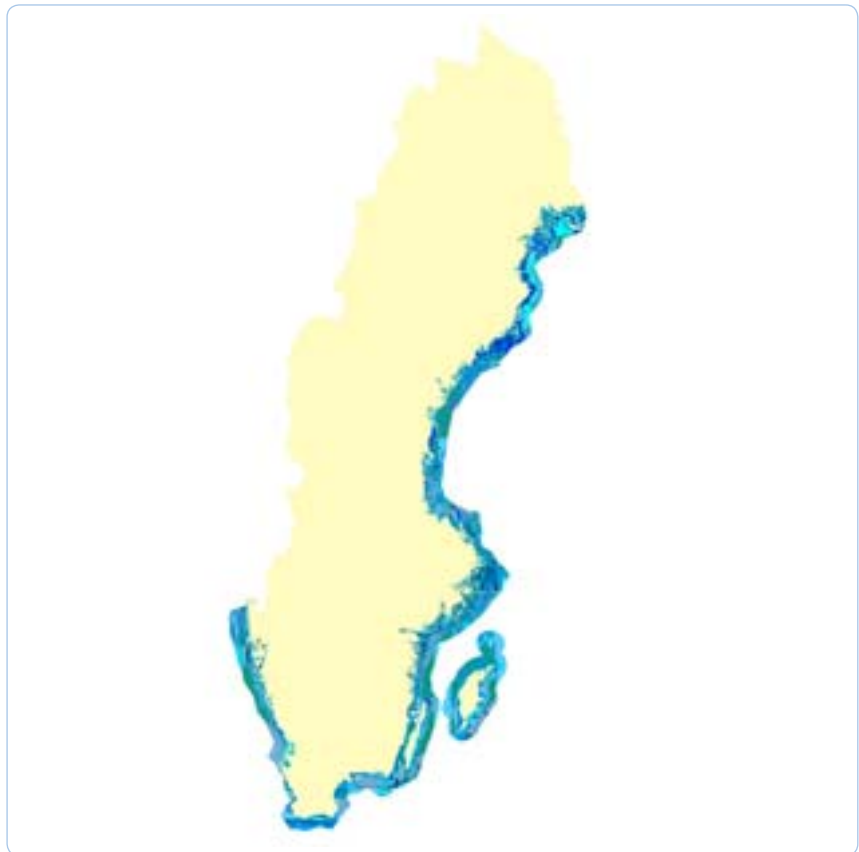
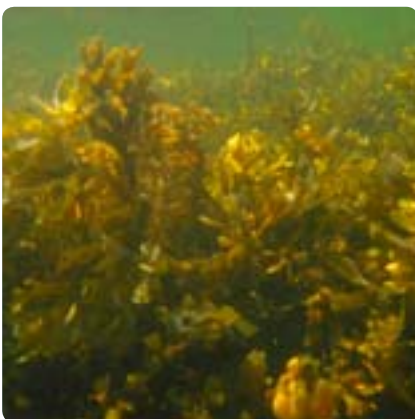


Sammanställning och analys av kustnära undervattensmiljö

RAPPORT 5591 • JUNI 2006



Sammanställning och Analys av Kustnära Undervattenmiljö (SAKU)

Redaktörer:

Sandra Wennberg, Metria Miljöanalys

Cecilia Lindblad, Naturvårdsverket

NATURVÅRDSVERKET

Text:

Jan Albertsson, Umeå marina forskningscenter
Ulf Bergström, Fiskeriverket
Martin Isæus, NIVA
Maria Kilnäs, Länsstyrelsen i Västra Götaland
Cecilia Lindblad, Naturvårdsverket
Annelie Mattisson, Länsstyrelsen i Stockholm
Antonia Sandman, Systemekologiska institutionen, Stockholms universitet
Sandra Wennberg, Metria Miljöanalys

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40
Orderfax: 08-505 933 99
E-post: natur@cm.se
Postadress: CM-Gruppen, Box 110 93, 161 11 Bromma
Internet: www.naturvardsverket.se/bokhandeln

Naturvårdsverket

Tel: 08-698 10 00, fax: 08-20 29 25
E-post: natur@naturvardsverket.se
Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm
Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 91-620-5591-7.pdf

ISSN 0282-7298

Elektronisk publikation

© Naturvårdsverket 2006

Tryck: CM Digitaltryck AB
Karta: Metria Miljöanalys
Omslagsfoton: Sandra Wennberg och Martin Isæus
Form: Metria Miljöanalys

Förord

Projektet SAKU, *Sammanställning och analys av kustnära undervattenmiljö* påbörjades 2005 som ett försök att utifrån befintlig nationell geografisk information om kust och hav analysera potentiell utbredning av några vanliga livsmiljöer i grunda undervattensmiljöer. Ett övergripande syfte med arbetet har varit att skapa underlag för åtgärder för att kunna uppnå miljömålet *Hav i balans samt levande kust och skärgård*. Geografisk information om utbredningsmönster av marina landskap är speciellt viktigt för delmål 1 där skyddsvärda marina miljöer ska identifieras och utpekas men där kunskapsbristen ofta är ett hinder.

Idag saknas heltäckande fältundersökningar i marin miljö, men information från olika geografiskt spridda studier finns. Genom att nyttja befintlig ekologisk kunskap i kombination med kartanalyser och prediktiva modeller kan översiktliga bilder av potentiell utbredning av undervattensmiljöer skapas.

Rapporten presenterar en sammanställning av hur vissa fysiska faktorer kan användas som underlag vid beräkning och modellering av utbredningen för några vanliga marina livsmiljöer. Till rapporten bifogas en DVD-skiva med de sammanställda GIS skikten och statistik som beskriver fördelningen av olika livsmiljöer inom respektive utanför befintliga skyddade marina miljöer.

Denna rapport ska ses som ett första försök till sammanställning av geografisk information om kust och havsmiljö på en nationell skala, men med ytterliggare kunskap om undervattensmiljöerna kan detaljeringsgraden öka och analyserna successivt förbättras.

Vi hoppas att denna rapport ska inspirera och underlätta miljömålsarbetet för havet och öka förutsättningarna för att arbeta på ett sammanhållet och integrerat sätt mellan sektorer och intressenter på alla nivåer. De beskrivna analysen exemplen som skattar utbredning av några habitat hoppas vi ska stimulera till liknande insatser på regional och lokal skala.

Ansvarig för analyserna och för projektledning var Sandra Wennberg, Lantmäteriet, deltagare i arbetsgruppen var Jan Albertsson, Umeå Marina Forskningscenter, Ulf Bergström, Fiskeriverket, Maria Kilnäs, Länsstyrelsen Västra Götaland, Annelie Mattisson, Länsstyrelsen i Stockholm och Antonia Sandman Systemekologiska institutionen, Stockholms Universitet. Cecilia Lindblad, Naturvårdsverket har initierat och samordnat projektet.

Stockholm juni 2006

Björn Risinger
Naturvårdsverket

Innehåll

FÖRORD	3
INNEHÅLL	5
SAMMANFATTNING	9
INLEDNING	11
Bakgrund	11
Syfte och mål	11
Utgångspunkter och förutsättningar	12
Kartläggning av marin miljö	13
Definitioner av marin miljö	13
GIS-modeller och karteringar	14
STRUKTURERANDE FAKTORER	17
Naturgeografi och landhöjning	17
Salthalt	18
Ispåverkan och solinstrålning	21
Exponeringsgrad	23
Bottensubstrat	23
Mjukbottnar	24
Sandbottnar	27
Hårdbottnar	28
Siktdjup	30
Djup och bottenprofil	31
UNDERLAG OCH RESULTAT	33
Karteringsområde	33
Avgränsning av land, hav och strandzon	33
Bearbetning av kartmaterial	34
Vågexponering	35
Modellerad vågexponering	35
Klassificerad vågexponering	36
Djupdata	38
Sjökortsdatabasen	39
Bearbetning av sjökorten	39
Djup-höjdmodell	41

Djupmodell i hav och höjdmodell på land	42
Bearbetning av höjd-djupdata	42
Lutning	43
Kartering av Bottensubstrat	44
Indata	44
Bearbetat raster	45
Inventering av Svenska kusten – Planverket 1969	47
Inventeringen	47
Strandkartering från Satellitdata	48
Karteringen	49
Bearbetningar	51
Sammanställd information	51
Yttäckande information	52
Strandlinjen	52
Övriga underlag	54
Morfometriska analyser av Natura 2000- habitat	54
Typindelning av Svenska övergångs- och kustvatten	54
Statistik	55
Metod	55
REKOMMENDATIONER	57
Vad beskriver underlagen?	57
Djupdata	57
Maringeologisk information	57
Grad av exponering	58
Strandtyp	58
Att arbeta med GIS-analys - Ålgräsängar	59
Enkel utsökning	59
Kombinerad utsökning	61
Viktade analyser	65
Att arbeta med GIS-analys - Blåstång	68
Prediktiv modell	68
Överlagringsanalys	71
Exempel på Statistiksammanställning	75
Nationell Statistik	75
DISKUSSION OCH SLUTSATSER	79
LITTERATUR	81

Referenser	81
Litteraturöversikt – modeller och definitioner	85
BILAGA 1 BIFOGADE DIGITALA DATA	87
BILAGA 2 SJKBAS I SHAPE-FORMAT	92
BILAGA 3 PRELIMINÄR KLASSINDELNING AV VÅGEXPONERING	96

Sammanfattning

Denna rapport presenterar resultatet av de GIS-sammanställningar och analyser som gjorts inom ramen för projektet ”Sammanställning och analys av kustnära undervattensmiljö”. Projektet har initierats av Naturvårdsverket och utvecklats i samarbete med Lantmäteriverket. I arbetsgruppen ingår representanter från Fiskeriverket, Länsstyrelsen i Stockholms län, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Länsstyrelsen i Norrbottens län, Umeå marina forskningscenter och Stockholms universitet.

Projektet avser bidra med underlag för miljö kvalitetsmålet ”Hav i balans – samt levande kust och skärgård” och utformande av nationella och regionala strategier för olika skyddsåtgärder i kustnära undervattensmiljö. Utgångspunkten för arbetet har varit att ta fram digitala underlag som kan analyseras tillsammans och att de fysiska faktorer som råder på platsen kan användas för att skatta utbredningen av vissa nyckelhabitat.

Syftet med projektet är att sammanställa enhetliga GIS-skikt som direkt eller indirekt ger information om strukturerande faktorer i undervattensmiljön, ge exempel på analyser av de sammanställda skikten som skattar förekomsten av några habitat, redovisa de faktorer som bör tas hänsyn till regionalt samt diskutera hur detta kan användas för att beskriva ett kustavsnitts specialitet.

Begreppet habitat eller livsmiljö avses i detta arbete som en organisms, populations eller ett samhälles livsutrymme och karaktäriseras av både biotiska och fysiska egenskaper. Begreppet biotop används ofta i andra sammanhang med samma betydelse.

De fysiska eller abiotiska faktorerna strukturerar habitatens utbredning. Salt-halt, geomorfologi och klimat spelar störst roll i riktigt stor skala och begränsar t.ex. marina och limniska arters utbredning. Vågexponering och substrat är de viktigaste faktorerna på regional skala. Andra viktiga faktorer är tillgång till solljus, näringsbelastning och djup. Djupet utgör en sammansatt funktion av avtagande vågpåverkan och avtagande ljus.

Karteringsområdet omfattar Sveriges territorialvatten inom djupområdet 0 – 20 meter. Flera av underlagen täcker även djupare områden. Resultatet av sammanställningarna är nationella GIS-skikt som beskriver strukturerande faktorer. Från dessa har regional och nationell statistik sammanställts för vattendistrikt, typområden för svenska övergångs- och kustvatten, län och skyddade områden.

GIS-skikten och statistiken beskriver:

- Djupytor från sjökort
- Kontinuerligt djupraster baserat på sjökort
- Strandens och bottens lutning
- Bottentyp baserat på maringeologisk information
- Vågexponering
- Strandkartering från satellitdata

I rapporten presenteras även tidigare framtagna underlag från morfometriska analyser av vissa naturtyper enligt Natura 2000 och strandinventeringen från 1969.

Resultatet från analyserna är rekommendationer om hur materialet kan användas, hur det kan presenteras som statistik och praktisk tillämpning i exempel på analyser av ålgräsängar på västkusten och blåstångens utbredning i Stockholms skärgård.

De viktigaste GIS-underlagen för att göra habitatmodelleringar är djupdata av god kvalitet, information om bottensubstrat och vågexponering. För att bygga modellerna krävs fältinformation som beskriver habitatens utbredning i förhållande till dessa strukturerande faktorer.

Inledning

Bakgrund

Behovet av kunskap om de marina livsmiljöernas utbredning och förekomst växer i takt med ökat intresset för kust och havsområdets långsiktiga nyttjande och skydd. Vår kunskap om de marina undervattensmiljöerna är i förhållande till de terrestra miljöerna mycket bristfällig. Ökad kunskap om marina habitat behövs för att kunna välja ut skyddsvärda marina miljöer, för arbetet med att uppfylla habitatdirektivets krav på skyddade områden (Natura 2000) och miljömålet ”Hav i balans samt levande kust och skärgård”. Det finns också ett stort behov av geografiska underlag för fysisk planering i de kust- och havsområden där exploatering av någon typ är aktuell.

Omfattande fältinventeringar är tidskrävande och kostsamma. Ofta behövs mer storskaliga kartläggningar för planering av skötsel och bevarande. Till detta har prediktiva kartläggningar eller modeller av marina miljöer med hjälp av redan existerande geografiskt material, fältinventeringar och kunskap om hur fysiska faktorer strukturerar habitatens utbredning börjat användas. Det finns ett fåtal exempel med prediktiva habitat modeller på lokal skala i Sverige (Bekkby och Rosenberg 2006).

Syfte och mål

Syftet med projektet är att:

- sammanställa direkt eller indirekt information om strukturerande faktorer i undervattensmiljön som påverkar förekomsten av olika livsmiljöer
- ge exempel på analyser av de sammanställda skikten enskilt eller tillsammans för att påvisa förutsättningen för eller förekomsten av ett antal livsmiljöer utmed kusten
- ta fram geografiska underlag över hela svenska kusten som kan analyseras och sammanställas på ett enhetligt sätt över hela landet samt redovisa de faktorer som bör tas hänsyn till regionalt
- undersöka vilka kustavsnitt som har särskilt stor sannolikhet att hysa vissa livsmiljöer och hur detta kan användas för att beskriva ett kustavsnitts specialitet
- bidra med ökad kunskap och medvetande om strukturerande faktorer geografiska fördelning runt Sveriges kuster och om brister i nuvarande kunskapsläge



Finnskär, Stockholms ytterskärgård. Foto: Sandra Wennberg, Metria miljöanalys

Utgångspunkter och förutsättningar

Projektet avser bidra med underlag för miljö kvalitetsmålet ”Hav i balans – samt levande kust och skärgård” och för att utforma nationella och regionala strategier för olika skyddsåtgärder i kustnära undervattensmiljö. Sammanställningen av de geografiska underlagen utgår ifrån att skapa nationellt jämförbara underlagsmaterial som kan användas vid olika frågeställningar och utökningar, inom projektet och för framtiden. Projektet utgår ifrån att det går att skatta habitat eller livsmiljöer utifrån de fysiska faktorer som råder på platsen. Fokus ligger därför på att skapa yttäckande underlag som beskriver dessa faktorer.

Begreppet habitat eller livsmiljö definieras i detta arbete som en organisms, populations eller ett samhälles livsutrymme, där både biotiska och fysiska egenskaper ingår. De fysiska faktorerna bildar en avgränsad struktur tillsammans med de organismer och organiskt material som härstammar från dessa. Begreppet biotop används ofta med samma betydelse.

För att underlag ska ingå i projektet krävs att de är av nationell karaktär i utbredning eller insamlingsmetod. Det krävs också att de är digitala eller koordinatsatta data för att kunna genomföra projektet inom en rimlig tid. Underlagens innehåll och geografiska utbredning utgör ramarna för vilka habitat och

utsökningar som kan utföras. Beskrivning av begränsningar i underlagen och den brist på kunskap som råder har därmed blivit en stor del av projektet.

Utgångspunkten för arbetet har varit att ta fram underlag som kan analyseras tillsammans. Grundläggande dataunderlag har därför överförts till raster med 25 m pixelstorlek. Upplösningen tillåter att hela Sverige analyseras samtidigt och är för de flesta underlagen en tillräckligt noggrann upplösning. Ytterligare en anledning till valet av 25 m pixelstorlek är att de grunddata som har varit raster har haft denna upplösning (vågexponeringen, Svenska marktäckedata och strandkartering). Arbetet har utförts i ArcGIS 9.0 och ArcView 3.2 med tillägget Spatial analyst. Alla rasterresultat är i GRID-format och vektorfiler är i shapeformat.

Kartläggning av marin miljö

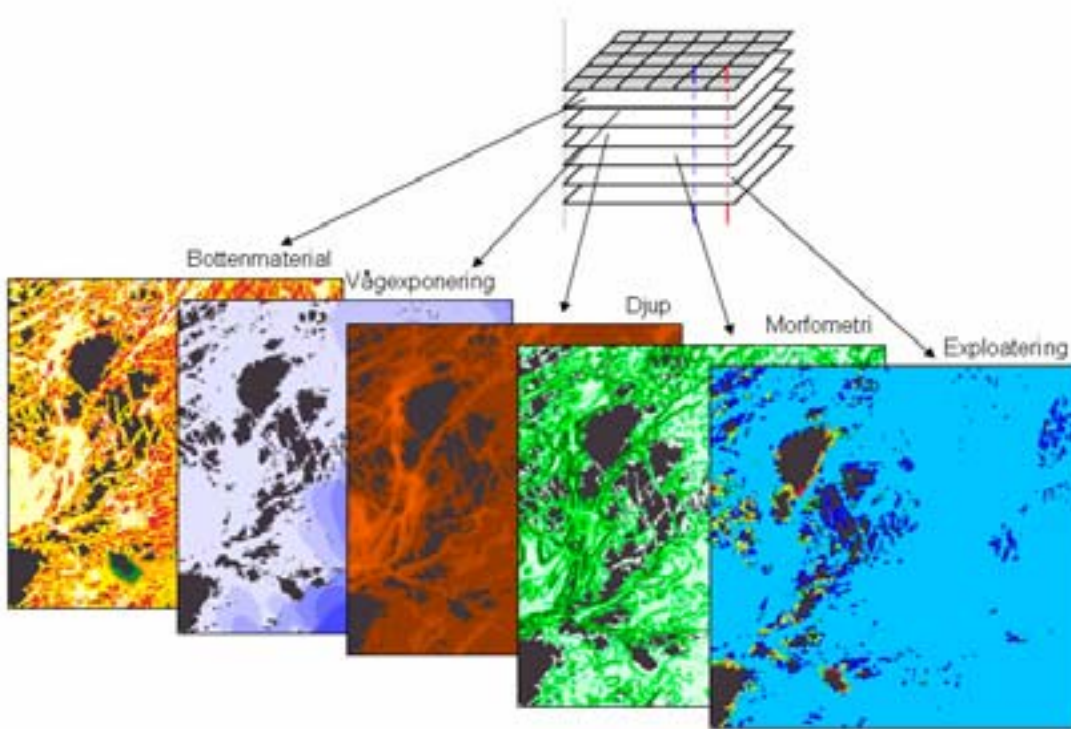
Kartläggning, oavsett om den baseras på befintliga underlag, fältinsatser eller fjärranalys behöver en definition av vad som ska karteras, oftast representerat av ett klassificeringssystem. Marin miljö är i stor utsträckning av internationell karaktär. Här listas några klassificeringssystem, naturtypindelningar och modeller för kartläggning som används i Sverige och Europa. Under ”Litteraturoversikt – modeller och definitioner” listas referenser till genomförda karteringar och modeller.

Definitioner av marin miljö

- Natura 2000, EU:s nätverk av skyddsvärda ekosystem och livsmiljöer enligt habitatdirektivet Annex 1 (European Commission 1999)
- Rödlistade biotoper och biotopkomplex enligt Helsingfors kommissionen (HELCOM 1998)
- Biotopskydd för vattenanknutna biotoper, beskrivningar av skyddsvärda småbiotoper (Naturvårdsverket 2002)
- Kustbiotoper i Norden, beskrivningar av representativa och skyddsvärda biotoper och biotopkomplex i Sverige och grannländerna (Nordiska Ministerrådet 2001)
- EUEuropean Nature Information System (EUNIS), är ett hierarkiskt klassificeringssystem med flera naturtyps- eller habitatnivåer där nivåerna presenteras med olika generaliseringsgrad (EEA 2004)
- Typindelning av kustvatten för Ramdirektivet för vatten (SMHI 2004)

GIS-modeller och karteringar

För en effektiv fysisk planering i kustzonen behövs yttäckande kartunderlag som beskriver den fysiska och biologiska undervattensmiljön. De flesta typer av inventeringar kan av kostnadsskäl dock inte göras heltäckande, utan består av transekt- eller punktdata.



Figur 1. Olika GIS-skikt som vart och ett beskriver en strukturerande faktor kan analyseras tillsammans i en överlagringsanalys eller i en statistisk modellering.

Det går att särskilja två huvudsakliga tillvägagångssätt för att skapa heltäckande kartor utgående från inventeringsdata – överlagringsanalyser och statistisk modellering. Vid överlagringsanalyser karakteriseras förekomsten av ett habitat eller en art med hjälp av tematiska eller kontinuerliga variabler, ofta representerat av ett GIS-skikt per strukturerande faktor (prediktorvariabel). Förekomsten av arten eller habitatet relateras till vart och ett av skikten och gränserna för förekomst söks ut. Utsökningarna i de olika skikten läggs därefter ovanpå varandra och bildar sammansatta utsökningar. Fördelen med denna metod är att den är enkel att tillämpa och även att kommunicera. Nackdelen är att den i många fall inte utnyttjar all information som finns om prediktorvariablerna, t.ex. hur viktiga de är för habitatets utbredning eller om de samverkar.

Statistisk modellering är en tekniskt mer krävande analys, men möjliggör samtidigt att det går att utnyttja all information som finns om prediktorvariablerna genom att kontinuerliga samband används. Relationen mellan responsvariabel (den som modellen skapas för) och prediktorvariabler beskrivs som en

kontinuerlig matematisk funktion. Med hjälp av denna funktion beräknas sedan ett värde på responsvariabeln i varje punkt inom det område som modelleras. Prediktiva modeller utnyttjar de inventeringsunderlag som finns för att fylla i de ”vita fälten” d.v.s. att med hjälp av insamlade inventeringsdata fastställa samband som appliceras på okända områden. De enklaste typerna av relationer kan beskrivas med multipel linjär regression, medan GLM (Generalized Linear Models) eller GAM (Generalized Additive Models) skapar mer flexibla modeller som också kan anpassas till starkt icke-linjära förhållanden (Guisan och Zimmerman 2000, Guisan m.fl. 2002, Lehmann m.fl. 2002, Garza-Pérez m.fl. 2004, Francis m.fl. 2005). Ytterligare ett flexibelt verktyg för statistisk modellering är artificiella neurala nätverk (ANN), som även kan användas för att skapa modeller för hela organismsamhällen, d.v.s. flera responsvariabler i samma analys (Brosse m.fl. 1999, Lek & Guégan 1999, Joy och Death 2004).

Modellerna kan inte ersätta inventeringar, dels är de beroende av fältobservationer, dels är det alltid en hel del osäkerhet i modellerade resultat. Förutom bra fältdata som bör beskriva livsmiljöns utbredning utmed olika gradienter av de fysiska faktorer som ska användas för prediktionen är modellen också beroende av bra GIS-underlag som beskriver de fysiska faktorerna. Idag finns det generellt för dåliga underlag i båda kategorierna men metoderna är ändå ett bra sätt att skaffa sig en översiktlig bild av undervattenmiljön. Exempel på hur underlagen från detta projekt kan användas för att skapa kartor över olika livsmiljöer ges i kapitlet ”Rekommendationer”.

Strukturerande faktorer

De fysiska eller abiotiska faktorerna formar till stor del habitatens övergripande utbredning. Salthalt, geomorfologi och klimat spelar störst roll i riktigt stor skala (100-1000 kilometer) (Kautsky 1995). Ljus (solinstrålning) har också storskalig påverkan. Mängden tillgängligt solljus bestäms av latitud såväl som isläggningsperiod. På regional nivå (1-100 kilometer) är vågexponering och substrat de viktigaste faktorerna, men även näringstillgång och grad av eutrofiering. På lokal nivå (1-1000 meter) är det substrat och djup som styr (Kautsky 1995, Kautsky och van der Maarel 1990). Djupet utgör en sammansatt funktion av avtagande vågpåverkan och avtagande ljus. Svenska kusten är lång och variationsrik. En mängd faktorer som är avgörande för arternas utbredning, t.ex. salthalt och klimat, gör att samma abiotiska faktorer strukturerar biotoper på olika sätt inom de geografiska regionerna.

Naturgeografi och landhöjning

Norra Bottenvikskusten karakteriseras av en vid skärgård, upp till 40 km bred bestående av stora låga öar i yttre havsbandet, med stora fjärdar innanför. Här finns vidsträckta sandområden såväl över som under vattnet. Längre söderut tar en mer öppen och exponerad kustslätt på morängrund vid. Bottenviken har en landhöjning på cirka nio millimeter per år. Nya biotoper i form av flador och glosjöar nybildas kontinuerligt när vattenområden snörs av från havet genom landhöjningen. Fladan är ett tidigare successionsstadium än glosjön och har fortfarande förbindelse med havet genom ett sund eller en kanal. Dessa biotoper är ofta betydelsefulla lekplatser för vårlekande fiskar, samt fåglar, genom att de har gott om skyddande och närande vegetation samt värms upp snabbare än havet på våren.

Vidsträckta öriska och relativt grunda områden finns i Norra Kvarnen, på gränsen mellan Bottenhavet och Bottenviken. Bottenhavet har annars överlag en relativt öppen kust, med mindre, spridda skärgårdsområden. Kusten karakteriseras av klipp- och moränkust med sand- och lerstränder främst i de inre fjärdarna och utmed älvmyningarna. Vid Höga Kusten finns relativt stora vattendjup även nära kusten på grund av den storbrutna topografin. Söderut är kusten av samma karaktär men lägre. Landhöjningen är cirka åtta millimeter per år.

Upplands och Södermanlands skärgård utgör en tröskel mellan Bottenhavet och egentliga Östersjön och är en sprickdalsterräng i urberg. Skärgården är cirka 200 kilometer lång och 100 kilometer vid och fortsätter, med avbrott av Ålands hav, österut ända till Finland. De tiotusentals öarna, kobbar och skären karaktäriserar området. Mellan öar, kobbar och skär finns det hårda och

mjuka bottenar med stora möjligheter för en rik flora och fauna (Kautsky, m.fl. 2000). Norra skärgårdsområdet är lägre och grundare än det södra. Landhöjningen är cirka fyra millimeter per år.

Smålandskusten i egentliga Östersjön utgörs till största delen av skärgård och moränkuster med våtmarker, strandvallsystem och mindre sandstränder. Större sandstränder förekommer i Skåne och på Öland och Gotland som har en öppen kust. På Gotland och Öland finns även klintkust i kalksten. Landhöjningen i norra delen är en millimeter per år och avtar söderut, Skåne saknar landhöjning.



