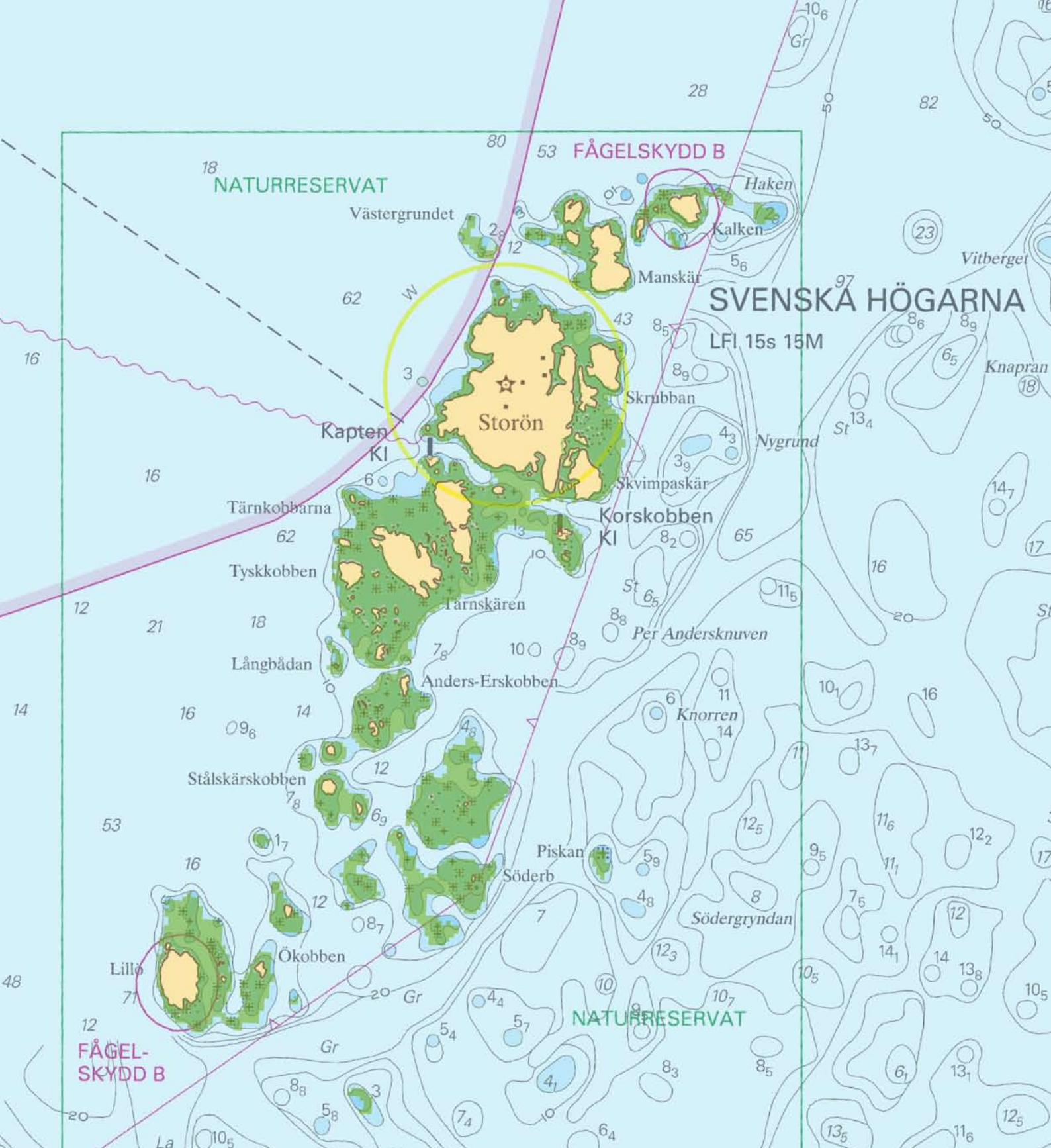




Rapport 2007:01



LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Svenska Högarna

Marinbiologisk kartläggning och naturvärdesbedömning

Författare

Martin Isæus och Ida Carlén
AquaBiota Water Research
www.aquabiota.se

Cecilia Wibjörn och Sara Hallén
Tång och Sânt HB
www.tangochsant.se

Rapport 2007:01



LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

Svenska Högarna

Marinbiologisk kartläggning och naturvärdesbedömning

Karta omslag: ©Sjöfartsverket 2007 samt karta över sannolikhet för förekomst av blåstångsbälte (0.76-1) framtagna av Aquabiota.

Utgivningsår: 2007

ISBN: 91-7281-243-5

Miljö- och planeringsavdelningen,
Länsstyrelsen i Stockholms län, tel 08-785 40 00

Rapporten finns endast som pdf på vår hemsida **www.ab.lst.se**

Förord

Idag finns tolv marina naturreservat i Sverige. Fifångs naturreservat i Stockholms län är ett av dessa. Länet har emellertid långt fler naturreservat där havet utgör en väsentlig del av arealen. Men i nästan samtliga av reservaten är kunskapen om de marina värdena mycket begränsad. Det har därför varit svårt att genomföra lämpligt skydd och förvaltning av vattenområdena.

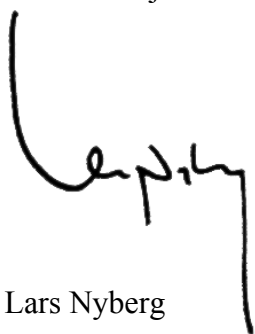
Länsstyrelsen satsar nu på att som första steg i en marin skyddsstrategi samla in kunskap om undervattensmiljöerna i befintliga naturreservat. Syftet är att få underlag för att vid behov revidera beskrivningarna skyddsbestämmelserna och förvaltningen av de marina miljöerna i naturreservaten länet.

Svenska Högarnas naturreservat bildades år 1988 med syfte att skydda bland annat öarnas marinbiologiska värden. Som länets sista utpost mot Östersjön är skärgårdsområdet unikt och det har även pekats ut som ett av HELCOMs BSPA-områden (Baltic Sea Protected Areas). Uppgifter om reservatets marina naturvärden har emellertid baserat sig på ett dåligt underlag eftersom området aldrig har inventerats. Länsstyrelsen ansåg det därför angeläget med en kunskapsinsamling om undervattensmiljöerna som grund för ett eventuellt beslut om ytterligare ett svenskt marint naturreservat.

Undersökningen av Svenska Högarnas naturreservat har administrerats av Isæus konsultation och utförts av underleverantörerna Tång och Sånt HB (fältinventeringar) samt AquaBiota Water Research (analyser och GIS-modellering). Författarna ansvarar själva för innehållet i rapporten.

Arbetet har genomförts med anslag från Naturvårdsverket.

Stockholm januari 2007



Lars Nyberg

Miljö- och planeringsdirektör

Innehållsförteckning

Sammanfattning	7
Summary	9
Undersökningsområdet.....	11
Metodik	12
Databehandling	14
Modellering och yttäckande beskrivningar.....	14
EUNIS	19
Resultat.....	21
Beskrivning av området	21
Rödlistade arter.....	24
Modelleringar och prediktioner	24
EUNIS	27
Diskussion.....	28
Tack till.....	29
Referenser	30
Bilaga 1	31
Bilaga 2	32
Bilaga 3	33
Bilaga 4	34
Bilaga 5	35
Bilaga 6	36
Bilaga 7	37
Bilaga 8	38
Bilaga 9	39
Bilaga 10	40
Bilaga 11	44

Sammanfattning

Naturreseptatet Svenska Högarna hör till de naturreseptat i Stockholms län där man nu vill öka kunskapen om den marina miljön för att kunna göra en översyn och revidering av beskrivningar, föreskrifter och förvaltning. Representativt och slumpmässigt utvalda stationer inventerades med dyktransekter och bottenhugg under augusti 2006. Insamlade data användes för att genomföra modelleringar som en metod för att få fram yttäckande beskrivningar av området.

Havsområdet kring Svenska högarna är mycket fint och har generellt höga naturvärden, med kraftiga blåstångsbälten som sträcker sig ned till sju meters djup, och artrikt rödalgsbälte. Dock lever inte de grunda vikarna upp till de förväntningar som funnits, utan uppvisar stor mänsklig påverkan och mycket fintrådiga alger och påväxt på blåstång.

Svenska Högarna kan delas in i tre typer av övergripande marina habitat. Områdena på öarnas utsida är mest exponerade för vågor och generellt de djupaste. Blåstångsbältet sträcker sig ned till omkring sju meters djup, därefter kommer ett artrikt rödalgsbälte, och nedanför det oftast hårbotten med hög täckningsgrad av blåmusslor.

Områdena på öarnas västsida är skyddade från de kraftigaste vågorna. De påminner om de mer exponerade lokalerna men har mer löst sediment på bottenarna och fler mattor av lösa alger, ibland med syrefria miljöer och svavelbakterier som följd. Den ökade andelen grus och sand gör att vi här finner arter som havsslinke och hårsärv.

De allra mest skyddade områdena ligger inne i grunda vikar. Här dominerar mjuka sedimentbottenar och bakteriehinnor är vanliga. Den högväxta blåstången är ofta övervuxen av fintrådiga alger, och borstnate kan helt dominera vissa områden. Här förekommer också kransalgen borsträse, men också spår av mänsklig aktivitet i form av nedskräpning och ankarmärken.

Bottenarnas substrat modellerades utifrån inventeringsdatan och fysiska faktorer. Detta gjordes för att få en yttäckande kartering av substraten, underlag för klassning av bottenarna enligt EUNIS, samt för att få underlag till biologiska modeller. Generellt kan man säga att mjukbotten förekommer på djup större än 40 m samt i de mest skyddade vikarna, medan hårbotten dominerar ned till 5 m och sedan gradvis ersätts med ökande mängder av sand och grova sediment.

För biologiska modelleringar valdes arter/företeelser som kan användas för att bedöma naturvärden. Det råder konsensus kring att blåstångsbälten och kransalger är positiva ur naturvärdessynpunkt, medan fintrådiga alger påväxt på blåstång, lösa algmattor och svavelbakterier är negativa. Dessa modellerades med framgång för hela Svenska Högarnas naturreseptat vilket

resulterade i en rad kartor. En sammanvägning av dessa kartsikt gjordes för att visa hur naturvärdeskartor kan tas fram med denna metod. Det behövs underlagsmaterial från ett större geografiskt område inkluderande även områden med lägre naturvärden för att göra detta till en standardmetod. Alla resulterande kartsikt (griddar) har levererats till Länsstyrelsen i Stockholm och är tänkta att kunna användas vidare för planeringsändamål eller andra studier.

Summary

Svenska Högarna is one of the nature reserves where the Stockholm County Administrative Board is looking to increase the knowledge of the marine environment, to revise descriptions, regulations and management of the reserves. Stations were chosen representatively and randomly, and surveys were conducted in August 2006. Collected data were used for modeling to achieve descriptive map layers of the area.

The marine environment around Svenska Högarna has generally high nature values with thick bladder wrack belts down to around seven meters, and diverse belts of red algae. However, shallow bays are not as valuable as expected but shows significant human impact and plenty of filamentous algae and epiphytes on bladder wrack.

Svenska Högarna can be divided into three main types of marine habitat. The areas on the outside of the islands are the most exposed to waves, and generally the deepest. The bladder wrack belt stretches to around seven meters, below which is a diverse belt of red algae and further down mainly rocky bottom with blue mussels.

The areas on the west side of the isles are protected from the force of the waves. They are similar to the outer areas but have more loose sediments and more debris, which sometimes results in oxygen deficiency and sulfur bacteria. Due to larger areas of sand and gravel we find species such as bird's-nest stonewort and horned pondweed.

The most protected areas are in the shallow bays. Soft sediments dominate and bacteria films are common. The bladderwrack grows high and is often covered with filamentous algae, and fennel pondweed dominates in some places. It is also possible to find rough stonewort. Signs of human activities are visible, mainly as litter and anchor marks.

The substrate modeling used depth, slope, aspect and wave exposure adjusted for depth to create the best models, and resulted in predictive maps of sand and hard, mixed and soft substrates.

The seafloor substrates were modeled using the inventory data and physical parameters. The aims were to get descriptive map layers of the substrates, input data for classification according to the EUNIS system, and to get input data for the biological models. Generally, soft bottoms occurs on depths over 40 m and in sheltered bays, while hard substrates dominate above 5 m and is then gradually replaced by sand and mixed substrates.

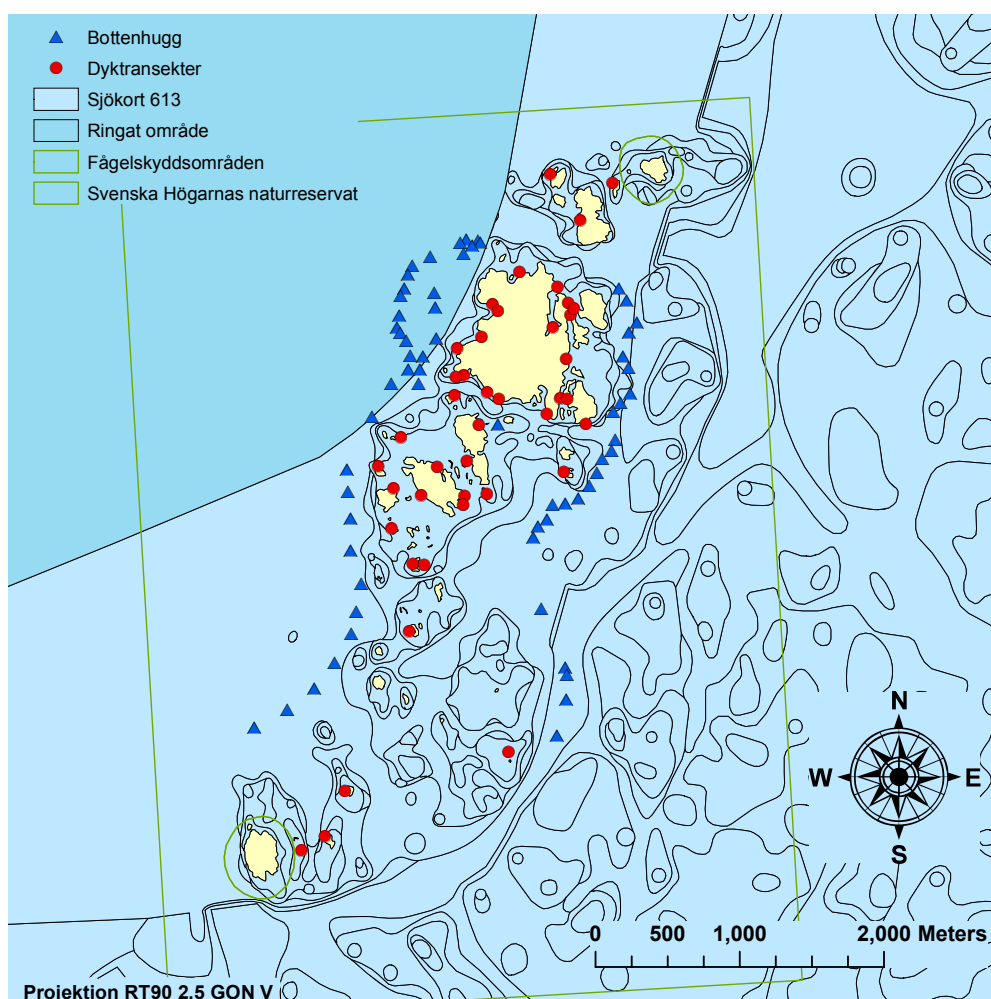
A number of biological parameters useful for nature evaluation were also modelled. There is consensus that bladderwrack and charophytes both should be considered valuable, while filamentous algae, epiphytes on bladderwrack, sulfur bacteria and loose algal mats should be considered

negative. Predictive modelling based the inventory and physical parameters were made for all these biological parameters resulting in a number of maps. A compilation of these map layers were made in order to demonstrate how maps of nature values may be constructed. Data from a larger area, including areas of lower nature values, is needed for making a standard method out of this attempt. All map layers resulting from this study has been delivered to the Stockholm County Administrative Board for later planning or research activities.

