siliculosus*/*Pylaiella*, *Fucus* spp., *Furcellaria lumbricalis*, *Myriophyllum spicatum*, samt *Polysiphonia fucooides*/*Rhodomela confervoides*.

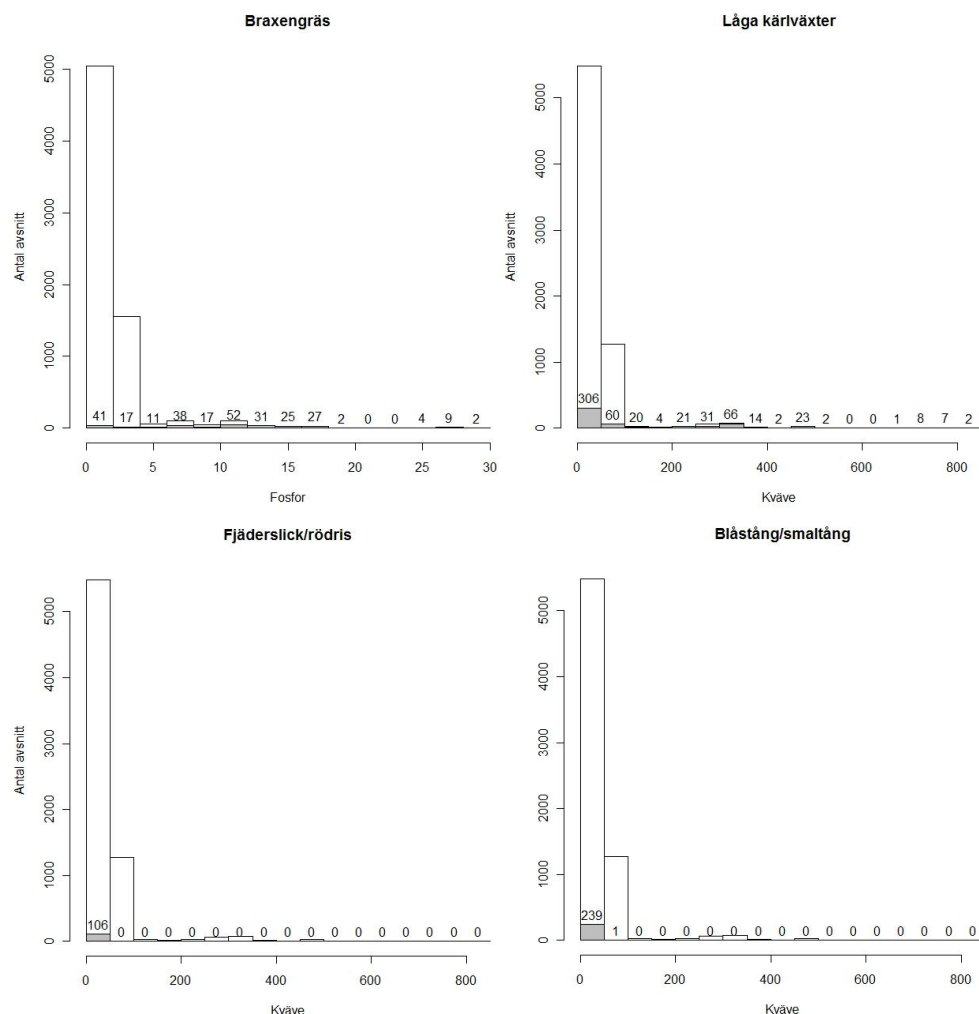


Figur 11. Histogrammen visar fördelningen av inventeringsavsnitt i olika intervall av salthalt samt inom vilka intervall observationer gjorts av arterna kräkel (*Furcellaria lumbricalis*), blåstång/smaltång (*Fucus vesiculosus*/*Fucus radicans*), ålnate (*Potamogeton perfoliatus*) samt gruppen låga kärlväxter. De vita staplarna visar antalet avsnitt och de gråa staplarna visar antalet observationer, vilket även siffran ovanför dessa anger.

Eftersom salinitetskiktet var uppdelat på ett mindre antal bassänger fick många arter/artgrupper samma max- och minvärde. Skiktet ger en grov bild av salthaltsförhållanden i länet men duger knappast som underlag för habitatmodellering.

Kväve och Fosfor

Avsnitt där följande arter observerats hade högst medelvärden för kväve- och fosforbelastning: *Ranunculus peltatus*, *Isoetes* spp., *Sagittaria* spp., *Subularia aquatica* samt gruppen låga kärlväxter. Arter som observerats i avsnitt med låga värden för kväve- och fosforbelastning (lägst medelvärde) var *Polysiphonia fucoides*/*Rhodomela confervoides*, *Potamogeton vaginatus*, *Ectocarpus siliculosus*/*Pylaiella*, *Fucus* spp., samt *Mytilus edulis*. Avsnitten med *Potamogeton vaginatus* hade dock något högre medelvärde för fosforbelastning än de andra.



Figur 12. Histogrammen visar fördelningen av inventeringsavsnitt i olika intervall av beräknad närsaltsbelastning samt inom vilka intervall observationer gjorts av arterna braxengräs (*Isoetes* spp.), fjäderslick/rödris (*Polysiphonia fucoides*/*Rhodomela confervoides*) blåstång/smaltång (*Fucus vesiculosus*/*Fucus radicans*) samt gruppen låga kärlväxter. De vita staplarna visar antalet avsnitt och de gråa staplarna visar antalet observationer, vilket även siffran ovanför dessa anger.

Eftersom närsaltsskikten baseras på stora utflöden av sötvatten beskriver de naturligtvis även salthalten. Resultaten visar också att de marina arterna (fjäderslick/rödris och blåmussla) endast observerats i områden med låg

närsaltsbelastning (salthalt) medan sötvattensarter som braxengräs och sylört (*Subularia aquatica*) främst observerats i områden med högre närsaltsbelastning (salthalt). För att kunna identifiera verkliga effekter av närsalter måste en gradient provtas där salthalten är konstant medan närsaltshalten förändras.

Tabell 6. Arternas/artgruppernas förekomst i förhållande till salinitet och kväve- och fosforbelastning. För avsnitt där arterna/artgrupperna observerats har medel- max- och minvärde för salinitet och kväve- och fosforbelastning räknats ut.