Fårö. Foto: Sandra Wennberg, Metria Miljöanalys

Öresund-Kattegatt är ett övergångsområde mellan Östersjön och Skagerrak. I Öresund är djupet bara åtta meter i söder vid tröskeln mot Östersjön, men ökar sedan till 23-50 meter i norr. I Kattegatt är medeldjupet 23 meter. Det största djupet är cirka 120 meter. Stränderna består framför allt av långgrunda sandstränder, ibland med höga sanddynor, strandängar och marina våtmarker. I norra Skåne, framför allt runt Bjärehalvön och Kullaberg, domineras kusten istället av branta berg med klapperstensstränder. Det typiska Bohusländska skärgårdslandskapet, som domineras av en klippkust och många små öar och skär, börjar norr om Varberg men blir tydligt först i Göteborgs norra och södra skärgård och Marstrandsskärgården.

Skagerrak är Sveriges djupaste havsområde och utgör en del av Nordsjön. Maxdjupet i Skagerrak är 725 meter. Det största djupet i Sverige, 247 meter, ligger i Kosterrännan. Stora vattendjup förekommer ofta ända in till land och i de stora fjordarna långt in i skärgården. Bohusläns kust består av ett fjordlandskap med höga kustberg och branta klippuddar, åtskilda av små grus- eller sandstränder eller strandängar. Kusten är starkt exponerad med en smal skärgård, utom vid fjordarna t.ex. kring Orust och Tjörn samt Gullmarsfjorden, Brofjorden, Åbyfjorden och Idefjorden.

Salthalt

Salthalten ökar söderut från cirka två promille i Bottenviken, runt Skånes kust och norrut igen upp till cirka 30 promille i Skagerrak. Regionalt varierar salthalten kring älvmyningar och minskar utmed en gradient från ytter- till innerskärgård. Salthalten är den dominerande faktorn för utbredningen av växt- och djursamhällen i Östersjön, både när det gäller biomassa och artsammans-

sättning. Norr om Ålands hav dominerar limniska arter växtsamhällena, medan marina djur utgör en betydande del av biomassan ända upp i Bottenhavet (se figur 2 och t.ex. Bondsdorff 2005, Remane och Schlieper 1971, Kautsky 1995, Sjörs 1971). Västerhavets ytvatten karakteriseras av ökande salthalt från Öresund till Skagerraks norra delar. Salthalten är inte den dominerande faktorn för utbredning av växt- och djursamhällena men gradienten bidrar till att arter med marint ursprung ökar norrut längs den svenska västkusten. Salt-haltsvariationen i djupled har däremot en stor påverkan på bottensamhällenas funktion och sammansättning genom att den skiktning som uppkommer mellan Östersjö- och Nordsjövatten (haloklin) försvårar tillförsel av syre till bottenvattnet och därmed bidrar till att orsaka syrebrist. Haloklinen återfinns i Västerhavet på mellan 10-20 meters djup. I Östersjön är salthaltsförändringen i djupled i allmänhet försumbar inom den fotiska zonen. Haloklinen i Östersjön ligger på 50-70 m (Persson m.fl. 1994, Håkanson m.fl. 1984), vilket är betydligt djupare än förekomsten av växter.

Bottenviken är den mest sötvattenspåverkade delen av Östersjön, med en salt-halt på 2-4 promille, lokalt ännu lägre nära älvmynningar. Den låga salthalten gör att många av de marina algerna saknas i Bottenviken. Grönalger är vanligast medan brun- och rödalger, som övervägande är marina, förekommer sparsamt. Antalet marina djurarter avtar kraftigt norrut i Östersjön och bidrar till Bottenvikens generella artfattigdom. I sötvattenspåverkade vikar finns däremot ett stort tillskott av växt- och djurarter med sötvattensursprung, t.ex. insekter och kärlväxter. Tillskottet av sötvattenarter är särskilt stort i Bottenviken vilket bryter mot det generella mönstret med minskande biodiversitet norrut i Östersjön (Bondsdorff 2005).

Salthalten i Bottenhavet ökar till 4-6 promille, vilket ger en något artrikare miljö än Bottenviken. Norra Kvarnen är ett gränsområde med en tröskel mellan Bottenviken och Bottenhavet. Över en relativt kort distans märks här en tydlig förändring i salthalt och artsammansättning. Många marina arter har sina nordliga utbredningsgränser nära Norra Kvarnen t.ex. förekommer inte blåmussla (*Mytilus edulis*) vid salthalter lägre än 4,5 promille (se t.ex. Westerbom m.fl. 2002).

Skärgården dominerar kustområdena i Uppsala och Stockholms län (Kautsky m.fl. 2000). Vattenmiljön i Stockholms skärgård påverkas starkt av Mälarens sötvattensutflöde men också av brackvattnet från egentliga Östersjön och Bottenhavet. Dessa förhållanden skapar en salthaltsgradient, från de inre (1-3 promille) till de yttre delarna av skärgården (4-7 promille) samt en från norr till söder. Egentliga Östersjön sträcker sig från Södermanlands skärgårdar i norr till Öresund i söder. Salthalten i ytvattnet är 6-8 promille (från norr till söder) och minskar även här lokalt från kusten in mot fastlandet.

Salthalten på västkusten ökar från cirka 10 promille i södra Öresund till 30 promille utanför norra Bohuslän. Vattenomsättning och strömmar i Västerhavet styrs bland annat av tillförseln av bräckt vatten från Östersjön. Östersjövattnet bildar en ytström utefter västkusten som kallas Baltiska strömmen. Den Baltiska strömmens bräckta vatten blir allt saltare norrut genom att underliggande vatten blandas upp i ytvattnet. I djupare skikt finns en sydgående underström av saltare vatten som rinner från Skagerrak genom Kattegatt och in i Östersjön. Bottenvattnet i Skagerrak kan ha oceanisk salthalt, 35 promille, men även i Kattegatt och Öresund är salthalten i bottenvattnet ofta över 30 promille. Hela området är mer eller mindre skiktat vad gäller salthalt. Vid haloklinen, som ofta finns mellan 10 och 20 meters djup, ökar salthalten snabbt och blir ofta en barriär för såväl plankton som näringsämnen och syre.



Figur 2. Bilden visar hur långt upp i Östersjön marina arter återfinns. Siffrorna i cirklar anger det ungefärliga antalet marina djurarter synliga med blotta ögat. Salthalt i promille (Karta från Naturvårdsverket 2005. Stockholms marina Forskningscentrum efter förlaga av B-O Jansson. Illustration Camilla Bollner).

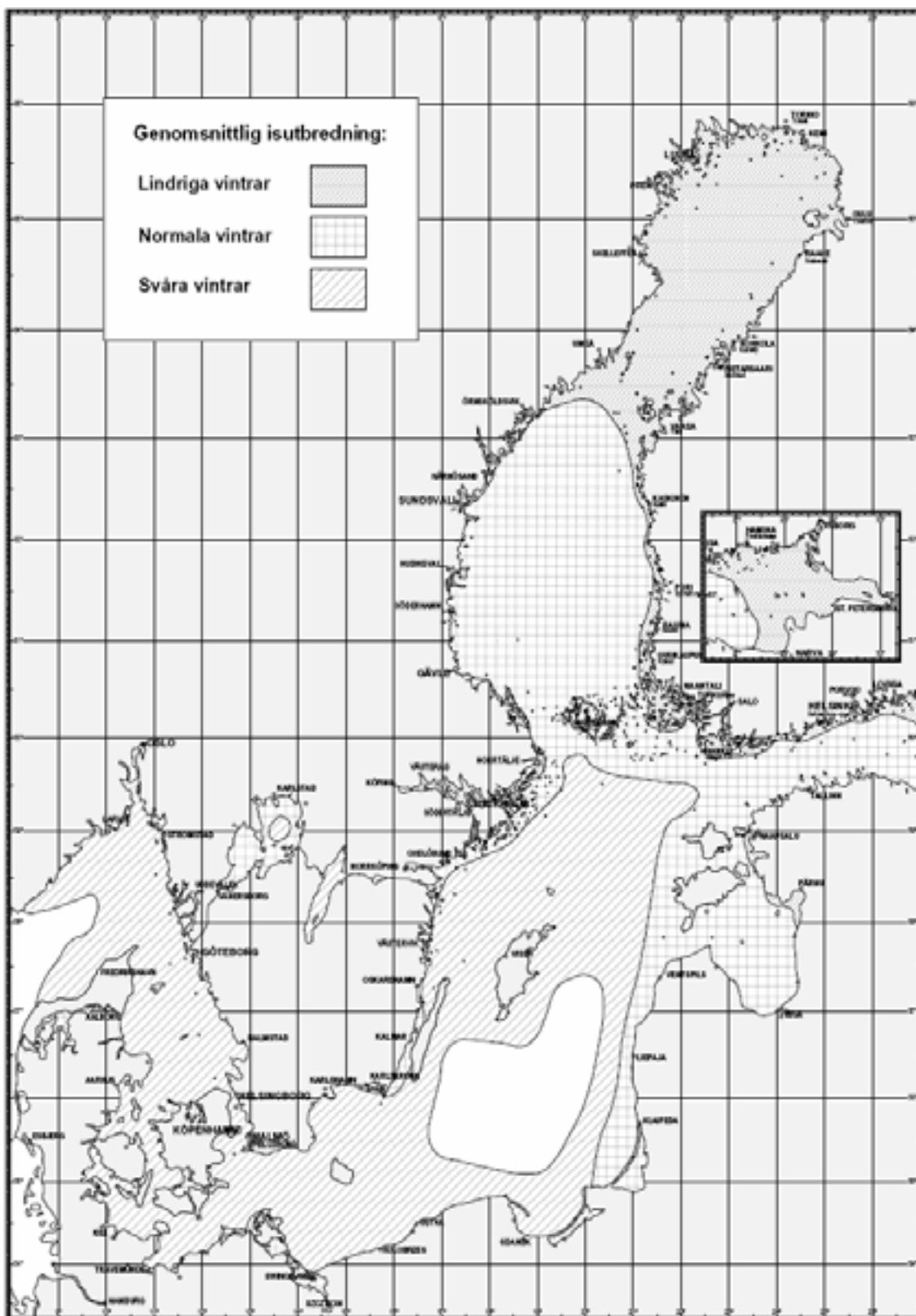
Ett stort tillflöde av sötvatten till ytvattnet i Göteborgs skärgårdar kommer från Göta respektive Nordre älv. Nordre älvs mynning utgörs av ett vidsträckt estuarium, där det söta och salta vattnet blandas. Skagerraks ytvatten påverkas också av Jutska strömmen som går utmed danska västkusten och för med sig vatten från Nordsjön blandat med vatten från tyska floder och Engelska kanalen. Den högre salthalten utefter västkusten och den stabilt höga salthalten i bottenvattnet ger förutsättningar för en stor artrikedom. De allra artrikaste svenska marina områdena hittas i nordöstra Skagerrak.

Ispåverkan och solinstrålning

Där isläggingsperioden är lång blir perioden med solinstrålning kortare eftersom isen skuggar botten. Solinstrålningen över året minskar också med ökad latitud. Sammantaget gör det att produktionsperioden i Bottniska viken är cirka 4-5 månader mot 9-10 månader i egentliga Östersjön (Kautsky 1988). Solinstrålningen kan beräknas som en funktion av latitud och isläggingsperiod (Kautsky och Kautsky 1995).

Bottniska viken är istäckt 100-190 dagar per år och Bottenhavet 50-100 dagar per år. I kusternas yttre delar är isen rörlig och skrapar bort mycket av vegetationen på vintern. Följden är att ettårig vegetation dominerar helt i Bottenvikens exponerade delar. I skärgårdsområdet och i egentliga Östersjön är isläggning bara vanligt längs kusterna och vissa vintrar är isperioden kort eller obefintlig. Isen kan ha stor påverkan vid islossningen i exponerade lägen. Den påverkar genom skrapning, normalt ner till 1-2 m djup (Kautsky 1988). Runt Gotland spelar isläggning bara roll under extrema vintrar.

Isläggningen i Västerhavet är mindre förutsägbar och mindre betydande men i vissa fall kan isvintrar påverka bottnarnas växt- och djursamhällen på ett fundamentalt sätt. Exempelvis har isvintrar påverkat överlevnaden och den långsiktiga strukturen hos populationer av den habitatbildande brunalgen knöltång, *Ascophyllum nodosum*, (Åberg 1990). Även på mjuka grunda bottnar orsakar isen stor mortalitet och förändringar av grävande och epibentiska djur (Pihl och Rosenberg 1982, Möller 1986).



Figur 3. Isutbredning i Svenska vatten (från SMHI, www.smhi.se)

Exponeringsgrad

Vågexponering är ett mått som beskriver den generella graden av vågverkan på en plats. Den har en lokal påverkan och anses allmänt vara en av de viktigaste faktorerna som påverkar sammansättningen av flora och fauna på grunda bottenar och vid stranden. Det finns ingen entydig definition av eller mått på vågexponering (Denny 1995) utan den definieras ofta i relativa termer, såsom ”skyddat” eller ”exponerat”. Det kan göra det problematiskt att göra kvantitativa prediktioner och jämförelser mellan studier (Lindgarth och Gamfeldt 2005). Det har föreslagits en rad metoder för att beräkna vågexponeringen. De flesta baseras på en funktion av vindförhållanden och sträckningen av öppet vatten, stryklängden. Vindens påverkan på vattnet längs stryklängden avgör hur stora vågor som kan byggas upp över havet innan de når stranden. Effekten av vågor avtar med djupet och utmed en komplex strandlinje kan exponeringsgraden variera mycket. Exponeringsgraden har en direkt verkan på växter och djurs förmåga att sitta kvar men kan även samvariera med siktdjup och sedimentation.

Det är tydligt att vågexponering är en viktig strukturerande faktor i Östersjön såväl som i Västerhavet (Rosenberg m.fl. 1984) även om exakta orsakssamband och eventuellt samspel med andra faktorer är svåra att klarlägga. Fastsittande vegetationssamhällen som förknippas med mjukbottenar förekommer främst i skyddade lägen, på hårbottenar förekommer fintrådiga alger i hårt exponerade lägen medan algernas storlek ökar med lägre exponeringsgrad. Från västerhavet finns exempel på att variationen i exponeringsgrad sammanfaller med skillnader i sammansättningen av bottenmiljöerna på grunda bottenar (Möller 1986), förekomsten av fintrådiga alger (Pihl m.fl. 1999), täckningsgraden av ålgräs (Jansson 2003) och artdiversiteten på hårbottenar (Lindgarth och Gamfeldt 2005).

Eftersom vågexponeringen skapar förutsättningar för sedimentation eller erosion styr detta indirekt vegetationssamhällets utbredning. Olika växt- och djursamhällets utbredning kopplat till vågexponering är starkt förknippad med bottensubstrat och regionala förutsättningar och beskrivs närmare under nästa kapitel.

Bottensubstrat

Bottensubstratet spelar mycket stor roll för sammansättningen av växter och djur. Här grupperas bottenarna i mjukbotten, sandbotten och hårbotten eftersom detta i stor utsträckning påverkar sammansättningen. Bottenar med en blandning av många olika material, från mjuka sediment till block är mycket vanliga och skapar goda förutsättningar för både mjukbottenlevande och hår-

bottenlevande organismer. I dessa områden finns därför förutsättningar för en relativt hög biologisk mångfald (HELCOM 1998).

Mjukbottnar

Mjukbottnar är vanliga i grunda områden som är skyddade för vind- och vågpåverkan. Mjukbottnar förekommer också på större djup där vågpåverkan blir mindre eller där transporterat material ackumuleras. Här saknas ofta rotad växtlighet på grund av otillräckligt ljus.

Vanliga arter i Bottenviken är olika natearter (sl *Potamogeton*) kransalger, särvarter (sl. *Zanichellia*) och slingor (sl. *Myriophyllum*). På långgrunda flacka gyttjebottnar finns på många håll i norra Bottenviken den s.k. lågvuxna ävjebroddvegetationen. Vanliga djur på grunda mjukbottnar är snäckor, musslor, och kräftdjuret slammärla (*Corophium volutator*). Insekter som vanligen förknippas med sötvattenmiljöer förekommer rikligt, särskilt larver av fjädermyggor (*Chironomidae*) men även dag- och nattsländor och skalbaggar. Grävande bottenfauna domineras av vitmärta (*Monoporeia affinis*) och ishavsgråsugga (*Saduria entomon*). Musslor saknas helt i de djupare delarna vilket är mycket ovanligt för ett hav.



Holmöarna, Västerbotten. Foto Göran Sundblad, Fiskeriverket

I Bottenhavet påträffas många kransalger, natearter (sl. *Potamogeton*), slingor (sl. *Myriophyllum*), och hårsärv (*Zannichellia palustris*). I de sydliga och mellersta delarna av Bottenhavskusten är även havsnajas (*Najas marina*) vanlig. En speciell biotop är de ofta heltäckande och täta mattor av sjalgräs (*Vaucheria dichotoma*) som kan förekomma i grunda skyddade vikar. Under mattan bildas ibland gas vilket kan lyfta upp en del av mattan till ytan i form av huvudlika bildningar. Alla grunda mjukbottnar hyser inte riklig vegetation, utan kan naturligt vara sparsamt bevuxna, särskilt om vattendjupet överstiger 1,5-2 m eller i lägen öppna ut mot havet. De bottenlevande djursamhällena i de grunda mjukbottnarna påminner om dem i Bottenviken. Österjömusslan (*Macoma baltica*) finns här, också relativt djup, särskilt om sedimentet är något sandigt. På senare år har en för Östersjön främmande art, havsbortsmasken *Marenzelleria viridis* etablerats sig och även spridit sig vidare norrut.

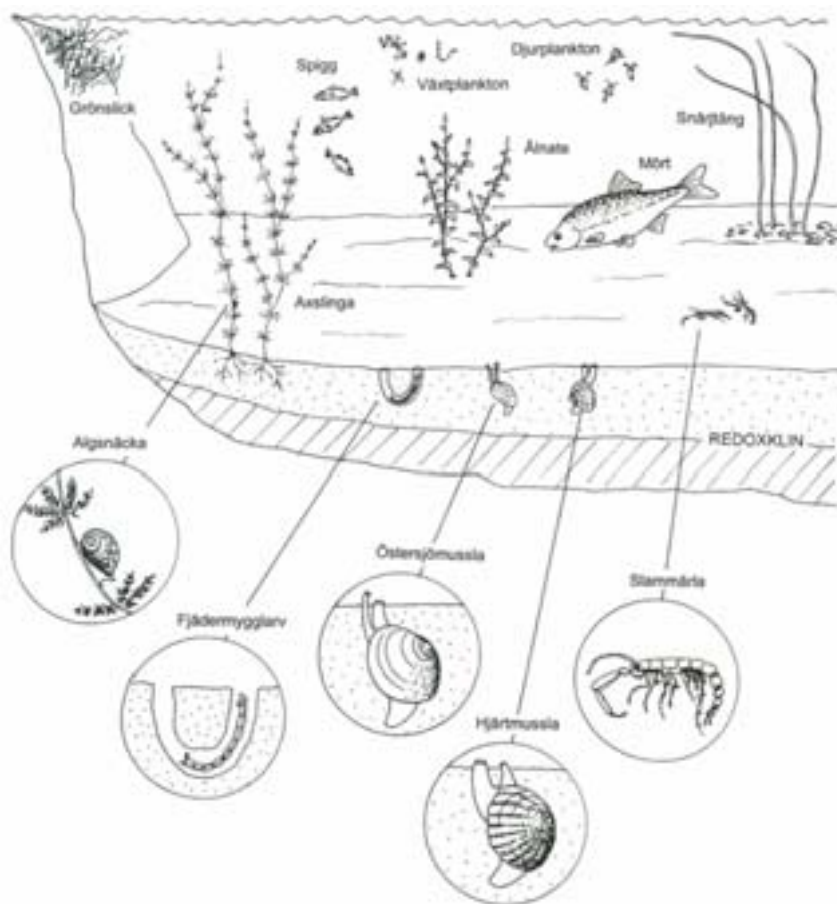
I många grunda vikar i Upplands och Södermanlands skärgård finns större och mindre områden med vass (*Phragmites australis*) och olika sävarter (sl *Scirpus*). Utanför vassbältena tar olika undervattensväxter och friflytande växter, som andmat (sl *Lemna*) över. På mjukbottnarna finns både söt-, brackvattens- och rent marina djurarter. Artsammansättningen i bottensamhällena är beroende av hur mycket organiskt material och syre det finns. På de grunda mjukbottnarna finns bl.a. musslor, snäckor (sl *Lymnea* och *Hydrobia*), röda fjädermygglarver (sl *Chironomus*), slammarla (*Corophium volutator*) samt olika fiskarter. Fiskarna använder vegetationen som lekområde och yngelkammare (Casselmann och Lewis 1996). Här kan de också gömma sig och leta efter mat. På de djupa mjukbottnarna finns det bara ett fåtal djurarter. De kan emellertid förekomma i stort antal. Några av de vanligaste djurarterna på djupa mjuka sedimentbottnar är vitmärta (*Monoporeia affinis*) och östersjömussla (*Macoma baltica*). Levande och döda lösdrivande algmattor kan också hittas på mjukbottnar. Under algmattor som är under nedbrytning kan det uppstå syrebrist innan mattorna brutits ned helt och hållet (Aneer 2004, pers. kom.). Många av skärgårdens mjukbottnar lider av periodisk syrebrist.

Vegetationen på mjukbottnar i egentliga Östersjön kan vara riklig eller sparsam och förekommer oftast inte djupare än 3- 4 m. Vegetationen har ofta en mosaikartad struktur. Växtlighetens täckningsgrad avtar med djup, ökad vågexponering eller inverkan från strömmar. Förekomst av fisk och evertebrater är vanligtvis större i vegetationsområdena än i vegetationsfattiga habitat. I egentliga Östersjön är insekter en betydelsefull grupp i epibentiska faunan (Emma Nohren MARBIPP, pers. kom.).

Mjukbottnar i Öresund och Kattegatt återfinns ofta närmast stranden (grundare än 6 meter) eller på djupare sedimentbottnar (djupare än 20 meter). I grunda områden är dessa antingen fria från makrovegetation och istället täckta med bl.a. kiselalger, eller bevuxna med ålgräs (*Zostera marina*) och/eller nating (sl *Ruppia*). I de djupare områdena dominerar grävande organismer som den

irreguljära sjöborren *Echinocardium cordatum* och ormstjärnan *Amphiura filiformis*. I trålfria områden finns ibland även rikliga mängder av den orange-färgade piprensaren *Virgularia mirabilis*.

I Skagerrak är det vanligt med mjukbottenar även på 6-20 meters djup, med ett större inslag av organiskt material. Här finns en rik fauna av ex. musslor, kräftdjur och maskar. Artsammansättningen och strukturen på bottenarna liknar den i Öresund-Kattegatt, men har ofta fler arter.



Figur 4. En grund mjukbotten i skärgårdsområdet med några vanliga växt- och djurarter. Växter: grönslick (*Cladophora* sp.), axslinga (*Myriophyllum* sp.), ålnate (*Potamogeton perfoliatus*), snärptång (*Chorda filum*). Djur: snäckor (släktena *Lymnea* och *Hydrobia*), röda fjädermygglarver (släktet *Chironomus*), östersjömussla (*Macoma baltica*), hjärtmussla (*Cerastoderma* sp.) eller sandmussla (*Mya arenaria*), slammärta (*Corophium volutator*), fisk (exempelvis mört). Det syresatta ytlagret av botten-sedimenten rymmer djurlivet. Vid redoxklinen (övergången mellan syresatt och syrefri botten) tar syret slut och därunder saknas högre liv (efter Kautsky med flera 1991).

Sandbottnar

Sandbottnar är vanliga i Bottenviken och förekommer även i Bottenhavet. De kan ha en mycket varierande växtlighet. I hårt exponerade lägen är sanden ofta rörlig och saknar fastsittande vegetation. Där exponeringen är något mindre eller där sanden stabiliseras av inslag av grövre substrat finns däremot ofta fastsittande vegetation i form av t.ex. borstnate (*Potamogeton pectinatus*), trådnate (*P. filiformis*), borststräfsse (*Chara aspera*) eller havsrufse (*Tolypella nidifica*). Bottenlevande djursamhällen kan ha drag av såväl mjuk- som hård-bottenfauna eller vara ganska utarmade beroende på graden av exponering. På sandbottnar i Bottenhavet förekommer höga tätheter av östersjömussla (*Macoma baltica*).

En ren sandbotten i Skärgårdsområdet är ett tecken på god vattenomsättning och här finns bara väldigt specialiserade arter. På grunda sandiga bottnar kan ålgräs (*Zostera marina*) finnas. Ju längre ut i skärgården desto vanligare är ålgräset och kan där bilda vidsträckta ängar. På grunda sandiga bottnar hittas också borststräfsse (*Chara aspera*) och borstnate (*Potamogeton pectinatus*) (HELCOM 1998). Sandmussla (*Mya arenaria*), sandräka (*Crangon crangon*) och hjärtmusslor (*Cerastoderma* sp.) är vanliga djur i denna typ av miljö. Sandiga bottnar på större djup är ganska ovanliga i skärgården, men förekommer i strömma sund. Plattfiskar som exempelvis piggvar använder djupare sandbottnar som lekplats. Relativt få djur kan leva i rena grusbottnar eller använda materialet som substrat. Däremot finns vissa fiskar som använder denna typ av bottenmaterial för romläggning (HELCOM 1998).

Sandbottnar är allmänna i egentliga Östersjön och kan lokalt vara den dominerande typen. De förekommer framför allt i tämligen exponerade lägen. I mer skyddade lägen och djupare ner täcks sandbotten ofta av mjuka sedimentskikt. Vegetationen är vanligtvis sparsam med undantag för vidsträckta ängar av ålgräs. Ålgräset förekommer framförallt på sandig botten ned till 5 m djup men kan förekomma ned till 10 m.

Sandbottnar är den dominerande botten typen i Öresund och Kattegatt. Vegetationen är ofta sparsam. De översta 10 metrarna domineras istället av djur som lever mer eller mindre nedgrävda i sanden, framför allt musslor (ex. sandmussla *Mya arenaria*), havsborstmaskar (ex. sandmask *Arenicola marina*) och kräftdjur (ex. sandräka *Crangon crangon*). På mer finkorniga, skyddade lokaler kan ålgräs (*Zostera marina*) breda ut sig. I Öresund är det vanligt med större musselbankar som breder ut sig på sandbottnarna. Stora sammanhängande sandbottnar är ovanligare i Skagerrak.

Hårdbottnar

Hårdbottnar är vanliga i hela Östersjön. I Bottenviken finns de i vågexponerade lägen och utgörs främst av svallade moräner med en osorterad blandning av block, sten, grus och ibland sand. Ofta dominerar block och större stenar nära ytan och sedan sker en successiv övergång till de finkornigare fraktionerna längre ned. Klippbottnar finns endast sparsamt då morän täcker det mesta av bottenarealen. Vegetationen på de blockiga och steniga bottenarna består av olika alger, främst grönalgerna getraggsalg (*Cladophora aegagropila*) och grönslick (*C. glomerata*). Karakteristiskt är den rikliga förekomsten av små kiselager som täcker såväl substrat som andra alger och får även grönalger att se brunaktiga ut. Något djupare ned där blocken och stenarna är uppblandade med grus och sand, kan en del kransalger och fanerogamer få fäste. Vanliga bottenlevande djur på hårdbottenarna är märkräftor (sl. *Gammarus*), snäckor som algsnäcka (*Theodoxus fluviatilis*) och oval dammsnäcka (*Lymnaea peregra*). Bland fastsittande djur märks svampdjur som platt sötvattenssvamp (*Ephydatia fluviatilis*), samt brackvattenhydroid (*Cordylophora caspia*) och tångbark (*Electra crustulenta*).