Undersökningsområdet

Svenska Högarna (figur 1) är den yttersta utposten mot Östersjön i Stockholms skärgård. Naturen på land är karg med kala berghällar och få träd och buskar, och här finns en intressant fågelfauna. Ögruppen som ligger i Norrtälje kommun gjordes till naturreservat 1988, delvis för att skydda de marinbiologiska värden som nu har inventerats.

Området kan delas in i tre olika typer av marina habitat. På Svenska Högarnas utsida, ostsidan, ligger de mest exponerade områdena som utsätts för vågor och vindar från det öppna havet. På den västra sidan mot fastlandet ligger områden som är relativt skyddade med lägre vågexponering. De allra mest skyddade områdena finner man i grunda skyddade vikar där vågorna inte når in. Dessa platser används ofta som naturhamnar av fritidsbåtar som besöker öarna.



Figur 1. Karta över området Svenska Högarna med dykstransekt och bottenhugg.

Metodik

Framtagning av underlagsdata med hjälp av GIS

Djupinformation

Modeller för djup, lutning och lutningsriktning har tagits fram i ArcGIS 9.0 med utgångspunkt i det digitala sjökortet nr 613 från Sjöfartsverket (avtal: 010207-02-02039/235-61D3-04), som täcker hela Svenska Högarna.

Djuppunkter från sjökortet användes först för att skapa en digital höjdmodell i form av en TIN (Triangular Irregular Network) över området. Utifrån denna höjdmodell beräknades sedan lutning och lutningsriktning.

Dessa faktorer användes i sin tur för att beräkna ljusexponering som är en funktion av lutning, lutningsriktning och solens instrålningsvinkel (T. Bekkby, opublicerat). Ljusexponering användes i kombination med djup som prediktorvariabel i modelleringar av algförekomst.

Vågexponering

För beskrivning av vågexponering användes de beräkningar som gjorts på uppdrag av Naturvårdsverket och är allmänt tillgängliga. Griddarna, som har 25 m upplösning, är beräknade enligt metoden SWM (Isæus 2004).

Vågexponeringens grid saknar ofta exponeringsvärde för den gridcell som strandlinjen korsar eftersom en del av dessa gridceller klassats som land.

Detta avhjälpes med hjälp av ett nyskrivet skript som ger de tomma cellerna ett medelvärde av angränsande cellers värde.

För vissa modelleringar har vågexponeringen vid botten använts, det vill säga exponeringsvärdena har korrigerats för platsens djup. Detta har gjorts med hjälp av en serie formler härrörande från linjär vågteori sammanställda av NIVA (Bekkby, Isaksson, Isæus, opublicerat).

Positionering av dykstationer med hjälp av GIS

Med hjälp av ett GIS-skript placerades en punkt var femtonde meter längs hela kustlinjen av ögruppen Svenska högarna, sammanlagt 545 punkter. Exponeringsvärden extraherades till punkterna från vågexponeringsgriddens. Punkterna rankades efter vågexponering och delades in i 10 grupper med cirka 54 punkter per grupp. Ur dessa grupper slumpades 4 punkter per grupp vilket utgör de primära dykstationerna, och 2 punkter per grupp som utgör reservstationer. På detta sätt erhöles stationer som både var representativt och slumpmässigt utvalda. Dessutom lades 2 ytterligare stationer i en vik som utpekats med förväntat höga naturvärden, för att säkerställa att denna inventerades utförligt. Reservstationerna användes för att ersätta stationer som var olämpliga av någon oförutsedd anledning, till exempel där båten inte kunde komma in. Sammanlagt inventerades 42 punkter med hjälp av dyktransekter.

Fältinventering

Dykinventeringen ägde rum i augusti 2006 och utfördes av Tång och Sânt HB. Inventeringen utfördes enligt standardmetoden för miljöövervakning av hårdbottnar på svenska Östersjökusten (Kautsky, H., 1995). Totalt 42 transekter i hela området undersöktes, på djup mellan 0-15 meter. Man tog också 62 bottenhugg med ekmanhuggare, på djup mellan 12-44 meter.

Vädret var lugnt under dykperioden med stiltje eller endast svaga vindar. Detta gjorde att dykningarna kunde genomföras nästan helt enligt planerna. Siktdjupet, som togs med Secchi-skiva varje för- och eftermiddag, varierade mellan 8-11 meter. Endast i några av de grunda vikarna var siktdjupet sämre än 5 meter. Tyvärr var algbloomningen kraftig de första tre dykdagarna vilket gjorde att sikten under vattnet ibland inte var så bra som förväntat.

Den inventeringsmetod som används var linjetaxering. Den innebär kortfattat att en metergraderad lina läggs längs botten rakt ut från land, oftast används 80 m långa linor. GPS-position och kompassriktning noteras i startpunkten. Inventeringen sker sedan längs transekten utifrån djupare vatten och in mot land. Hela tiden noteras avstånd från transektens startpunkt och aktuellt djup. Under dyket noteras täckningsgrader i procent av bottensubstrat (mjuk, hård, sand, grus, sten och block) och växtarter (makrofytter). Dessutom noteras grad av sedimentation, påväxt och abundans i tre klasser av snäckor, musslor och fisk. För en detaljerad beskrivning av metoden se:

www.naturvardsverket.se/dokument/mo/hbmo/del3/kusthav/vegbotos.pdf.

Under inventeringen samlades och pressades exemplar av alla noterade växter. Dessa växter är levererade till Länsstyrelsen som beläggarter. Snäckor och musslor som noterades har konserverats i 70-procentig alkohol och medföljer också som beläggarter. Under 2006 har tångarten *Fucus radicans*, Smaltång, erkänts som en egen art. På några platser vid Svenska Högarna hittades tång som påminner om denna art. Eftersom Blåstången *Fucus vesiculosus* är mycket variationsrik i sitt utseende kan inte experterna



Figur 2. Cecilia Wibjörn på Tång och Sânt HB längs en av transekterna på Svenska Högarna.

(Lena Kautsky Stockholms Universitet, Lena Bergström Fiskeriverket) med säkerhet avgöra om det rör sig om *F. radicans* eller *F. vesiculosus*. För att vara säker måste DNA-analyser utföras på tången.

På djup mellan 12-44 meter gjordes 62 bottenhugg som komplement till dykningarna som täckte intervallet 0-15 meter. Ekmanhuggaren som användes har en tvådelad käft som spänns upp med en fjäder, och sänks med en lina ned till botten. När man känner att huggaren står på botten släpps ett lod ned och gör så att fjädern slår igen gapet på huggaren. Av det material som huggaren får upp kan man utläsa botten typ och man kan även identifiera de arter som följer med upp. Vid varje hugg noteras GPS-position. Tyvärr kunde inte planerat antal hugg utföras då det lugna vackra vädret i slutet av veckan ersattes av vindar av kulingstyrka. Dock genomfördes tillräckligt många hugg för att modelleringen skulle kunna utföras.

Databehandling

Alla data från dykinventeringen har omstrukturerats så att transekterna beskrivs i halvmetersintervall. Det ger ett mer representativt underlag för analyserna. En pågående studie har visat att detta är rimligt att göra i modelleringssammanhang trots att de enskilda datapunkterna inte är statistiskt oberoende (Sandman, Isæus, Kautsky, opublicerat). Modellen förbättras på detta sätt avsevärt och prediktionerna blir mer robusta.

Modellering och yttäckande beskrivningar

Yttäckande kartor (griddar) över substrat och biota har tagits fram i GIS med hjälp av modellering. Modellering bygger på statistiska samband mellan prediktorvariabler och responsvariabeln, där responsvariabeln är föremålet för modelleringen, till exempel förekomst av blåstång, och prediktorvariabler är sådana som kan påverka responsvariabeln, i detta fall djup, vågexponering, substrat m.fl. Fördelen med att använda modellering istället för interpolering är att modelleringen baserar sig på hur omvärldsfaktorer påverkar responsvariabeln, medan interpolering bara utgår från att platser nära varandra är lika. I en heterogen skärgårdsmiljö som Svenska högarnas botten är modellering en betydligt mer kraftfull metod, medan interpolering kan vara att föredra i homogena miljöer.

Modelleringen görs i två steg. Först skapas modellen, vilket innebär att de statistiska sambanden mellan prediktorvariabler och responsvariabler etableras. I detta steg tas variabler som inte tillför modellen tillräckligt mycket information bort. I nästa steg används modellen för att utifrån kartgriddar av prediktionsvariablerna göra en prediktion i form av en kartbild (grid) som beskriver den beräknade utbredningen av responsvariabeln. Varken modellen eller prediktionen är perfekta eftersom de beror av mängden och kvalitén på de data som de bygger på, och på själva modelleringsmetoden. Det är därför viktigt att ett kvalitetsmått (valideringsresultat) för prediktionen anges vilket hjälper betraktaren att bedöma resultatet.

I denna studie har modelleringar utförts i GRASP (Lehmann et al. 2002) som är ett tillägg till statistikprogrammen S-plus eller R. Modelleringen bygger på generaliserade additiva modeller (GAM), vilket visat sig ge goda prediktioner. Prediktorvariablerna väljs ut med hjälp av Akaike's Information Criterion, AIC.

Prediktioner i GRASP görs i ett tillägg till ArcView och använder sig av rasterkartor av prediktionsvariablerna i ArcView. För att en variabel ska kunna användas som prediktor krävs alltså att man har ett yttäckande kartskikt för variabeln. Prediktionerna utgörs av kartfiler (griddar) som kan visas i ArcView/ArcGIS. Kartorna visar sannolikheten mellan 0 och 1 för förekomst av en viss responsvariabel för varje cell i ett raster.

Validering av modellen i GRASP har gjorts genom korsvalidering, det vill säga grupper av de värden man använt för att skapa modellen används även för att kontrollera hur väl modellen stämmer med de observerade värdena. Detta är inte lika starkt som att validera prediktionerna mot ett oberoende inventeringsmaterial, men eftersom ett sådant vanligen saknas är korsvalidering en vanlig och accepterad metod. Resultatet av korsvalideringen anges som cvROC där 0.5 är ett resultat som kan betraktas som slumpmässigt, och 1.0 är en perfekt prediktion. Värden uppåt 0,8 kan betraktas som bra och över 0,9 som mycket bra.

Det område som modelleringarna utförts inom avgränsas av följande koordinater i RT90:

X-max: 6599250
X-min: 6592900
Y-max: 1712200
Y-min: 1707000

Detta område omfattar hela Svenska Högarna.

De grunddata som användes som prediktorvariabler i modelleringarna var djup, lutning, lutningsriktning, vågexponering, djupkorrigerad vågexponering och ljusexponering.

Substratmodellering

För att få ett underlag för modelleringarna av blåstång och andra alggrupper började vi med att ta fram en modell för substrattyp i hela området. De karteringar som SGU har gjort visade sig för grova för att vara användbara. Som responsvariabler användes fältobservationer av substrattyp från dyktransekter och bottenhugg.

Fältinventeringarnas observationsdata av substrat är omklassat till fyra klasser. Substratklassen *hård* innehåller håll och block, klassen *grov* innehåller grus och sten, och *sand* och *mjuk* innehåller sand respektive



Figur 3. Substratklassen "grov" med grus och sten på transekt nr 13.

mjukbotten. Varje bälte på dyktransekterna kan ha flera substratklasser, till exempel kan en botten ha 25 procent klass *grov* och 75 procent klass *sand*.

Responsvariablerna utformas som förekomst *finns/finns inte* av en viss substrattyp för varje aktuell position. Fältdata ger täckningsgrad i procent för substraten, och för att undvika att ta upp alltför små detaljer som kan komplicera modellbyggandet angavs *finns* som täckningsgrad 25 procent och uppåt för alla substratklasser. Modelleringen genomfördes för varje substrattyp, en i taget.

För alla substratklasser användes prediktionsvariablerna djup, lutning, lutningsriktning och djupkorrigerad vågexponering för att få fram den bästa modellen.

Resultatet av modelleringen blev ett kartraster för varje substratklass. Dessa sammanställdes till en enda karta som visar var olika substrat dominerar. För att starkare modeller skulle få större genomslag viktades prediktionerna med det valideringsvärde som beräknades för varje modell i samband med överlagringsanalysen. Överlagringsanalysen genomfördes med hjälp av ett nyskrivet program som väljer det skikt som har högst viktat sannolikhetsvärde för varje cell. Det slutliga resultatet visar det substrat som är mest sannolikt i varje punkt (se bilaga 2).

Modellering av blåstångsförekomst

Även i modelleringen av blåstång använde vi oss av *finns/finns inte*-data där täckningsgrader på 25 procent och över motsvarade *finns* och lägre täckningsgrad motsvarade *finns inte*. Denna avgränsning gjordes för att få fram en modell för blåstångsbältet, inte förekomst av enstaka plantor.



Figur 4. Blåstångsbälte vid Svenska Högarna.

I den slutliga bästa modellen användes djup, lutning, vågexponering, ljus-exponering, samt sannolikhetsvärdena för hårbotten och grova sediment.

Substratklasserna sand och mjukbotten användes inte i modellen eftersom de inte har direkt betydelse för etablering av blåstång utan bara en omvänd inverkan – där det är sand eller mjukbotten finns *inte* blåstång. Dessa faktorer är dessutom negativt korrelerade med hårbotten och grova sediment.



Figur 5. Påväxt av brunslick på blåstång.

Modellering av påväxt på blåstång

I modelleringen av påväxt på blåstång använde vi oss av *finns/finns inte*-data direkt från fältinventeringen. Här hade inventerarna angett närvaro av påväxt vid tydlig förekomst av sådan, omkring 25 procents täckningsgrad.

Som prediktor användes sannolikheten för förekomst av blåstång från blåstångsprediktioneringen, som ju är påväxtens substrat. Dessutom användes djup, våg-exponering, lutning och ljus-exponering. Alla prediktorvariabler blev en del av en slutgiltiga modellen.

Modellering av fintrådiga alger

Precis som i modelleringen av blåstång använde vi för modellering av fintrådiga alger *finns/finns inte*-data där *finns* innebär en total yttäckning på 25 procent eller mer. Fintrådiga alger klassificerades i överensstämmelse med naturvårdsverkets miljöövervakning för östkusten. De arter och grupper av fintrådiga alger som förekom i inventeringen finns listade i tabell 1. Som prediktionsvariabler användes djup, lutning, ljusexponering, sannolikheten för hårbotten och grovt substrat samt vågexponering avräknat mot djup.