Art/artgrupp	Salinitet			Kväve			Fosfor		
	Medel	Min	Max	Medel	Min	Max	Medel	Min	Max
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	3.37	2.27	4.81	38.1	21.3	272.8	2.15	0.91	14.8
<i>Ceramium tenuicorne</i>	3.95	2.42	4.67	39.3	23	87.6	1.6	0.98	3.2
<i>Chara aspera</i>	3.51	1.48	4.66	37.7	21.6	410	2.06	0.9	16.8
<i>Chara baltica</i>	3.53	2.54	3.88	36.1	22.9	55.3	1.65	1.43	2.63
<i>Chara globularis</i>	3.38	2.42	3.78	38.7	24.4	53	2	1.38	2.87
<i>Cladophora glomerata</i>	3.48	0.25	4.67	41.1	22.75	541	2.2	0.98	19.37
<i>Ectocarpus siliculosus/Pylaiella littoralis</i>	4.25	2.42	4.67	31.8	23.57	49.6	1.34	2.42	4.67
<i>Eleocharis acicularis</i>	2.52	1.48	4.66	98.4	22	733	4.34	1.09	26.2
<i>Ephydatia fluviatilis</i>	3.64	2.42	4.67	39.3	23.1	84.9	1.7	0.98	3.1
<i>Fontinalis spp.</i>	3.97	1.48	4.67	44.4	21.6	697	1.85	0.9	24.9
<i>Fucus spp.</i>	4.37	3.44	4.67	32.2	23.5	56.3	1.28	0.98	2.22
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	4.21	3.44	4.67	37.1	23.5	89.1	1.47	0.98	3.28
<i>Isoetes spp.</i>	2.18	1.48	4.67	245	21.6	807	10.1	0.9	28.8
<i>Myriophyllum sibiricum</i>	3.45	1.48	4.66	59.4	21.6	341	3	0.9	12.3
<i>Myriophyllum spicatum</i>	4.02	3	4.66	42.8	22.9	171	1.68	0.99	6.1
<i>Mytilus edulis</i>	3.89	3.88	4.66	33	23.5	36.3	1.33	0.98	1.46
<i>Nitella spp.</i>	2.79	1.48	3.89	55.7	22.8	340	2.8	1.36	12.2
<i>Polysiponia fucoides/Rhodomela confervoides</i>	4.55	3.88	4.67	28	23.5	34	1.14	0.98	1.38
<i>Potamogeton pectinatus</i>	3.66	1.48	4.66	42.6	22.4	467	1.87	0.93	16.7
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2.93	1.48	4.66	77.7	21.3	789	3.54	0.94	28.2
<i>Potamogeton pusillus</i>	3.88	2.34	4.66	34	23.7	76.2	2.14	1.06	11.8
<i>Potamogeton vaginatus</i>	2.48	2.2	2.62	28.2	21.7	31.4	2.46	1.34	3.01
<i>Ranunculus peltatus</i>	2.26	0.25	4.66	246.8	23.9	806.7	9.63	0.99	28.8
<i>Ranunculus confervoides</i>	2.73	1.48	3.88	61.4	23.1	464.5	4.15	1.37	16.77
<i>Sagittaria spp.</i>	2.19	1.48	4.66	227.1	21.7	806.7	9.42	0.91	28.78
<i>Sphacelaria arctica</i>	3.99	2.49	4.67	36	23.3	89.1	1.46	0.98	3.28
<i>Subularia aquatica</i>	2.39	1.48	3.88	148.9	22	806.7	6.18	1.36	28.78
<i>Tolypella nidifica</i>	3.27	2.2	4.66	40	22	87.6	1.97	1.03	7.55
<i>Vaucheria spp.</i>	3.62	2.2	4.66	43.3	22.8	87.6	1.87	0.99	5.47
<i>Zannichellia spp.</i>	3.56	1.48	4.66	46.4	21.7	472	2.6	0.91	16.9
<i>Låga kärlväxter</i>	2.62	1.48	4.66	146.9	21.6	806.7	6.3	0.9	28.78
<i>Halvhöga kärlväxter</i>	3.3	1.48	4.66	60.2	21.3	806.7	3	0.91	28.78
<i>Höga kärlväxter</i>	3.24	0.25	4.66	68.7	21.3	806.7	3.07	0.9	28.78
<i>Chara spp.</i>	3.56	1.48	4.66	40.8	21.3	409.9	2.02	0.9	16.78
<i>Nitella spp./Tolypella nidifica</i>	3.07	1.48	4.66	49.1	22	339.5	2.39	1.03	12.23

Bottensubstrat

I denna analys har substrattyperna håll och block lagts ihop och klassats om till hårbotten. Även sten och grus har lagts ihop till en substrattyp. I avsnitt där *Polysiphonia fucoides/Rhodomela confervoides* observerats var den genomsnittliga täckningsgraden av hårbotten nästan 80 %. Övriga arter som observerades i avsnitt med hög täckningsgrad av hårbotten var (% hårbotten inom parantes) *Mytilus edulis* (74,4), *Ectocarpus siliculosus/Pylaiella* (59,2), *Furcellaria lumbricalis* (55,6) samt *Sphacelaria arctica* (54,2). Arter som observerats i avsnitt med hög täckningsgrad av sten-/grusbotten var *Chara globularis* (61,3), *Ceramium tenuicorne* (57,1), *Cladophora glomerata* (52,8), *Ephydatia fluviatilis* (49,2) samt *Fucus* spp. (48,6).

Arter som observerats i avsnitt med hög täckningsgrad av sand var *Myriophyllum spicatum* och *Tolypella nidifica*. Den genomsnittliga täckningsgraden var dock aldrig över 50 %. I avsnitt där *Potamogeton pusillus* observerats var den genomsnittliga täckningsgraden av finsediment 96,4 %. Denna siffra låg över 75 % för ytterligare 10 olika arter/artgrupper (samtliga var kärlväxter).

Tabell 7. Genomsnittlig täckningsgrad av bottensubstratttyperna hård, sten/grus, sand och finsediment i förhållande till förekomst av 35 arter/artgrupper.

Art/artgrupp (förekomst)	Genomsnittlig täckningsgrad av bottensubstratttyp (%)			
	Hårdbotten	Sten/grus	Sand	Finsediment
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	2.3	9.2	11.4	79.5
<i>Ceramium tenuicorne</i>	40.2	57.1	5.8	0.5
<i>Chara aspera</i>	7.2	18.8	16.9	60.3
<i>Chara baltica</i>	30.7	40.4	10	20.4
<i>Chara globularis</i>	9.4	61.3	17.9	16.7
<i>Cladophora glomerata</i>	36	52.8	8.5	6.8
<i>Ectocarpus siliculosus/Pylaiella littoralis</i>	59.2	39.9	3.4	1.8
<i>Eleocharis acicularis</i>	2.7	9.7	16.9	75
<i>Ephydatia fluviatilis</i>	42.9	49.2	8.6	1.5
<i>Fontinalis</i> spp.	33.8	43.5	4.6	21.4
<i>Fucus</i> spp.	46.2	48.6	9.5	0.4
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	55.6	38.3	7.3	0
<i>Isoëtes</i> spp.	0.4	5.6	9.8	86.7
<i>Myriophyllum sibiricum</i>	2.2	6.2	14.7	80
<i>Myriophyllum spicatum</i>	13.6	48.3	38.2	4.3
<i>Mytilus edulis</i>	74.4	27.2	0	0
<i>Nitella</i> spp.	4.4	8.9	18.7	71.3
<i>Polysiponia fucoides/Rhodomela confervoides</i>	79.9	18.2	5.9	0
<i>Potamogeton pectinatus</i>	4	10.3	18.4	69
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3.5	12.7	19.7	66.8
<i>Potamogeton pusillus</i>	0.1	5	0	96.4
<i>Potamogeton vaginatus</i>	1.2	11.7	18.5	78.3
<i>Ranunculus peltatus</i>	2.26	12.5	13.6	74.2
<i>Ranunculus confervoides</i>	0.8	2.3	9.2	89.8
<i>Sagittaria</i> spp.	0.2	1.9	11.2	89
<i>Sphacelaria arctica</i>	54.2	37	10.8	0.4
<i>Subularia aquatica</i>	1.4	11.5	12.8	78.9
<i>Tolypella nidifica</i>	4.4	12.5	42.2	44
<i>Vaucheria</i> spp.	3.6	5	14.4	77.9
<i>Zannichellia</i> spp.	2.6	13.3	20.4	66.2
Låga kärlväxter	1.1	7.2	13.8	81.1
Halvhöga kärlväxter	2.2	11.2	15.5	73.6
Höga kärlväxter	4.1	13.9	19.1	65.3
<i>Chara</i> spp.	8.2	24.4	22	48.2
<i>Nitella</i> spp./ <i>Tolypella nidifica</i>	4.5	11	32.2	55.3

Brister i artidentifiering

Inom grupperna *Chara/Characeae*, *Cladophora*, *Callitriche*, *Myriophyllum*, *Potamogeton* samt *Ranunculus aquatilis* har andelen observationer identifierade ner till artnivå tagits fram. Tabell 8 sammanfattar resultaten.