Hårdbottnar av svallade moräner är vanliga även i Bottenhavet men här förekommer också ren klippbotten, särskilt vid Höga Kusten. Vegetationen är ofta tydligt zonerad i djupled, med en övre zon av fintrådiga alger, bl.a. grönslick (*Cladophora glomerata*) och vissa årstider även brunalgen trådslick (*Pilayella littoralis*). Längre ned, ofta mellan cirka 2-5 m, finns en zon som är dominerad av smaltång och/eller blåstång (*Fucus radicans*, *F. vesiculosus*), och ännu längre ned ett samhälle dominerat av olika rödalger, bl.a. kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) och/eller brunalgen ishavstofs (*Sphacelaria arctica*). Andra vanliga rödalger i nedre zonen är fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*), och ullsleke (*Ceramium tenuicorne*) som dock även förekommer grundare. Den nedre gränsen för vegetationen bestäms ofta av övergången till sand- eller mjukbotten. Där det hårda substratet fortsätter djupt ned bestäms gränsen för fastsittande växtlighet av ljusets nedträngande, vilket kan vara cirka 10-15 m i kustens yttre delar. I lägen som är hårt exponerade för t.ex. isrörelser, kan blåstången saknas och ettåriga alger dominera växtligheten.

I Upplands och Södermanlands skärgård och i egentliga Östersjön består hårdbottenarna antingen av klippbotten eller svallade blockrika moräner. Båda typerna är ofta sluttande och strandnära. På bara klipp- och blockytor dominerar alger och ibland kan en zonerings som beror på vattenståndsvariationer, vågornas inverkan och den med djupet avtagande ljusmängden urskiljas (figur 5). Området närmast vattenlinjen och ned till 0,5-1 m djup domineras av ettåriga trådalger. Bältets utbredning bestäms av vattenståndsvariationer och isens påverkan. Nedanför denna zon där förhållandena blir mer stabila utgörs vegetationen ofta av ett bälte av blåstång och/eller sågtång (i södra delen av

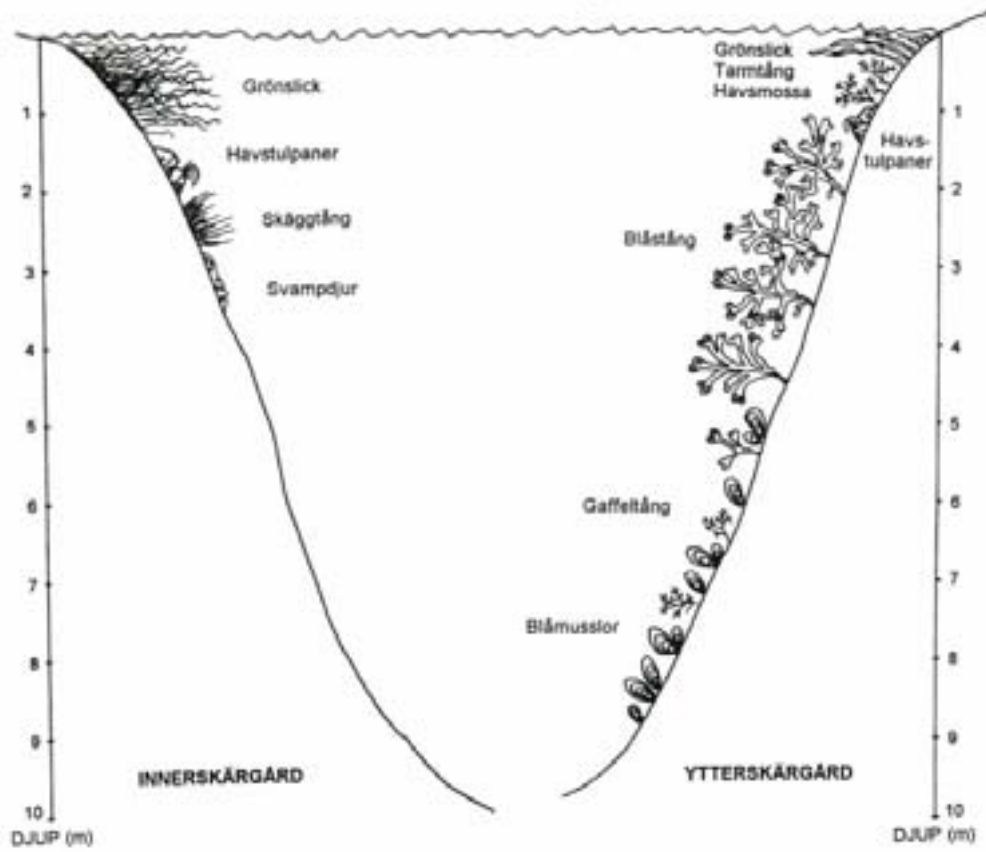
regionen). Är vattnet klart kan blåstången växa ned till 11 meters djup (observationer från 1940-talet, Aneer 2004, pers.kom.). I egentliga Östersjön sträcker sig bältet ungefär ned till 5 m djup och ersätts successivt av fintrådiga brun- eller rödalger. Rödalgsbältet kan bilda täta bestånd så djupt som 9-13 meter särskilt i den södra delen av regionen. Nedre gränsen för vegetation bestäms ofta av övergången till sand- eller gyttjebotten. I innerskärgårdarna dominerar ofta en trådalgsvegetation av grön- och brunalger. Blåstången är förhållandevis mer täckt av trådalger, förekommer inte lika djupt och ett välutvecklat rödalgsbälte förekommer sällan.

Olika djurarter förekommer beroende på grad av vågexponering och strömmar. Artantalet är störst i skyddade vikar där flera sötvattensarter också klarar sig. På mer exponerade lokaler försvinner en hel del av sötvattenarterna och istället ökar antalet havstulpaner (*Balanus improvisus*). På djupa bottnar dominerar blåmusslor (*Mytilus edulis*). Blåmusslan är viktig som vattenrenare och dess larver är en viktig matresurs för småfiskar och strömmingar. De vuxna musslorna är också viktiga för ejdrar och plattfisk.

I Öresund-Kattegatt är rena klippbottnar ovanliga, men förekommer t.ex. runt Kullaberg. Vid och under vattenytan finns ofta ett bälte av havstulpanen *Semibalanus balanoides* och täta bestånd av blåmusslor (*Mytilus edulis*). Därunder tar brunalgsbältet vid. Knöltång (*Ascophyllum nodosum*) trivs på ganska skyddade stränder där vågorna inte kan flytta hela plantor. På mer vågutsatta stränder växer istället blåstång (*Fucus vesiculosus*) och på lite större djup, ner till cirka fyra meter, sågtång (*Fucus serratus*). Algbältet därunder, ner till cirka 15-20 meter består av rödalger som t.ex. kräkel (*Furcellaria lumbricalis*), ribbeblad (*Delesseria sanguina*), ekbladsalg (*Phycodrys rubens*), och rödsläke (*Ceramium* spp), samt brunalger som t.ex. olika tarearter (*Laminaria* spp) och taggigt havsris (*Desmarestia aculeata*).

I exponerade områden som t.ex. Tistlarna i Göteborgs yttre skärgård, växer ett stort antal algararter ner till cirka 25 meters djup. På extremt utsatta lägen som Lilla Middelgrund växer algerna ner till 30 meters djup. På kraftigt vågutsatta stränder dominerar blåmusslor och fingrenade rödalger. Bland fiskarterna är det framför allt olika läppfiskar som lever i algbältet, t.ex. stensnultra, skär-snultra, berggylta, men också unga exemplar av t.ex. långa, glyskolja och torsk. Bland klapperstenarna vid Kullaberg finns t.ex. krabba, hummer och ibland havskatt.

I det inre skärgårdsområdet på cirka 1-3 meters djup finns ett bälte bestående av framför allt sågtång (*Fucus serratus*) och blåmusslor. Bottnarna består här av större fasta partiklar, t.ex. stenar, grövre gruskorn och delar av musselskal, som tång och musslor kan fästa på. Bältet utgör ofta ett övergångssamhälle mellan grus-/stenstränder och djupare växande ålgräsängar.



Figur 5. Hårdbottenzoneringar i inner- och ytterskärgråden som exempel på zonering vid olika vågexponering. Skillnad i zonering av växter och djur mellan innerskärgråden och ytterskärgråden (efter Kautsky, 1995).

Till skillnad från Öresund-Kattegatt är klippbottnar mycket vanliga i Skagerak. Stora delar av havsbottarna i den inre skärgråden består av renspolade klippor med liknande artsammansättning av djur och växter som i Kattegatt men med fler arter. På djupt vatten är bottarna däremot oftast täckta av lersediment, med undantag för Koster-Väderöfjorden där det finns branta klippor på stora djup. På djupa bergbottnar lever många arter av svampdjur (*Spongia-ria*), de uråldriga armfotingarna (*Brachiopoda*), jättehavstulpan (*Balanus hammeri*), hornkoraller (*Gorgonacida*) och den stora limamusslan (*Acesta excavata*). I anslutning till norska gränsen i norr påträffas den revbildande ögonkorallen (*Lophelia pertusa*).

Siktdjup

Siktdjup är ett mått på hur långt ned i vattnet ljuset når och mäts med hjälp av en nedsänkt siktskiva. Siktdjupet, vilket kallas den fotiska zonen, styr djuputbredningen av fotosyntetiserande organismer. Det är framför allt en strukturerande faktor på lokal nivå och starkt förknippat med partikelhalten i vattnet

som kan kopplas till näringstillgång. I både Bottenhavet och Bottenviken finns rikligt med lösta humusämnen vilket gör att siktdjupet knappast är större än i egentliga Östersjön, trots mer näringsfattiga förhållanden. I de inre delarna av kusten och skärgårdarna är vattnet ofta grumligare än i de yttre som en följd av övergödning (Kautsky L, m.fl. 2000). På nationell nivå är siktdjupet i Östersjöns yttre kustband 10-15 m och på västkusten ned till 30 m.

Sambandet mellan siktdjup och djuputbredning är inte självklart. I och med att ljuset minskar med djupet finns det en nedre gräns för fotosyntetiserande organismer. Kärlväxter förekommer t.ex. sällan djupare än 6-8 m i Östersjön (Kautsky 1988). Före siktdjupet begränsar utbredningen bestäms den maximala djuputbredningen för alger ofta av förändrat substrat (hårdbotten övergår till mjukbotten). Den lokala variationen är stor. I ett område med väldigt klart vatten i Stockholms skärgård växer blåstång (*Fucus vesiculosus*) på över nio meters djup medan den i andra områden inte växer djupare än tre meter.

Det är svårt att få bra data på siktdjup eftersom siktdjupet varierar mycket över året och det är dessutom svårt att veta under vilken tid siktdjupet har störst betydelse för arternas djuputbredning. Är det minsta siktdjup, medelsiktdjup eller siktdjup någon viss tid på året som har betydelse? Sannolikt är det sämsta siktdjup under sommartid då algerna är som mest produktiva som har den högsta begränsande effekten på macroalgernas tillväxt. Det finns en gradient från inner- till ytterskärgård, men variationen över året är troligen större än den rumsliga variationen.

Djup och bottenprofil

Djup är ingen strukturerande faktor i sig utan omfattar några av de faktorer som tagits upp ovan. Med ökat djup avtar ljuset och vågexponeringen. Med ökat djup (minskad vågexponering) ökar sedimentationen på bottenarna vilket försvårar rekrytering och tillväxt hos alger (se t.ex. Eriksson och Johansson 2003, Sjörs 1971).

Bottenprofilen har också betydelse då en brantare botten inte sedimenterar igen så lätt. Blir lutningen för brant får alger och andra växter däremot svårare att sätta sig fast, t.ex. hittade Isæus och Lindblad (*in manus*) ingen blåstång på lutningar brantare än 38° i Stockholms skärgård. Slutningens riktning kan spela roll genom att påverka solinstrålningen. Till exempel kan branta nordslutningar, även ovanför havsytan, påverka solinstrålningen under en säsong genom att den skuggar.

Underlag och resultat

I detta kapitel beskrivs SAKU-projektets underlag, bearbetningar av underlag och vilken information som finns i resultatet. Många av GIS-resultaten i detta kapitel bifogas rapporten på DVD. Innehållet på DVD-skivan redovisas i ”Bilag 1”.

Karteringsområde

Karteringsområdet omfattar Sveriges territorialvatten men begränsas av indatakällornas utbredning. Syftet med analyser och sammanställningar är att beskriva det grunda kustnära området från fastlandet ut till den yttersta landmassan som finns redovisad på ekonomiska kartan inom djupområdet 0 – 25 meter. Av praktiska skäl (begränsning i djupinformationen från sjökort) har djupgränsen satts till 20 m. Information i djupare vatten ingår i underlagen men informationen är inte heltäckande (figur 6). Områden som saknar information inom karteringsområdet i ett eller flera av underlagen är begränsade och särredovisade. De geografiskt mest omfattande indatabristerna är att djupinformation saknas från ett sjökort i sydöstra Skåne (kort 921) samt att stora arealer i främst Stockholms, Göteborgs och Södermanlands skärgårdar har begränsad information om djup i sjökorten (se kapitel ”Djupdata”).



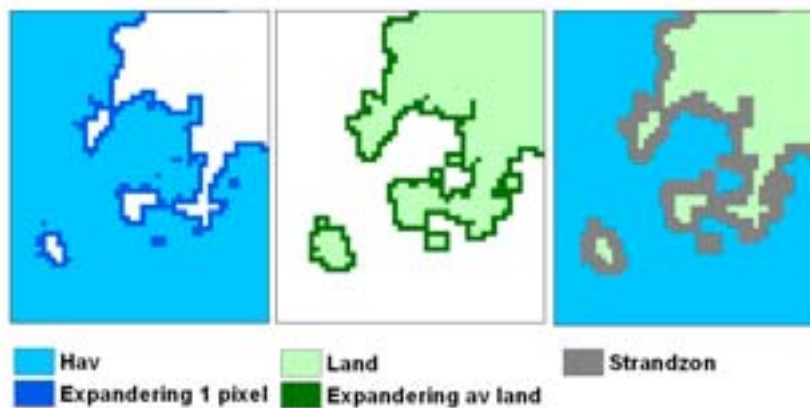
Figur 6. Karteringsområdet är havsområdet ut till territorialgränsen

Avgränsning av land, hav och strandzon

Underlagen till sammanställningen har olika avgränsning av vad som är hav. För att skapa en och samma avgränsning av hav, land och strandzon har tre ”masker” skapats:

- Havsmask (hav har kod 1, allt annat är NoData)
- Landmask (land, våtmarker och sötvatten har kod 1, allt annat är NoData)
- Strandzon (gränsen mellan hav och land har kod 1, allt annat är NoData)

Skikten används som mask vid bearbetningen av övriga underlag. Ekonomiska kartans strandlinje används för avgränsning av hav från land och översiktskartans avgränsning mellan hav och sötvatten används för att avgränsa hav från älvar och vattendrag.



Figur 7. Avgränsning av strandzonen. Från vänster, hav expanderades en pixel in på land (mörkt blått) och land expanderades en pixel ut i havet (mörkt grönt). Till höger, strandzonen (grått) utgörs av delresultaten från de tidigare stegen (mörkt blått + mörkt grönt).

Bearbetning av kartmaterial

Avgränsningen av land och vatten baseras på fastighetskartan (skala 1: 10 000, www.lantmateriet.se). Indata består av länsvisa shapefiler som tagits fram i projektet "Kartering av vissa kusthabitat enligt EU:s nätverk Natura 2000" (Axelsson 2003). Skiktet har skapats genom att gränser mellan landklasserna lösts upp till sammanhängande polygoner för att skapa en landklass och en vattenklass. Våtmarker ingår i landklassen. Havsytan kodades genom att välja den vattenpolygon som utgör havet. Inom havsområden som fortsätter upp i älvar avgränsades hav manuellt utifrån Översiktskartan (skala 1: 250 000). Filerna täcker ett urval av data från de ekonomiska kartblad som täcker strand- och havsområdet per län. Länsfilerna överlappar varandra.

Den bearbetade fastighetskartan rasterades med 25 m pixelstorlek och lades samman till ett rikstäckande raster. Land kompletterades från Svenska Mark-täckedata och havsområdet klipptes av vid eller kompletterades ut till territori-

algränsen utifrån länsgränserna. Sötvatten är kodat som land med hjälp av information från Översiktskartan och Svenska Marktäckedata. Resultatet är ett skikt som avgränsar hav från ”land”, där land inbegriper sötvatten och våtmarker. Skiktet kodades om till en havsmask och en landmask. Från skikten skapades en ”strandmask” som täcker strandzonen en pixel upp på land och en pixel ut i vattnet. Masken skapades genom att havsytan expanderades en pixel, landytan expanderades en pixel och det överlappande området mellan delresultaten identifierades som strandzon (figur 7).

Vågexponering

Vågexponeringen är framtagen av Martin Isæus på uppdrag av Naturvårdsverket. Syftet med skiktet är att tillföra information om exponeringsgrad utmed kusterna. Resultatet från vågexponeringsmodellen har harmoniserats med övriga data i detta projekt och klassificerats i exponeringsklasser vilket resulterar i två dataset med vågexponering:

- Kontinuerligt raster per län från vågexponeringsmodellen (varje pixel har ett värde i enheten m^2/s)
- Klassificerad vågexponering i sju klasser (raster och vektor)

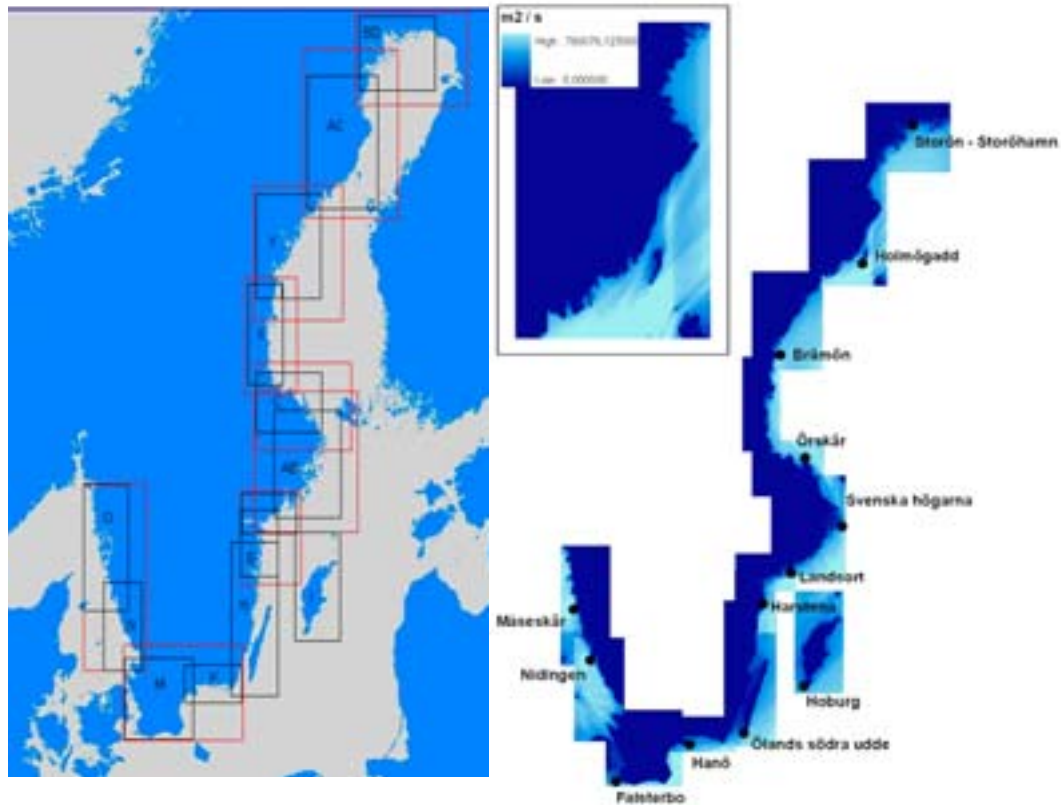
Modellerad vågexponering

Vågexponeringen är beräknad med programmet WaveImpact, metoden SWM, enligt Isæus (2004a) och har levererats som raster (Esri GRID) med 25 m upplösning. Exponeringsvärdena är kontinuerliga och varje raster täcker kusten i ett län.

Vågexponeringsmättet (m^2/s) beskriver den generella graden av vågexponering på en position. Exponeringen är beräknad utifrån stryklängd (fetch) i 16 riktningar och medelvinden i motsvarande riktningar. En spridningseffekt har använts för att efterlikna vågors refraction/diffraktionsmönster runt landområden. Kartunderlaget för att beräkna fetchen har varit länsvisa 25 m raster baserade på terrängkartan (skala 1: 50 000) som har information om land och vatten. Alla beräkningar har gjorts i programvaran WaveImpact 1.0 och en max-fetch på 500 km har använts.

För att minimera datamängden har fetchberäkningar från större utsnitt med 500 m och 100 m pixelstorlek använts för att få korrekta indata till rasterskiktet med 25 m upplösning (figur 8). Fetchberäkningarna i 500 m upplösningen täcker hela Östersjön och en stor del av Nordsjön. Den fångar upp t.ex. Danmarks skyddande påverkan på delar av Västkusten och Ålands inverkan på

Upplandskusten. De utgör indata till rasterskikten i 100 m upplösning som utgör indata till rasterskikten med 25 meters pixelstorlek. Vinddata har tillhandahållits av SMHI. Medelvinden under perioden 1990-2000 för en kustvindstation per län har använts (figur 8). En jämn övergång mellan de länsvisa vågexponeringskartorna har skapats genom att sammanfoga dem med hjälp av scriptet Spatial.GridMosaic, och därefter klippa upp dem igen.



Figur 8. Bilden till vänster visar områdena för de olika exponeringsberäkningarna. Hela bilden (blå ruta) motsvarar 500 m upplösning, röda rutor motsvarar 100 m upplösning och svarta rutor motsvarar 25 m upplösning. I två fall (Gotland (I) och Kalmar län (H)) saknas det 100 m rutor vilket beror på att 25 m upplösning är beräknad direkt från 500 m upplösning. I dessa fall bedömdes inte en 100 meters upplösningen förbättra resultatet eftersom Gotland bara omges av hav, och för Kalmar län fanns ett så stort överlapp mot Östergötland (E), och Öland är inkluderat i 25m-rutan. Bilden till höger visar de vindstationer som medelvinden beräknas från med länsvisa kontinuerliga raster som bakgrund, infällt en förstoring över Västerbotten.

Klassificerad vågexponering

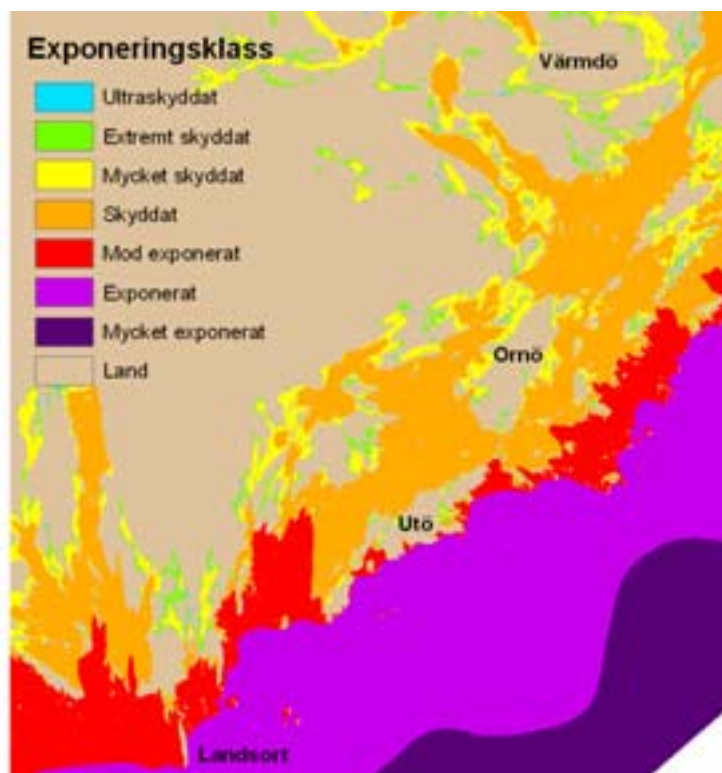
Ett rikstäckande skikt skapades utifrån de länsvisa vågexponeringsskikten. I det nationella skiktet är vågexponeringen grupperad i sju exponeringsklasser

med syfte att återspegla hur exponeringsgrad används i aktuella europeiska habitatklassificeringssystem (EUNIS). Klassindelningen är framtagen av Martin Isæus som använt biologiska fältdata från tidigare studier längst Sveriges kust. Klassindelningen bör ses som preliminär, hur den är framtagen och vilka miljöer som förväntas kopplas till de olika exponeringsklasserna beskrivs i ”Bilaga 3”.

Tabell 1. Gruppering och omkodning av vågexponering

Värden i kontinuerligt raster	Ny kod	Klass
0.00	1	Land
1-1 200	2	Ultra skyddat
1 200-4 000	3	Extremt skyddat
4 000-10 000	4	Mycket skyddat
10 000-100 000	5	Skyddat
100 000-500 000	6	Mod exponerat
500 000-1 000 000	7	Exponerat
1 000 000-5 000 000	8	Mycket exponerat
NoData	99	Oklassat hav

Länsvisa raster med kontinuerliga värden för vågexponering kodades om till 7 klasser (RECLASSIFY) (tabell 1 och figur 9). Vid omkodningen angavs landhavsmasken som utsnitt. Land från masken lades ovanpå exponeringen. De landområden som inte överrensstämmer i de två produkterna d.v.s. områden med land i exponeringsskiktet under havsmask eliminerades och ersattes med den exponeringsklass som ligger närmast genom att dessa klasser expanderades fyra pixlar in mot landgränsen (EXPAND). Kvarvarande havsområden som saknar exponeringsmått kodades till 99.



Figur 9. Grupperad och omkodad vägexponering i sju klasser (Stockholms södra skärgård).

Djupdata

Yttäckande djupinformation har tagits fram från sjökort vilket resulterade i tre dataset:

- Yttäckande information om djup och land från och per sjökort (raster och vektor)
- Rikstäckande djupinformation inom havsmask och land från landmask (raster)
- Metadatafil som anger sjökortsnummer med ”bästa” tillgängliga skala (vektor)

Koderna i de två översta rasterfilerna redovisas i tabell 3. Metadatafilen är en vektorfil med kortens utsnitt vars attribut har information om kortnummer och vilken skala kortet är producerat i.