Tabell 1. Arter inkluderade i modelleringen av fintrådiga alger

<i>Aglaothamnion roseum</i>	<i>Cladophora</i> sp.
<i>Ahnfeltia plicata</i>	<i>Pilayella/Ectocarpus</i>
<i>Ceramium</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.
<i>Ceramium tenuicorne</i>	<i>Sphacelaria</i> sp.
<i>Cladophora glomerata</i>	<i>Vaucheriales</i>
<i>Cladophora rupestris</i>	

Modellering av kransalger

För kransalger ville vi modellera all förekomst av denna grupp, inte bara höga täckningsgrader. Därför definierades förekomst som en yttäckning på mer än 0 procent. För att få en tillräckligt stabil modell slogs alla arter av kransalger ihop till en grupp. De arter och grupper som observerades i området finns listade i tabell 2. Som prediktionsvariabler för kransalgsmodelleringen användes djup, vågexponering, lutning, ljusexponering och sannolikheterna för sand och grov botten. Sannolikheten för mjukbotten användes inte i modellen eftersom inga kransalger hittades på mjukbotten i detta område.

Tabell 2. Arter inkluderade i modelleringen av kransalger.

<i>Chara aspera</i>
<i>Chara</i> sp.
<i>Tolypella nidifica</i>



Figur 6. Kransalgen *Tolypella nidifica* i transekt 25 på Ytter-Tärnans nordsida.

Modellering av lösa algmattor

Här modellerades åter täckningsgrad av 25 procent eller mer. Prediktionsvariabler i bästa modellen var djup, djupkorrigerad vågexponering, lutning och lutningsriktning. Samma fysiska faktorer som påverkar ackumulation av sediment styr också förekomsten av lösa alger. Substratklasserna har därför utelämnats så att de underliggande prediktionerna inte skall räknas två gånger i modellen.

Modellering av svavelbakterier

Även här modellerades all förekomst av svavelbakterier, allt över 0 procents täckningsgrad. Prediktionsvariablerna var djup, vågexponering, lutning och ljusexponering. Svavelbakterierna är starkt korrelerade till de lösa algerna och därför har sedimenten utelämnats ur modellen med samma motivering som ovan.

EUNIS

EUNIS är ett europeiskt system för klassificering av naturmiljön. Systemet är under uppbyggnad och ännu finns få anpassningar av systemet för Östersjöns speciella förhållanden. Vi har utgått från den reviderade versionen från oktober 2004 (Davies et al. 2004). Bottnarna har klassats ned till nivå 3, vilket är så långt det går att komma innan mer detaljerade Östersjö-habitat har beskrivits, utom för sublittorala sediment som kunnat klassas till nivå 4. I Bilaga 10 finns de strukturscheman som beskriver den aktuella delen av EUNIS uppbyggnad. Nedan redogör vi för hur vi tolkat de olika definitionerna i systemet.

Klargöranden av hur EUNIS definitioner använts i den här studien:

Aii Permanently water-covered? I Östersjön, som i princip saknar tidvatten, utgörs littoralen som inte är permanent vattentäckt av den zon som täcks vid

högvattnen och friläggs vid lågvattnen. Denna zon så smal i detta område att den inte kan beskrivas i en grid med upplösningen 25 m. Följaktligen har inte några habitat i denna undersökning klasserna *A1 Littoral rock* eller *A2 Littoral sediments* angivits.

Aiv Shelf? Hela Östersjön klassas som shelf i EUNIS.

Av Substrate mobile/non-mobile? Alla substrat utom hårda (häll och block) har klassats som mobila. Som underlag har substratkartan i bilaga 2 använts.

Avi Characterized by macroalgae? Definitionen är till för att ange en djupgräns som skiljer algdominerade habitat (*A3 Infralittoral*) från djupare liggande djurdominerade bottenar (*A4 cirkalittoral*). Algfria fläckar som återfinns på grunda bottenar skall inte klassas som A4 även om det råkar finns musslor där. Det är alltså en allmän vertikal uppdelning för området som eftersträvas. Vi har tagit fram djupvärdet för alla dyktransekter där den sammanlagda täckningsgraden av djur överstiger motsvarande värde för alger, undantaget grunda transekter där djur aldrig dominerar. Medianvärdet för dessa var 8,5 m, vilket användes som avgränsning mellan infralittoral och cirkalittoral i hela området.

a19/a25 Baltic exposed/moderately exposed/sheltered? Under A3 och A4 skall en uppdelning göras utifrån exponeringsnivå. Denna exponering kan antingen utgöra vågexponering eller exponering för strömmar och den högsta graden av dessa exponeringar på en plats anger klassningen. Tyvärr saknas en beskrivning av strömexponering för området (liksom för de flesta områden), och vi har därför bara gjort klassningen utifrån vågexponering. Vi har använt SWM (Isæus 2004), alltså beskrivningen av exponeringen i ytan, inte korrigerat efter djup. Anledningen till detta är att djupkomponenten i EUNIS ligger i uppdelningen i lottoral/infralittoral/cirkalittoral zon, och det är alltså underförstått att vågpåverkan är mindre i djupare liggande zoner. Den preliminära skalan av EUNIS exponeringsklasser för SWM har använts (Wennberg et al. 2006).

a30 substrate. Här sker en uppdelning av sedimentet i kornstorleksklasser. Den bästa överensstämmelsen mellan våra sedimentklasser och de använda inom EUNIS är: Grovt (grus och sten) motsvarar *Sublittoral coarse sediments*; sand motsvarar *Sublittoral sand*; mjukt motsvarar *Sublittoral mud*. *Sublittoral mixed sediments* betecknar en blandning av olika mobila sedimentklasser, vilket vi inte har modellerat. Biogena rev (*Sublittoral biogenic reefs*) förekommer inte i området. De ovanstående sedimentklasserna delas upp beroende på om de förekommer i infralittoral zon eller cirkalittoral zon (gräns 8,5 m djup, se ovan), vilket för dem till EUNIS nivå 4.

Utifrån ovan givna kriterier har vi gjort overlay-analyser i GIS vilket resulterat i en karta där bottenarna i området är klassade enligt EUNIS ned till nivå 3-4 (se bilaga 3).

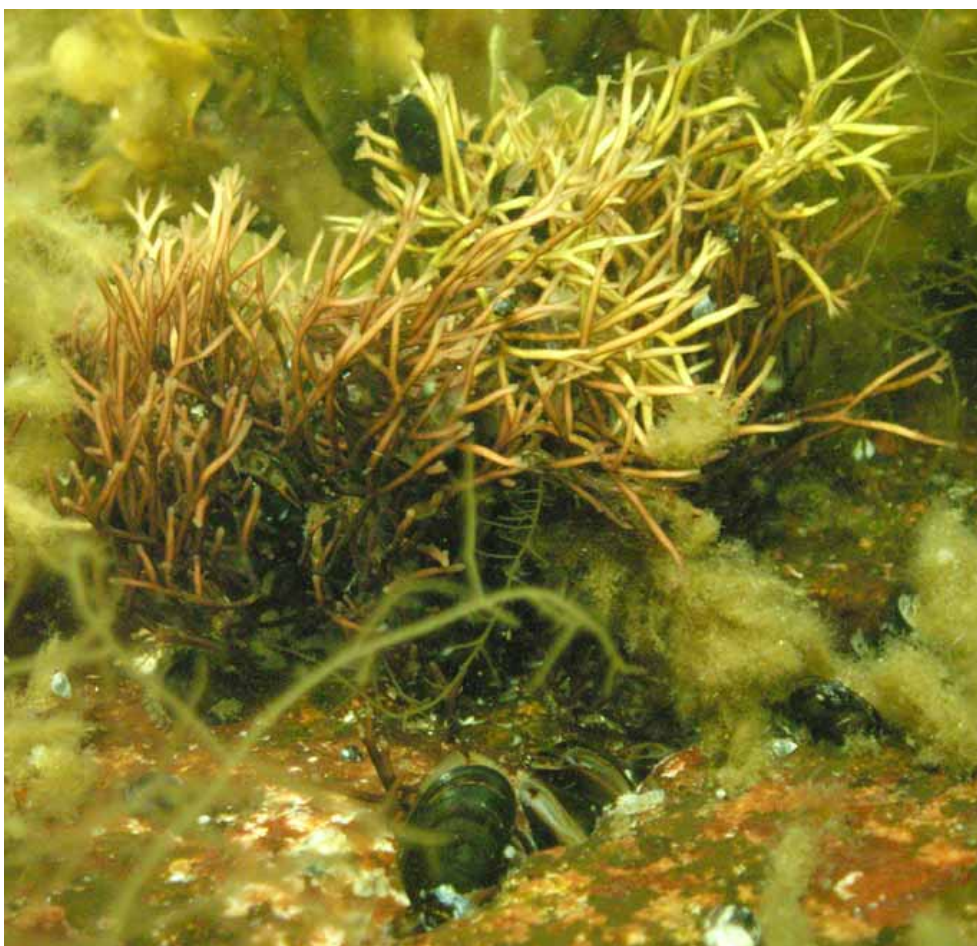
Resultat

Beskrivning av området

Bottnarna runt Svenska Högarna varierar från rena hårbottenar med häll, block och sten till mjuka sedimentbottenar. Dessutom förekommer många sammansättningar av sand och grus. Kartan i bilaga 2 visar vilka substrat som dominerar i olika områden.

Som helhet har de undersökta transekterna på Svenska Högarna ett högt naturvärde. Blåstångsbältena är tjocka och kraftiga och når ned till omkring sju meters djup, och rödalgsbältena är fina och artrika.

De grunda skyddade vikarna som fungerar som naturhamnar är inte så fina som man kunde ha hoppats. Lösa alger samlas i dessa lugna grunda



Figur 7. Rödalgen Furcellaria lumbricalis och blåmussla Mytilus edulis i transekt 8 mellan Skrubban och Storön.

områden och blir liggande utan att nedbrytningen blir fullständig. Då bildas tjocka hinnor av svavelbakterier och botten blir kal. Dessa områden får totalt ett lågt naturvärde eftersom täckningsgraden av växter är relativt låg och sedimentationen och påväxten av trådalger är hög. En fullständig artlista finns i Bilaga 11.

De yttre områdena

Djupen på de yttre lokalerna varierar men generellt är dessa områden djupast av de undersökta lokalerna. Här har de grundaste områdena närmast land ofta den typiska kombinationen av smalskägg, *Dictyosiphon foeniculus*, grönslick, *Cladophora spp* och ibland tarmalger, *Ulva spp*. Här återfinns också juvenil blåstång *Fucus vesiculosus* i glesa bestånd. Lite längre ut börjar blåstångsbältet. På botten under blåstången växer rödalgern *Furcellaria lumbricalis* och *Coccotylus truncatus*. Här finns även rödplyschen, *Rhodochorton purpureum*, som sitter som en matta på den hårda hällen och grönalgen bergborsting, *Cladophora rupestris*, som med sin intensivt gröna färg bildar vacker undervegetation till den fina blåstången. Ibland kan blåstångsbältet brytas av ett rödalgsbälte för att sedan återkomma och fortsätta utåt. Vid omkring sju meters djup återfinns de sista blåstångsplantorna. Ibland är det bara enstaka plantor här nere, men beroende på botten beskaffenhet kan blåstångsbältet i vissa fall nå ända ned till sju meter.



Figur 8. Bergborsting *Cladophora rupestris* under blåstången på nordsidan av Ytter-Tärnan.

Under blåstången tar rödalger vid. Rödalgsbältet är artrikt med ganska hög täckningsgrad. Algerna är ganska kortväxta eftersom vågexponeringen är hög. Arter som hittas nästan överallt i dessa områden med varierande täckningsgrad är Kräkel, *Furcellaria lumbricalis*, rödblåd, *Coccytulus truncatus*, rödslick, *Polysiphonia* spp, ullsläke, *Ceramium teunicorne* och rödris, *Rhodomela confervoides*. På vissa platser finns inslag av stora block och sten och på några av lokalerna finns sand och skalgrus utan vegetation. Rödalgsbältet fortsätter nedom 15 m djup på flera platser här på utsidan vilket bara förekommer på fina östersjölokaler med förhållandevis klart vatten. Under rödalgsbältet består de djupare delarna oftast av hårdbotten med 100 procents täckning av blåmusslor, *Mytilus edulis*, och insprängda rödalger.

Typiskt för dessa yttre lokaler är att löst sediment och lösa växtdelar förekommer i liten utsträckning. Områdena ger ett opåverkat och friskt intryck och blåstången är övervägande ren och fin utan speciellt mycket påväxt, vilket framgår av kartan i bilaga 5. Juvenil blåstång återfinns på grund av den höga vågexponeringen oftast i svackor och i skydd bakom klippblock. Sammantaget har dessa områden högst täckningsgrad av alger av alla undersökta lokaler, och i genomsnitt hittar man nio växtarter per undersökt lokal.

Innersidan

Flera av dessa lokaler påminner till en början om de mer vågexponerade lokalerna. En skillnad är att dessa lokaler har högre grad av löst sediment på botten, och ofta hittar vi lösa algmattor som kan täcka botten upp till 2 dm i tjocklek. Nedbrytningen av detta material gör att syrebrist uppstår på vissa platser, och det förekommer fläckar med svavelbakterier på bottenarna.

Något annat som skiljer dessa lokaler från områdena på yttersidan är att här förekommer mer grus och sand på grunda områden, och även växtarter som trivs på dessa bottenar. Arter som vi hittar här är kransalgen havsrufse, *Tolypella nidifica* och hårsärven, *Zannichellia palustris*. Blåstången har mer påväxt än på yttersidan, och här finns mer av brunalgerna sudare, *Chorda filum* och brunslicken, *Pylaiella/Ectocarpus*.

I djupare områden längre ut från stranden dominerar blåmusslor och rödalger precis som på yttersidan. Även på innersidan hittades i snitt nio växtarter per undersökt lokal.

Av de tre undersökta habitaterna var innersidan det där man observerade mest fisk (visuell bedömning) och här var det också störst noterad förekomst av snäckor.

Skyddade lokaler

De skyddade områdena är samtliga väldigt grunda, ibland är djupaste delen endast ett par meter. Här är det mjuka sedimentbottenar som dominerar, men inslag av en del sten och block förekommer, liksom av sand och grus. Här förekommer mycket bakteriehinnor som till och med dominerar i vissa

lokaler. Man ser spår av mänsklig aktivitet, som tappade saker från båtar och märken i botten av ankare. Blåstången kan vara mycket högväxt inne i dessa vikar. Typiskt är också att mycket trådalger täcker blåstång och andra växter. I de skyddade områdena kan kärlväxten borstnate, *Potamogeton pectinatus*, helt dominera ett område, vilket inte förekommer i de mer exponerade områdena. Kransalgen borststräfsse, *Chara aspera* har också noterats här. I genomsnitt hittades åtta växter på denna typ av lokal.

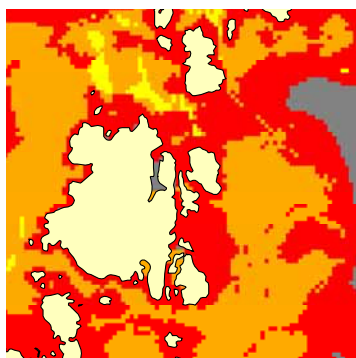
Rödlistade arter

Den enda rödlistade art som observerats i området är fisken tånglake, *Zoarces viviparus*, vilken är klassad som missgynnad (NT). Tånglaken noterades på fyra platser, alla belägna på ögruppens yttersida. Observationerna av tånglake sammanföll alltså med den miljö som bedömts ha högst naturvärde, men observationerna är för få för att utesluta att detta är en tillfällighet eller att det beror på andra orsaker.