Tabell 8. Andelen observationer som inte identifierats ner till artnivå för sex olika artgrupper beroende av inventeringsmetod

Andel observationer ej identifierat till artnivå (%)			
	Dyktransekter	Videotransekter	Grunda
Callitriche	16	0	12,9
Chara/Characeae	1,1	66,5	0
Cladophora	45,4	54	-
Myriophyllum	1	3,9	0
Potamogeton	0	0,6	0
Ranunculus aquatilis	1,2	0	0

I dyktransekterna identifierades nästan 99 % av alla *Chara/Characeae* till artnivå medan siffran för videotransekterna endast kom upp i 33,5 %. I grunda inventeringarna identifierades samtliga *Chara/Characeae* till artnivå. Skillnaderna i precision mellan dyk- och videoinventeringarna när det gällde artidentifiering av *Cladophora* var betydligt mindre än för *Chara/Characeae*. I dykinventeringarna identifierades 54,6 % till artnivå medan siffran för videoinventeringarna var 46 %. För övriga artgrupper var skillnaderna små.

Att precisionen i artidentifieringen skulle vara högre i videotransekterna än i dyktransekterna när det gäller *Callitriche* och *Ranunculus aquatilis* är inte troligt. Resultatet kan bero på att vissa antaganden görs i videoinventeringar vad gäller arttillhörighet. Resultaten för *Chara/Characeae* är mer troliga. Nästan hälften av *Cladophora* observationerna från videotransekterna har kunnat bestämmas till artnivå vilket är nästan lika stor andel som i dyktransekterna. Dessa arter kan vara svåra att bestämma (även för dykare) vilket antyder att resultaten från videotransekterna bör granskas.

FRAMTAGNING AV KOMPLETTERANDE PROVTAGNINGSUPPLÄGG

För att kunna ge rekommendationer för ett kompletterande provtagningsupplägg gjordes en rad analyser i Västernorrlands län det fanns tillgång till ett omfattande dataset insamlat under 2009. Syftet med inventeringarna var att få ett representativt dataset för Västernorrlands marina miljö för att kunna modellera utbredningskartor för en rad marina arter. Vidare fanns tillgång en rad miljövariabler framtagna för modellering.

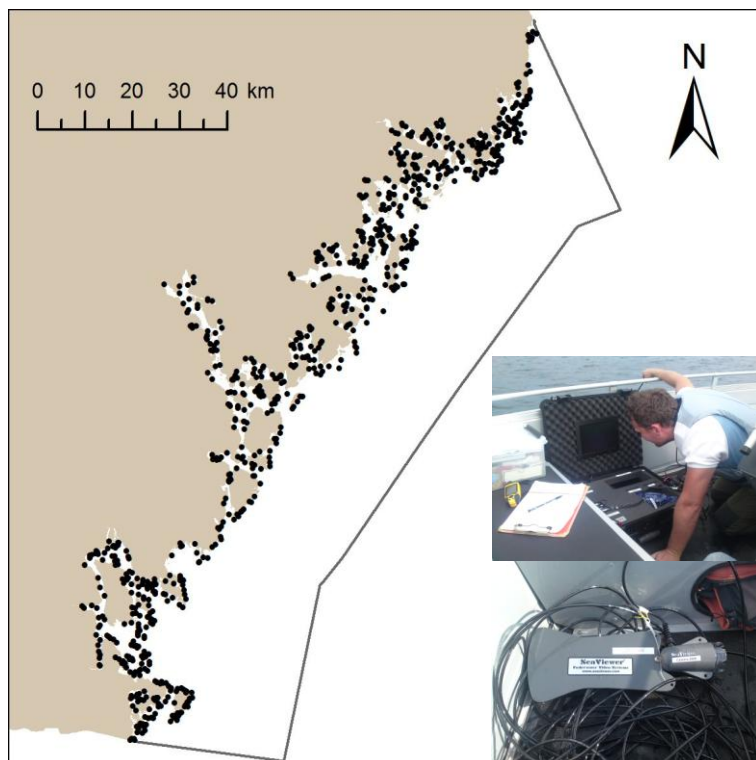
Syftet med analyserna var att få svar på följande frågor:

- Hur stort dataset behövs för att bygga en modell som kan göra en prediktion (karta) av tillräckligt hög kvalitet för att kunna användas för förvaltning av den marina miljön?
- Hur bör förhållandet mellan arters förekomst och icke förekomst se ut i datasetet (prevalence)?
- Kan ett litet dataset ge en lika bra modell som ett stort om prevalence ändras?
- Skiljer sig optimal prevalence mellan olika arter?

Genom att få svar på dessa frågor kan provtagningen optimeras för syftet att bygga bra modeller.

Analys

För analyserna användes data från 868 stationer inventerade med dropvideo. Stationerna var slumpmässigt fördelade över Västernorrlands marina område och gav en representativ bild av länets marina miljö (Fig. 13).



Figur 13. Positioner för de 868 dropvideo-punkter från vilka data användes i analyserna. Inventeringen görs från en skärm uppe i båten. Kameran är utrustad med en fena för att bli stadigare i vattnet. Foto: Julia Carlström, AquaBiota Water Research.

Positionerna för 460 stationer var utslumpade på djup mellan 0 och 30 m. Positionerna för resterande 408 stationer var stratifierat utslumpade efter djup (0-30 m) och vågexponering. Stratifieringen innebar att fler stationer hamnade i grundare områden och syftet var att få upp antalet förekomster för vissa arter. I tabell 9 redovisas de arter som valdes ut för analyserna samt dess förekomst i procent för respektive utslumpning.

Tabell 9. Genomsnittlig förekomst för de 11 arter/artgrupper beroende av utslumpningsmetod för dropvideostationerna.

	Genomsnittlig förekomst i %	
	Slumpade	Stratifierade
<i>Callitriche</i> spp.	2.6	2.9
<i>Fucus</i> spp.	3.7	11.5
<i>Myriophyllum</i> spp	2.4	5.1
<i>Mytilus edulis</i>	11.5	9.3
<i>Pylaiella littoralis/Ectocarpus siliculosus</i>	7.8	18.6
<i>Potamogeton pectinatus</i>	4.3	6.9
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3.9	5.6
<i>Sphacelaria arctica</i>	8.9	12.0
Höga kärlväxter	7.4	12.7
<i>Chara</i> spp.	5.2	3.7
<i>Polysiphonia fucoides/Rhodomela confervoides</i>	2.8	9.6

Med undantag av *Mytilus edulis* och *Chara* spp. var förekomsten betydligt högre i de stratifierat slumpade dropvideo stationerna. I de slumpade stationerna var *Mytilus edulis* den vanligaste arten och förekom i 11,5 % av stationerna. I de stratifierat slumpade stationerna var de fintrådiga brunalgerna (*Pylaiella littoralis/Ectocarpus siliculosus*) vanligast. De observerades i 18,6 % av stationerna.

För att kunna besvara frågorna ovan byggdes ett stort antal modeller i statistikprogrammet R. Observationerna i dropvideodatat gjordes om till två klasser (förekomst och icke förekomst). Eftersom sambanden mellan responser (arter) och de miljövariabler (prediktorer) som analyseras inte antas vara linjära användes GAM (Generalised additive models), som kan beskriva icke linjära samband, för att bygga modellerna. 9 olika prediktorer användes i analyserna, 4 topografiska, 2 hydrologiska, 2 antropogena samt 1 för exponering enligt tabell 10.

Tabell 10. Genomsnittlig förekomst för de 11 arter/artgrupper beroende av utslumpningsmetod för dropvideostationerna.