Sjökortsdatabasen

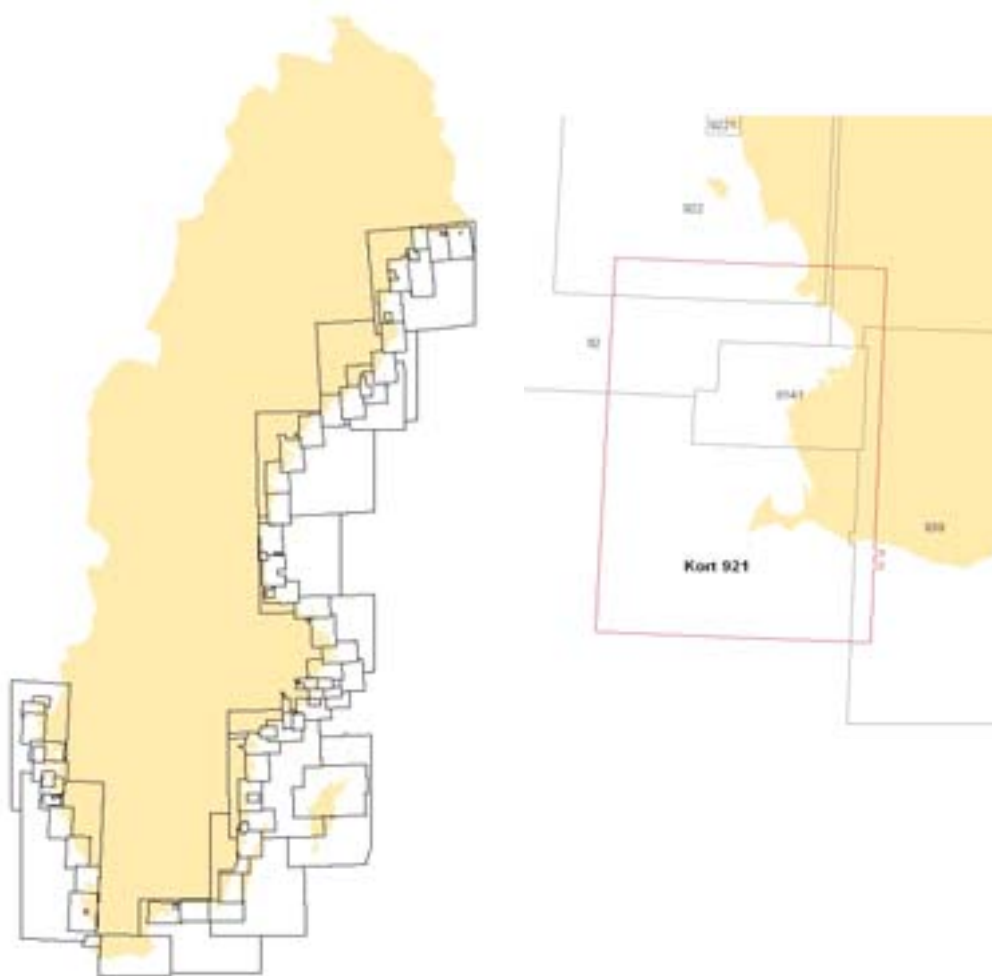
Informationen levererades från Sjöfartsverkets sjökortsdatabas i RT90 (Esri shape-format). Informationen härleddes till kortens nummer och var i tre skalnivåer; Specialkort skala 1: 25 000, Skärgårdskort skala 1: 50 000 och Kustkort skala 1: 200 000. Det förekommer avvikelser från den vanligaste använda skalan inom varje kategori (www.sjofartsverket.se). Den digitala informationen omfattar allt som redovisas kartografiskt på de tryckta sjökorten (se ”Bilaga 2”). Indata består därmed av en mängd shapefiler per sjökort. Ett urval av denna information har använts inom projektet (tabell 2). Det saknas indata från ett sjökort utmed Sveriges kust (kort nr 921) (figur 10). Strandlinjen i sjökorten sammanfaller inte med Lantmäteriverkets kartor.

Tabell 2. Shape-filer från sjökorten som har använts inom projektet och deras format.

Filens namn	Beskrivning	Text	Punkt	Linje	Yta
1K till 500K	Djupområden (0- 3m, 3-6m, osv)	T	-	L	A
3_200Y	Djupområde inom ringat område (6-200 meters djup)	-	-	-	A
BRANNING	Bränning	-	P	-	-
MUDDRAD	Muddrat område	T	-	L	A
O_STEN	Övervattenssten	-	P	-	-
OSJOMATT	Icke sjömätt område	-	-	L	A
SBDARE	Bottenbeskaffenhet	T	P	-	A
SOUEXA	Djupsiffra i rätt position	T	-	-	-
SOUFRI	Lodning utan bottenkänning	T	-	-	-
STRANDLIN	Strandlinje	-	-	L	A
U_STEN	Undervattenssten	T	P	-	-
WRECKS	Vrak	T	P	L	-

Bearbetning av sjökorten

Sjökorten utmed kusten rasterades kortvis för att få yttäckande information om djup och land inom vardera kort (CONVERT TO RASTER). För att täcka in kortens hela yta rasterades djupytor, landytor och polygoner som avgränsar djupområden med ospecificerat djup (osjömätta områden samt djupområden med angivet djup 3-200 m). Polygonfilerna rasterades till separata skikt och kodades enligt tabell 3. Skikten lades därefter samman enligt prioriteringen grundast över djupare och med lägst prioritet land, osjömätt och djup 3-200 m (MERGE).



Figur 10. Sjøkortet som ingår i sammanstillingen (vänster) och deras utbredning i metadatafilen. Till höger området kring Falsterbo. I sammanstillingen saknas information från kort 921.

Efter sammanlagringen kodades alla ytor med information (kod 3-999) till kortets nummer och resterande pixlar kodades till 0. En kvalitetskontroll gjordes så att inga 0-ytor fanns inom kortets ram. Nollytor som identifierades kodades till den djupklass som låg närmast om det var tekniska begränsningar som skapat nollytor (polygonerna i indata sluter inte helt upp mot varandra), beror nollytor på att informationen saknas i grunddata kodades ytorna till kod 99. Resultatet är två filer, en med yttäckande djup-landinformation inom kortet och en med kortets utbredning.

I det kortvisa resultatet är land och hav avgränsat enligt sjökorten. De rasterade korten lades därefter samman med funktionen MERGE prioriterade efter deras upplösning, d.v.s. Specialkort (med fyrställiga kortnummer) lades ovanpå Skärgårdskort (med treställiga kortnummer) och underst fylldes informationen ut av Kustkortet (tvåställiga kortnummer). Inom varje kategori priorite-

rades korten i nummerordning. Filerna med kortens utbredning sammanfogades på samma sätt vilket ger en metadatafil med information om varje pixels ursprung. Metadatafilen konverterades till vektor.

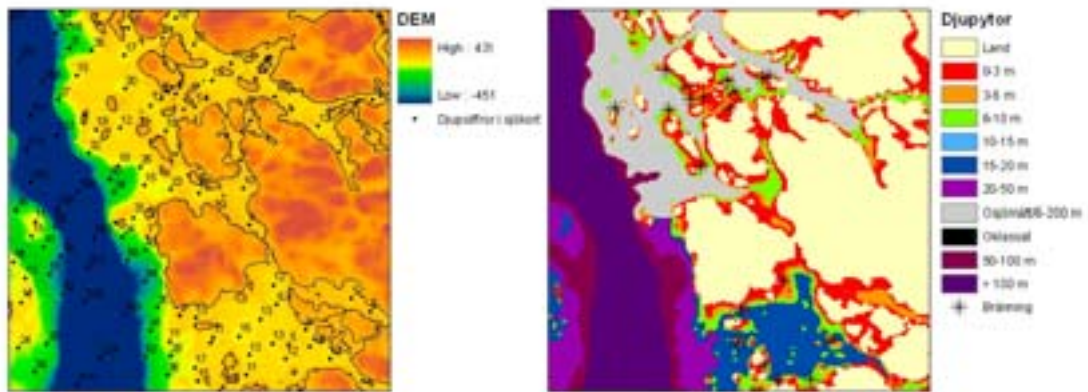
Tabell 3. Indataskikt som används för att skapa ett enhetligt djupraster över Sverige och ingående koder per djupklass. I vissa kort finns en mer detaljerad djupuppdelning i djupområdet 20 - 200 m än vad resultatet redovisar, störst avvikelser finns i kort som täcker annat land (Danmark, Finland).

Shape	Kod i kortskikt	Kod i riksskikt	Klass
Strandlinj_polygon.shp	999	1	Land
3k_polygon (även 2 och 4 m i Danmark)	3	3	0-3 m
6k_polygon	6	6	3-6 m
10k_polygon	10	10	6-10 m
15k_polygon	15	15	10-15 m
20k_polygon	20	20	10/alt 15-20 m
50k (25k_polygon, 40k_polygon)	50	50	20-50 m
100k	100	100	50-100 m
200k	200	200	50 alt 100-200 m, > 200 m
(3)6_200Y/osjomatt_polygon.shp	88	88	(3)6-200 m (ej sjömått)
Information saknas inom kortets ram	99	99	Data saknas

Land från masken lades därefter ovanpå sjökortsinformationen. De landområden som inte överrensstämmer i de två produkterna d.v.s. områden med land i sjökort inom havsmask eliminerades och ersattes med den djupklass som ligger närmast genom att dessa klasser expanderades in mot landgränsen (EXPAND, 4 pixlar, 100 m). Kvarvarande havsområden (enligt havsmask) som saknar djupinformation i sjökorten kodades till kod 99.

Djup-höjdmodell

I höjd-djupmodellen har varje pixel ett värde som motsvarar höjd (positiva värden) eller djup (negativa värden) i hela meter. Rasterfilen täcker havsområdet t.o.m. territorialgränsen och landområdet upp till cirka 2,5 km från strandlinjen. Skiktet baseras på en digital terrängmodell från SMHI som är ett triangelnät (TIN) och lantmäteriets höjddata i rasterformat.



Figur 11. Två djupskikt har skapats från sjökorten. Till vänster kontinuerliga djupvärden i ett raster baserat på djupkurvor och djupmätta punkter sammanslaget med höjddata på land. Till höger ett raster med information från sjökortens djuppytor. Djuppunkter, bränningar och stenar finns sjökortsvis som vektordata.

Djupmodell i hav och höjdmodell på land

Djupmodellen kommer från Svenskt Vattenarkiv (SVAR) som tillhandahålls av SMHI. Den baseras på sjökorten och benämns Djupdata för Havsområden (SMHI 2003). I SVAR är djupmodellen ett raster med upplösningen 100 m som skapats via ett triangelnät (TIN, Triangular Irregular Network). TIN är en interpoleringsmetod som med hjälp av punkter eller linjers värde avspeglar terrängens form med oregelbundna trianglar. TIN:et är baserat på sjökortens djuppunkter och djupkurvor, dessa interpoleras inte utan återges exakt medan områdena mellan underlaget interpoleras linjärt. I SMHI:s djupmodell används en strandlinje från Lantmäteriverkets Översigtskarta (skala 1: 250 000). Data täcker Östersjön, Kattegatt, Skagerrak och delar av Nordsjön. Informationen utanför Svenska vatten kommer från Baltic Sea Research Institute Warnemünde (övriga Östersjön) och Sveriges Nationalatlas (Norskt vatten). Djupinformationen från SMHI är inte homogen och ger därför en felaktig bild över områden där djupinformationen är gles. Höjdmodellen på land kommer från Lantmäteriets GSD höjddata som byggs upp av ett rutnät av mätpunkter med 50 m sida (www.lantmateriet.se). Inom projektet används en rasterad version med 25 m pixelstorlek. Data täcker hela Sverige.

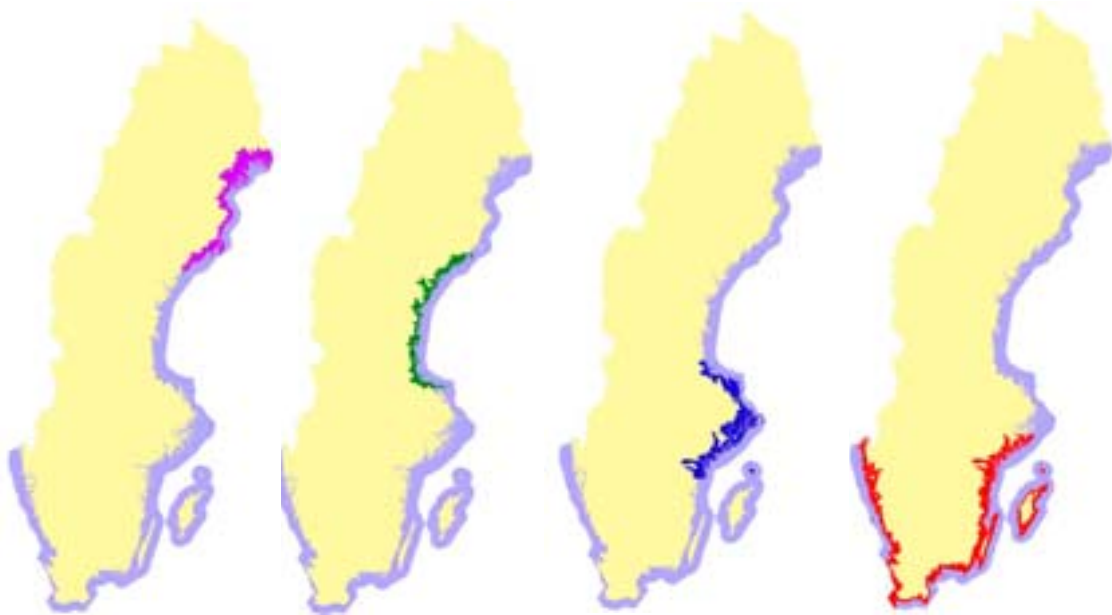
Bearbetning av höjd-djupdata

Bearbetningen utgår från det TIN som ligger till grund för SMHI:s raster. TIN:et rasterades med 25 meters pixlar. För att säkra överensstämmelsen med den land-/vattenmask som baseras på fastighetskartan (se kapitel "Avgräns-

ning av land, hav och strandzon”) maskades höjdd modellen för pixlar inom landmask och djupmodellen för pixlar inom havsmask. För att dra ner storleken på rasterskiktet med höjddata begränsades höjddmodellens täckning till 100 pixlar, d.v.s. 2 500 m, upp på land från strandlinjen. Därefter slogs de samman till ett rasterskikt med GIS-kommandot MERGE.

Lutning

Lutning återfinns i fyra rasterskikt som delvis överlappar varandra. Lutningen redovisas i hela grader ned till 20 m djup. Lutningen beräknas utifrån den kombinerade djup-höjddmodell som tagits fram i projektet (se föregående avsnitt). Att beräkna lutning är en datorintensiv process och den kombinerade höjd- och djupmodellen klipptes därför i fyra zoner som ungefär motsvarar Sveriges vattendistrikt (figur 12). Södra Östersjön och Västerhavet ingår i samma skikt. Skikten överlappar varandra med god marginal. Därefter beräknades lutningen (”SLOPE”). För att göra de fyra rasterskikten mer hanterliga (till en storlek ~ 50 MB) gjordes lutningen om från decimaltal till heltal (INTEGER) och lutningsinformationen under 20 m djup maskades bort.



Figur 12. Översikt över rasterskikt med lutning i projektet. Som bakgrund visas ekonomiska kartans mask: gult är land, blått är vatten. I rasterskikten anges lutningen i heltal och avgränsas in på land 2 500 m från strandlinjen och ner till 20 m djup. Pixlarna är 25 x 25 m.

Kartering av Bottensubstrat

Information om bottensubstrat togs fram i ett tidigare projekt på Naturvårdsverkets uppdrag ”Förekomst och utbredning av sandbankar, berg och hårbottenar inom svenskt territorialvatten och svensk ekonomisk zon (EEZ) (Cato m.fl. 2003). Ett rikstäckande raster som är homogeniserat med övriga underlag har tagits fram baserat på underlaget. Koderna i resultatet redovisas i tabell 5.

Indata

Informationen är baserad på den maringeologiska information som finns lagrad SGU:s kartbaser. Undersökningarna görs i två skalor, en lokal (skala 1: 100 000) och en regional (skala 1: 500 000). I huvuddelen, drygt 80 %, av Sveriges vatten representeras informationen av en nationell modell med mycket begränsad information om bottenförhållanden (figur 13). Modellen tar tillvara information från begränsade geologiska undersökningar som är genomförda t.ex. inom forskningsprojekt, och den geologiska information som finns att tillgå i angränsande land- och havsområden sammankopplat med tillgänglig bottenpografi. Denna information visar i allmänhet endast karaktären på havsbotten inom respektive område.



Figur 13. Informationen om bottensubstrat baseras på SGU:s databaser. Undersökningarna görs i två skalor; lokal och regional, resterande information är baserad på en nationell modell med mycket begränsad upplösning.

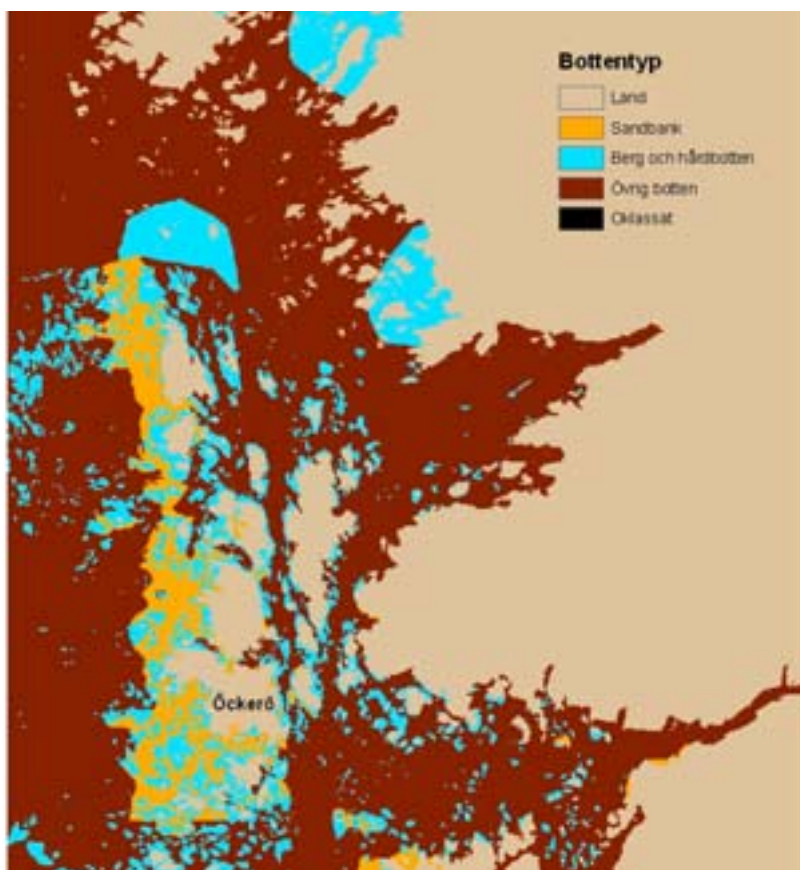
Data visar på förekomst av Sand i djupområdet 0-30 m samt Berg- och hårdbotten inom alla djup. Resterande botten är klassad som Övrigt. Tabell 4 visar på vilka typer av sediment/bottenbeskaffenhet som ingår i respektive naturtyp utifrån vilket underlagsmaterial som finns att tillgå. Data är levererat av SGU i vektorformat (Esri shape) och täcker hela kusten. I delområden med regional och lokal information har strandlinjen från Terrängkartan använts (skala 1: 50 000), i resterande område används strandlinjen från Översiktskartan (skala 1: 250 000).

Tabell 4. Grupperade typer inom de redovisade botten typerna utifrån upplösningen på indata (från Cato m.fl. 2003)

Bottentyp	SGU:s maringeologiska kartor (lokal och regional nivå)	Nationell modell
Sand (0-30 m)	Sand Finsand	Sand och grovmo
Berg- och hårdbotten	Morän Äldre glaciala/interglaciala bildningar Block på annan jordart än morän Sedimentärt berg Kristallint berg	Hårdbotten Sedimentärt berg Kristallint berg
Övrigt (0-30 m)	Postglacial lera, gyttjeler och leryttja Postglacial silt Glacial lera	Postglacial lera och silt Glacial lera
Övrigt > 30 m	Postglacial lera, gyttjeler och leryttja Postglacial silt Glacial lera Sand Finsand	Postglacial lera och silt Glacial lera Sand och grovmo

Bearbetat raster

Vektorskiktet rasterades med 25 m pixlar utifrån bottentyp. Land från ekonomiska kartan lades därefter ovanpå rasteringen av botten substrat. De landområden som inte överensstämmer i de två produkterna d.v.s. områden med land i bottenkarteringens resultat som är hav i ekonomiska kartan eliminerades och ersattes med den bottenbeskaffenhet som ligger närmast genom att dessa klasser expanderades (4 pixlar, 100 m) in mot landgränsen.



Figur 14. Botten typer i det nationella skiktet. Notera skillnaden i upplösning i materialet, i norra delen av bilden kommer data från nationella underlag i södra delen (runt Öckerö) baseras skiktet på regionala underlag från SGU.

Områden som är hav (enligt havsmask) men saknar bottenbeskaffenhet efter bearbetningarna kodades till 99.

Tabell 5. Koder i det rasterade Botten typs-skiktet

Kod	Klass
1	Land
2	Sandbank
3	Berg och hårdbotten
4	Övrig botten
99	Oklassat hav

Inventering av Svenska kusten – Planverket 1969

Detta material medföljer inte rapporten men presenteras här eftersom det är ett viktigt underlag för bedömningar av naturvärden i kustzonen. Materialet finns idag digitalt i en databas som skickas ut av IVL tillsammans med en mer utförlig beskrivning av underlaget, digitaliseringen och möjliga användningsområden.

Inventeringen

Under sommaren och hösten 1969 genomförde Planverket en fältrekognosering längs Sveriges kuster med syfte att kartlägga strändernas beskaffenhet, dåvarande användning samt lämplighet för bad- och friluftsliv. Inventeringen omfattar stränderna utmed fastlandskusten inklusive öar med befintlig eller planerad broförbindelse. Norrbotten och Gotlands läns kuster togs inte med eftersom det redan fanns ett relativt detaljerat informationsunderlag. Under 1970 kompletterades inventeringen inom övärlden i Stockholms och Göteborgs skärgårdar.

Undersökningsområdet avgränsas som en strandzon och en uppehållszon. Strandzonen innefattar den närmast vattnet liggande, ofta vegetationsfria delen av stranden samt den närmast under vattnet liggande delen dvs den del som normalt är utsatt för vågornas bearbetning. Uppehållszonen avgränsas till ett avstånd av 100 m från stranden.

Kartläggningen genomfördes i fält till fots eller med båt utmed stränderna. Minsta karteringsenhet var 100 m kuststräcka som avgränsades på ekonomiska kartan (skala 1: 10 000) som numrerade delsträckor mellan tvärstreck.

De karterade förhållandena för varje delsträcka markerades som kryss i ett protokoll. För varje delsträcka anges minst en egenskap för vardera zon med undantag för stränder som inte har kunnat besökas. Variablerna från protokollet redovisas i tabell 6.



Figur 15. Strandinventeringen omfattar fastlandskusten och öar med broförbindelse utom Norrbottens län (röd sträckning)

Tabell 6. Kodlista för kustinventeringen

	Kod	Strandzon		Kod	Uppehållszon
Egenskaper		Egenskaper	Egenskaper		Öppen mark
	c1	Klippstrand		c21	Åker
	c2	Sandstrand		c22	Kalt berg
	c3	Grusig strand		c23	Blockfält
	c4	Stenig strand		c24	Gräs eller ljung
	c5	Fuktig strand			Skog
Korrektionsfaktorer	c6	Strandzon saknas	c25	Tallskog	
	c7	Bred strand	c26	Granskog	
	c8	Långgrund	c27	Lövskog	
		Bottenvegetation	c28	Buskage	
	c9	Strandlinje dold	c29	Gles skog	
	c10	Säv eller vass	c30	Svårframkomlig skog	
	c11	Flytbladsväxter		Allmänna faktorer	
	c12	Högväxt vegetation	c31	Fuktig mark	
	c13	Bred bottenvegetation	c32	Tunt jordlager	
	c14	Tät bottenvegetation	c33	Blockrikt	
		Artefakter	c34	Stark lutning	
	c15	Virkesmagasin		Artefakter	
	c16	Stabiliserad strand	c35	Sammanhängande bostadsbebyggelse	
	c17	Strandtomter	c36	Spridd bostadsbebyggelse	
	c18	Spärrad av annan aktivitet	c37	Sammanhängande arbetsställen	
		Smärre objekt	c38	Spridda arbetsställen	
	c19	Smärre a-objekt	c39	Kommunikationsled	
	c20	Strandzonen delvis spärrad	c40	Annan spärr	
				Smärre fritidsobjekt	
			c41	Småbåtshamn	
		c42	Badplats		

Strandkartering från Satellitdata

Dataunderlaget har tagits fram i ett tidigare projekt finansierat av Naturvårdsverket (Philipsson och Lindell 2003) och skickats ut till länsstyrelserna utmed kusten. Syftet med underlaget är att få en översiktlig information om strandtyp runt hela Sveriges kust. Två skikt har tagits fram:

- Rikstäckande klassning baserat på underlaget (25 m raster)
- Rikstäckande klassning inom strandzons-masken (25 m raster)

Koderna i rasterskikten redovisas i tabell 7.

Karteringen

Karteringen baseras på satellitbilder från omkring år 2000 (Landsat-scener inom Image 2000) med en upplösning på cirka 25 m och översiktskartans avgränsning av hav. Strandinventeringen från 1969 (se föregående avsnitt) och flygbilder har använts som referensmaterial. Fem typer av stränder (tabell 7) karteras. Klassningen visade på en god noggrannhet (totalt 79 %) vid utvärderingen som gjordes i samband med karteringen. Störst sammanblandning finns mellan klipp- och stenstränder.

Tabell 7. Strandtyper i satellitkarteringen av stränder.

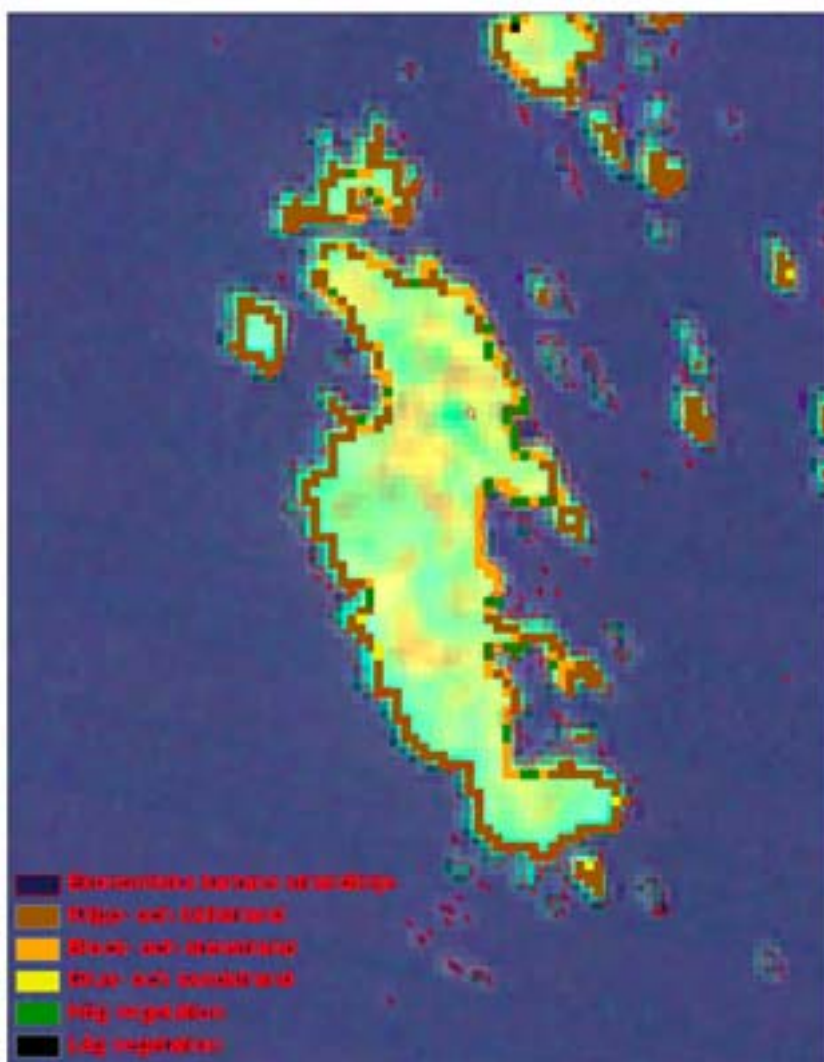
Länsskikt Kod	Klass	Kommentar	Sverigeskikt Kod	Strandzonsskikt Kod
1	Klipp- och hällstrand	Hårdgjorda artificiella ytor hamnar här	1	1
2	Block- och stenstrand		2	2
3	Grus- och sand- strand		3	3
4	Hög vegetation	Trädklädda stränder	4	4
5	Låg vegetation	Gräs-, busk-, ängs- och betesmarker	5	5
0	Övrigt	Oklassat område	NoData	99

Det finns en viktig begränsning som kommer av att satellitbilden är tagen uppifrån. Det är att träd kan skymma stranden och att klassen hög vegetation i många fall därför är en icke-information om strandtypen. Den geometriska upplösningen (25 m pixlar) medför också att små variationer inte fångas upp och att en varierad strand därmed med större sannolikhet klassas fel.