Modelleringar och prediktioner

Dyktransekterna ger oss mycket mer information i grundare områden än vad bottenhuggen ger oss i de djupa områdena. Modellerna har därför större giltighet i grundare områden ned till 15 meters djup jämfört med de djupare. En karta har framställts som guidning för hur säkra prediktionerna är, med områden av god kvalitet och begränsad kvalitet, se kartan i bilaga 1. Här ser man också ett så kallat ”ringat område”, där djupinformationen i sjökorten är av lägre kvalitet än i övriga områden. Detta område har i kartan benämnts med ”låg kvalitet”. Den lägre kvaliteten på djupinformationen gör att vår digitala höjdmodell blir sämre i detta område, vilket leder till osäkerhet i de modellerade prediktionerna. Detta område är i huvudsak djupt och prediktionerna här är grova och skall endast användas som en översiktlig orientering.

I bilaga 1 ser man också den digitala höjdmodellen som beräknats från det digitala sjökortet.



Figur 9. Utsnitt ur karta 2 över dominerande substratklasser.

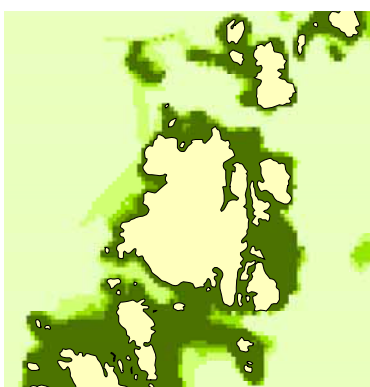
Substratmodellering

Substratmodelleringar får höga valideringsvärden för klasserna hårbotten, mjukbotten och sand, medan grövre sediment (sten och grus) visade sig svårare att modellera (cvROC=0,676). Detta beror troligen på att ansamlingar av sten och grus i större utsträckning är ett resultat av lämningar från istiden jämfört med de övriga klasserna som går bra att modellera utifrån den fysiska miljön som den ser ut idag. Allra bäst är prediktionerna av mjukbotten (cvROC=0,937) som styrs mycket av vågexponering och djup.

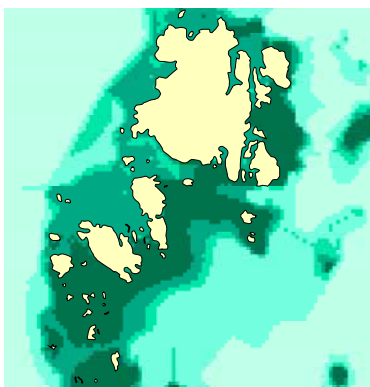
Överensstämmelsen mellan prediktionerna och observationerna av sand (cvROC=0,811) och hårbotten (cvROC=0,776) är också tillfredställande bra. Dessa resultat är i samklang med substratmodelleringar från Asköområdet i Södermanland (Sandman, Isæus, Kautsky, in prep) vilket visar att modelleringen är robust. Generella mönster är att mjuka bottenar återfinns antingen först nedom 40-50 m djup i detta exponerade område, samt i de mest skyddade grunda vikarna (bilaga 2 samt figur 9). Grunda miljöer utgörs främst av hårbotten ned till 5 m och ersätts sedan successivt nedåt av allt större inslag av sand, sten och grus. Förvånande var att hårda bottenar återfanns på över 40 m djup även på insidan av ögruppen. Detta är sannolikt ett blockfält som hålls fritt från överlagring av strömmar. I detta område är dock modellen svag på grund av bristfällig djupinformation.

Biologiska modelleringar

Modelleringen av alla biologiska parametrar har givit fina resultat vilket indikerar att inventeringsunderlaget varit tillräckligt stort, samt att de viktigaste prediktorvariablerna kunnat användas i modelleringen. Växter återfinns bara på grunda bottenar vilket gör att den sämre djupinformationen för djupa områden inte påverkar modellerna negativt.



Figur 10. Utsnitt ur karta 4 över sannolikhet för förekomst av blåstångsbälte.

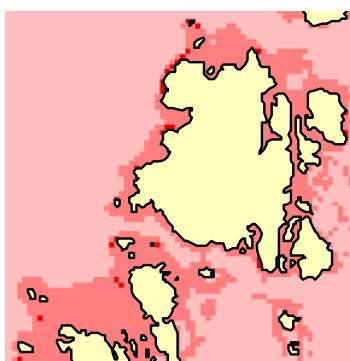


Figur 11. Utsnitt ur karta 6 över sannolikhet för förekomst av fintrådiga alger.

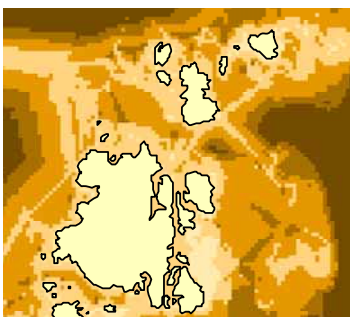
Då i stort sett alla grunda bottenar i området är hårda kan blåstången breda ut sig på dessa, vilket också gör den lätt att modellera (cvROC=0,895). Blåstångens beräknade utbredning framgår av bilaga 4, och en detaljbild i figur 10. Den sammanlagda arean av vad som beskriver minst 75 procents sannolikhet att finna blåstångsbälte (> 25 procents täckningsgrad) är 2,3 km² inom naturreservatet. Det motsvarar 31 procent av alla bottenar grundare än 10 m. Vi har inget värde från andra områden att jämföra detta med men det är sannolikt högt. Motsvarande area för fintrådiga alger (cvROC=0,828) är 2,8 km² (figur 11, bilaga 6), vilket motsvarar 38 procent av bottenar grundare än 10 m.

Blåstång och fintrådiga alger är i stor utsträckning antagonister, det vill säga att det finns antingen blåstång eller fintrådiga alger på en plats. Det beror delvis på att tången sveper bort fintrådiga alger inom sina bestånd (Kiirikki 1996), men bestånd av fintrådiga alger kan också hindra etableringen av blåstång (Berger et al. 2003). Då fintrådiga alger gynnas av hög tillgång på näring i vattnet vilket har föreslagits som en

anledning till att tången gått tillbaka under 1900-talet. Ur ett modelleringsperspektiv bör detta innebära att sannolikheten för både tång och blåstång minskar för de ytor där deras potentiella utbredning överlappar. Likväl kan det förekomma sannolikheter på ända upp till 100 procent av både tång och fintrådigt på samma plats eftersom det i båda fallen handlar om sannolikheten för täckningsgrad på 25 procent eller mer. Kvoten mellan arean av predikterad blåstång och fintrådigt skulle kunna ge en indikation om övergödningssituationen i området. För Svenska högarna är den 0,81 vilket är ett värde som kan jämföras med andra områden i framtida studier.



Figur 12. Utsnitt ur karta 5 över sannolikhet för förekomst av påväxt på *Fucus*.

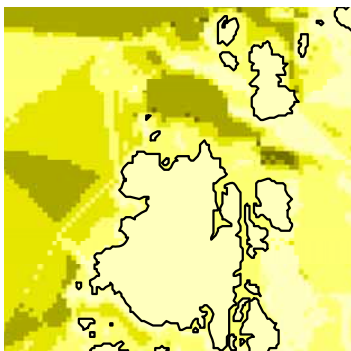


Figur 13. Utsnitt ur karta 9 över sannolikhet för förekomst av algmattor.

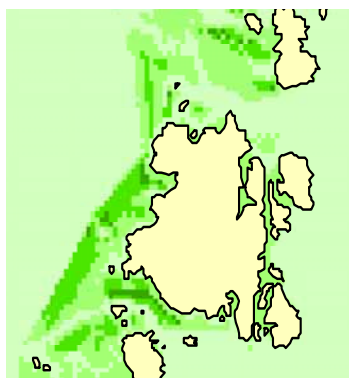
Påväxt på blåstång är en annan parameter som ger en bild av övergödningssituationen. Sannolikheten för påväxt på blåstång har modellerats med bland andra blåstångsprediktionen som prediktorvariabel (figur 12, bilaga 5). Prediktionen är av god kvalitet ($cvROC=0,809$), men observationen att det skulle finnas mer påväxt inne i vikarna återspeglas inte i någon större grad i modelleringen. Kanske är detta ett utslag av att observationen gäller biomassa, ett resultat av många och långa algrådar, medan prediktionen beskriver sannolik förekomst? Det är välkänt att många algarter har en morfologisk variation som bland annat är kopplad till graden av vågexponering. Det vore önskvärt att kunna modellera biomassa direkt, men det kräver dels inventeringsdata som är mycket mer arbetskrävande att samla in, dels en annan modelleringsmetod. I de flesta fall verkar sannolikhetsprediktionerna korrelera väl med biomassa, men detta är ännu inte testat.

Sannolikheten för att hitta lösa alger och svavelbakterier är i viss mån kopplade. Ansamlingar av organiskt material ökar sannolikheten för förekomst av svavelbakterier. Men i analysen framgick att lösa

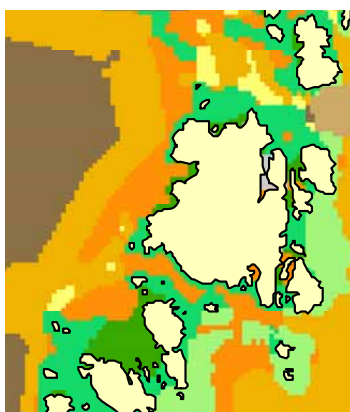
alger är tydligare kopplat till vågexponeringen och dess avtagande med djupet, till skillnad från svavelbakterier som påverkades i stor grad också av andra parametrar. De största avvikelserna återfinns dock på större djup där modellerna baseras på mindre inventeringsdata så man bör nog inte dra några långtgående slutsatser av detta. Prediktionerna är rimligt goda (lösa alger: $cvROC=0,767$, svavelbakterier: $cvROC=0,826$) och visas i figurerna 13 och 14 samt bilagor 8 och 9.



Figur 14. Utsnitt ur karta 8 över sannolikhet för förekomst av svavelbakterier.



Figur 15. Utsnitt ur karta 7 över sannolikhet för förekomst av kransalger.



Figur 16. Utsnitt ur karta 3 över EUNIS-habitat.

Observationerna av kransalger utgjordes i huvudsak av Borststräfsse *Chara aspera* och Havsrufse *Tolypella nidifica* som båda är arter som tål lite högre vågexponering än andra *Chara*-arter. De observerades följaktligen uteslutande på sand och grövre sediment. Vi hade förhoppningar om att finna kransalger på mjukbotten inne i de skyddade vikarna, men detta infriades inte. Detta skulle till exempel kunna bero på störningar från fritidsbåtar, mellanårsvariation hos kransalgerna, eller något annat utslag av biologisk variation. Prediktionen av kransalger blev mycket bra (cvROC=0,921), men visar på en mycket sparsam utbredning (figur 15, bilaga 7).

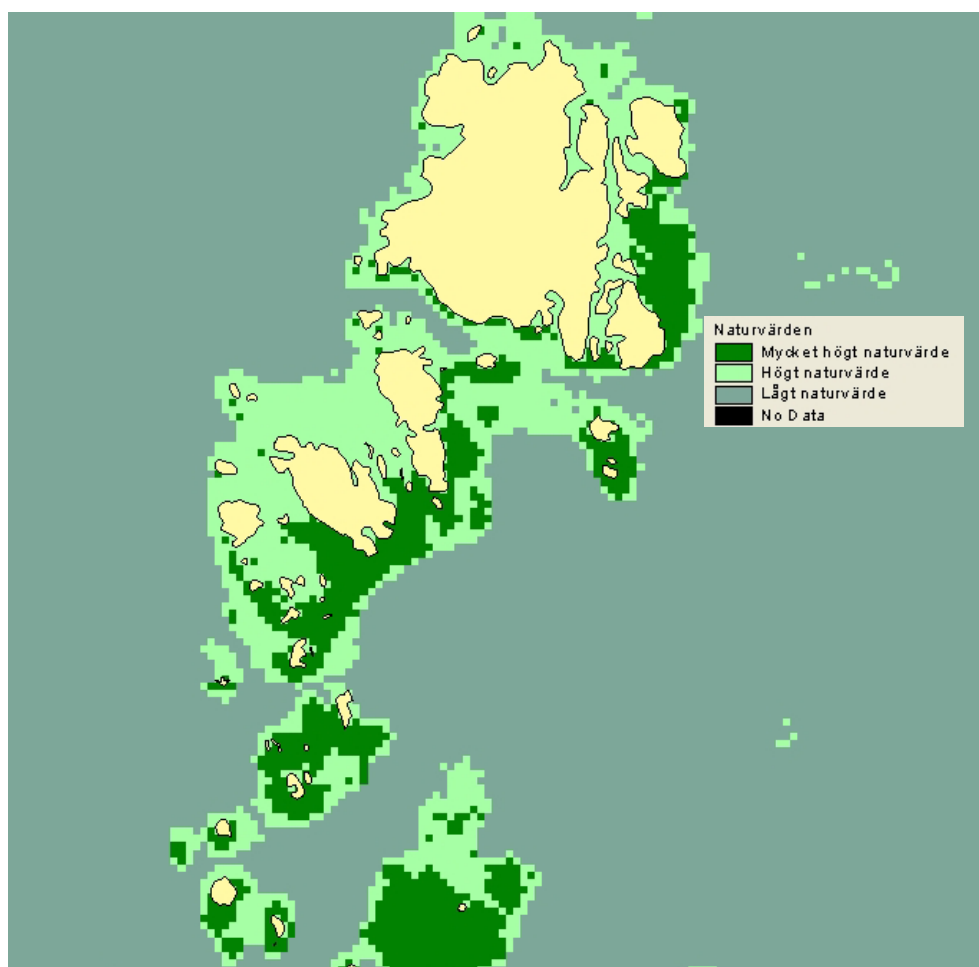
Samtliga prediktioner (griddar) är i projektionen RT90 och har levererats till Länsstyrelsen i Stockholm. De är tänkta att kunna användas direkt i förvaltningsuppgifter eller andra studier.

EUNIS

I detta arbete har bottenarna klassats ned till nivå tre och fyra i det hierarkiska EUNIS-systemet, vilket för närvarande är så långt det är möjligt för Östersjöns miljö. Arbetet med att beskriva typiska habitat för Östersjön har tillfälligt avstannat, men kommer sannolikt att fortsättas på svenskt initiativ under 2007 (Cecilia Lindblad Naturvårdsverket, muntligen). I det pan-europieska systemet ingår habitat med typisk artsammansättning på nivå fyra och högre, och sådana skall också definieras för Östersjön. I figur 16, bilaga 3 visas resultatet av den genomförda klassningen för Svenska Högarna. Klassningen är liksom modelleringen beroende av djupdata och därför av mer översiktlig karaktär i kartans nordvästra hörn inom det ringade området. När nya habitat har definierats kan den befintliga kartan användas som underlag för vidare uppdelning av habitaterna eftersom EUNIS-systemet är hierarkiskt i sin uppbyggnad.