Prediktor	Typ
Djup	Topografisk
Kurvatur	Topografisk
Lutning	Topografisk
Ljusexponering	Topografisk
Salinitet vid botten	Hydrologisk
Salinitet vid ytan	Hydrologisk
Täthet av förorenade områden	Antropogen
Närhet till stora industrier	Antropogen
SWM (Simplified Wave Model)	Exponering

Av de 868 dropvideostationerna användes 618 för att bygga modeller och 250 för oberoende validering av dessa. För varje respons byggdes 10 modeller för ett antal olika kombinationer av antalet stationer och responsens förekomst i dessa enligt figur 14. Eftersom ett riktigt dataset användes gick många av kombinationerna inte att uppfylla eftersom antalet observationer av responserna var begränsat.

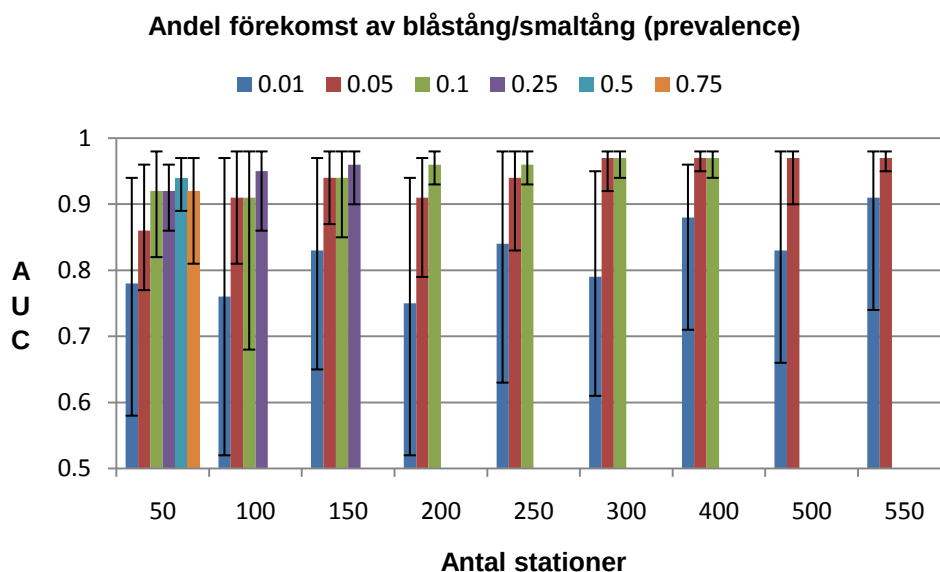
		Responsens förekomst i %								
		1	5	10	25	50	75	90	95	99
Antal stationer	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	100	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	150	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	200	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	250	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	300	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	400	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	500	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	550	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Figur 14. Olika kombinationer av antal stationer och responsens förekomst i dessa som modeller byggdes för. För varje möjlig kombination byggdes 10 modeller. De skuggade kombinationerna gick inte bygga modeller på för någon av responserna.

För varje modell gjordes en prediktion i valideringsdatasetet och de predikterade värdena jämfördes med de observerade. Medelvärde av de 10 AUC-värdena (Area Under Curve) räknades ut för varje möjlig kombination i Figur 14.

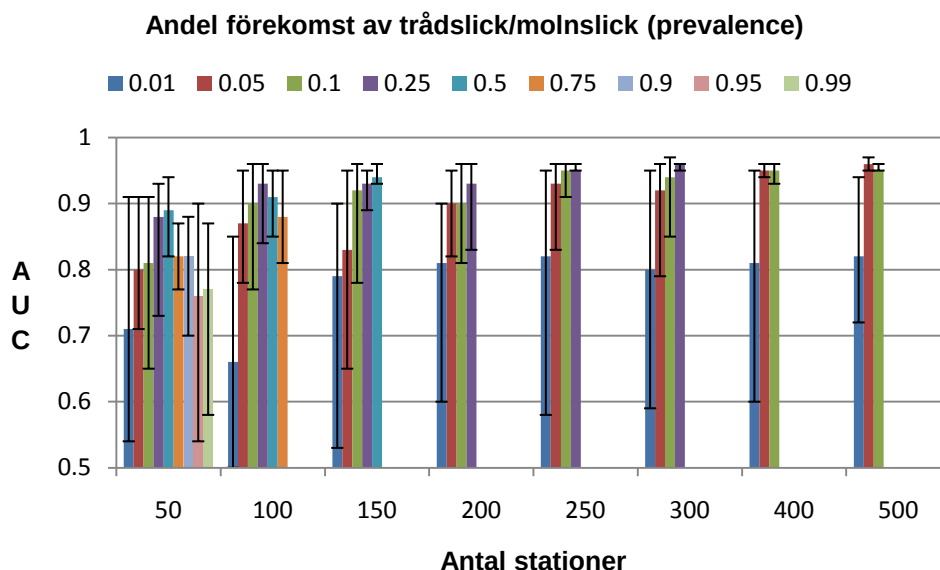
Resultat

Utmärkta prediktioner ($AUC > 0,9$) av *Fucus* spp. kunde göras med modeller byggda med endast 50 stationer. Detta förutsatte en prevalence mellan 0,25 och 0,5 (mellan 13 och 25 förekomster). Vid fler förekomster (färre icke förekomster) blev prediktionerna sämre. För stabilare resultat (ingen av de 10 prediktionerna sämre än $AUC: 0,9$) krävdes 150 stationer och en prevalence på 0,25. Stabila resultat uppnåddes även med 200 stationer och fler förutsatt att prevalence var 0,1 eller högre. För fler än 300 stationer räckte en prevalence på 0,05.



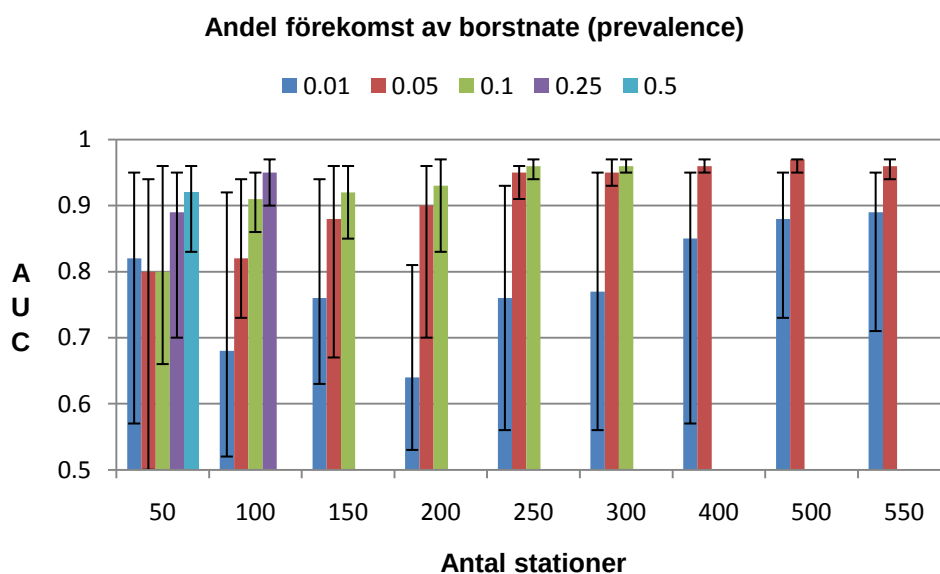
Figur 15. Medelvärden (AUC) för prediktioner av blåstång/smaltång (*Fucus* spp.) baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10 prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

För *Pylaiella/Ectocarpus* kunde modeller byggas för samtliga nivåer av prevalence med 50 stationer. Bäst prediktioner gjordes från modeller med 0,25 och 0,5 prevalence. Modeller byggda med 100 stationer visade samma resultat. Stabila AUC värden över 0,9 erhöles för kombinationen 150 stationer/0,5 prevalence (75 förekomster och 75 icke förekomster), 250/300 stationer/0,25 prevalence samt över 400 stationer/0,05 prevalence.