Strandlinjen som klassats sammanfaller inte med övriga kartdata utan är framtagen utifrån Översiktskartan (skala 1: 250 000) och informationen i den klassade satellitbilden. Detta medför att den klassade stranden ibland ligger ett antal meter upp på land och att klassningen därmed inte talar om strandtypen i övergångszonen mellan vatten och land utan naturtypen på land. Generellt är klassningsnoggrannheten god för de strandtyper som sträcker sig en bit upp på land (t.ex. hållar, breda sandstränder, vassbälten och strandängar) medan smala stränder som snabbt övergår i någon annan naturtyp i större omfattning klassas fel (t.ex. moränstränder som skuggas av skog, smala sandstränder m.m.). Mänskliga arterfakter fångas inte upp av karteringen. Större hårdgjorda ytor hamnar sannolikt i klassen klipp- eller stenstrand medan andra anläggningar kommer att hamna i den klass den liknar mest. Med lokalkännedom om

de dominerande stränderna t.ex. att stränder med skog ned till vattnet domineras av morän, går det sannolikt att utnyttja den information som ligger i att en sträcka klassats som hög vegetation. Likaså kan allmänna kartor, t.ex. Marktäckedata, användas för att komplettera informationen om exploaterade stränder.

Karteringen levererades i länsvisa rasterskikt (BIL-format) och täcker Sveriges havskust som var molnfri i satellitdata. Mest moln var det i Östergötlands län och här har karteringen en mycket begränsad utbredning.

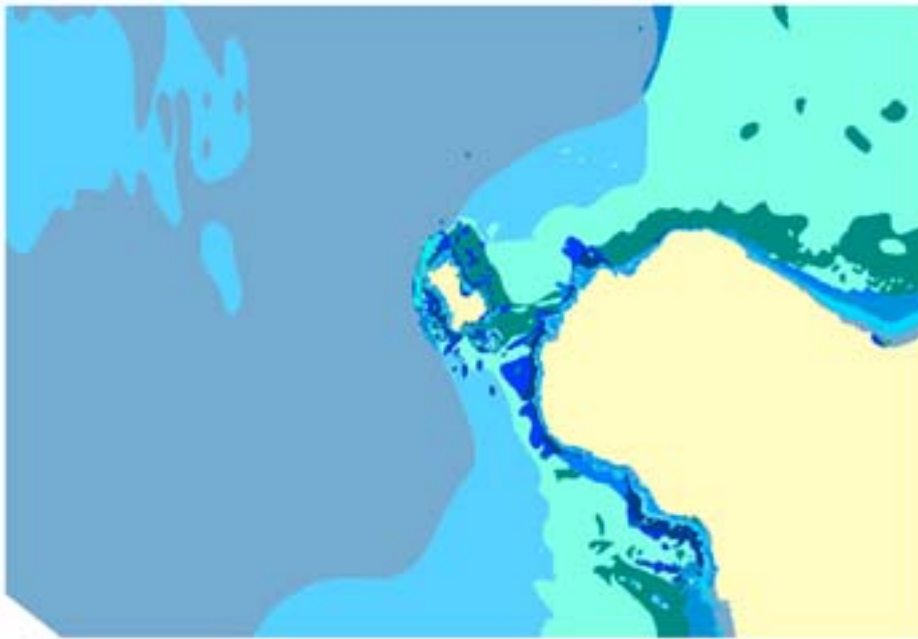


Figur 16. Satellitkarteringen och ekonomiska kartans strandlinje ovanpå en satellitscen från Landsat.

Bearbetningar

De länsvisa karteringarna konverterades till Grid och lades samman till ett rikstäckande raster, oklassade områden kodades om till NoData. För att kunna använda data tillsammans med de övriga underlagen överfördes informationen till den strandzon som bestämts av maskerna. Strandzonsmasken är området en pixel upp på land och en pixel ut i havet baserat på ekonomiska kartan (se kapitel ”Avgränsning av land, hav och strandzon”). Strandkarteringen (som är en pixel bred) expanderades 2 pixlar till att täcka en remsa på 5 pixlars bredd. Informationen som ligger inom masken för strandzonen extraherades och områden inom strandzonen som saknas i strandkarteringen kodades till värde 99.

Sammanställd information



Figur 17. Det yttäckande kombinationsskiktet har värden som motsvarar en unik kombination av djupyta, vågexponeringsklass och bottensubstrat. Färgerna i bilden representerar unika kombinationer, information från de ingående underlagen återfinns i attributtabeln. Bjärehalvön och Hallands Väderö i Skåne.

Yttäckande information

- Kombinerad information om djup, botten och exponering i ett skikt (25 m raster och vektor)

Rasterinformation från djupområde, vågexponering och bottensubstrat kombinerades till ett raster (GIS-funktionen COMBINE). Varje pixels värde motsvarar en unik kombination av de ingående raster-skikten (figur 17). Rastrets attributtabell innehåller kod och klass från varje ingående skikt i separata fält. Till varje fält finns en legendfil (*.avl för ArcView och *.lyr för ArcGIS) som gör det möjligt att visualisera ett underlagsskikt i taget. Kombinationsskiktet gör det möjligt att enkelt göra utsökningar baserat på alla underlagen samtidigt. Rasterfilen konverterades till vektor efter sammanlagringen av information.

Strandlinjen

För att underlätta utsökningar inom strandzonen har två skikt tagits fram:

- Vågexponering vid stranden (25 m raster)
- Topografi vid stranden (vektor)

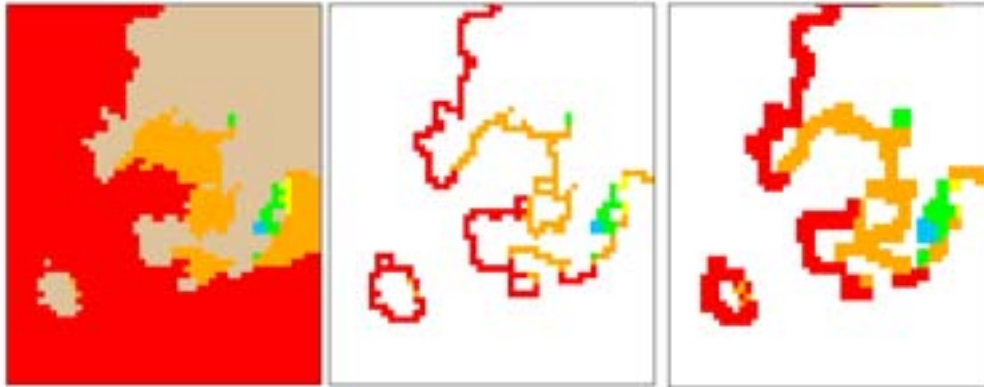
Vågexponeringen vid stranden har skapats genom att vågexponeringen expanderades en pixel upp på land och skars med masken för strandzonen. Skiktet täcker nu både land- och havsytan i strandzonen och kan användas för att söka ut stränder av en viss typ (t.ex. hårbotten i strandkarteringen från satellit) som har en viss exponeringsgrad. Strandzonen är tillräckligt bred för att en vektorbaserad strandlinje från ekonomiska kartan kan användas tillsammans med denna vågexponering (figur 18).

Tabell 8. Klasser i topografi vid stranden-skiktet

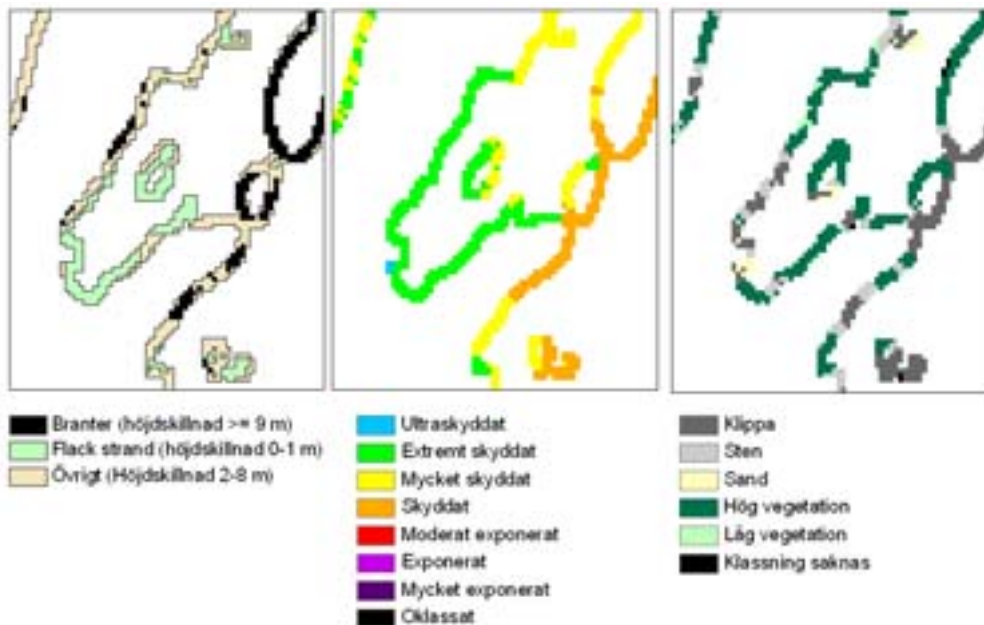
Kod	Klass	Höjdskillnad
1	Flack strand	0-1 meter
2	Övrig strand	2-8 meter
3	Branter	> = 9 meter

Topografien vid stranden har analyserats fram med syfte att skilja ut branter och riktigt flacka områden. Analysen baseras på skillnaden mellan varje pixels höjdvärde och kringområdets höjd. Beräkningen utgår ifrån det kombinerade höjd-djupmodellen. Den maximala höjden runt varje pixel (i ett fönster på 3 x

3 pixlar, beräknades NEIGHBOURHOOD STATISTICS, funktionen MAX). Från resultatet subtraherades det verkliga höjdvärdet (MAP CALCULATOR). Resultatet är höjdskillnaden i hela meter. Detta klassades om enligt tabell 8 och konverterades till ett vektorrskikt.



Figur 18. Generering av skiktet vågexponering i strandzonen. Till vänster den yttäckande vågexponeringen (land i ljusbrunt), i mitten klippt under masken för strandzonen, till höger expanderad för att täcka hela strandzonen, d.v.s. även en pixel upp på land.



Figur 19. Framtagna underlag i strandzonen. Från vänster, lutning, vågexponering (mitten) och satellitkartering av stranden (höger).

Övriga underlag

Morfometriska analyser av Natura 2000- habitat

Underlaget har tagits fram i ett tidigare projekt finansierat av Naturvårdsverket; Kartering av vissa Kustbiotoper som utpekas i EU:s Habitatdirektiv (Axelsson 2003). Karteringen baseras på GIS-analyser av nationella kartunderlag från Lantmäteriet. Analyserna utgår ifrån kustens form som analyseras tillsammans med förekomst av större vattendrag och höjd- djupförhållanden för att peka ut naturtyperna:

- Laguner (1150)
- Stora grunda vikar och sund (1160) inklusive Smala vikar i Östersjön (1650)
- Skär och små öar i Östersjön (1620) inklusive Rullstensåsöar i Östersjön (1610)
- Estuarier (1130)

Karteringen baseras delvis på andra kartunderlag än de som använts inom detta projekt. Laguner söktes ut i underlag som baserades på fastighetskartan men i 15 m raster. Stora grunda vikar och sund samt estuarier söktes ut i underlag från terrängkartan (skala 1: 50 000) i 25 m raster. Avgränsningarna av Skär och små öar i Östersjön gjordes baserat på fastighetskartan i vektorformat. Resultatet levererades som vektorfiler per biotop. Underlagen har inte bearbetats vidare inom detta projekt men de ingår i exemplen för utsökning av habitat (se kapitel ”Rekommendationer”).

Typindelning av Svenska övergångs- och kustvatten

Indelningen har använts för att approximera salthalt, siktdjup och som zoner för statistiksammansättningar. Syftet med indelningen är att följa upp Ramdirektivet för vatten (SMHI 2005). Till de olika vattenområdena kommer vattenkemi och biologiska data kopplas och följas upp. Indelningen i typer baseras på fysiska, morfologiska och sedimentära faktorer som förväntas ha betydelse för det biologiska systemet. De fysiska faktorer som styr indelningen är salthalt, utbyte av bottenvatten, skiktning, vågexponering, bottensubstrat och antal isdagar. I detta projekt har en version från 15 maj 2005 använts. Det är i dagsläget inte helt klart att detta blir den slutliga versionen.

Indata består av en shapefil med gränserna för 25 övergångs- och kustvatten. Till varje område finns attribut om salthalt vid ytan, salthalt vid botten, skiktning, generell vågexponering, antal dagar för vattenombyte och antal isdagar.

Statistik

Statistik har sammanställts i Excel-filer inom tre områdesavgränsningar:

- Per vattendistrikt
 - Areal per djupområde
 - Areal per bottentyp
 - Areal per exponeringsklass

- Per typområde i indelningen av Svenska övergångs- och kustvatten
 - Areal per djupområde
 - Areal per bottentyp
 - Areal per exponeringsklass

- Nationellt territorialvatten per län
 - Skyddad och total areal per djupområde
 - Skyddad och total areal per bottentyp
 - Skyddad och totalareal per exponeringsklass
 - Skyddad och total areal per djupområde uppdelat på exponeringsgrad
 - Skyddad och total areal per djupområde uppdelat på bottentyp
 - Skyddad och total areal inom strandzonen per strandklass uppdelat på exponeringsgrad

Inom alla områden baseras statistiken på det kombinerade skiktet av djup, bottensubstrat och vågexponering. Arealer per klass inom respektive skikt redovisas och kombinationer av klasserna kan sökas i tabellerna. Statistiken per län är summerad till nationell statistik och omfattar territorialvattnet.

Motsvarande statistik har tagits fram per län i separata excel-filer. I dessa sammanställs kombinationer av klasserna djupområde per bottentyp samt djupområde per exponeringsgrad både för skyddad och total areal inom länet. I länsfilerna presenteras även kombinationen strandtyp enligt satellitkarteringen per exponeringsgrad i strandzonen. Skyddade områden är Naturresevat, Nationalparker och Naturvårdsområden som innehåller någon havsareal.

Statistiken bifogas på DVD (se ”Bilaga 1”). Exempel på nationell statistik ges i Kapitlet ”Rekommendationer”.

Metod

Statistiken är beräknad med funktionen TABULATE AEAS inom de olika zonerna som finns representerade i avgränsningarna av områden.

För vattendistriktet är zonerna distrikten, de innefattar både hav och land. I sammanfattningen redovisas havsarealen per djupområde, exponeringsklass och bottentyp.

För typområdena i indelningen av Svenska övergångs- och kustvatten är zonerna de avgränsningar av vattenområden som ligger i vektorfilen. Denna har en strandlinje från översiktskartan, vilket inte överrensstämmer med underlagsmaterialet. Landarealen från kombinationsskiktet som återfinns inom vattenområdenas avgränsning finns redovisad i dataunderlaget i Excel-tabellen men har tagits bort från sammanställningarna varför vattenarealen i sammanställningarna inte helt överrensstämmer med den totala arealen per typområde.

För territorialvattnet har länsavgränsningarna använts som zon, de täcker både land och hav. Skyddade områden är områdesavgränsningar från VIC-natur inom skyddsformerna Naturreservat, Nationalparker och Naturvårdsområden som har någon areal hav i havsmasken. Dessa områden rasterades baserat på länstillhörighet varför zonen som statistiken sammanställs för är den samlade arealen skyddade områden per län.



Stendörrens naturreservat, Södermanland. Foto: Sandra Wennberg, Metria Miljöanalys

Rekommendationer

GIS-skikten som tagits fram inom SAKU-projektet ger en geografisk överblick av de faktorer som strukturerar den marina miljön, de kan användas som underlag vid planering av fältinsatser och kan enskilt eller tillsammans beskriva förutsättningarna för olika habitats utbredning. Den stora fördelen med underlagen är att de är sömlösa över Sverige, att de bearbetade underlagen har en gemensam avgränsning av hav och att det därmed går att jämföra områden med varandra. Det finns begränsningar genom att underlagen är framtagna med andra syften än att beskriva den biologiska miljön, de har i vissa fall en mycket grov geometrisk upplösning och inga GIS-analyser eller sammanställningar blir bättre än de data man utgår ifrån. Vilka habitat som finns på en specifik plats beror både på hur väl habitatens utbredning går att koppla till de strukturerande faktorerna som GIS-underlagen beskriver och på underlagens tillförlitlighet. Det här kapitlet försöker beskriva möjligheter och begränsningar i praktiska exempel, en sammanfattning av underlagens kvalitet och användbarhet redovisas i kapitlet ”Diskussion och slutsatser”.

Vad beskriver underlagen?

De geografiska data som ingår i projektet har tagits fram med olika syften som styr vad de visar. De är också framtagna med olika geometrisk upplösning och baseras på olika strandlinjer, läs därför kapitlen om respektive underlag innan ni använder data.

Djupdata

Syftet med djupdata i sjökort är att vara underlag för säker navigering. Sjökortet visar generellt det grundaste djupet i ett område om det påverkar säker navigering. De beskriver därmed inte djupvariationer i grundområden utan avgränsar snarare grundare områden så att sjöfararen vet vad som ska undvikas. Både djupinformationen baserad på djupytter och den kontinuerliga djupinformationen kommer därför att överskatta grundområdena medan djupare områden inom t.ex. djupområdet 0-6 meter försvinner.

Maringeologisk information

Bottenbeskaffenhet från SGU är framtagna med syfte att visa på geologiska förhållanden, de visar därmed vilken botten som dominerar cirka en halv meter ned under det ytskikt som utgör substrat för växt- och djursamhällen. På transportbottnar, där vågor och strömmar för bort det översta materialet kommer botten typen vara samma som botten substratet medan på ackumulations-

bottnar där sediment samlas kommer bottensubstratet i många fall vara ett annat än bottentypen. Ett försök att klassa om geologisk bottentyp till botten-substrat har gjorts av Stockholms länsstyrelse (Mattisson 2005). Den studien utgår från SGU:s lokala undersökningar i Stockholms skärgård.

I materialet som ingår i den här sammanställningen är det stora skillnader i geometrisk upplösning. För majoriteten av Sveriges kust redovisas endast en översiktlig bild av bottentypernas fördelning vilket mycket sällan visar bottenbeskaffenheten på en specifik plats. Detta innebär att underlaget kan användas för att få en översikt av vilka bottnar som dominerar, t.ex. i statistik-sammanställningar för regioner, men inte lämpar sig för utsökningar av habitat. SGU har ett uppdrag att kartera hela Sveriges kust med lokala och regionala metoder.

Grad av exponering

Vågexponeringen är framtagen med syfte att visa på vågornas effekt på flora och fauna vid stranden. Den är yttäckande men beskriver inte exponering som strukturerande faktor på djupare bottnar, där är det framför allt strömmar som bidrar till olika exponeringsgrad. Dataunderlag som beskriver strömmar saknas.

Den kontinuerliga vågexponeringen som den är framtagen här, har använts och utvärderats i flera studier (i djupområdet 0-6 m) som syftar till att söka ut habitat. Samma metod har applicerats på både den Finska och den Norska kusten. Klassificeringen av exponeringsgrad är framtagen med syfte att efterlikna europeiska indelningssystem (EUNIS). Det medför t.ex. att klassen skyddat trots sitt namn visar på de mest exponerade miljöerna utmed vissa kustavsnitt i Östersjön. Klassificeringen är användbar för att sammanställa statistik och för att få en överblick över variationerna inom större kustavsnitt men för utsökning av vissa livsmiljöer är den kontinuerliga vågexponeringen många gånger mer informativ.

Strandtyp

Strandinventeringen från 1969 har mycket hög geometrisk upplösning och har detaljerad information om stranden. Begränsningarna ligger främst i att den är gammal, saknas i Norrbotten och på Gotland samt i att syftet med inventeringen var att beskriva förutsättningarna för rekreation. Överföringen från analogt till digitalt format kan också medföra att en del fel förts in i den databas som tagits fram.

Strandklassificeringen från satellit beskriver homogena och breda strandtyper bra, den är också relativt aktuell (runt år 2000) och har en bra täckning över

Svenska kusten. Begränsningen i detta material ligger i den geometriska upplösningen som medför att smalare och variationsrika stränder har en lägre klassningsnoggrannhet och i att den strandlinje som karterats ibland inte sammanfaller med verkligheten (ligger en bit upp på land). Antalet klasser är valda utifrån vad som är karterbart med en tillräckligt hög noggrannhet från satellitbilder, störst sammanblandning finns mellan klipp och stenstränder. Om klassningen används för utsökning av habitat i den nära undervattensmiljön bör båda dessa typer funktionellt vara hårbottenmiljöer. Artificiella stränder särskiljs inte i underlaget, utan bör sökas ut i andra kartunderlag, t.ex. Svenska Marktäckedata. Även uppdelningen i låg och hög vegetation beskrivs i många fall bättre i befintliga kartunderlag än i denna kartering, t.ex. kan det som klassas som låg vegetation i denna kartering delas upp i våtmarker, jordbruksmarker och övriga öppna marker i Svenska Marktäckedata.

Att arbeta med GIS-analys - Ålgräsängar

Från Västkusten finns ett underlag med karterade ålgräsängar från 80-talet och år 2000. Karteringen baseras på fältbesök under 80-talet och återbesök år 2000. De fysiska faktorer som styr ålgräsets utbredning (Bekkby och Rosenberg 2006) är:

- Substrat: Mjukbotten och sandbotten
- Djup: 0,5-10 m
- Exponering: skyddat till måttligt exponerat
- Topografi: inte brantare än 10 grader

Enkel utsökning

De tre översta faktorerna finns i kombinationsskiktet (komb_sv). En enkel utsökning baserat på de tre faktorerna visar hur väl det överrensstämmer med de befintliga karteringarna.

Öppna tabellen till komb_sv och sök på attribut:

Botten substrat är sand eller övrigt ("Bottent_sv" = 2 OR "Bottent_sv" =4)

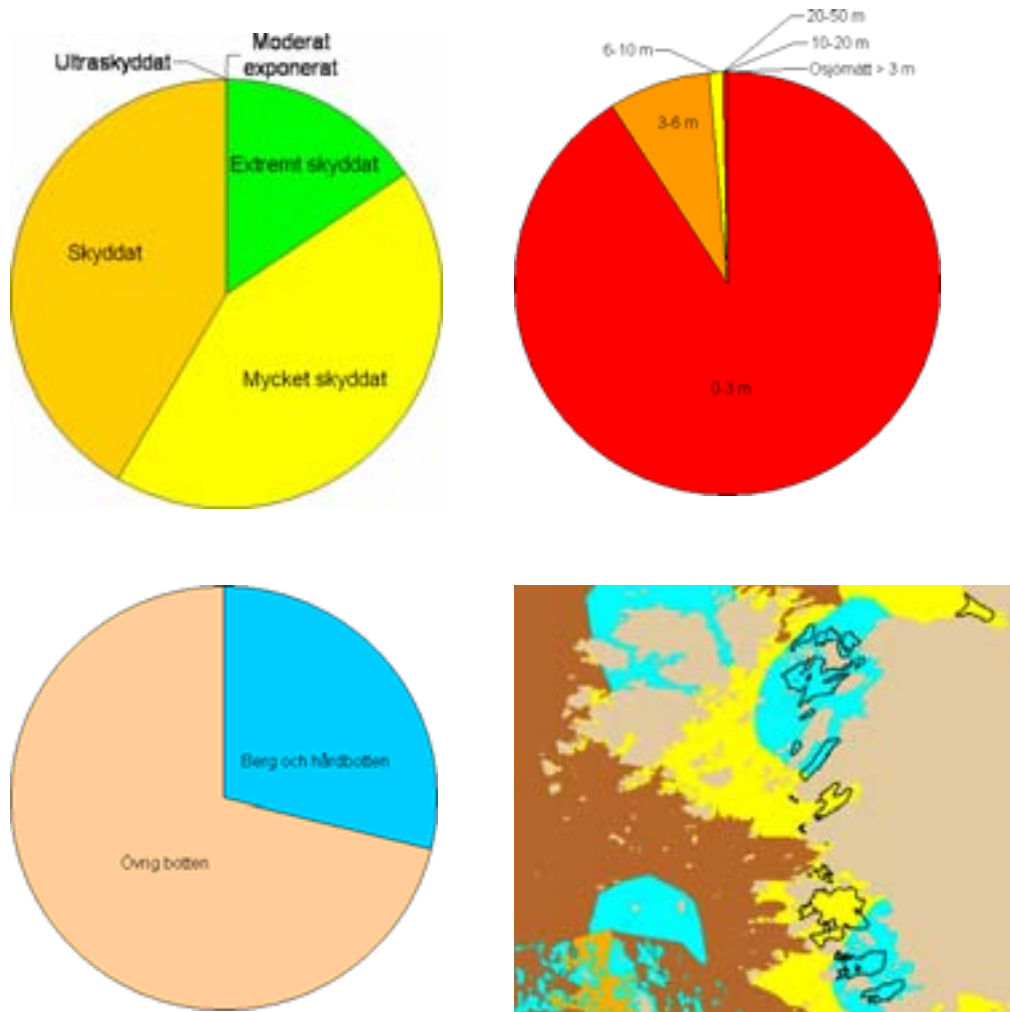
Djupet är 10 meter eller mindre ("Djup_sv25" <=10)

Vågexponeringen är måttligt exponerat eller lägre ("Vagexp_sv" <=6)

Inte land (Vagexp_sv <>1)

Utsökningen täcker inte in alla de inventerade ålgräsängarna (figur 20). Anledningen är att hårbottenklassen som uteslöts täcker en stor del av det ålgräs som finns karterad. Utsökningar av det här slaget ger en snabb överblick över

möjligheterna att använda SAKU-data för att skatta habitatutbredningar. Det går även att ta fram statistik från underlagen. När referensmaterialet är ytor kan funktionen TABULATE AREAS användas. Funktionen beräknar arealen inom ett avgränsat område. Figur 20 redovisar arealfördelningen inom ålgräs-inventeringen 1981-1989 av klasserna inom underlagen djup, botten typ och exponering som finns i kombinationsskiktet.