Diskussion

Området kring Svenska Högarna har som helhet höga naturvärden, speciellt på utsidan av ögruppen är blåstången lite påväxt och ger ett rent och fint intryck. Vikarna som används som naturhamnar är mer slitna och nedskräpade vilket drar ner det totala intrycket. Vi har valt att modellera parametrar som vi anser att det råder konsensus kring ur naturvärderingssynpunkt: blåstång (positivt), kransalger (positivt), fintrådigt (negativt), påväxt på blåstång (negativt), lösa alger (negativt) och svavelbakterier (negativt). Utifrån dessa heltäckande kartsikt är det möjligt att ta fram kartor som visar på naturvärden. Sådana kartor utgörs av klassningar av matematiska index baserade på de underliggande skikten. Vi provade några olika möjligheter och fick fram några som såg vettiga ut: kvoten mellan blåstång och fintrådigt, eller en summering av alla sannolikhetskikt efter att de negativa multiplicerats med minus ett. Men för att bestämma hur de



Figur 17. Exempel på hur en karta över naturvärden på Svenska Högarna kan se ut.

olika skikten skall viktas för att ge ett index som motsvarar konsensus av naturvärdesbedömningar krävs ett mycket större referensmaterial från områden med olika naturvärden. Vi ser en stor potential i detta och hoppas få gå vidare med uppgiften i en senare studie. Kanske bör ytterligare organismer inkluderas, till exempel blåmusslor eller fisk. Ett exempel på sådan naturvärdeskarta kan se ut ges i figur 17. Kartan bygger på summan av alla positiva och negativa ovan nämnda faktorer utom fintrådigt. Lösa alger har viktats trippelt, och blåstång och kransalger viktats dubbelt jämfört med de övriga. De observerade mönstren med högre naturvärden på utsidan jämfört med insidan och skyddade lokaler i vikarna illustreras med denna viktning, men inte låga naturvärden i vikar. Metoden blir riktigt intressant först när områden jämförs med varandra, så den framtagna kartan är mest tänkt som en utgångspunkt att fundera vidare utifrån.

Metoden att modellera utbredningen av olika arter eller andra miljövariabler som anses viktiga är ett bra sätt att skaffa översiktsbilder av ett område och att ta fram kvantitativa mått på landskapsnivå. Värdet av dessa beskrivningar kommer att öka när motsvarande modelleringar gjorts för fler områden, som då kan jämföras och skapa en relativ skala av naturvärdesbedömningar. När modelleringar gjorts i en mängd områden ges också möjlighet att ta fram beskrivningar av förväntade artutbredningar och naturvärden i mellanliggande områden och en översiktlig bild på regional skala. Det kommer alltid att krävas inventeringsdata att basera modellerna på och att validera dem mot, men möjligheten att få heltäckande beskrivningar är ny och kommer säkerligen att vara ett viktigt planeringsunderlag i framtiden.

Tack till

Vi vill tacka Antonia Sandman, Stockholms universitet, för databassupport och Trine Bekkby, NIVA, för GRASP-support.

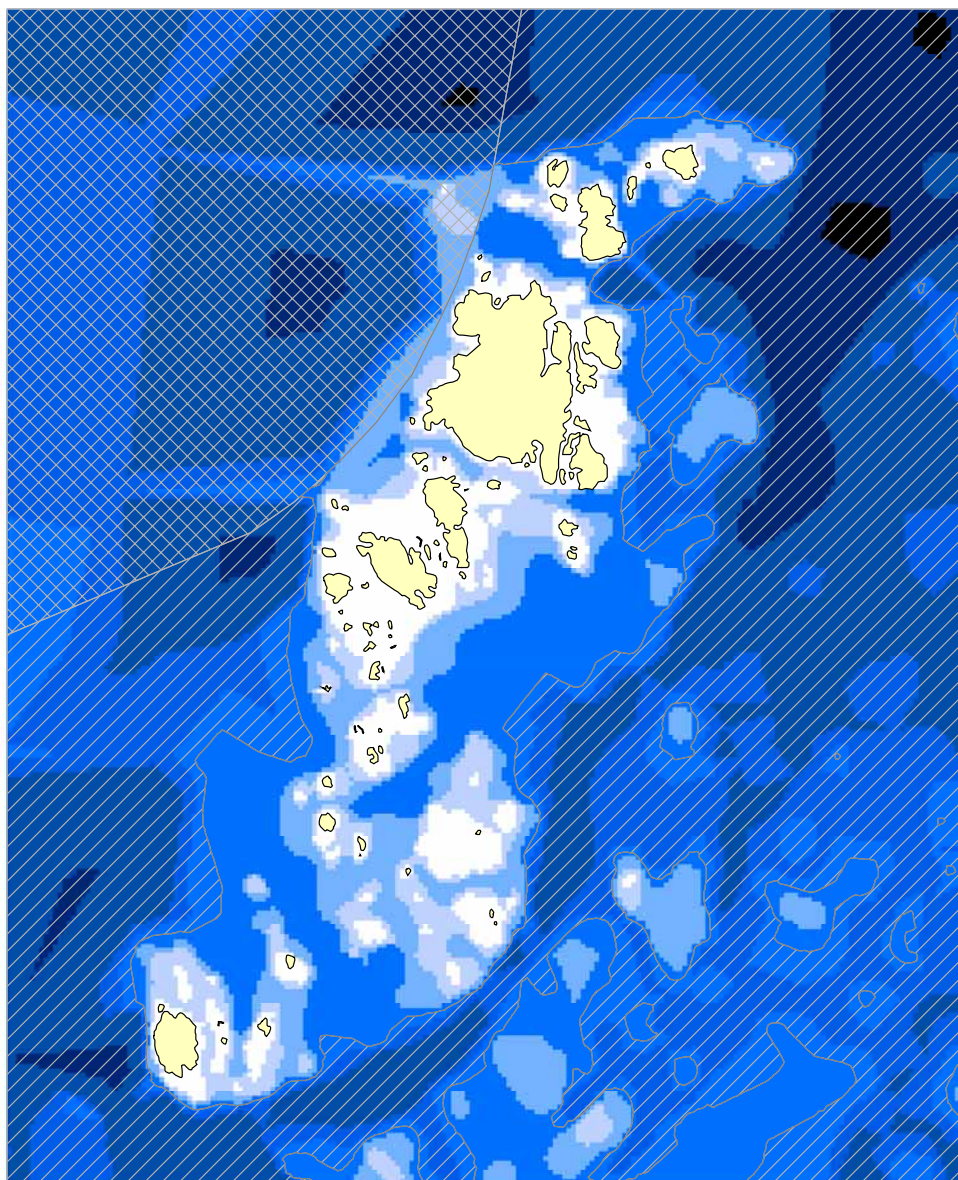
Vi vill också tacka tillsynsmännen på Svenska högarna god hjälp under fältarbetet.

Uppdraget har utförts på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län och handlagts av Annelie Mattisson.

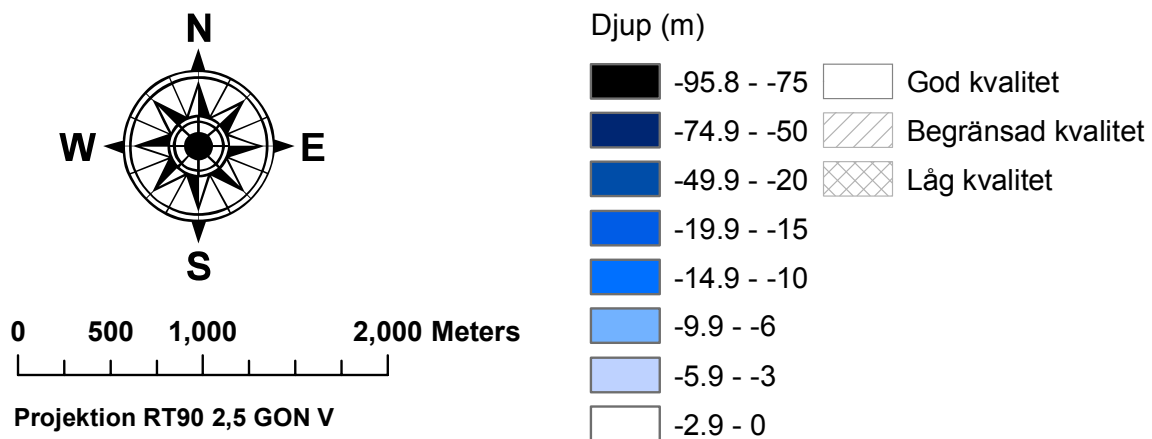
Referenser

- Berger, R., E. Henriksson, et al. (2003). "Effects of filamentous algae and deposited matter on the survival of *Fucus vesiculosus* L. germlings in the Baltic Sea." *Aquatic Ecology* **37**: 1-11.
- Davies, C. E., D. Moss and M. Hill (2004). EUNIS habitat classification revised 2004, European environment agency, European topic centre on nature protection and biodiversity: 310.
- Isæus, M. (2004). Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea, Doktorsavhandling, Botaniska institutionen. Stockholms universitet: 40.
- Kautsky, H. (1995). Diving inventory of the vegetation of the shallow bottoms in Stockholm archipelago. 1994 (in Swedish). Stockholm, Dept. Systems Ecology, Stockholm University.
- Kiirikki, M. (1996). "Experimental evidence that *Fucus vesiculosus* (Phaeophyta) controls filamentous algae by means of the whiplash effect." *European Journal of Ecology* **31**: 61-66.
- Lehmann A., Overton J.C. and Leathwick, J.R., 2002. GRASP: Generalized regression analysis and spatial predictions. *Ecol. Model.* 157, 189-207.
- Sandman, A., Isæus, M., Kautsky, H. (in prep), Spatial predictions of Baltic phytobenthic communities: Measuring robustness of GAM models based on transect data.
- Schreiber, H. (2003) Skyddsvärda grundområden I Svealands skärgårdar, Länsstyrelsen i Stockholms län, rapport 2003:05, ISBN 91-7281-081-5
- Svenska Naturvårdsverket, 2004. Handbok för miljöövervakning, Vegetationsklädda bottenar, ostkust. Version 1, 2004-04-27. http://www.naturvardsverket.se/dokument/mo/hbmo/del3/kusthav/veg_botos.pdf, 2006-12-28
- Wennberg, S. (red), Lindblad, C. (red), Albertsson, J., Bergström, U., Isæus, M., Kilnäs, M., Mattisson, A., Sandman, A. (2006) Sammanställning och analys av kustnära undervattensanalys, Naturvårdsverket rapport 5591. ISBN 91-620-5591-7