Figur 16. Medelvärden (AUC) för prediktioner av trådslick/molnslick (*Pylaiella littoralis*/*Ectocarpus siliculosus*) baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10 prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

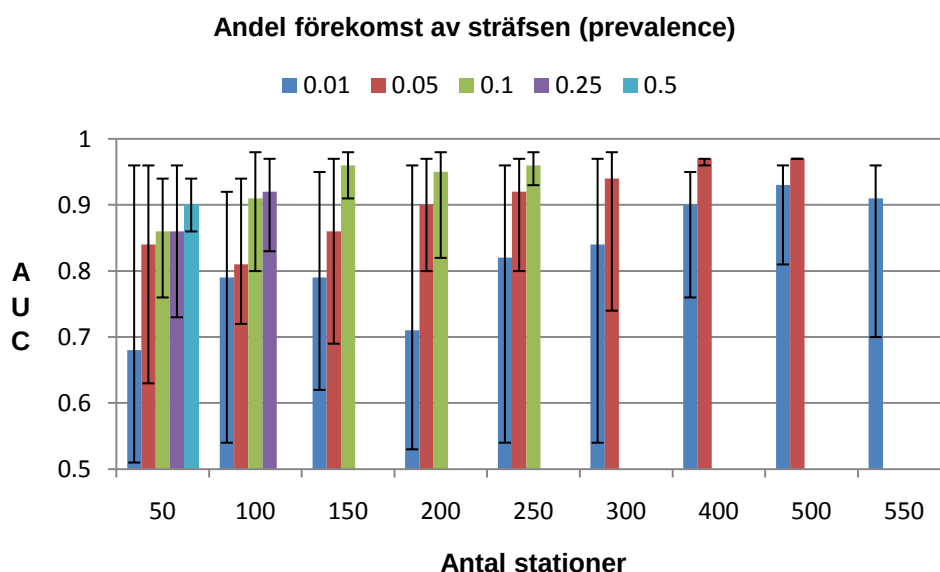
Stabila utmärkta resultat för borstnate (*Potamogeton pectinatus*) erhöles med 100 stationer och prevalence 0,25 (25 förekomster). Resultaten för 200 stationer och prevalence 0,10 (20 förekomster) blev inte lika stabila. Med 250 stationer eller fler med prevalence 0,05 och 0,10 erhöles stabila resultat över 0,9 i AUC. Med andra ord gjordes utmärkta prediktioner med 13 förekomster/237 icke förekomster men inte med 20 förekomster/180 icke förekomster.



Figur 17. Medelvärden (AUC) för prediktioner av borstnate (*Potamogeton pectinatus*) baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10

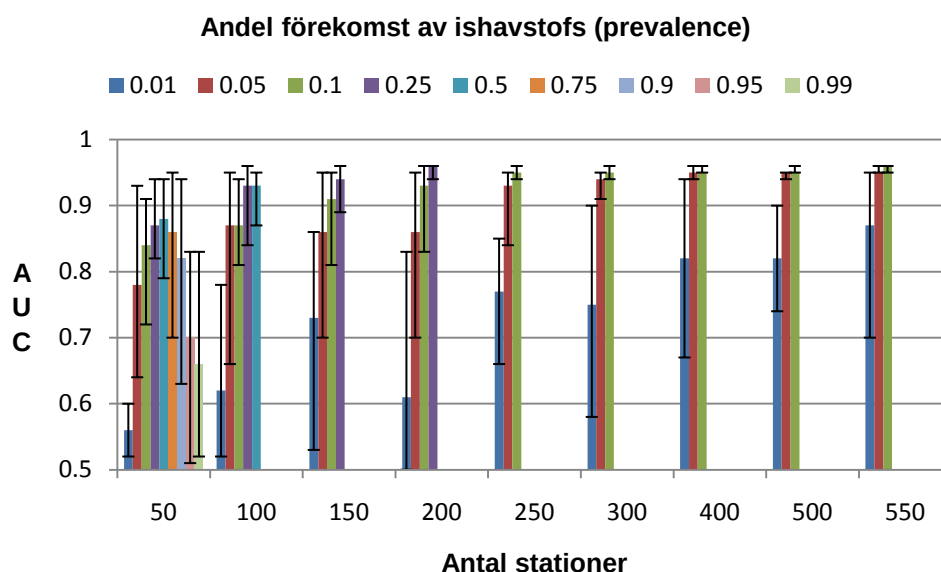
prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

För sträfsen (*Chara spp*) krävdes 250 stationer och prevalence 0,1 (25 förekomster) för stabila prediktioner med AUC värden över 0,9. För prevalence 0,05 krävdes 400 stationer eller fler (20 förekomster) för att uppnå samma resultat. Prediktionerna blev dock stabilare med det ökande antal icke förekomsterna som ökat antal stationer innebar.



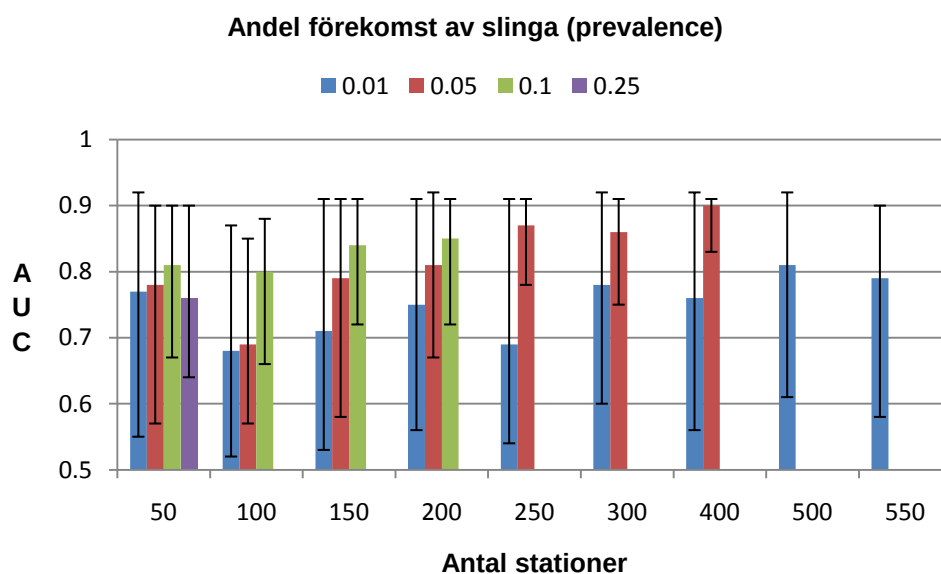
Figur 18. Medelvärden (AUC) för prediktioner av sträfsen (*Chara spp.*) baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10 prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

För utmärkta prediktioner av ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) krävdes 200 stationer och prevalence 0,25 (50 förekomster och 150 icke förekomster). Samma resultat erhöles med 250 stationer och prevalence 0,1 (25 förekomster och 225 icke förekomster). Med 300 stationer eller fler blev prediktionerna utmärkta med prevalence 0,05.