Figur 20. En enkel utsökning eller arealsammanställning ger en snabb överblick över hur användbara underlagen i SAKU är. I det här fallet är botten typen inte användbar. Diagrammen visar arealfördelning av olika klasser i underlagsskiktet inom de karterade ålgräsängarna (1981-89). Överst från vänster; exponeringsgrad, höger: djupområde och nederst till vänster: botten typ. Kartbilden visar det utsökta områden i gult och de inventerade ålgräsängarna med svart avgränsning. I bakgrunden visas botten typerna (land = beige, berg och hårbotten = turkos, sandbotten = orange och övrig botten = brunt).

Diagrammen bekräftar att tidigare urval av djupområden 0-10 m har relevans medan exponeringsklasserna verkar kunna begränsas till Extremt skyddat – Skyddat. Klassen ultraskyddat kan vara en indikation på dåligt vattenutbyte och därmed sämre siktdjup varför det är relevant att inte ta med den i utsökningen. Utifrån underlagen går det inte att avgöra om ålgräs finns på moderat exponerade lokaler. Dessa lokaler finns främst i ytterskärgårdarna, ett område där inventeringen endast täcker ett fåtal lokaler. Att botten typ inte är relevant att basera urvalet på märks även här.

Utifrån sammanställningen görs ett nytt urval:

Djup 0-10 meter:

$([Djup_sv25] \geq 3) \text{ and } ([Djup_sv25] \leq 10)$

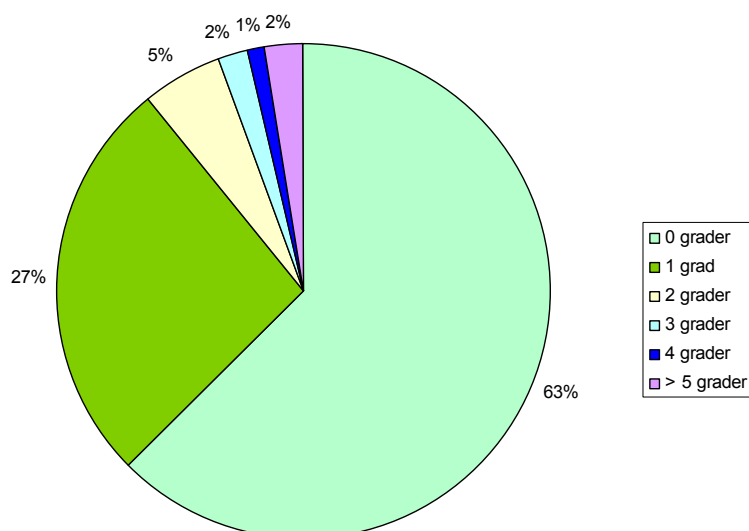
Vågexponering Extremt skyddat – Skyddat:

$([Vagexp_sv] \geq 3) \text{ and } ([Vagexp_sv] \leq 5)$

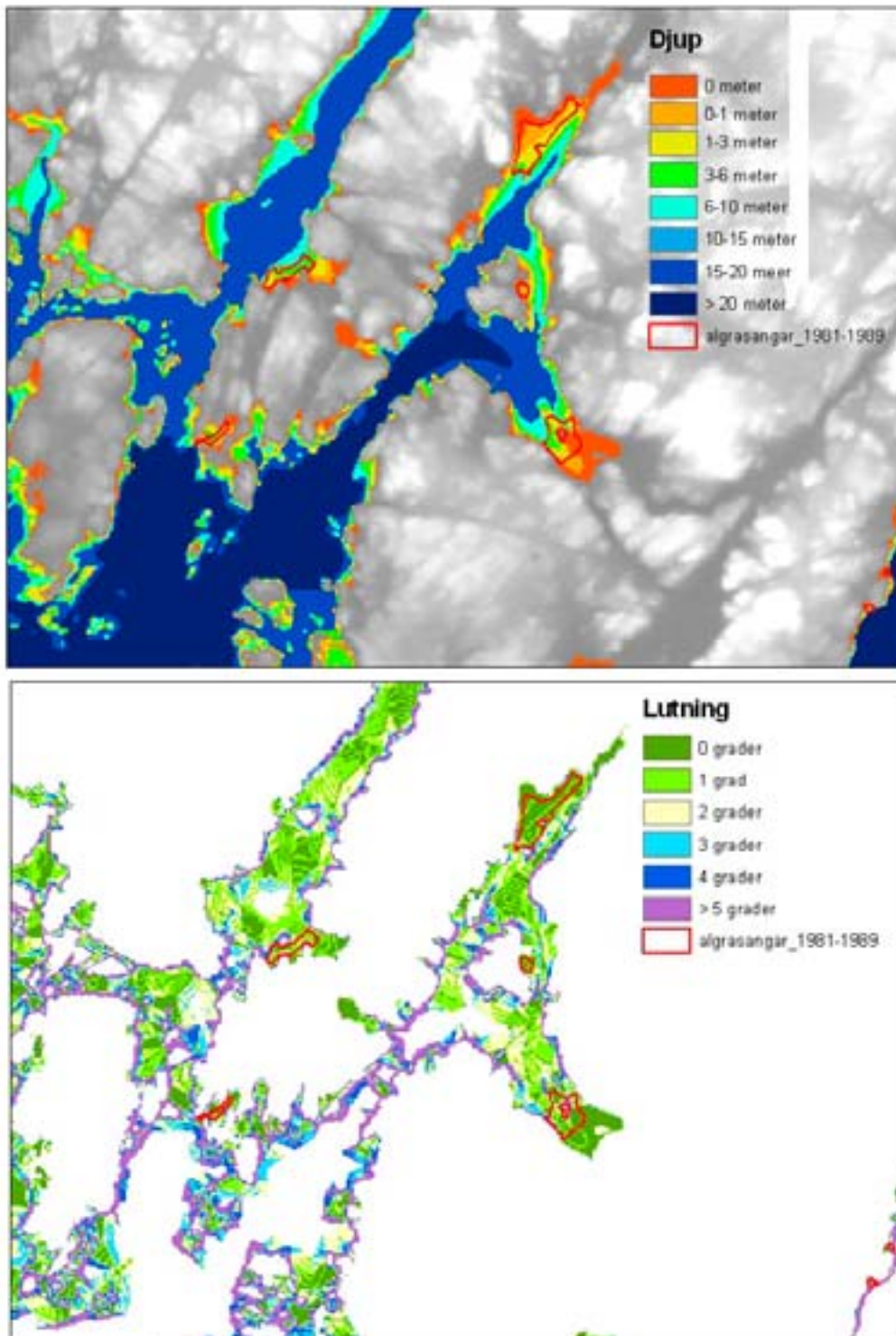
Av de inventerade ålgräsängarna 1981-1989 finns 99,7 % med i urvalet. Urvalet fångar därmed upp kända ålgräsängar men tar sannolikt med för stor yta utanför.

Kombinerad utsökning

I brist på tillförlitliga data på bottensubstrat kan lutningen användas för att rensa bort starkt sluttande bottenar som med lägre sannolikhet har mjukbotten. Genom att använda funktionen TABULATE AREAS kontrolleras vilka lutningar som är representerade inom de kända ålgräsängarna (figur 21)



Figur 21. Areal fördelning av lutningsintervall inom de inventerade ålgräsängarna 1981-1989.



Figur 22. Överst grundområdet 0 meter och 1 meter i orange. Nederst lutning i hela grader under de inventerade ålgräsängarnas utbredning.

Bristerna i sjökortsunderlaget visar sig i lutningsskiktet. Lutningsskiktet visar framför allt lutningen i strandzonen, där det kopplas samman med höjddata från land, samt inom riktigt branta områden där djupkurvorna är täta (figur 22). Däremellan skapas flacka ytor mellan djupkurvorna, vilket är särskilt tydligt i grunda områden som ofta saknar kompletterande djuppunkter. Lutningsskiktet ger därmed ingen ytterligare urvalsmöjlighet.

Ytterligare två skikt introduceras:

- Avgränsningen av Stora grunda vikar och sund
- Avgränsningen av Estuarier

Dessa avgränsningar baseras på att områdena är skyddade utifrån närhet till land (har land i minst 5 av 8 riktningar inom 1 km). Avgränsningen kan förstärka sannolikheten att exponeringsgraden på botten är tillräckligt skyddad. Vågexponeringen är framtagen med syfte att visa på exponeringsgraden vid kusten och inte ute på öppet hav, d.v.s. inte inom hela det området som kommer med genom urvalet baserat på vågexponering och djup. Av ytan inom de inventerade ålgräsängarna ligger 65 % inom avgränsningarna för stora grunda vikar och sund och estuarier.

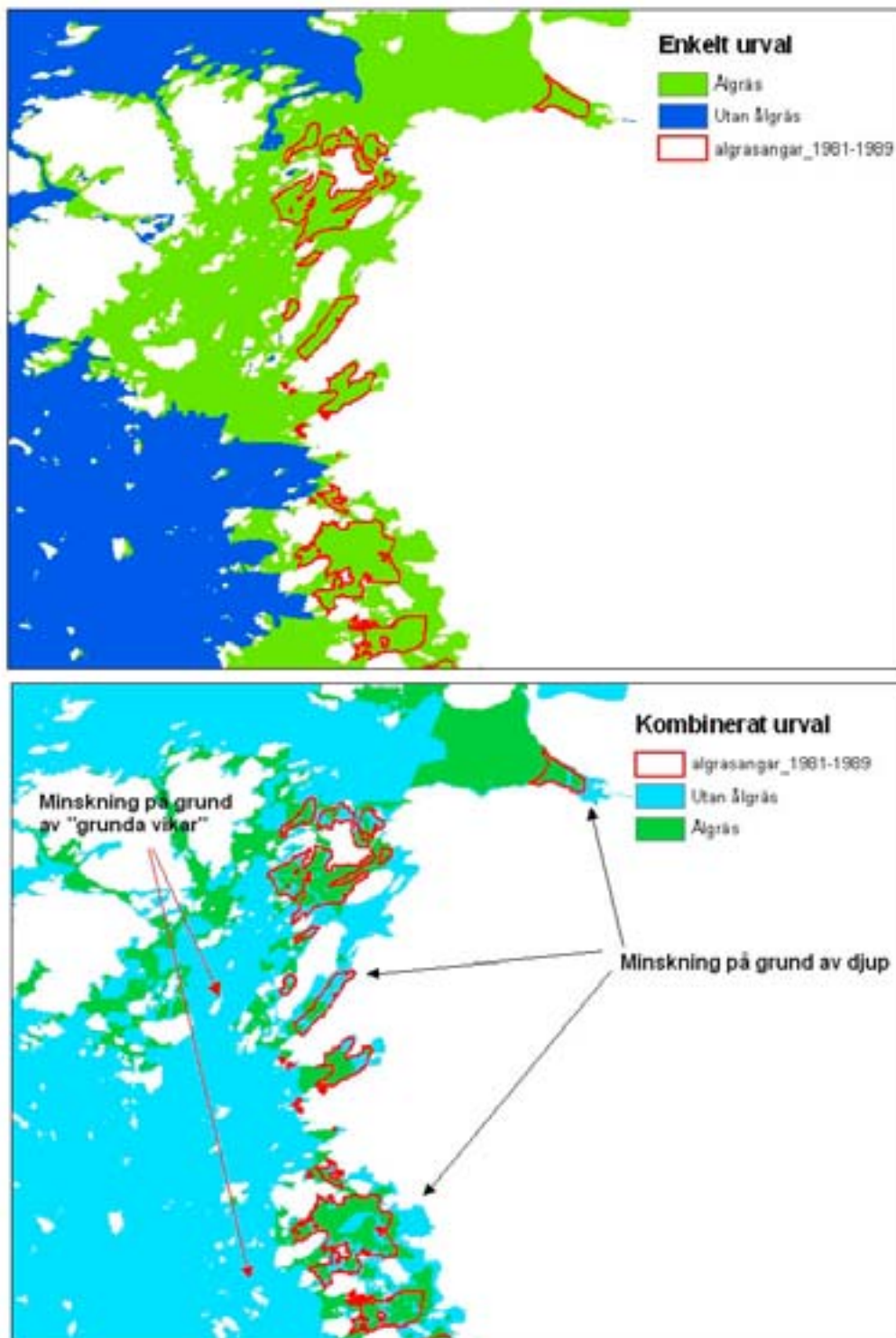
Enligt uppgift växer inte ålgräset på riktigt grunt vatten (< 0,5 m). Ett urval från det kontinuerliga djup-höjds-skiktet görs för att visa djupvariationen på riktigt grunt vatten. Djup-höjd skiktet visar djupvärden i hela meter. En omkodning av värdet 0 meter under havsmask till 1 och -1 meter under havsmask till 2 kombineras med den övriga djupinformationen. Detta ger ett relativt bra urvalskriterium för att avgränsa ålgräsets utbredning mot grundare områden. 22 % av de inventerade ytorna försvinner i klassen 0 meter (figur 22).

Den äldre utsökningen kombineras med de två tilläggen:

Kombinering:

Urval 1 = 1 och djup är inte 0 och grunda vikar = 1

Av de inventerade ålgräsängarna fångas 58 % upp av utsökningen. Eftersom vi saknar information om var ålgräs inte förekommer kan tyvärr ingen bedömning göras på hur mycket urvalet förbättras genom att minska området utanför de inventerade ålgräsängarna. Figur 23 visar resultaten från den enkla och den kombinerade utsökningen.



Figur 23. Resultatet av enkel och kombinerad utsökning och de inventerade älgräsängarnas utbredning.

Viktade analyser

Ett alternativ till att göra utsökningar som baseras på finns – finns inte är att vikta uppgifterna utifrån hur viktiga parametrarna anses vara eller utifrån hur stor påverkan parametern har. Två angreppssätt jämförs här; sannolikhetsberäkning och viktad överlagringsanalys. Båda analyserna baseras på djup, vågexponering och avgränsningen av grunda vikar och estuarier. I djupskiktet ingår djupområdena 0 meter och 1 meter som togs fram vid den kombinerade utsökningen (se föregående kapitel).

Sannolikhetsberäkningen baseras på att varje klass inom respektive skikt tilldelas ett sannolikhetsvärde (mellan 0-1) och de tre skikten multipliceras med varandra. Det medför att en låg sannolikhet i ett av underlagen kommer att styra resultatet och om en parameter har sannolikheten 0 blir resultatet 0 (tabell 9). Beräkningen kan göras direkt i attributtabeln efter att de ingående rasterskikten har kombinerats med funktionen COMBINE.

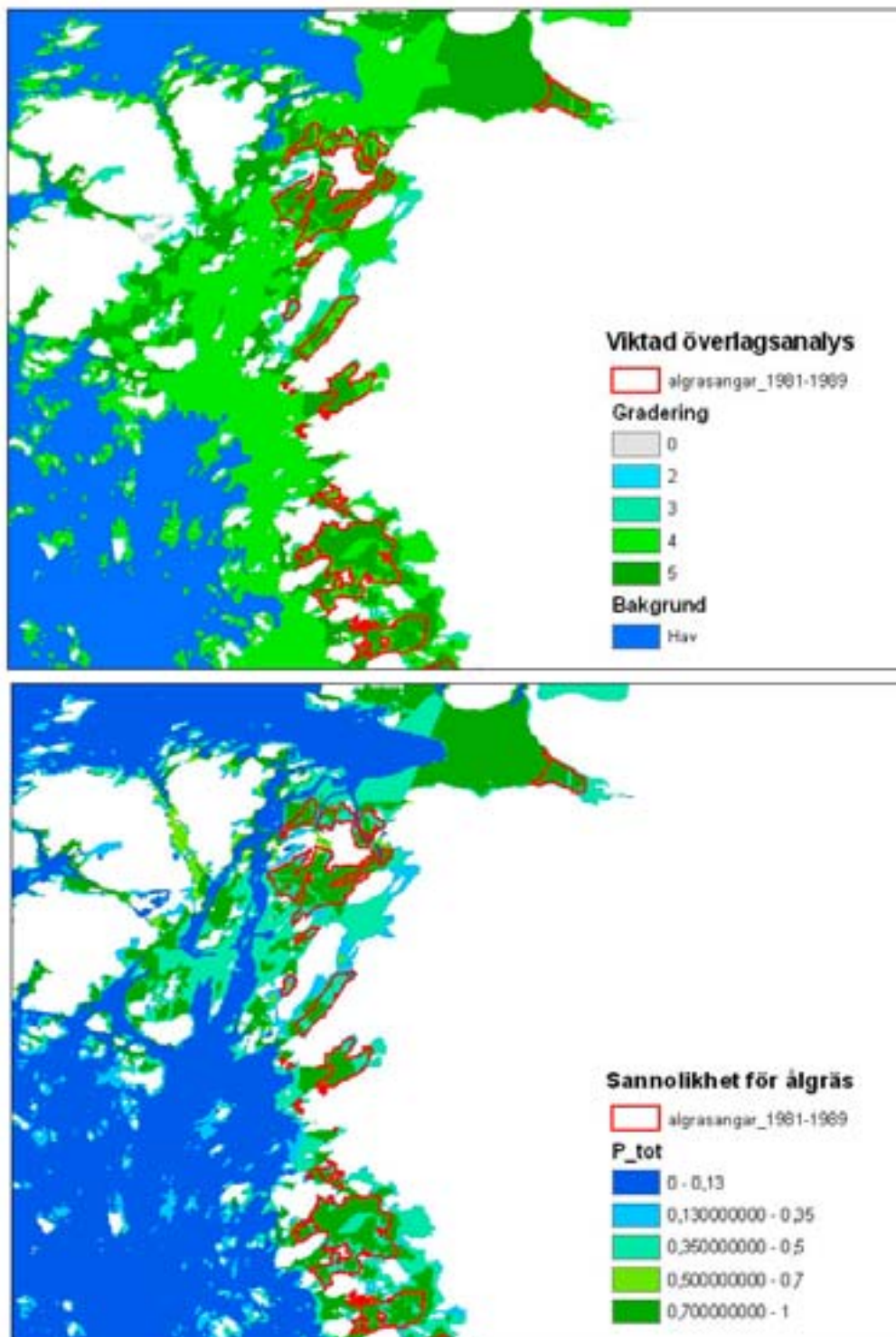
Den viktade överlagringsanalysen baseras på att vi graderar klasserna i de tre skikten mellan 0 och 5, där 5 motsvarar goda förhållanden för ålgräs och 0 sämre förhållanden. Områden där ålgräs inte förväntas förekomma sätts till NoData. De ingående skikten viktas sedan efter hur viktig parametern är. Vikterna skall tillsammans bli 1. Resultatvärdet, en gradering mellan 0-5 beräknas genom att graderingen inom skiktet multipliceras med vikten för skiktet och värdena från de olika skikten summeras (tabell 10). Genom att värdet 0 representerar sämre förhållanden till skillnad från värdet NoData som representerar att området utesluts skiljer beräkningen på noll sannolikhet och låg sannolikhet. Det kan vara en fördel om något skikt har lägre noggrannhet eller om det är osäkert hur mycket en faktor styr utbredningen. I den här beräkningen utesluts land från resultatet. Beräkningen görs med separata rasterskikt som går in i funktionen WEIGHTED OVERLAY (ArcGIS 9.x). Resultatet redovisas i figur 24.

Tabell 9. Sannolikhetsvärden (p-värde) för de olika parametrarna inom skikten djup, vågexponering och "Grunda vikar". För varje pixel multipliceras värdena från de tre skikten och resultatet redovisas som total sannolikhet för ålgräs.

Djup	p-värde	Vågexponering	p-värde	Grunda vikar	p-värde
Land	0	Land	0	Land	0
0 meter	0,5	Ultraskyddat	0	Grunda vikar och estuarier utan hamn/marina	1
1 meter	1	Extremt skyddat	0,5		
1-3 meter	1	Mycket skyddat	1	Estuarier med hamn/marina	1
3-6 meter	1	Skyddat	1		
6-10 meter	0	Moderat exponerat	0,7	Övrigt	0,5
> 10 meter	0	Exponerat	0		
Osjömått/6-200 m	0	Mycket exponerat	0		

Tabell 10. Gradering och resulterande värde per skikt i den viktade överlagringsanalysen. Resultatet per pixel blir summan av värdet per skikt. Fördelen med den här analysen är att osäkra data t.ex. osjömåttade områden i sjökorten kan ingå med en lägre gradering utan att områdena uteblir ur resultatet.

Djup (vikt 0,35)	Gradering	Värde	Vågexponering (vikt 0,35)	Gradering	Värde	Grunda vikar (vikt 0,3)	Gradering	Värde
Land	NoData	Utgår	Land	NoData	Utgår	Land	No-Data	Utgår
0 meter	1	0,35	Ultraskyddat	0	0	Grunda vikar och estuarier utan hamn/marina	5	1,5
1 meter	4	1,40	Extremt skyddat	4	1,4			
1-3 meter	5	1,75	Mycket skyddat	5	1,75	Estuarier med hamn/marina	2	0,6
3-6 meter	5	1,75	Skyddat	5	1,75			
6-10 meter	5	1,75	Moderat exponerat	3	1,05	Övrigt	3	0,9
> 10 meter	0	0	Exponerat	0	0			
Osjömått /6-200 m	2	0,7	Mycket exponerat	0	0			



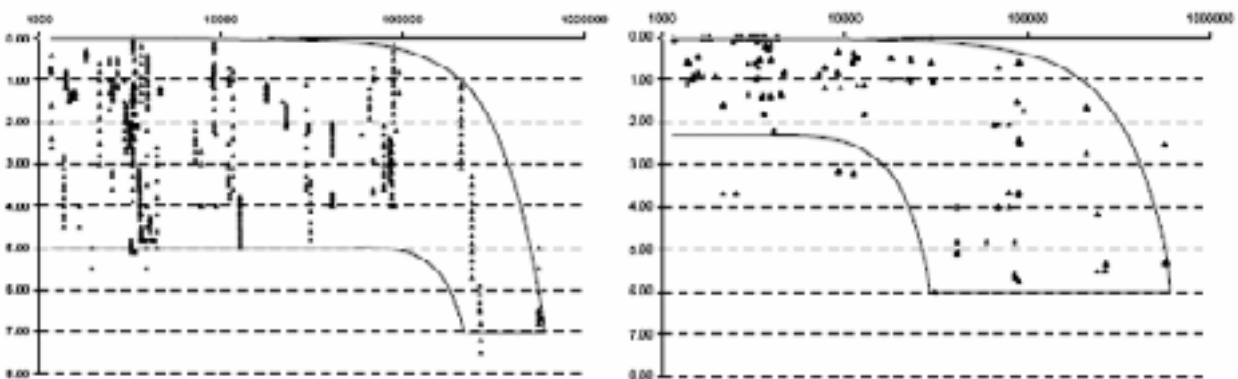
Figur 24. Resultatet av sannolikhetsberäkning för ålgräsängarnas utbredning och en viktad överlagringsanalys.

Att arbeta med GIS-analys - Blåstång

Blåstången, *Fucus vesiculosus*, är den vanligaste bältesbildande brunalgen som förekommer i Östersjön. Den utgör också en betydande del av den totala växtbiomassan. Isæus (2004b) visade på vilka faktorer som styr blåstångens utbredning och skapade en prediktiv modell för att visa den potentiella utbredningen kring Ornö i Stockholms skärgård. Utbredningen av blåstång styrs av tillgång till ljus och hårda substrat att växa på. En alltför kraftig vågexponering och/eller lutning visade sig vara begränsande för blåstångens möjlighet att sitta kvar och på alltför skyddade lokaler sker sedimentation av partiklar vilket försvårar både blåstångens förmåga att fästa liksom det försämrar siktdjupet (Isæus 2004b, Kautsky och van der Maarel 1990).

Prediktiv modell

Den prediktiva modellen bygger på information från 30 dyktransekter. Information om vågexponering, lutning, och djup samlades in samtidigt som förekomst av blåstång inventerades. En modell skapades baserat på de tre strukturerande faktorerna; lutning, vågexponering och djup. Lutningen visade sig ha betydelse i förklaringsmodellen genom att blåstången inte hittades på bottenar som lutade mer än 38 grader. Att beräkna lutning i ett GIS-skikt är mycket skalberoende och kräver bra djupunderlag varför den faktorn är svår använd (se ”Ålgräsängar på Västkusten”). De två sista faktorerna visar sig samverka (figur 25). Exponering avtar med djupet vilket gör att utbredningen förskjuts nedåt med ökad exponering, likaså förskjuts djuputbredningen uppåt med minskad exponering på grund av minskat siktdjup, både för exponering och för djup finns absoluta tröskelvärden som modellen verkar inom.



Figur 25. Blåstångens (*Fucus vesiculosus*) djuputbredning (y-axel) utmed exponeringsgradienten (x-axel) och begränsningslinjerna som de beskrivs i GIS-modellen (Isæus 2004)

Modellen appliceras i området runt Ornö i Stockholms skärgård baserat på de rikstäckande underlag som tagits fram i detta projekt. Det är viktigt att tänka

på att en geografiskt begränsad inventering inte fångar upp variationer i en större skala. Denna modell tar inte hänsyn till variationer i salthalt och siktdjup i stor skala, t.ex. variationen mellan inner och ytterskärgård. Modellen som presenteras här utesluter lutningen på grund av den begränsade lutningsmodell vi har tillgänglig.

Modellen (potentiell utbredning av blåstång):

$$\begin{aligned} \text{Övre djupgräns:} & \quad \text{Djup} = (\text{Vågexponering} / 200\,000)^{1,5} \\ \text{Nedre djupgräns:} & \quad \text{Djup} = 2,3 + (\text{Vågexponering} / 19\,000)^{2,8} \\ & \quad \text{Djup} = 6 \text{ vid Vågexponering} > 30\,000 \end{aligned}$$

Området delas upp i två ; ett där vågexponeringen är större än 30 000, och ett där den är lägre (figur26). Uppdelningen görs genom funktionen RECLASSIFY. Uppdelningen skapar två filer, en mask för lägre exponering och en mask för högre exponering än 30 000 m²/s.

Under masken för den högre exponeringen (> 30 000) söks djupintervallet 0-6 m ut med funktionen RECLASSIFY:

$$\begin{aligned} \text{Djup_hojd} = 0 - -6 & \quad -> \quad \text{New value} = 1 \\ \text{Djup_hojd} > 0 & \quad -> \quad \text{New value} = \text{NoData} \\ \text{Djup_hojd} < -6 & \quad -> \quad \text{New value} = \text{NoData} \end{aligned}$$

Resultatet sparas som [pot_blt1]

Under masken för lägre exponering beräknas övre djuputbredning, undre djuputbredning och urvalet av djupområde däremellan i tre steg. Modellen baseras på att djupvärdena är positiva. Djupvärden söks ut genom att välja värden <= 0 ur [djup_höjddata]. Filen sparas som [kon_dj].