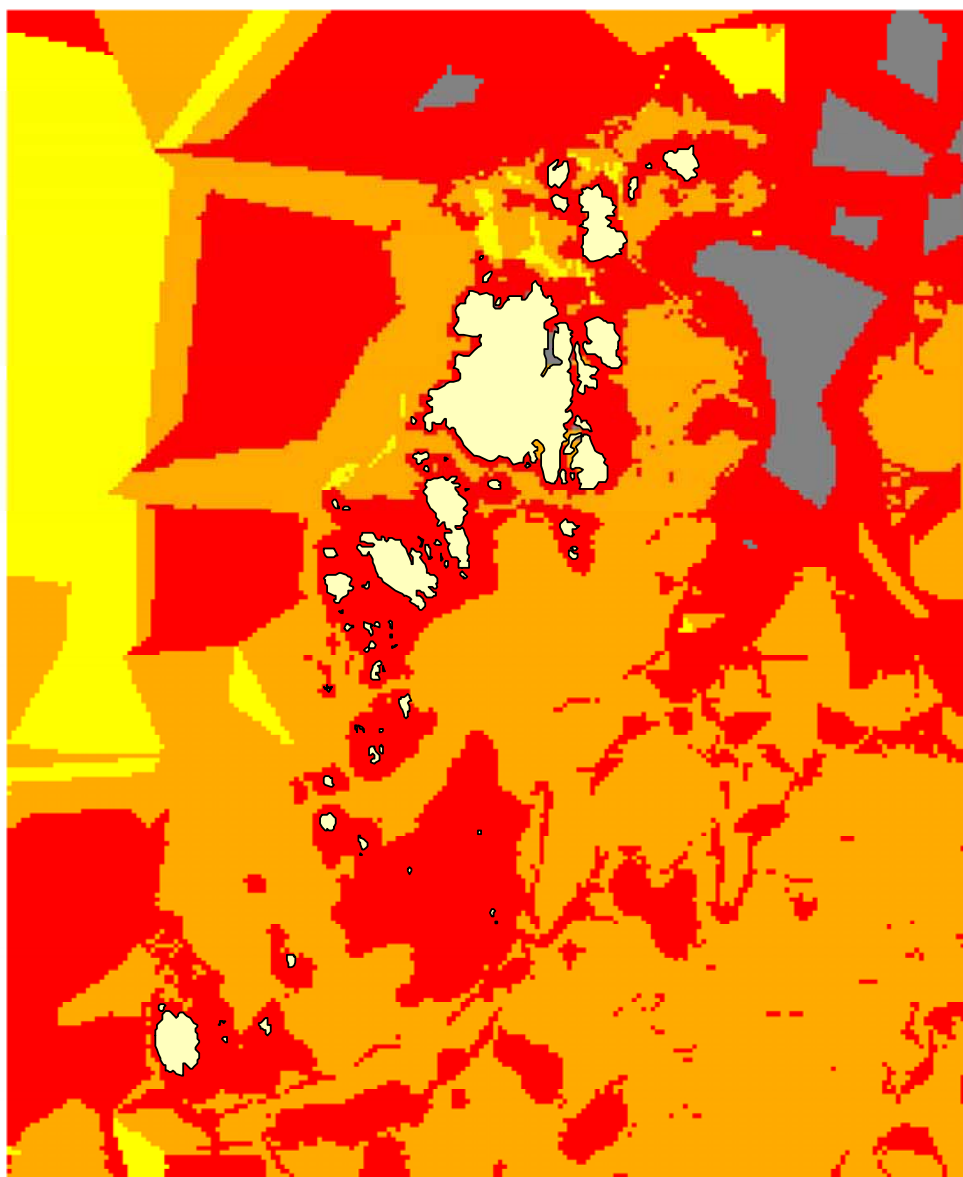
Bilaga 1



Karta 1 Kvalitetsbedömning och batymetri



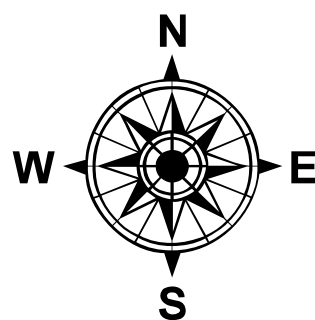
Bilaga 2



Karta 2 Dominerande substratklasser

Substratklasser

-  hårdbotten
-  grus och sten
-  sand
-  mjukbotten

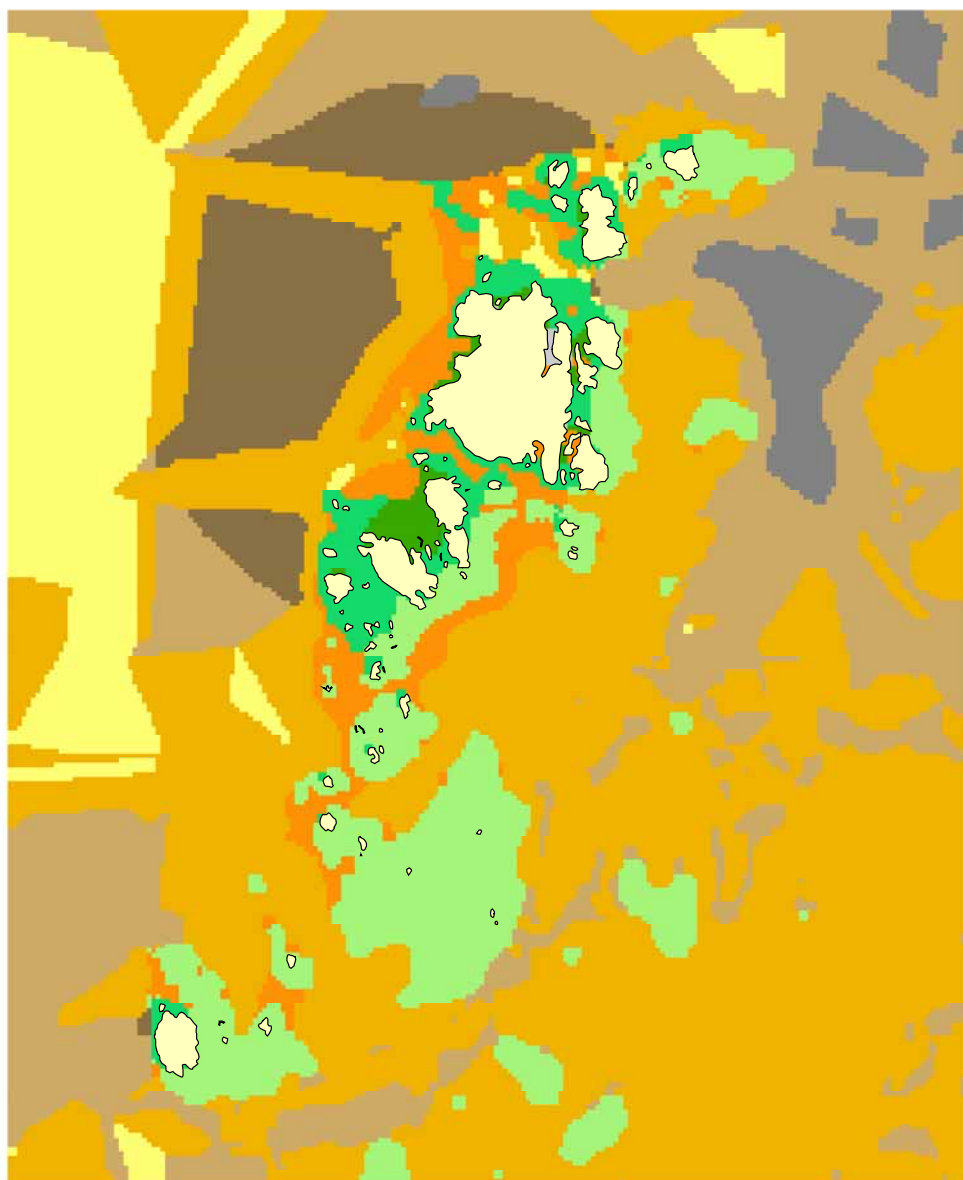


Projektion RT90 2,5 GON V

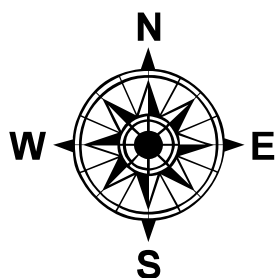
0 500 1,000 2,000 Meters

A horizontal scale bar with markings at 0, 500, 1,000, and 2,000 meters. The bar is black and white.

Bilaga 3



Karta 3 EUNIS-habitat



0 500 1,000 2,000 Meters

A horizontal scale bar with tick marks at 0, 500, 1,000, and 2,000 meters.

Projektion RT90 2,5 GON V

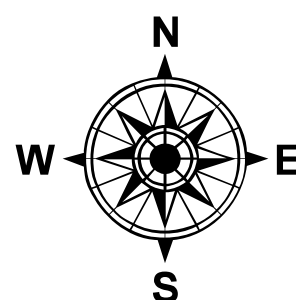
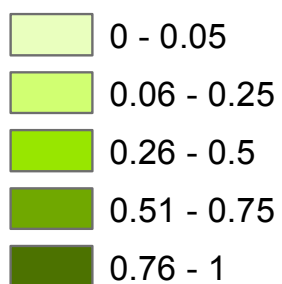
	A3.4	Infralittoral rock, exposed
	A3.5	Infralittoral rock, mod. exposed
	A3.6	Infralittoral rock, sheltered
	A4.4	Circalittoral rock, exposed
	A4.5	Circalittoral rock, mod. exposed
	A5.1.1	Infralittoral coarse sediment
	A5.1.2	Circalittoral coarse sediment
	A5.2.1	Infralittoral sand
	A5.2.2	Circalittoral sand
	A5.3.1	Infralittoral mud
	A5.3.2	Circalittoral mud

Bilaga 4



Karta 4 Blåstångsbältet

Sannolikhet

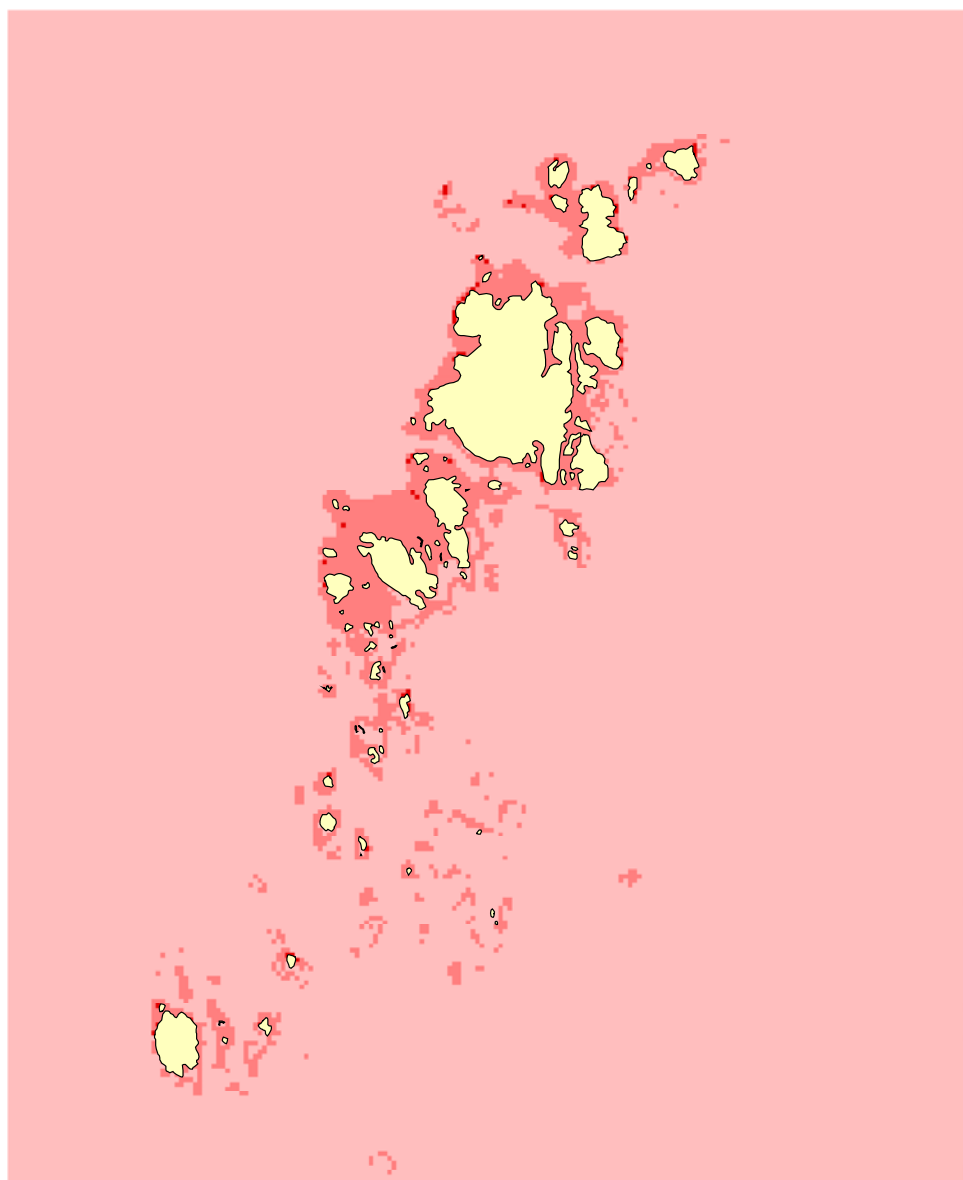


0 500 1,000 2,000 Meters



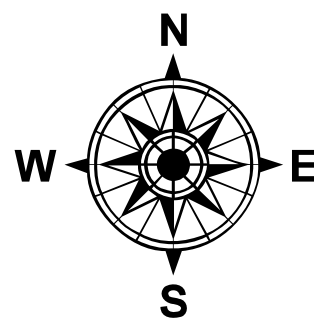
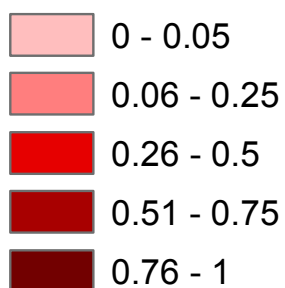
Projektion RT90 2,5 GON V

Bilaga 5



Karta 5 Epifyter på blåstång

Sannolikhet

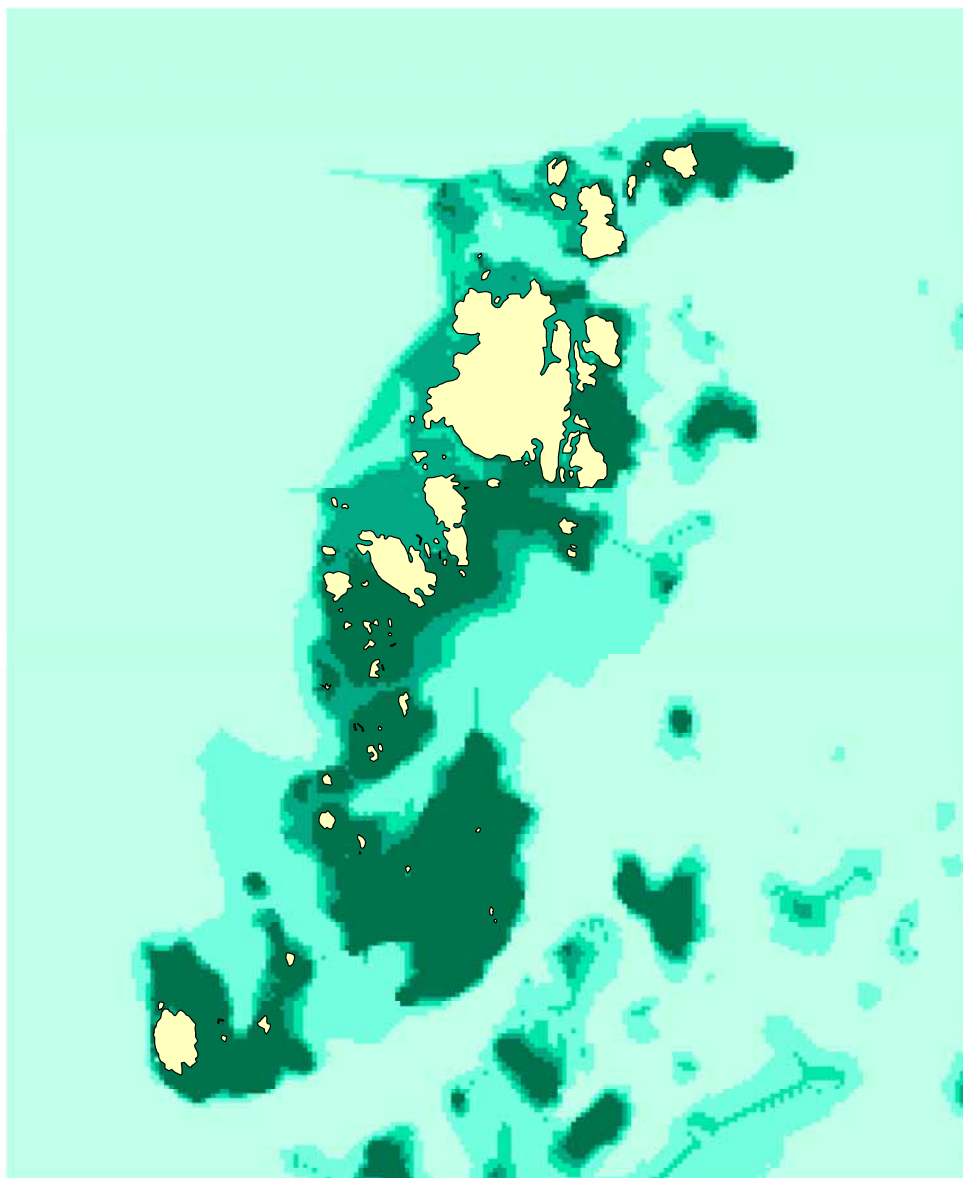


Projektion RT90 2,5 GON V

0 500 1,000 2,000 Meters

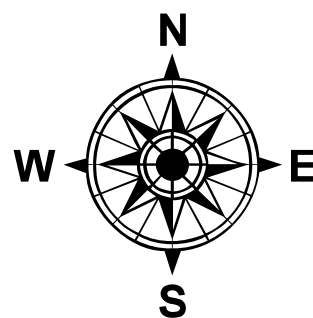
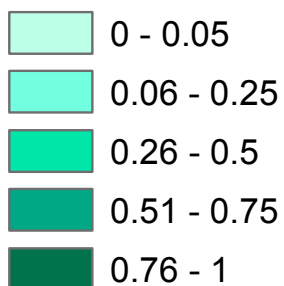