Figur 19. Medelvärden (AUC) för prediktioner av ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10 prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

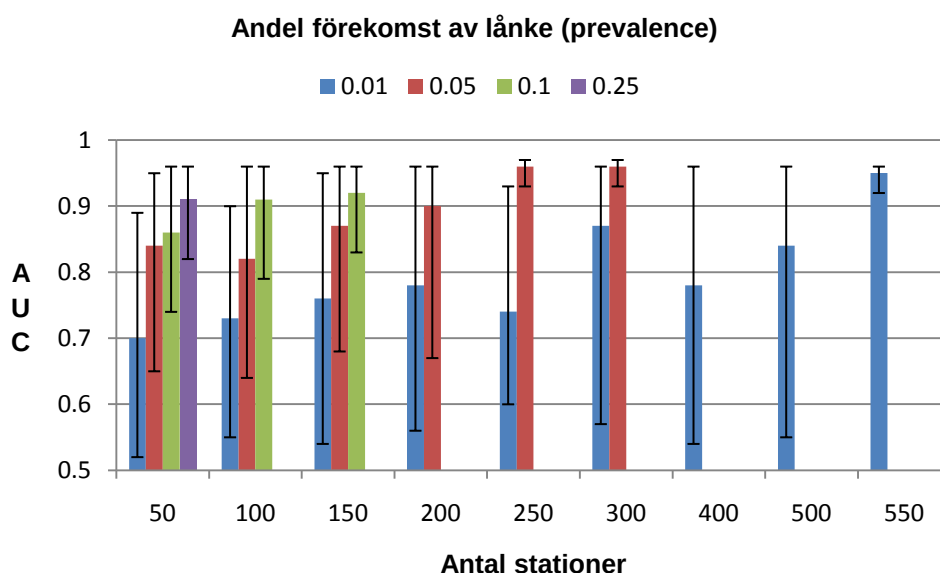
För stabila prediktioner av god kvalitet ($AUC > 0,8$) krävdes 400 stationer och prevalence 0,05 (20 förekomster och 380 icke förekomster). Resultatet för 200 stationer och 0,1 prevalence (20 förekomster och 180 icke förekomster) gav stabila prediktioner av intermediär kvalitet ($AUC > 0,7$). Medelprediktionen för kombinationen var dock av god kvalitet.



Figur 20. Medelvärden (AUC) för prediktioner av slinga (*Myriophyllum spp.*) baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10

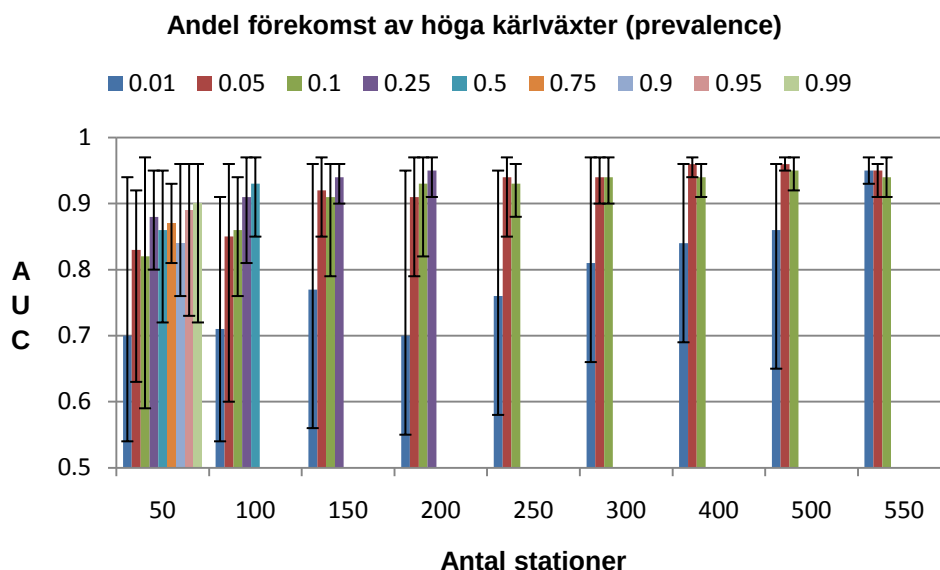
prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

För stabila utmärkta prediktioner av lånke (*Callitriche spp*) krävdes 250 stationer och prevalence 0,05 (13 förekomster och 237 icke förekomster). Med 150 stationer och prevalence 0,1 (15 förekomster och 135 icke förekomster) blev medelprediktionen av utmärkt kvalitet men variationen var större.



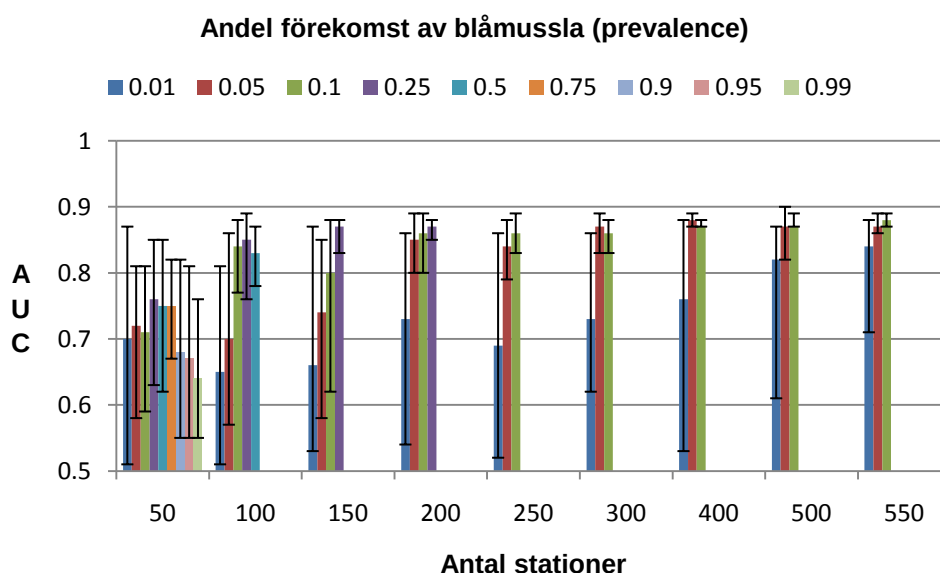
Figur 21. Medelvärden (AUC) för prediktioner av slinga (*Callitriche spp.*) baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10 prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

150 stationer eller fler med prevalence 0,25 (38 förekomster och 112 icke förekomster) gav stabila utmärkta prediktioner av höga kärlväxter. 300 stationer eller fler med prevalence 0,05 (15 förekomster och 285 icke förekomster) gav liknande resultat. Med 550 stationer räckte en prevalence på 0,01 för utmärkta resultat.



Figur 21. Medelvärden (AUC) för prediktioner av höga kärlväxter baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10 prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

För stabila prediktioner av god kvalitet krävdes 150 stationer och prevalence 0,25 (38 förekomster och 112 icke förekomster). Prediktionerna blev sämre med 100 stationer och prevalence 0,5 (50 förekomster och 50 icke förekomster). Med fler än 200 stationer räckte en prevalence på 0,1 för stabila prediktioner av god kvalitet. Med fler än 300 stationer räckte en prevalence på 0,05 för stabila prediktioner av god kvalitet.



Figur 22. Medelvärden (AUC) för prediktioner av blåmussla (*Mytilus edulis*) baserade på olika kombinationer av stationsantal och prevalence. För varje möjlig kombination har 10 prediktioner gjorts baserade på lika många modeller. Felstaplarna visar percentilerna 2,5 samt 97,5.

Sammanfattning av analyser i Västernorrland

Med endast 50 stationer gav en prevalence på 0,25 eller 0,50 de bästa prediktionerna. Undantagen var slinga där prevalence 0,10 gav bäst prediktioner och höga kärlväxter där resultaten var oklara. Med 100 stationer såg resultaten liknande ut (en prevalence på 0,25 eller 0,50 gav bäst prediktioner). För slinga och lånke var observationerna för få för dessa kombinationer. Högsta möjliga prevalence med 100 stationer var 0,1 vilken också gav bäst resultat.