Positiva djup beräknas genom att ta kvadratroten ur negativa djupvärden upphöjt i två:

$$\text{Sqrt}([\text{kon_dj}] * [\text{kon_dj}]) \quad -> \text{Nytt GRID} [\text{pos_dj}]$$

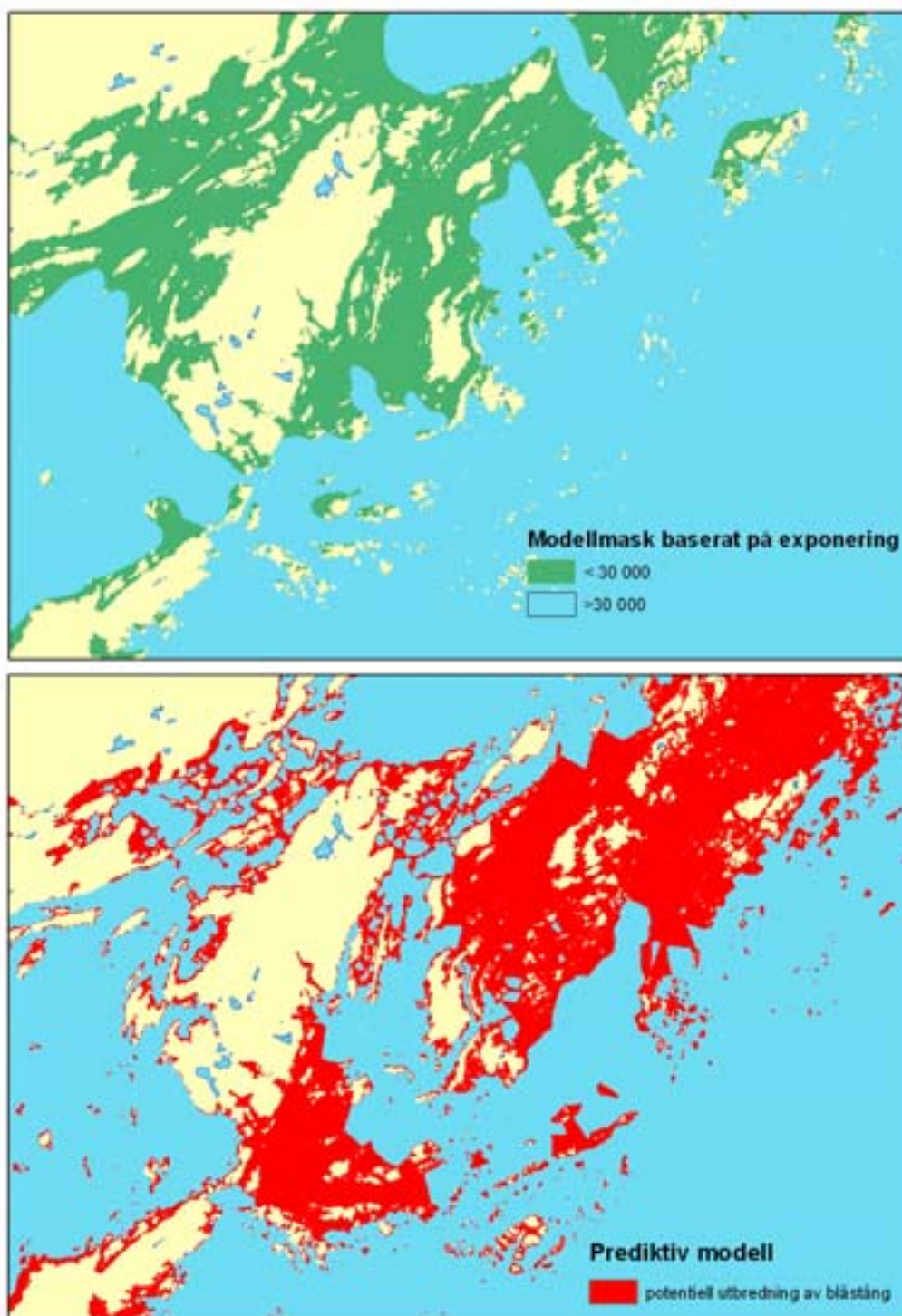
De första matematiska beräkningarna görs i Map Calculator. Uttryck inom [] är rasterskikt. Funktionen POWER beräknar exponentialfunktionen.

Övre djuputbredning:

$$\begin{aligned} ([\text{exp}] / 200\,000) & \quad -> \text{Nytt GRID} [\text{cal1_exp}] \\ \text{Power}([\text{cal1_exp}], 1,5) & \quad -> \text{Nytt GRID} [\text{upper_d}] \end{aligned}$$

Undre djuputbredning:

$$\begin{aligned} ([\text{exp}] / 19\,000) & \quad -> \text{Nytt GRID} [\text{cal2_exp}] \\ 2,3 + (\text{Power}([\text{cal2_exp}], 2,8)) & \quad -> \text{Nytt GRID} [\text{lower_d}] \end{aligned}$$



Figur 26. Potentiell utbredning av blåstång runt Ornö. Överst: Uppdelningen i två områden, en mask för lägre exponering och en mask för högre exponering än 30 000 m²/s. Nederst potentiell utbredning av Blåstång utifrån den prediktiva modellen (Isæus 2004).

Den sista beräkningen görs i Map Query, den skapar ett nytt GRID på varje fråga där sant = 1 och falskt = 0.

Avgränsa områden djupare än övre gräns:

[pos_dj] >= [upper_d] -> [query1]

Avgränsa områden grundare än nedre gräns:

[pos_dj] <= [lower_d] -> [query2]

Avgränsa blåstångens utbredning:

[query1]= 1 & [query2] = 1 -> [pot_blt2]

Därefter läggs de två resultaten samman med funktionen (MERGE).

Resultatet visar den potentiella utbredningen för Blåstång i området kring Ornö (figur 26). Begränsningen i djupdata märks tydligt strax öster om Ornö. Det är djupområden som i sjökort anges till 6-200 m djup. Här är den modellerade utbredningen kraftigt överskattad på grund av den låga detaljeringsnivån i djupinformationen tillsammans med det faktum att sjökortsdata alltid visar det grundaste djupet.

För att skapa den här typen av prediktiva modeller behövs inventeringsunderlag där de faktorer som styr utbredningen finns representerade. Underlaget bör fånga upp gradienter av den strukturerande faktorn, t.ex. sträcka sig från skyddade lokaler till hårt exponerade, från grunt vatten till maximal djuputbredning o.s.v. Inventeringen bör också fånga upp lokaler där arten/habitatet saknas.

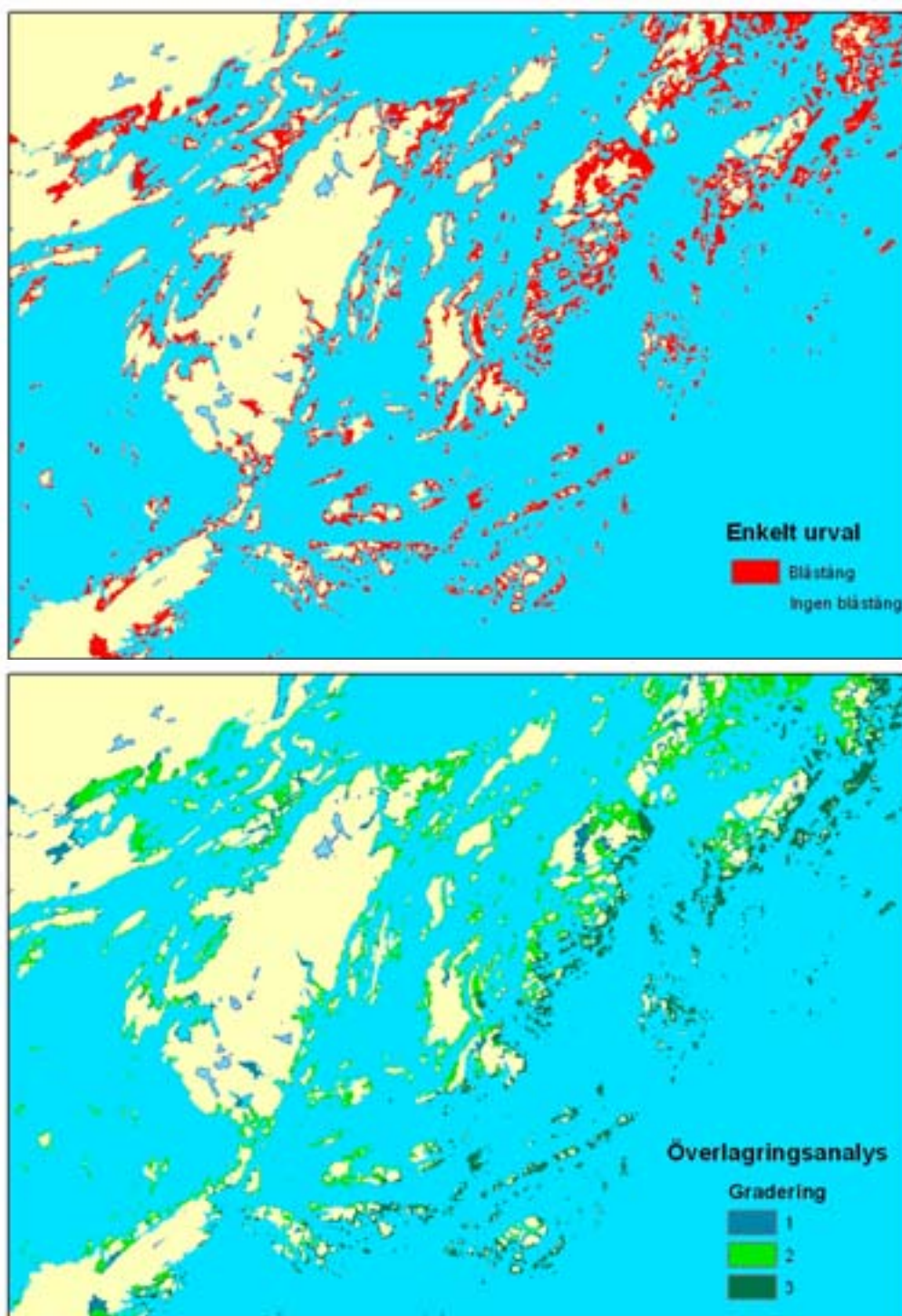
Överlagringsanalys

Saknas information om hur de de strukturerande faktorerna kopplas matematiskt till ett habitats utbredning kan data från denna studie eller andra litteraturvärden användas vid enkla utsökningar eller överlagringsanalyser.

Informationen om vilka faktorer som påverkar utbredningen används i ett enkelt urval direkt från kombinationsskitet:

- Djup 0-6 m
- Exponering mycket skyddat eller högre exponering
- Inte sandbank som bottensubstrat

Jämfört med att använda de kontinuerliga värdena begränsas det här urvalet av de klasser som underlagen är indelade i (figur 27). I det här fallet medför det att information förloras om att minskad exponering medför minskad djuputbredning på grund av minskat siktdjup och sedimentation.



Figur 27. Överst enkelt urval i kombinationsskiktet, nederst, uppdelning av blåstångens potentiella utbredning i tre klasser baserat på bottenstrukturer. Båda urvalen baseras på informationen om vilka faktorer som styr blåstångens utbredning runt Ornö i Stockholms skärgård.

Enkla överlagringsanalyser gör att mer information kan utnyttjas som ger belägg för att blåstång inte växer eller växer genom att ytterligare skikt läggs till även om sambanden inte går att verifiera matematiskt. Det saknas en tillförlitlig avgränsning av var de hårda substraten finns. Bränningar och undervattenstenar i sjökorten indikerar sannolikt denna typ av habitat medan områden avgränsade som laguner och estuarier har en hög sannolikhet att vara mjukbotten. Genom att kombinera informationen från dessa underlag tillsammans med vågexponeringen görs en uppdelning i tre klasser (tabell 11).

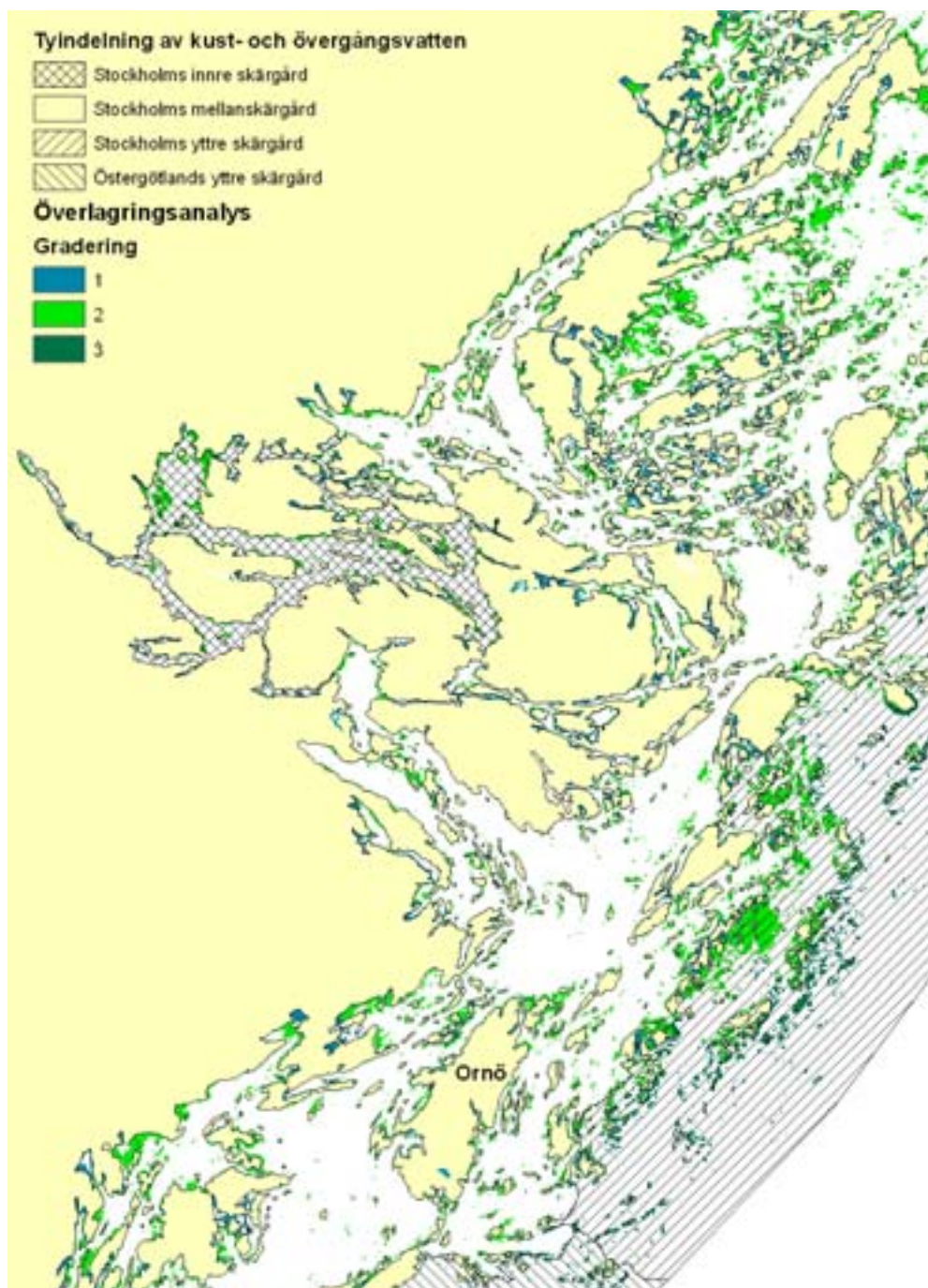
Tabell 11. Uppdelning av Blåstångens potentiella utbredning i tre klasser baserat på bottensubstrat.

Klass	Beskrivning	Urval
1	Låg sannolikhet för blåstång, sannolikt mjukbotten	Laguner med lägre exponering än skyddat Alla Estuarier Ej sten eller bränning
2	Mindre sannolikhet för blåstång, osäker klassning av bottensubstrat	Laguner med exponering skyddat-moderat exponerat Djup 0-6 m mycket skyddat-skyddat Ej sten eller bränning
3	Hög sannolikhet för blåstång, sannolikt hårbotten	Sten och bränning Laguner med högre exponering än moderat exponerat Djup 0-6 m med högre exponering än skyddat

Första steget är att rastra vektorskikten undervattensten, övervattensten och bränningar från sjökorten. Vid rastringen används avgränsningen av hav som mask och pixelstorleken sätts till 25 meter. Laguner och estuarier rastaras på samma sätt. Analysen av laguner baseras på ett raster med 15 m pixlar och estuarier baseras på en strandlinje från Terrängkartan (skala 1:50 000). Dessa underlag måste därför korrigeras till den strandlinje som används i SAKU-underlagen. Det görs genom att resultatet expanderas 2 pixlar inom havsmasken. Rasterskikten kombineras med djupinformationen från det tidigare urvalet (funktionen COMBINE). Rasterskiktets attributtabell innehåller nu information om djup, exponeringsklass, om det är lagun eller estuarie samt om det är bränning eller sten i fyra fält. Urvalet enligt tabell 11 görs i rasterskiktets attributtabell, värdena 1-3 förs in i ett nytt fält (figur 27).

Analysen gjordes för hela Upplands, Stockholms och Södermanlands skärgård. Urvalet baseras på samma underlag som den prediktiva modellen d.v.s. området kring Ornö i Stockholms mellanskärgård. Därmed har ingen hänsyn tagits till att andra faktorer kanske varierar inom området, t.ex. är blåstångens djuputbredning mindre i innerskärgården som en funktion av sämre siktdjup.

För att skapa delområden där olika urval ska göras från underlagen kan Typindelningen av svenska kust- och övergångsvatten användas (figur 28).



Figur 28. Uppdelning av blåstångens potentiella utbredning i tre klasser baserat på bottensubstrat. Analysen täcker hela Stockholms, Upplands och Södermanlands skärgård men baseras på antaganden som framför allt gäller mellan- och yttreskärgård. Typindelningen för kustvatten visas över resultatet.

Exempel på Statistiksammanställning

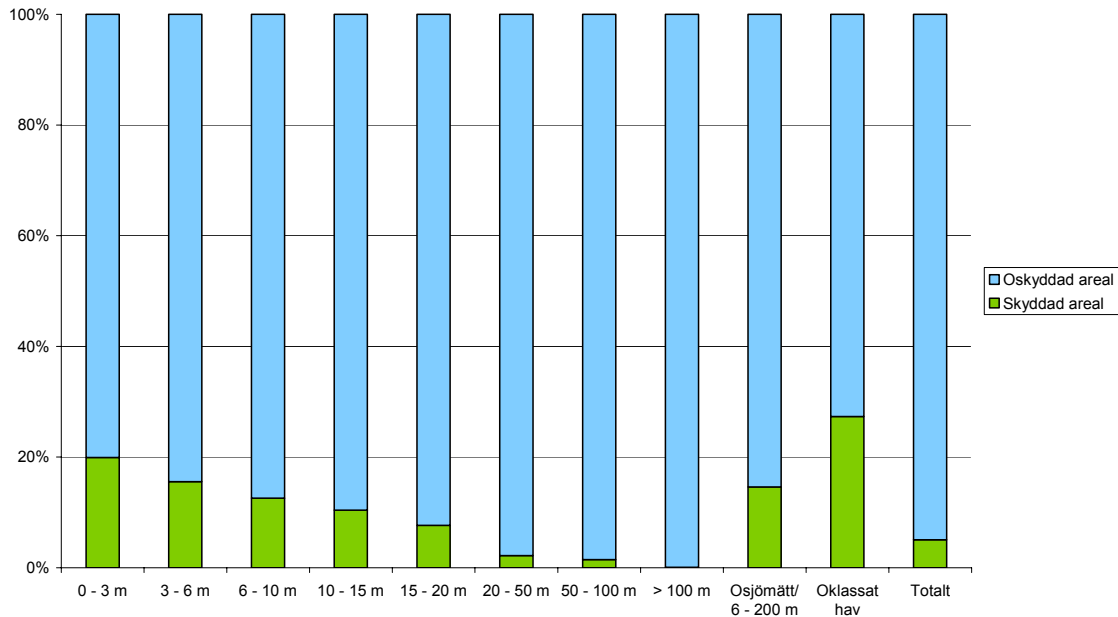
Statistiken redovisar både skyddad och total areal inom olika områdesavgränsningar. Här ges exempel på nationell nivå med några exempel från olika län. Exempelen försöker belysa vad som går att få ut av sammanställningarna och ger rekommendationer kring tolkningarna. Underlagens kvalitet och upplösning har lika stor betydelse i detta sammanhang som när underlagen används i GIS-analyser eller för att få geografisk överblick.

Nationell Statistik

Sveriges territorialvatten omfattar ca. 8,2 miljoner hektar. Det län som har störst havsareal är Gotlands län med 1,2 miljoner hektar. 5,1 % av territorialvattnet ligger inom skyddade områden. Den största arealen skyddat hav ligger i Stockholms, Gotlands och Västra Götalands län medan Södermanlands län har skyddat störst andel av sin havsareal. Generellt är en högre andel av grundområdena skyddade än den djupare havsarealen (tabell 12 och figur 29).

Tabell 12. Areal (hektar) och hur stor andel som ligger inom skyddade områden (%) per län i landet. Total areal motsvarar hela havsytan, grundområden är djupet 0-20 meter i sjökort. Ytor i sjökorten som är osjömätta eller har djupuppgiften 6-200 m ingår inte i grundområdena.

Andel skyddat	Hav (ha)	Skyddat hav (%)	Grundområden (ha)	Skyddade grundområden (%)
Norrbottens län	696 273	6,6%	331 850	10,5%
Västerbottens län	792 510	4,3%	201 274	15,4%
Västernorrlands län	507 864	0,6%	39 275	5,6%
Gävleborgs län	541 859	1,9%	91 525	9,0%
Uppsala län	336 765	2,3%	86 192	7,4%
Stockholms län	948 095	6,7%	183 547	15,9%
Södermanlands län	168 390	16,0%	45 571	25,9%
Gotlands län	1 215 003	4,9%	165 340	11,9%
Östergötlands län	236 840	10,6%	81 512	19,6%
Kalmar län	890 874	2,2%	281 152	7,0%
Blekinge län	391 256	1,4%	102 190	5,3%
Skåne län	576 406	8,2%	182 087	1,7%
Hallands län	304 488	3,3%	99 911	9,5%
Västra Götalands län	560 183	9,8%	111 198	36,5%
Landet	8 166 805	5,1%	2 002 623	11,9%



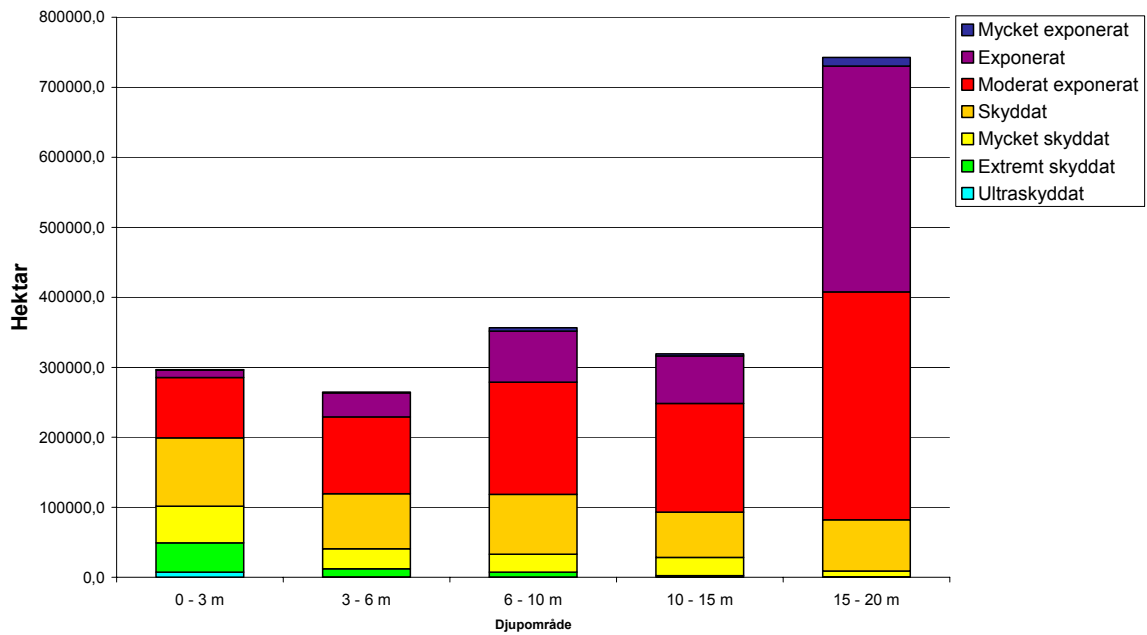
Figur 29. Andel skyddad areal per djupområde i Sverige. Oklassat hav är framför allt området kring Falsterbo där vi saknar information från sjökorten.

Grundområdet 0-20 meter utgör ca 25 % av havsarealen i Sverige. Norrbotten är det grundaste länet där nästan 50 % av havsarealen är grundare än 20 meter. Det djupaste länet är Västernorrlands län med endast 8 % av arealen grundare än 20 meter.

Majoriteten av grundområdena i Sverige är exponerade. Exponeringsklassen ”Skyddat” motsvarar närmast ”medalexponerade” lokaler efter förhållandena i Östersjön (se ”Bilaga 3”, majoriteten av ytan i sammanställningen ligger i Östersjön). Andelen skyddade grundområden (klasserna Mycket skyddat - Ultra skyddat) ökar i innerskärgårdarna och i Norrbottens län. Ultra skyddade lokaler är främst de innersta delarna av skyddade vikar, dessa är inte bra avgränsade i denna sammanställning på grund av upplösningen i 25 meters pixlar. Mycket exponerade grundområden finns i Västra Götalands, Kalmar (södra Öland) och Gotlands län (NO om Fårö och Söder om Gotland).

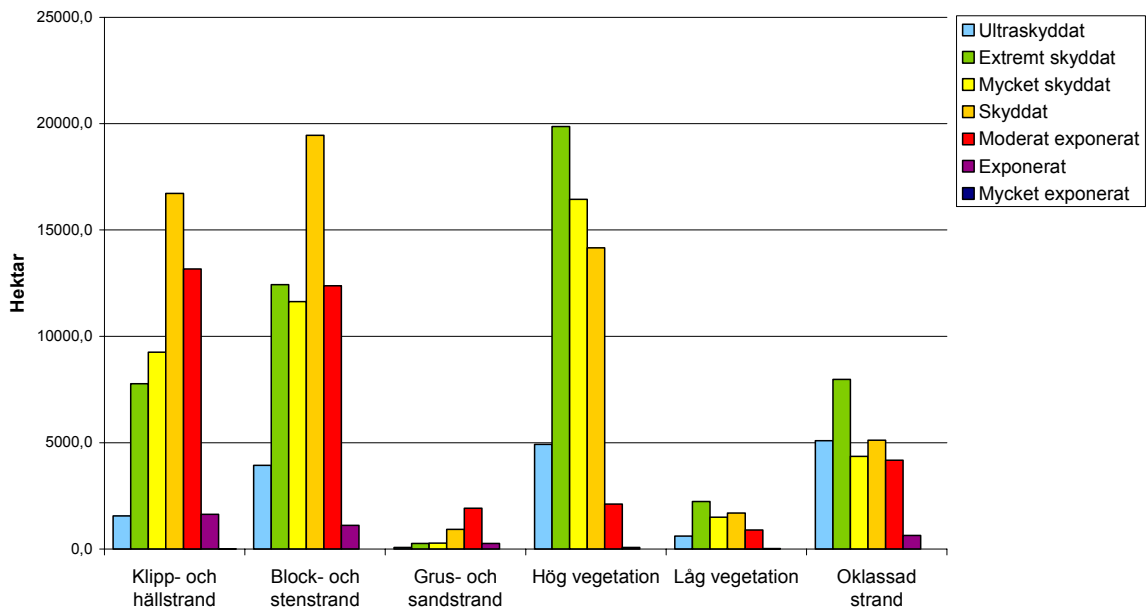
I strandzonen finns bara mycket exponerade lokaler i Västra Götalands län. Från figur 31 kan man dra slutsatsen att hårbottenmiljöer dominerar utmed stränderna, majoriteten av strandzonen ligger inom klasserna ”Klipp- och hållstrand” samt ”Block och stenstrand”. Även inom klassen ”Hög vegetation” dominerar exponerade stränder. Hög vegetation är skogsklädda stränder vilka oftast utgörs av morän. När moränen svallas i exponerade lägen skapas hårda ytor.