Bilaga 6



Karta 6 Fintrådiga alger

Sannolikhet

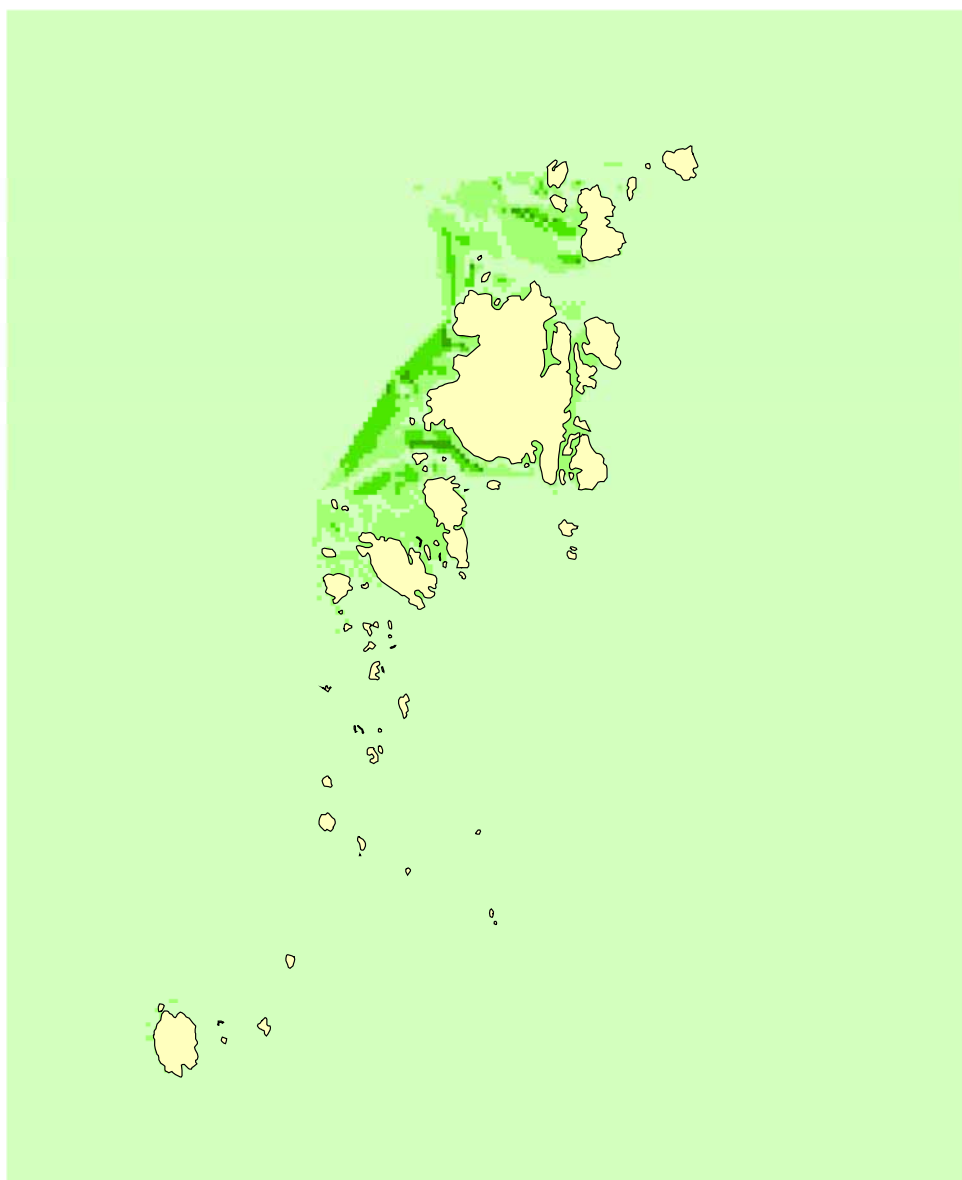


Projektion RT90 2,5 GON V

0 500 1,000 2,000 Meters

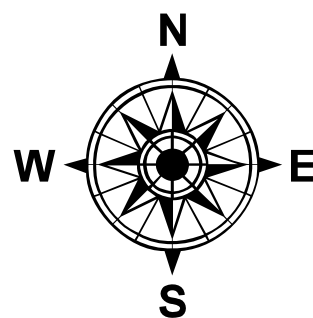
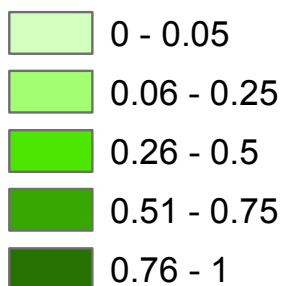


Bilaga 7



Karta 7 Kransalger

Sannolikhet

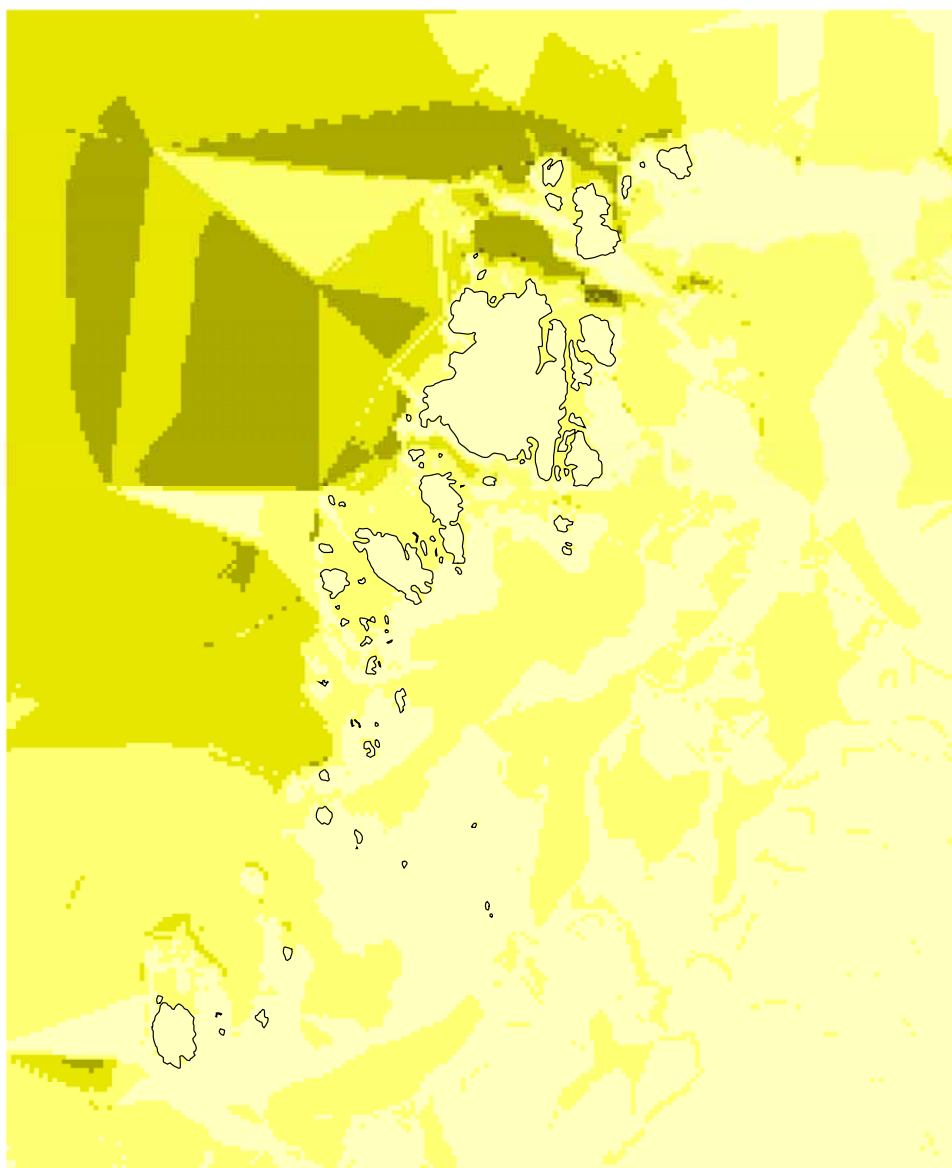


Projektion RT90 2,5 GON V

0 500 1,000 2,000 Meters

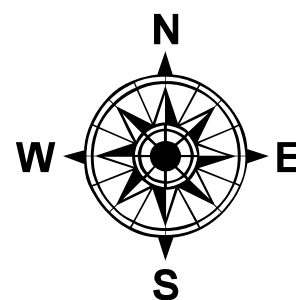
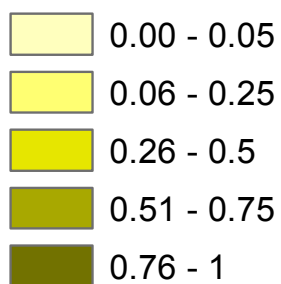


Bilaga 8



Karta 8 Svavelbakterier

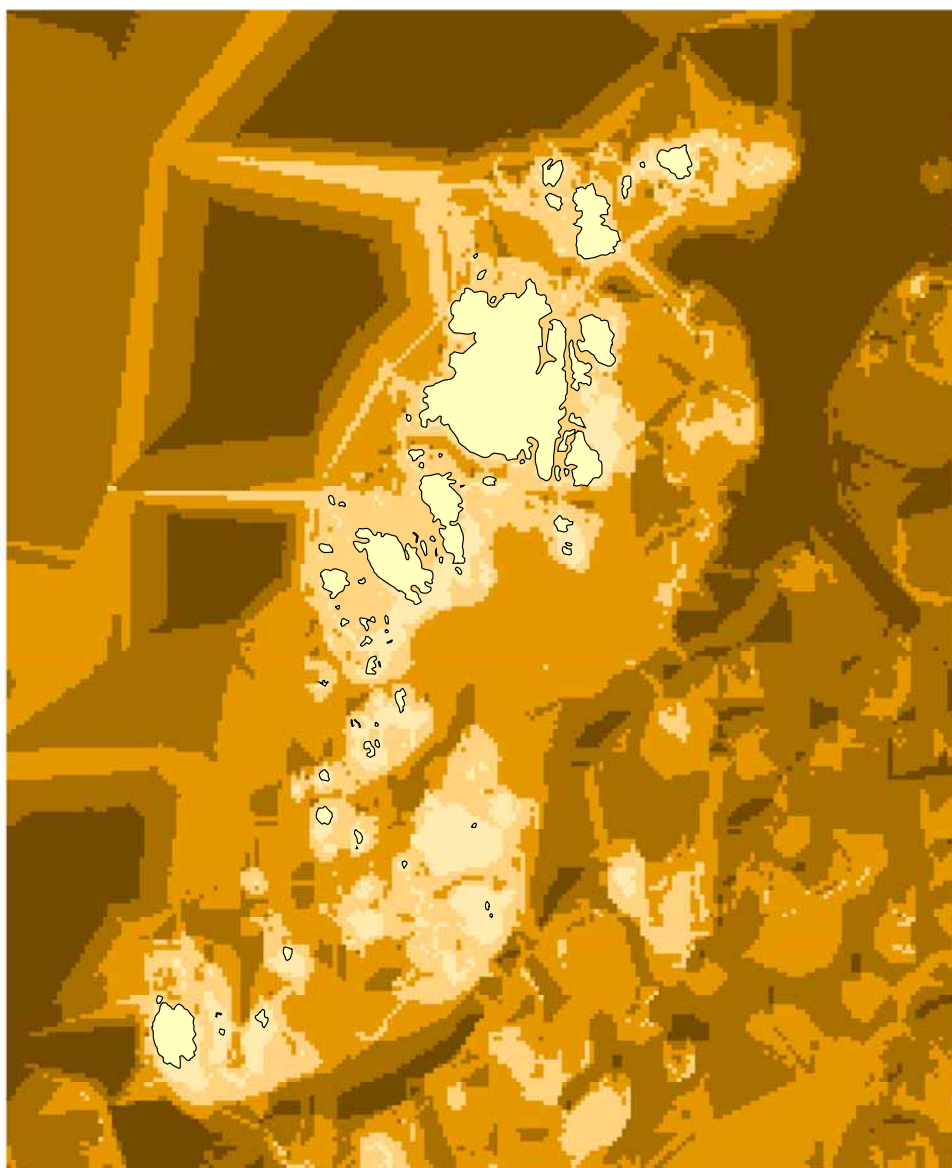
Sannolikhet



0 500 1,000 2,000 Meters

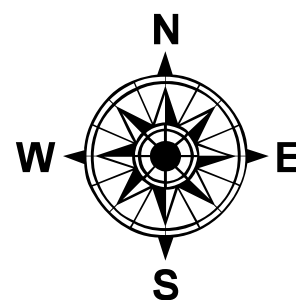
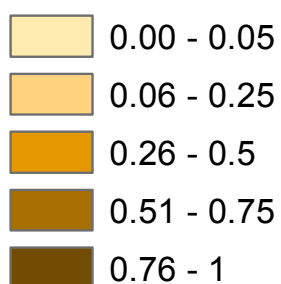
Projektion RT90 2,5 GON V