För de flesta arter/artgrupper uppnåddes utmärkta prediktioner med 250 stationer och 0,1 prevalence (25 förekomster och 225 icke förekomster). Över 400 stationer gav dock alltid ett bättre resultat även med en prevalence på 0,05 (20 förekomster och 380 icke förekomster). Förbättringarna var dock relativt små. För lånke och höga kärlväxter uppnåddes utmärkta prediktioner med 550 stationer och prevalence 0,01. För övriga arter/artgrupper gav denna kombination undermåliga prediktioner.

Diskussion och slutsats

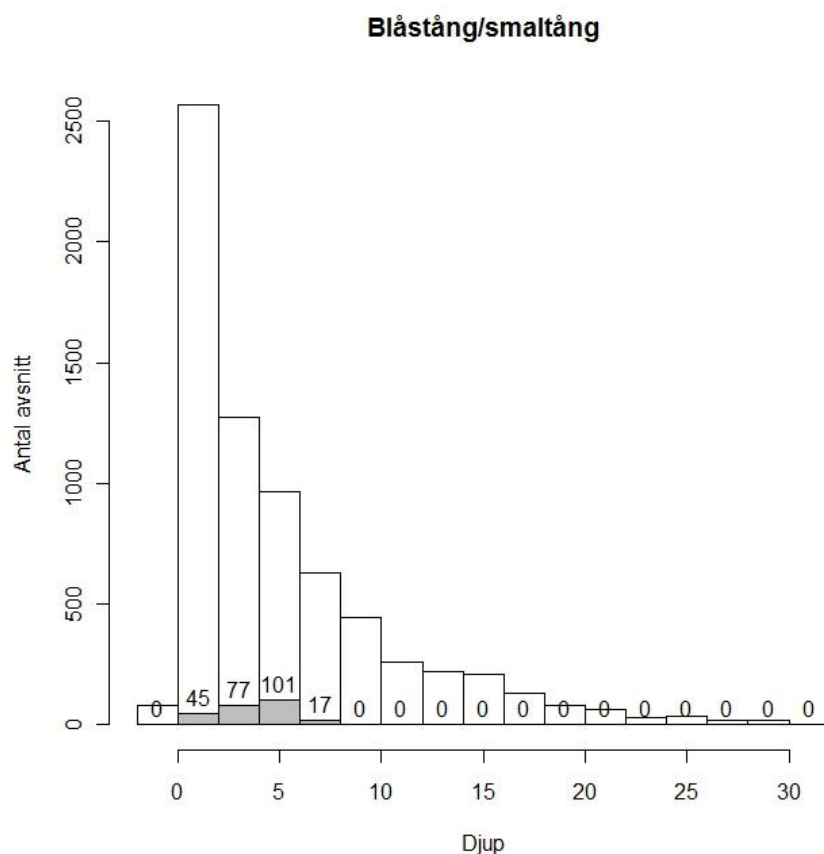
Stora mängder biologiska data finns tillgängliga i Västerbotten. Syftet med inventeringarna har dock inte varit att samla data för ekologisk modellering. Tillgängliga data är inte lämpliga för att bygga ekologiska modeller av flera anledningar:

- Bristande geografisk distribution (se Fig. 23). Inventeringarna är koncentrerade till vissa områden och stora delar av länet saknar helt biologiska data. Eftersom den ekologiska modelleringen ska leda till utbredningskartor av olika arter över hela länets marina område måste data också vara representativt för hela länet. Att bygga en modell på data från ett område och prediktera i ett annat leder ofta till felaktiga utbredningskartor.
- Representativitet. Nästan 40 % av inventeringarna är gjorda i naturreservat och/eller Natura 2000 områden (se Tabell 4). Dessa miljöer är inte representativa för länet i stort vilket gör data olämpligt för modellering.
- Data från transektinventeringar är rumsligt autokorrelerade.

Ett kompletterande provtagningsupplägg bör genomföras med en och samma metod och vara geografiskt jämt fördelad över hela Västerbottens marina område. Detta innebär att redan inventerade områden kommer att inventeras på nytt. Med detta upplägg erhålls ett dataset som är insamlat under ett och samma år och har samma upplösning i hela länet. Merkostnaden för att återinventera vissa områden blir relativt liten eftersom stora delar av länet saknar data och ändå måste inventeras. Inventering med dropvideo är en effektiv metod och upp till 70 stationer kan inventeras under en och samma dag.

Analyserna från Västernorrland tyder på att antalet stationer för att ta fram en bra prediktion inte behöver överstiga 300 om prevalence för arten som ska modelleras är över 0,10. Vissa resultat tyder även på att bra prediktioner kan göras med ännu färre stationer om prevalence är mellan 0,25 och 0,50. Något som inte utretts i analyserna är hur data ska samlas in i förhållande till arternas utbredning i olika miljövariabler. Med blåstång/smaltång som exempel belyser vi denna viktiga fråga.

För att på ett effektivt sätt få en hög prevalence av blåstång/smaltång bör provtagningen stratifieras så att många stationer hamnar på 4-5 m djup. Inom detta djupintervall är andel förekomster av arterna högst (se Fig. 24). Påbörjade analyser visar dock indikationer på att ökad provtagning i miljöer där arten lever på gränsen av vad den klarar av ger ett bra underlag för modellering trots att prevalence blir lägre. I detta exempel skulle det innebära ökad provtagning på 1-2 m djup samt 6-7 m djup, men vi måste understryka att dessa resultat är preliminära. En stratifiering för provtagning av tång bör naturligtvis ta hänsyn till andra viktiga miljövariabler såsom salinitet.



Figur 24. Histogrammet visar fördelningen av inventeringsavsnitt i olika djupintervall samt inom vilka intervall observationer gjorts av arterna blåstång/smaltång (*Fucus vesiculosus*/*Fucus radicans*). De vita staplarna visar antalet avsnitt och de gråa staplarna visar antalet observationer, vilket även siffran ovanför dessa anger.

Genom att studera de olika arternas miljökrav kan provtagningen stratifieras för att få upp antalet observationer. Stratifieringen får dock inte påverka representativiteten av

länets olika miljöer. Vidare måste prioriteringar göras vad gäller arter som ska modelleras. En stratifiering som fokuserar på att få upp prevalence för en djupväxande hårbottenart kommer innebära låg prevalence för en grundväxande mjukbottenart. Med det nyinsamlade datasetet som grund kan utslumpade observationer från transektinventeringar/grunda inventeringar användas för att öka prevalence för de arter med få observationer.

En arts modelleringskrav beror av en rad faktorer. Arter med komplexa utbredningsmönster som styrs av en många miljöfaktorer är svårare att arbeta med. För dessa typer av arter behövs förmodligen fler stationer än för arter med mer allmänna miljökrav. Vidare saknas ofta tillgång till (och kunskap om) alla miljöfaktorer som styr en arts utbredning. I fall där information om relevanta miljöfaktorer saknas kommer modellen (och prediktioner) aldrig upp i önskvärd kvalitet oavsett antalet stationer och prevalence.