Bilaga 9



Karta 9 Lösa algmattor

Sannolikhet



0 500 1,000 2,000 Meters

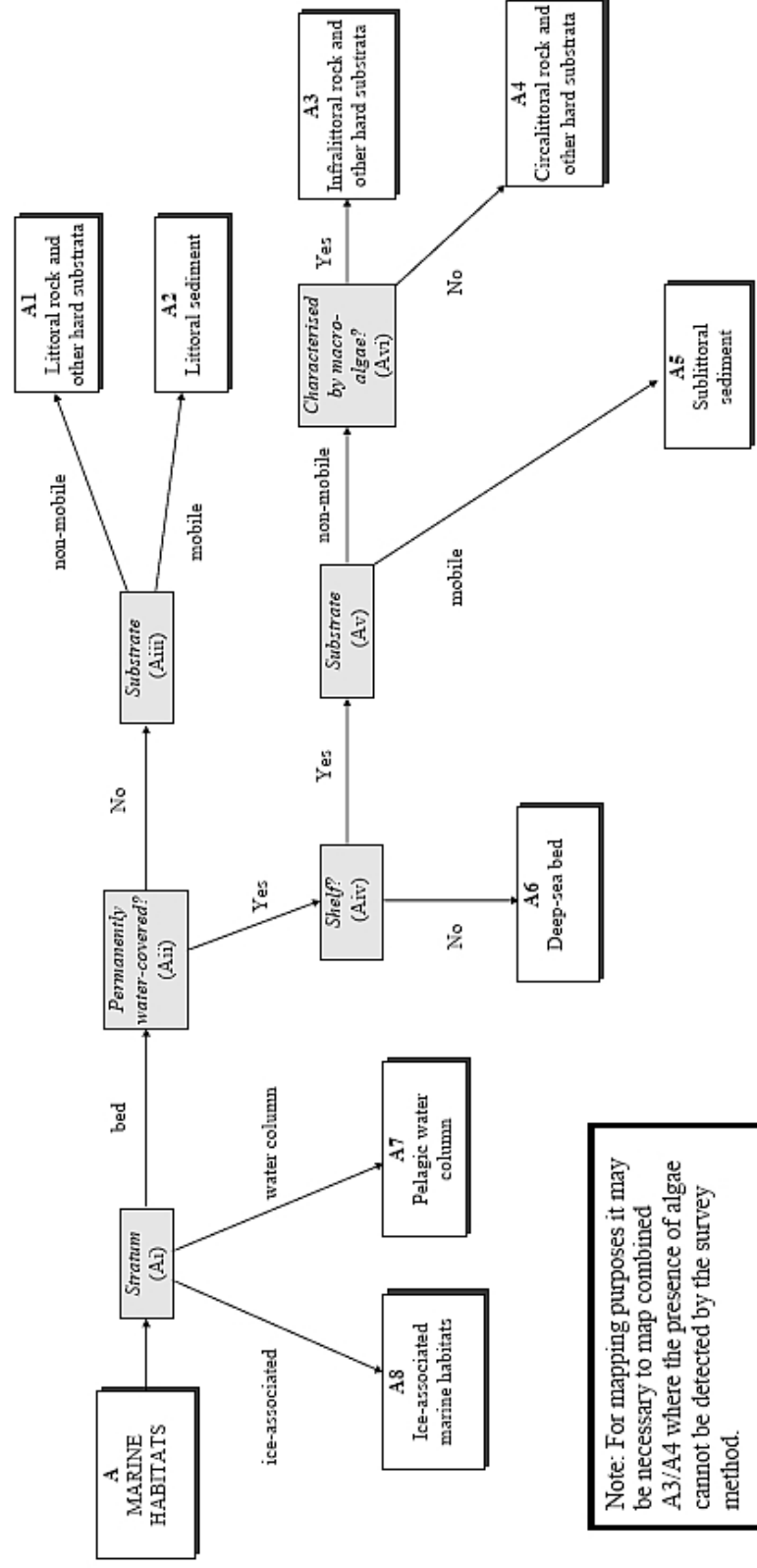


Projektion RT90 2,5 GON V

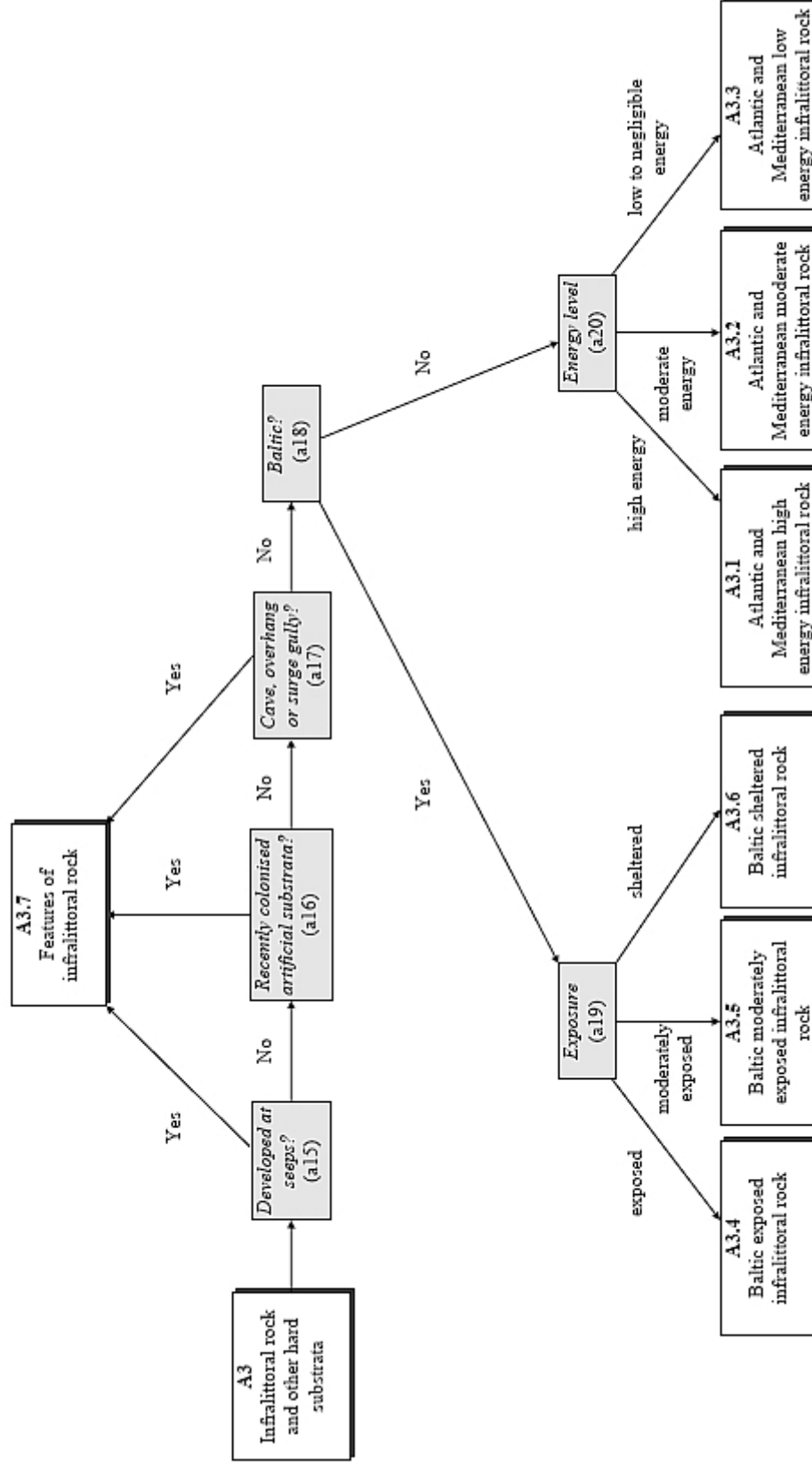
Bilaga 10

A: EUNIS Habitat Classification: criteria for marine habitats (A) to Level 2

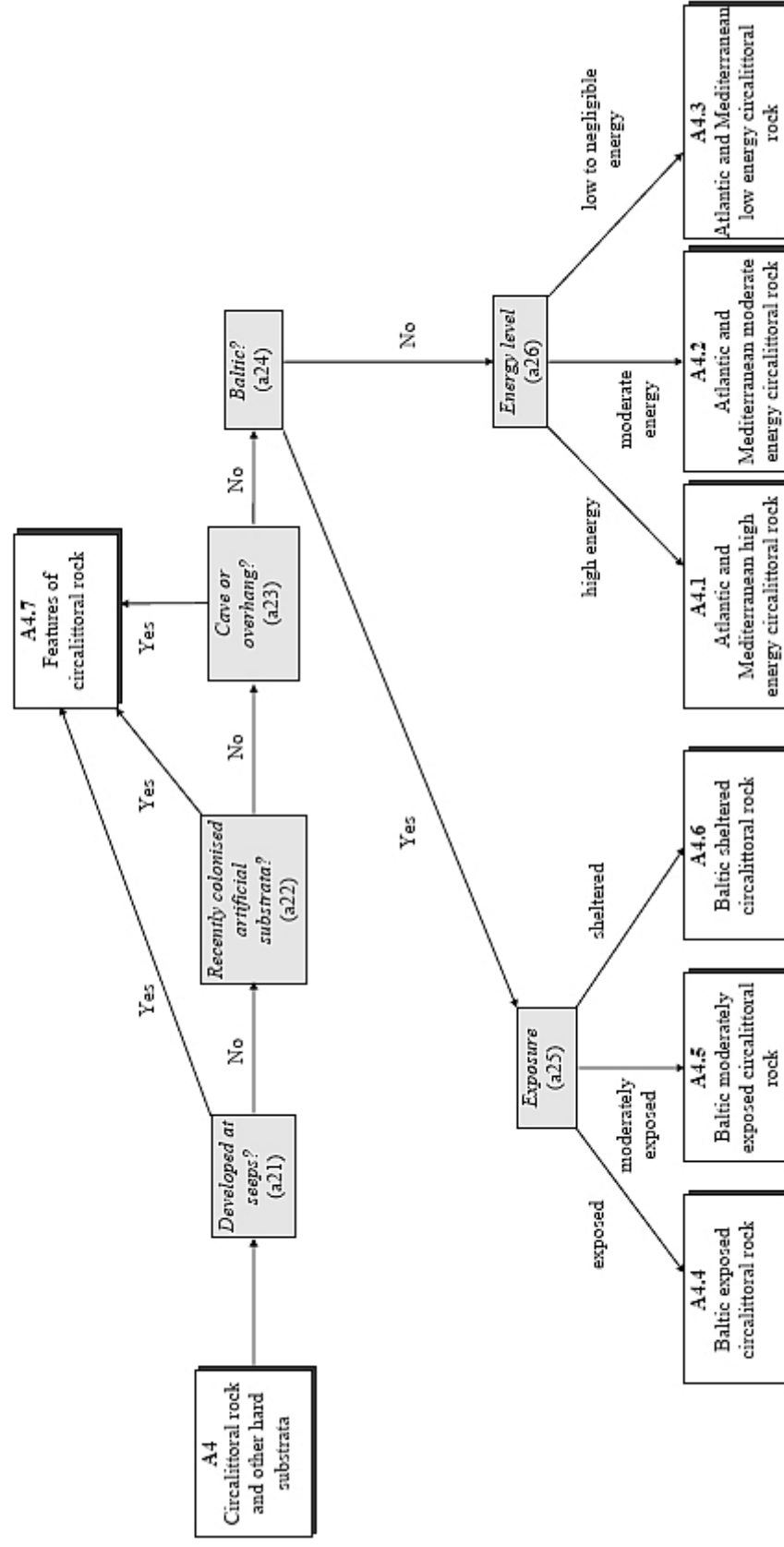
Note that the key to Level 1 shows two pathways to reach habitat type A: these are recombined here. (number) refers to explanatory notes to the key (see following page).



A3: EUNIS Habitat Classification: criteria for infralittoral rock and other hard substrata (A3) to Level 3 (number) refers to explanatory notes to the key (see following page).

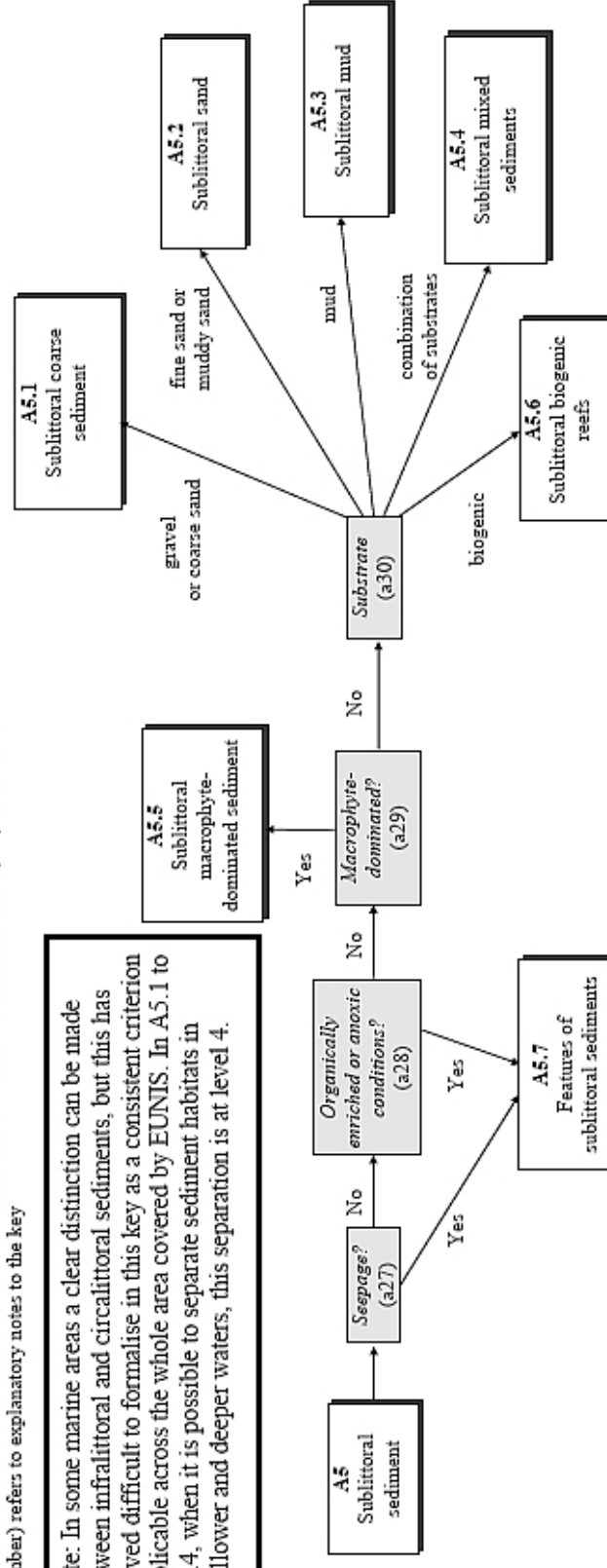


A4: EUNIS Habitat Classification: criteria for circalittoral rock and other hard substrata (A4) to Level 3
(number) refers to explanatory notes to the key (see following page).



A5: EUNIS Habitat Classification: criteria for sublittoral sediment (A5) to Level 3
(number) refers to explanatory notes to the key

Note: In some marine areas a clear distinction can be made between infralittoral and circalittoral sediments, but this has proved difficult to formalise in this key as a consistent criterion applicable across the whole area covered by EUNIS. In A5.1 to A5.4, when it is possible to separate sediment habitats in shallower and deeper waters, this separation is at level 4.



Bilaga 11

Artlista från dykinventering på Svenska Högarna

Latinskt namn

Bacteria

Cyanobacteria

Rivularia atra

Rhodophyceae

Ahnfeltia plicata

Rhodochorton pupureum

Coccotylus truncatus / *Phyllophora pseudoceranoides*

Furcellaria lumbricalis

Ceramium tenuicorne

Polysiphonia sp

Rhodomela confervoides

Phaeophyceae

Dictyosiphon foeniculaceus

Dictyosiphon / *Stictyosiphon*

Stictyosiphon tortilis

Pylaiella / *Ectocarpus*

Elachista fucicola

Eudesme virescens

Sphacelaria artica

Chorda filum

Fucus vesiculosus

Fucus radicans

Chlorophyceae

Ulva.spp

Cladophora sp

Cladophora glomerata

Cladophora rupestris

Vaucheria sp

Charophyceae

Chara sp

Chara globularis

Chara aspera

Tolypella nidifica

Fanerogamer

Potamogeton pectinatus

Zanichellia palustris

Mollusca

Lymnea spp.

Svenskt namn

Bakterier

Svavelbakterier

Cyanobakterier

Rivularia

Rödalger

Havsrís

Rödplysch

Kilrödblåd/Blåtonat rödblåd

Kräkel

Ullsläke

Rödslickar

Rödris

Brunalger

Smalskägg

Smalskägg/Krulltrassel

Krulltrassel

Trådslick/Molnslick

Tångludd

Olivslemming

Ishavstofs

Sudare

Blåsttång

Smaltång

Grönalger

Tarmalger

Grönslickar

Grönslick

Bergborsting

Slangalger

Kransalger

Sträfsen

Skörsträfsen

Borststräfsen

Havsrufse

Kärlväxter

Borstnate

Hårsärv

Blötdjur

Dammsnäckor

Theodoxus fluviatilis

Hydrobia spp.

Mytilus edulis

Cardium sp.

Macoma baltica

Crustacea

Balanus improvisus

Idothea spp.

Gammarus spp.

Mysidae spp.

Leander adspersus

Polychaeta

Nereis diversicolor

Scyphozoa

Aurelia aurita

Pisces

Pomatoschistus minutus

Syngnathus typhle

Platichthys flesus

Pleuronectes platessa

Zoarces viviparus

Östersjöbåtsnäcka

Tusensnäcka

Blåmussla

Hjärtmussla

Östersjömussla

Kräftdjur

Havstulpan

Tånglus

Tångmärla

Pungräka

Havsborstmaskar

Rovborstmask

Maneter

Öronmanet

Fisk

Sandstubb

Tångsnälla

Skrubbskädda

Rödspotta

Tånglake

Länsstyrelsens rapportserie

Utkomna rapporter under 2007

1. Svenska Högarna - marinbiologisk kartläggning och naturvärdesbedömning, *miljö- och planeringsavdelningen*. Finns bara som pdf.

En marinbiologisk undersökning av naturreservatet Svenska Högarna har genomförts under 2006. Havsområdet är mycket fint och har generellt höga naturvärden, med kraftiga blåstångsbälten som sträcker sig ned till sju meters djup, och ett artrikt rödalgsbälte. Dock uppvisar de grunda vikarna spår av mänsklig påverkan, och har även mycket fintrådiga alger och påväxt på blåstången. En omfattande GIS-modellering av substrat och biota genomfördes för att få yttäckande kartor. Dessa kartsnitt har använts till att klassa bottenarna enligt EUNIS samt för att visa på ett exempel för hur naturvärden kan karteras.

*Mer information kan du få av Länsstyrelsens
Miljö- och planeringsavdelning, tel: 08- 785 40 00
Rapporten finns endast som pdf på vår hemsida
www.ab.lst.se
ISBN 91-7281-243-5*

Adress

*Länsstyrelsen i Stockholms Län
Hantverkargatan 29
Box 22 067
104 22 Stockholm, Sverige
Tel: 08- 785 40 00 (vxl)
www.ab.lst.se*