FÖRSLAG PÅ PROVTAGNINGSTATIONER FÖR DROPVIDEO 2011

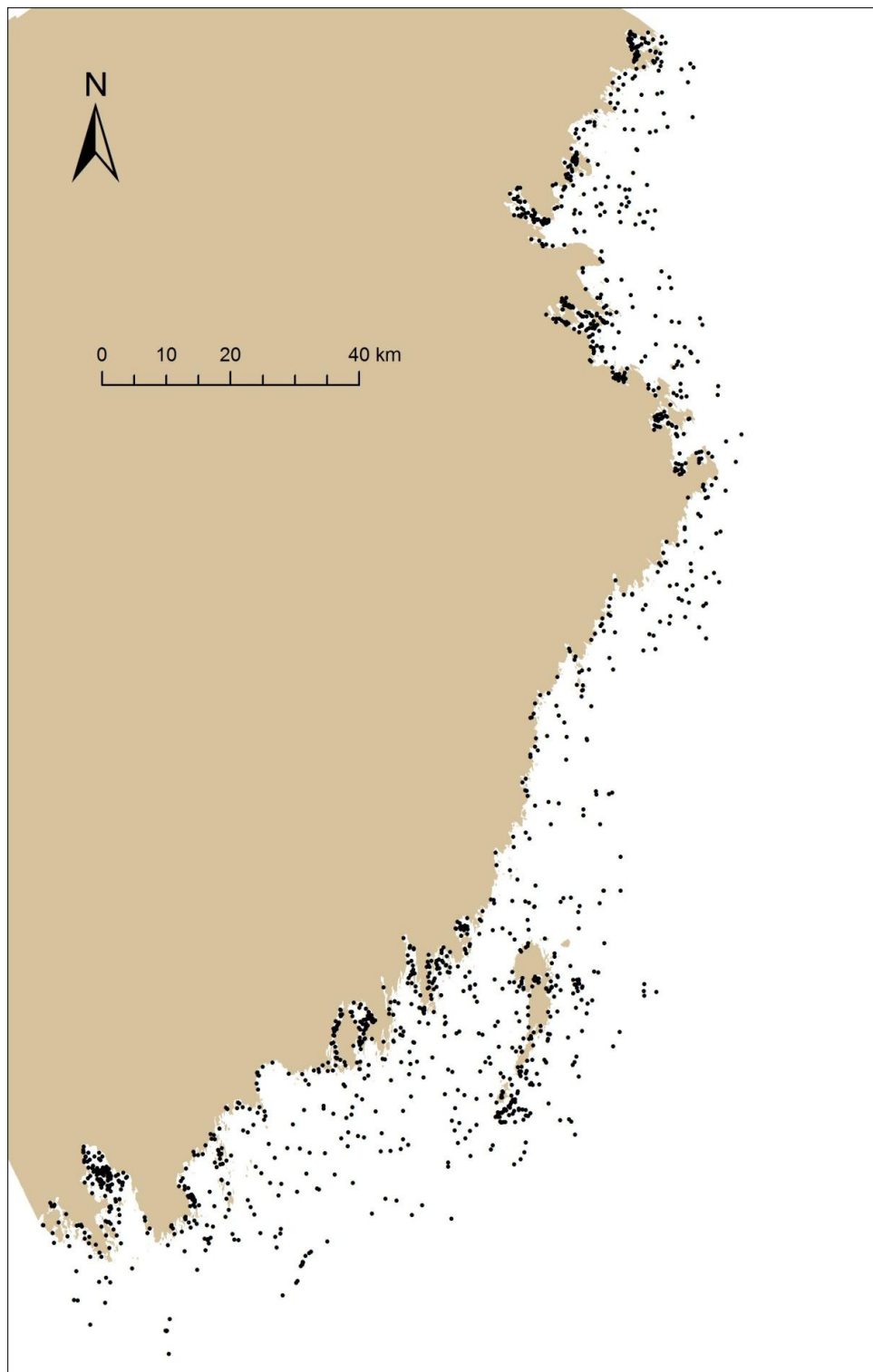
Ett förslag på stratifierat slumpade positioner för dropvideoinventering har tagits fram enligt följande procedur. Positioner för ca 2 miljoner punkter slumpades ut i hela Västerbottens marina område. Minsta avstånd mellan varje position sattes till 30 m. För varje position hämtades djup från sjökort samt vågexponering. Ett slumpvis urval av 1520 positioner gjordes utifrån kriterier i Tabell 11.

Tabell 11. Antal stationer som slumpades fram i olika kombinationer av djup och vågexponering. Då stationer saknades i vissa kombinationer valdes extra stationer från närmast liggande kombination.

Djup (m)	Vågexponering (SWM)	Antal stationer
0 - 2	0 - 1200	35
0 - 2	1200 - 4000	35
0 - 2	4000 - 10000	52
0 - 2	10000 - 100000	86
0 - 2	100000 - 500000	132
0 - 2	500000 - 760000	5
2 - 5	0 - 1200	9
2 - 5	1200 - 4000	57
2 - 5	4000 - 10000	50
2 - 5	10000 - 100000	83
2 - 5	100000 - 500000	83
2 - 5	500000 - 760000	50
5 - 10	0 - 1200	-
5 - 10	1200 - 4000	64
5 - 10	4000 - 10000	47
5 - 10	10000 - 100000	79
5 - 10	100000 - 500000	79
5 - 10	500000 - 760000	47
10 - 20	0 - 1200	-
10 - 20	1200 - 4000	58
10 - 20	4000 - 10000	9
10 - 20	10000 - 100000	105
10 - 20	100000 - 500000	71
10 - 20	500000 - 760000	43
20 - 30	0 - 1200	-
20 - 30	1200 - 4000	-
20 - 30	4000 - 10000	-
20 - 30	10000 - 100000	54
20 - 30	100000 - 500000	156
20 - 30	500000 - 760000	34

I stratifieringen har hänsyn tagits till arter som av länsstyrelsen anses viktiga att kunna modellera. Genom att studera resultaten från analyserna av dessa arters miljökrav har ett högre antal stationer i miljöer där dessa arter förekommer valts. Mängden stationer är väl tilltaget vilket betyder att stationer kan tas bort i områden som inventerats väl tidigare. Vår bedömning är att 1000 stationer bör räcka för att göra bra ekologiska modeller och prediktioner samt att externvalidera dessa. Den slumpmässiga geografiska spridningen av stationer gör att även antropogena faktorer fångas in i provtagningen.

När stationerna besöks är det viktigt att hitta djupet som stationen har tilldelats. Eftersom djupinformation i stationerna är baserat på sjökortsdata kommer det inte alltid stämma överens med verkligt djup. Stationen skall då flyttas rakt mot närmaste land tills förväntat djup funnits. Den flyttning av stationen som detta innebär kommer inte att ha någon nämnvärd påverkan på vågexponeringsklassen.



Figur 25. Förslag på kompletterande provtagningsupplägg. De 1520 stationerna är slumpmässigt stratifierade efter djup och vågexponering. I stratifieringen har hänsyn tagits till arter som av länsstyrelsen i Västerbotten anses viktiga att kunna modellera.

REFERENSER

Bekkby, T., E. Rinde, Erikstad, L., Bakkestuen, V., Longva, O., Christensen, O., Isæus, M. & Isachsen, P., E. 2008. Spatial probability modelling of eelgrass (*Zostera marina*) distribution on the west coast of Norway. ICES Journal of Marine Science Advanced Access 65: 1-9.

Blomqvist, M. & Olsson, P. 2007. Översyn av det nationella marina övervakningsprogrammet för vegetationsklädda bottenar. Rapport Naturvårdsverket. 34 sid.

http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/hav/2007.oversyn_vegetationskladda_bottenar.pdf.

Blomqvist, M. 2008. Transektinventering av marina bottenar. Manual för applikationen MarTrans.

http://swenviro.naturvardsverket.se/dokument/epi/basinventering/basdok/pdf/Transektinventering_av_marina_bottenar_manual_20080922.pdf.

Eriksson, B. K., A. Sandström, Isæus, M., Schreiber, C.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.

Isæus, M. 2004. Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. PhD thesis, Dept. of Botany, Stockholm University, Sweden. 40 sid.

Lewis, J. R. 1964. The ecology of rocky shores (1st ed.). The English Universities Press, London. 323 sid.

Naturvårdsverket 2006. Näringsbelastning på Östersjön och Västerhavet. Rapport 5815, maj 2008.

Sandman, A., Isæus, M., Bergström, U. & Kautsky, H. 2008. Spatial predictions of Baltic phytobenthic communities: Measuring robustness of Generalized Additive Models based on transect data. Journal of Marine Systems 74: 86-96.

www.aquabiota.se