Vågexponering inom djupområden



Figur 30. Exponeringsgrad per djupområde i Sverige. Exponeringen avtar med djupet varför exponeringsgraden "Exponerat" på 20 meters djup inte är helt jämförbar med samma klass på 3 meters djup. Djupområdena baseras på sjökort som visar det grundaste djupet i området.

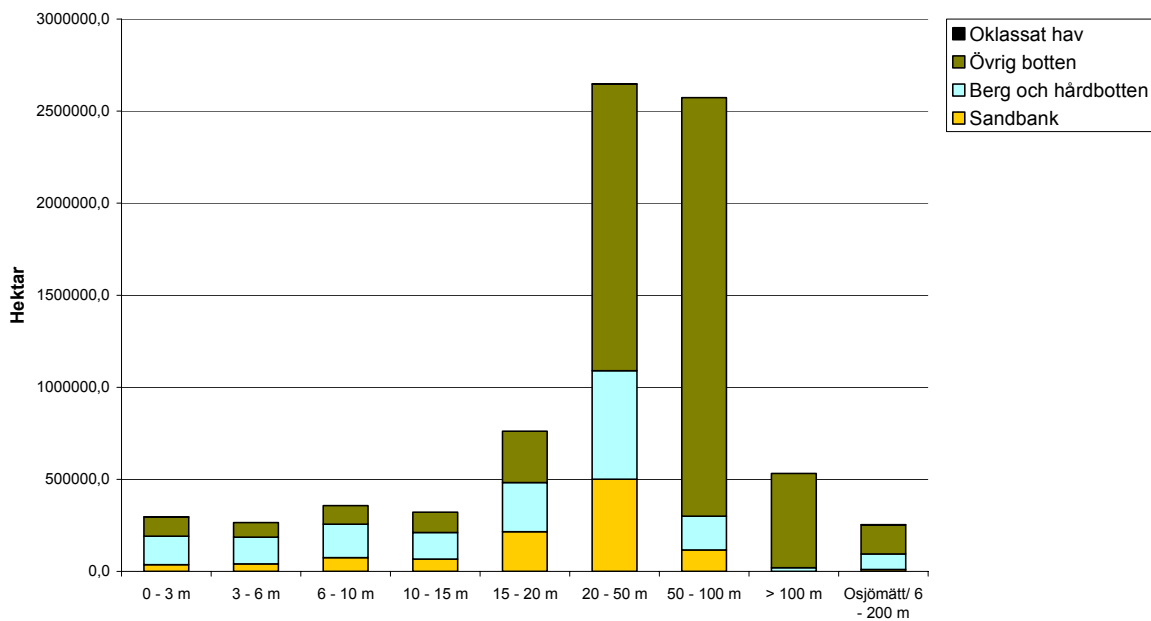
Exponeringsgrad per strandtyp



Figur 31. Exponeringsgrad per strandklass i strandzonen.

Berg och hårbottenar dominerar i grunda områden också enligt bottenotypindelningen. Andelen berg- och hårbotten är drygt 50 % inom grundområdena 1-10 meter, cirka 30 % inom 10-20 meter, 20 % inom 20-50 meter och mindre än 10 % på djup större än 50 meter. Sandbankar i sammanställningen är redovisade ned till 30 meters djup enligt SGU. Djupavgränsningen baseras på SGU:s egna modeller. När sandbankar (grundare än 30 meter) kombineras med djupinformationen från sjökort återfinns sandbankar i djupare områden än 30 meter. Detta visar djupinformationen i de två underlagen inte sammanfaller. Djupytor i sjökort kan innehålla grundare områden, d.v.s. de redovisar inte alltid det grundaste djupet (se ”Vad beskriver underlagen?”). I sjökorten finns dessa grund markerade som punktinformation om de utgör en fara för sjöfarten. Inom djupområdena 0-3 meter och 3-6 meter är det däremot som regel det grundaste djupet som anges.

Bottensubstrat inom djupområden



Figur 32. Bottenotyperna per djupområde. Sandbankar redovisas bara ned till 30 meters djup (se kapitel ”Kartering av botten substrat”).

Diskussion och Slutsatser

Resultatet är en sammanställning av hur strukturerande faktorer kan användas som underlag i beräkningar av kustnära habitats utbredningsmönster. En viktig del av resultatet är de GIS-skikt och tabeller som levereras digitalt med rapporten (se ”Bilaga 1”). Hur GIS-skikten kan användas i det regionala skydds och åtgärdsarbetet presenteras som exempel på GIS-analyser, och statistik (se kapitlet ”Rekommendationer”).

Ett sömlöst data underlag som detta kan användas för att kvantifiera klasserna inom valfria avgränsningar. Statistiken som sammanställts har tre olika regionindelningar. Län och vattendistrikt är en anpassning till administrativa arbetsområden. Typområden för svenska övergångs- och kustvatten är den indelning som används för att bedöma ekologisk status enligt ramdirektivet för vatten utmed kusten. Sammanställningen ger information om olika regioners särdrag, ofta är de tidigare beskrivna men går nu att kvantifiera. Samma typ av statistik kan tas fram för ett enskilt skyddat område eller en kommun. På den lokala skalan kan underlagen vara en hjälp för att planera fältinsatser, likväl som att beskriva variation och gradienter av klasserna.

Inom län och på nationell nivå delas ytan upp i hur det ser ut inom skyddade områden jämfört med utanför skyddade områden. Skydd omfattar i denna sammanställning Naturreservat, Nationalparker och Naturvårdsområden vars gränser innefattar hav även om syftet med skyddet inte alltid är marint. Statistiken ger en första överblick om hur representativt dagens skydd är och kan användas för att få indikationer om var det bör förstärkas. Marina områden skyddas även inom Natura -2000 områden. Dessa överlappar till stor del övrigt skydd men tillför även yta utanför den sammanställning som redovisas här. Tre av Natura 2000-områdena utmed Sveriges kust sträcker sig utanför territorialvattengränsen och omfattas därmed inte av detta underlag.

Detta är inte en slutlig sammanställning utan ska ses som en början till att bygga upp geografiskt heltäckande information om den marina miljön. Det finns redan idag en mängd regionala och lokala data med högre upplösning och detaljnivå, de är däremot ofta insamlade med olika syften och metodik varför de inte alltid går att sammanföra till nationella sammanställningar. Den här sammanställningen gör det möjligt att jämföra, mellan regioner och inom regioner. För att bedöma naturvärdet eller utbredningen av olika habitat inom enskilda objekt krävs fältinsatser.

För att skapa en bra prediktiv modell krävs förutom GIS-skikt med god noggrannhet också information om vad gränserna för olika habitat går i dessa GIS-skikt. Görs fältinsatserna utmed gradienter av de strukturerande faktorerna kommer dessa uppgifter på sikt kunna bidra till fler och bättre prediktiva

modeller. På detta sätt kan kunskap successivt byggas upp om kopplingen mellan habitatens utbredning och geografiska skikt med strukturerande faktorer.

De framtagna underlagen behöver uppdateras i takt med att nyare och mer detaljerad information kommer fram i nationella kartläggningar t.ex. genom att sekretessen kring djupinformation minskar och genom att SGU påskyndar den regionala mer detaljerade karteringen i Sverige.

Sammanfattning

- GIS underlagen ger en bra överblick över de strukturerande faktorernas fördelning regionalt och inom regioner
- De sömlösa dataskikten gör det möjligt att jämföra regioner och områden med varandra, med olika geografisk avgränsning, t.ex. skyddade områden, vattendistrikt, län o.s.v.
- Några av de viktigaste underlagen för att kunna modellera habitatutbredning är djupdata av god kvalitet, bottensubstrat och vågexponering.
- Analyser blir aldrig bättre än de underlag man utgår ifrån.
- Djupinformationen i Sverige är begränsad, data som visar medeldjup skulle vara mer användbart än det som visar det grundaste djupet.
- Information om det översta bottenskiktet som utgör substrat för flora och fauna skulle avsevärt förbättra användbarheten.
- För att bedöma naturvärdet eller utbredningen av olika habitat inom enskilda objekt krävs fältinsatser
- Fler inventeringar som fångar upp gradienter av de strukturerande faktorerna behövs för att skapa bra habitatmodeller.

Litteratur

Referenser

- Aneer, G. 2004: Personlig kommentar. Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Axelsson, S. 2003: Kartering av vissa kustbiotoper som utpekats i EU:s habitatdirektiv. Rapport för Naturvårdsverket. Metria Miljöanalys.
- Bekkby, T., och Rosenberg, R. 2006: Marine habitaters utbredelse – terrängmodellering i Gullmarsfjorden. Rapport 2006:07 Länsstyrelsen i Västra Götaland. www-olist.se.
- Bonsdorff, E. 2006: Zoobenthic diversity-gradients in the Baltic Sea: Continuous post-glacial succession in a stressed ecosystem. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*. 330: 383-391.
- Brosse, S., Guegan, J-F., Tourenq, J-N. och Lek, S. 1999: The use of artificial neural networks to assess fish abundance and spatial occupancy in the littoral zone of a mesotrophic lake. *Ecological Modelling* 120: 299-311.
- Cato, I., Kjellin, B. och Zetterlund, S. 2003: Förekomst och utbredning av sandbankar, berg och hårbottnar inom svenskt territorialvatten och svensk ekonomisk zon (EEZ). SGU Rapport 2003:1. Sveriges Geologiska Undersökning (SGU). Uppsala.
- Casselman, J. M. och Lewis, C. A. 1996: Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 53 (Suppl. 1).
- Denny, M.W. 1995: Predicting physical disturbance: mechanistic approaches to the study of survivorship on wave-swept shores. *Ecol. Monogr.*, 65: 371-418.
- Eriksson, B.K. och Johansson, G. 2003: Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. *European Journal of Phycology* 38: 217-222.
- European Commission, dg Environment 1999: Interpretation manual of European Union Habitats. EUR 15/2
- European Environmental Agency (EEA) 2004: EUNIS – European Nature Information System. <http://eunis.eea.eu.int> . 6 augusti 2004 v.8.5.
- Francis, M.P., Morrison, M.A., Leathwick, J., Walsh, C. och Middleton, C. 2005: Predictive models of small fish presence and abundance in northern New Zealand harbours. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 64: 419-435.

Garza-Pérez, J. R., Lehmann, A. och Arias-González, J. E. 2004: Spatial prediction of coral reef habitats: integrating ecology with spatial modelling and remote sensing. *Marine Ecology Progress Series* 269: 141-152.

Guisan, A., och Zimmerman, N.E. 2000: Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.

Guisan, A., Edwards, Jr., T.C. och Hastie, T. 2002: Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*. 157: 89-100.

HELCOM (Helsinki Commission) 1998: Baltic Sea Environment Proceedings No. 75. Red list of marine and coastal biotopes and biotope complexes of the Baltic Sea, Belt Sea and Kattegat. Helsinki Commission, Baltic Marine Environment Protection Commission.

Håkanson, L., Kulinski, I. and Kvarnäs, H. 1984: Vattendynamik och bottendynamik i kustzonen. SNV PM 1905. Statens Naturvårdsverk, Solna.

Isæus, M. 2004a: A GIS-based wave exposure model calibrated and validated from vertical distribution of littoral lichens. In thesis: Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Doktorsavhandling vid Botaniska Institutionen, Stockholms Universitet: Stockholm.

Isæus, M. 2004b: Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Doktorsavhandling vid Botaniska Institutionen, Stockholms Universitet: Stockholm.

Isæus, M. och Lindblad, C.2004: A GIS model of the factors structuring *Fucus vesiculosus* distribution in a Baltic Sea archipelago. Manuscript in: Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Doktorsavhandling vid Botaniska Institutionen, Stockholms Universitet. Stockholm.

Jansson, M. 2003: Habitat availability and patch occupancy of *Zostera marina*. Master of Science, Göteborgs Universitet. Göteborg.

Joy, M.K., Death, R.G. 2004: Predictive modelling and spatial mapping of freshwater fish and decapod assemblages using GIS and neural networks. *Freshwater Biology* 49: 1036–1052.

Kautsky, H. 1988: Factors structuring rocky- and mixed-substratum communities in the Baltic Sea. Manuscript in: Factors structuring phytobenthic communities in the Baltic Sea. Doktorsavhandling vid Zoologiska Institutionen, Stockholms Universitet. Stockholm.

Kautsky, H. 1995: Quantitative distribution of sublittoral plant and animal communities along the Baltic sea gradient. In Eleftheriou, A., Ansell, A. D. and Smith, C. J. (eds): *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters (Proc. 28th Europ. Mar. Biol. Symp., Crete)*, pp 23-30. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark.

Kautsky, U. and Kautsky, H. 1995: Coastal productivity in the Baltic Sea. – In Eleftheriou, A., Ansell, A. D. and Smith, C. J. (eds): *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters (Proc. 28th Europ. Mar. Biol. Symp., Crete)*, pp 31-38. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark.

Kautsky, L., Norberg, Y., Aneer, A. och Engqvist, A. 2000: Under ytan i Stockholms skärgård. Miljöövervakningsenheten, Länsstyrelsen i Stockholms län. Stockholm.

Kautsky, H. och van der Maarel, E. 1990: Multivariate approaches to the variation in phytobenthic communities and environmental vectors in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 60: 169-184.

Lehmann, A., Overton, J. och Leathwick, J.R. 2002: GRASP: generalized regression analysis and spatial prediction. *Ecological Modelling* 157: 189-207.

Lek, S., och Guégan, J. F. 1999: Artificial neural networks as a tool in ecological modelling, an introduction. *Ecological Modelling* 120: 65-73.

Lindgarth, M. och Gamfeldt, L. 2005: Comparing categorical and continuous ecological analyses: effects of "wave exposure" on rocky shores. *Ecology*. 86: 1346-1357.

Mattisson, A. 2005: Kartläggning av marina naturtyper. En pilotstudie i Stockholms län. Naturvårdsenheten, Länsstyrelsen i Stockholms län. www.ab.lst.se.

Möller, P. 1986: Infaunal population dynamics in some shallow marine soft bottom habitats, western Sweden. Doktorsavhandling vid Avdelningen för Marin Zoologi, Göteborgs Universitet. Göteborg.

Naturvårdsverket 2005: Smaltång och spigg. Broschyr.

Naturvårdsverket 2002: Biotopskydd för vattenanknutna biotoper. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport 5262.

Naturvårdsverket 1997: Svenska Naturtyper i det europeiska nätverket Natura 2000. Naturvårdsverkets förlag. Stockholm.

Nohren E. personlig kommentar, MARBIPP. www.marbipp.tmbi.gu.se.

- Nordiska Ministerrådet 2001: Kustbiotoper i Norden. Hotade och representativa biotoper. TemaNord 2001:536. Köpenhamn
- Persson, J., Håkansson, L. och Wallin, M. 1994: Ett geografiskt informationssystem för kustvatten – planering baserat på sjökortsinformation. TemaNord 1994:667.
- Philipson, P. och Lindell, T. 2003: Nationell kartering från satellitbilder av strandtyper längs svenska havskusten. Rapport för Naturvårdsverket. Centre for Image Analysis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala University.
- Pihl, L. och Rosenberg, R. 1982: Production, abundance, and biomass of mobile epibenthic marine fauna in shallow waters, western Sweden. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 57: 273-301
- Pihl, L., Svenson, A., Moksnes, P-O. och Wennhage, H. 1999: Distribution of algal mats throughout shallow soft bottoms of the Swedish Skagerrak archipelago in relation to nutrient sources and wave exposure. *Journal of Sea Research*. 41: 281-294.
- Remane, A. och Schlieper, C. 1971: *Biology of brackish water*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Rosenberg, R., Möller, P., Pihl, L., Olafsson, E., Persson, L.-E., Hansson, S., Thorman, S., Wiederholm, A.-M., och Müller, K. 1984: Biologisk värdering av grunda Svenska havsområden: Fisk och bottendjur, Rep. No. Statens Naturvårdsverk PM 1911. Statens Naturvårdsverk, Solna.
- Sjörs, H. 1971: *Ekologisk botanik*. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- SMHI 2004: Indelning av Svenska övergångs- & kustvatten i typer enligt Ramdirektivet för vatten. Version 3/ SMHI:s Dnr: 2002/1796/1933
- SMHI 2003: Djupdata för havsområden. Svenskt vattenarkiv. Oceanografi, Rapport nr 73.
- Westerbom, M., Kilpi, M. och Mustonen, O. 2002: Blue mussels, *Mytilus edulis*, at the edge of the range: population structure, growth and biomass along a salinity gradient in the north-eastern Baltic Sea. *Marine Biology* 140: 991-999
- Åberg, P. 1990: Population ecology of *Ascophyllum nodosum*: Demography and reproductive effort in stochastic environments. Doktorsavhandling vid Avdelningen för Marin Botanik, Göteborgs Universitet. Göteborg.

Litteraturöversikt – modeller och definitioner

Bekkby, T., och Rosenberg, R. 2006: Marine habitaters utbredelse – terrängmodellering i Gullmarsfjorden. Rapport 2006:07 Länsstyrelsen i Västra Götaland. www-olist.se.

Bekkby, T., Erikstad, L., Bakkestuen, V., och Bjørge, A. 2002: A landscape ecological approach to coastal zone applications. *Sarsia* 87:396-408-2002. Taylor & Francis. Taylor & Francis Group.

Brosse, S., Guegan, J-F., Tourenq, J-N., Lek, S. 1999: The use of artificial neural networks to assess fish abundance and spatial occupancy in the littoral zone of a mesotrophic lake. *Ecological Modelling* 120: 299-311.

Day, J. C., Roff, J. C. 2000: Planning for Representative Marine Protected Areas. A Framework for Canada's Oceans. World Life Fund (WWF) Canada.

Domin, A., Schubert, H., Krause, J. och Schiewer, U. 2004: Modelling of pristine depth limits for macrophyte growth in the southern Baltic Sea. *Hydrobiologia* 514. Kluwer Academic Publishers.

Ekeboom, J. och Erkkilä, A. 2002: Using aerial photography for identification of marine and coastal habitats under the EU's Habitats Directive. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems* 13: 287 – 304. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/aqc.553. John Wiley & Sons, Ltd.

Francis, M.P., Morrison, M.A., Leathwick, J., Walsh, C. och Middleton, C. 2005: Predictive models of small fish presence and abundance in northern New Zealand harbours. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 64: 419-435.

Garza-Pérez, J. R., Lehmann, A., Arias-González, J. E. 2004: Spatial prediction of coral reef habitats: integrating ecology with spatial modelling and remote sensing. *Marine Ecology Progress Series* 269: 141-152.

Guisan, A., och Zimmerman, N.E. 2000: Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.

Guisan, A., Edwards, Jr., T.C. och Hastie, T. 2002: Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*. 157: 89-100.

Isæus, M. 2004b: Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Doktorsavhandling vid Botaniska Institutionen, Stockholms Universitet. Stockholm.

Joy, M.K., och Death, R.G. 2004: Predictive modelling and spatial mapping of freshwater fish and decapod assemblages using GIS and neural networks. *Freshwater Biology* 49: 1036–1052.

Lehmann, A., Overton, J. och Leathwick, J.R. 2002: GRASP: generalized regression analysis and spatial prediction. *Ecological Modelling* 157: 189-207.

Lek, S., och Guégan, J. F. 1999: Artificial neural networks as a tool in ecological modelling, an introduction. *Ecological Modelling* 120: 65-73.

Mattisson, A. 2005: Kartläggning av marina naturtyper. En pilotstudie i Stockholms län. Naturvårdsenheten, Länsstyrelsen i Stockholms län. www.ab.lst.se.

Rinde, E., Sloreid, S-E., Bakkestuen, V., Bekkby, T., Erikstad, L. och Longva, O. 2004: Modellering av utvalgte marine naturtyper og EUNIS-klasser. To delprosjekter under det nasjonale programmet for kartlegging og overvåking av biologisk manifold. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Oppdragsmelding 807, Norge.

Roff, J. C., Taylor, M. E., och Laughren, J. 2003: Geophysical approaches to the classification, delineation and monitoring of marine habitats and their communities. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems* 13: 77 – 90. Published online 30 December 2002 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/aqc.525. John Wiley & Sons, Ltd.

Bilaga 1 Bifogade digitala data

Levererade GIS-skikt är i ArcView/ArcGIS shape eller GRID format i RT 90. Rubrikerna nedan hänvisar till mapparna på DVD-skivan. GIS-skiktens namn står inom []. Koder och attributvärden för respektive skikt specificeras i ”Underlag och resultat”.

Mask

Framtagna masker inom projektet.

GIS-skikt

[Hav_land_sv]	Avgränsning av Hav och Land (raster)
[Hav_sv]	Havsmask (raster)
[Land_sv]	Landmask (raster)
[Strandzon_sv]	Strandzonsmask (raster)

Attribut

Maskerna har värde 1 för området de avser, allt annat är NoData. Skiktet Hav_land_sv har följande värden 1= Land, 2= hav ut till territorialvattengränsen.

Legend

Saknas

Kombination

Kombinationsskiktet är slutresultatet av bearbetningarna av djupytor från sjökort, bottensubstrat från SGU och vågexponering i klasser.

GIS-skikt

[Komb_sv]	Rikstäckande skikt (raster och vektor)
[”Länsnamn”]	Länstäckande skikt (raster)

Attribut

Värdena i skikten (Value i Raster och Gridcode i vektor) motsvarar en unik kombination av respektive ingående skikt enligt [koder_kombinationsskikt.dbf]. För att få information om de ingående skiktens värde i de länsvisa kombinationsskikten kopplas dbf-tabellen (kolumnen Gridcode) till rasterskiktets attributtabel (kolumnen Value).

De rikstäckande skikten har informationen från underlagen i separata kolumner:

Botten_sv	Bottensubstrat med kod enligt tabell 5, sidan 46
Vagexp_sv	Vågexponering med kod enligt tabell 1, sidan 37
Djup_sv25	Djupyta med kod enligt tabell 3, sidan 41
Botten_namn	Bottensubstrat i text

Vagexp_namn Vågexponering i text
Djup_namn Djupyta i text

Legend - bottensubstrat

komb_vektor_botten.lyr (ArcGIS, vektorfilen) kopplas till fältet Botten_nam
komb_sv_botten.lyr (ArcGIS, rasterfilen) kopplas till fältet Botten_sv
legend_botten.avl (ArcView) kopplas till fältet Bottent_sv

Legend - djup

komb_vektor_djup.lyr (ArcGIS, vektorfilen) kopplas till fältet Djup_name
komb_sv_djup.lyr (ArcGIS, rasterfilen) kopplas till fältet Djup_sv25
legend_djupsv25.avl (ArcView) kopplas till fältet Djup_sv25

Legend - vågexponering

komb_vektor_exp.lyr (ArcGIS, vektorfilen) kopplas till fältet vagexp_nam
Komb_sv_exp.lyr (ArcGIS, rasterfilen) kopplas till fältet Vagexp_sv
legend_expklass.avl (ArcView) kopplas till fältet Vagexp_sv

Djup_hojd

Innehåller ett kontinuerligt raster där värdena motsvarar höjd över havet (positiva värden) och djup (negativa värden) i hela meter. Djupinformationen är baserad på information från sjökorten (ytor och sjömätta punkter). I de fall där djupytn anges som 3-200 m (kod 88 i djupskiktet) och i Falsterbo (där SAKU saknar sjökort 921), finns mer djupinformation i detta skikt. Skiktet är däremot en form av interpolering mellan den information som finns i sjökorten och därför inte mer noggrann än korten.

GIS-skikt

[djup_hojd] Rikstäckande (raster)

Attribut

Djup i negativa hela meter, höjd över havet i positiva hela meter.

Legend

Saknas

Lutning

Lutning beräknat från djup-höjd-skiktet. Värdena motsvarar grader i heltal.

GIS-skikt

[lut_20m_dist1] Lutning inom Bottenviken (raster)
[lut_20m_dist2] Lutning inom Bottenhavet (raster)
[lut_20m_dist3] Lutning inom Norra Östersjön (raster)
[lut_20m_dist4] Lutning inom S Östersjön och Västerhavet (raster)

Attribut

Lutning i hela grader

Legend

Saknas

Strandzon

Inom strandzons-masken finns tre GIS-skikt, ett baserat på vågexponeringen, ett baserat på klassningen av strandtyp ifrån satellitdata och ett med topografin i strandzonen. Topografin baseras på höjdskillnaden i zonen. Med i mappen ligger även satellitkarteringen av stränder baserat på ursprungsfilerna (länsvisa raster) sammanfogade till att täcka riket.

GIS-skikt

[satstr_sv]	Klassning av stranden i original, rikstäckande (raster)
[klasn_strandz]	Klassning korrigerad för att täcka strandzonen (raster)
[vagexp_strz]	Vågexponering i strandzonen (raster)
[topografi_strandz]	Topografi i strandzonen (vektor)

Attribut

[satstr_sv]	Värden enligt tabell 7, sidan 49
[klasn_strandz]	Värden enligt tabell 7, sidan 49
[vagexp_strz]	Värden enligt tabell 1, sidan 37
[topografi_strandz]	Höjdskillnad i meter i fältet Topografi

Legend - Strandklassning

Satstr_sv.lyr (ArcGIS) kopplas till fältet Value

legend_satstr_sv.avl (ArcView) kopplas till fältet Value

Klasn_strandz.lyr (ArcGIS) kopplas till fältet Value

legend_klasn_strandz.avl (ArcView) kopplas till fältet Value

Legend – vågexponering

Vagexp_strz.lyr (ArcGIS) kopplas till fältet Value

legend_vagexp_strz.avl (ArcView) kopplas till fältet Value

Legend – Topografi

Topografi_strandz.lyr (ArcGIS) kopplas till fältet Topografi

legend_topografi_strandz.avl (ArcView) kopplas till fältet Topografi

Indata

Sjökort

Metadatafil som visar vilket sjökort som har bästa tillgängliga skala utmed kusten.

GIS-skikt:
[sjokort_metadata] Kort som ingår i SAKU (vektor)

Attribut:
Kort_nr Anger sjökortets nummer
Skala Anger skalan kortet trycks i

Legend – Skala:
sjokort_metadata.lyr (ArcGIS) kopplas till fältet Skala
Legend_metadata.avl (ArcView) kopplas till fältet Skala

Bottentyp

Originaldata från SGU med rapport

Vågexponering

Vågexponering med kontinuerliga värden. Länsvisa skikt. Originaldata från Martin Isæus med avhandling och dokumentation.

Morfometriska analyser av Natura-2000 habitat (Natura2000analys)

Originaldata med rapport

Statistik

Vattendistrikt

Statestik_per_vattendistr.xls
Arealsammanställning av vågexponering, djup och bottentyp samt fördelning av dessa mellan distrikten.

Typologiområden

Statestik_per_typologiomrade.xls
Arealsammanställning av vågexponering, djup och bottentyp samt fördelning av dessa mellan typindelning av Svenska kust och övergångsvatten enligt ramdirektivet för vatten.

Län

Statestik_per_lan.xls
Arealsammanställning av vågexponering, djup och bottentyp per län och nationellt samt fördelning av dessa mellan länen. Redovisar även skyddad areal samt andelen skyddad areal per län och nationellt.

Stat_”länsnamn”_skyddat_oskyddat.xls
Redovisar statistik för skyddade och oskyddade områden inom länet. Statistiken redovisar kombinationer av indata-skikten djup, exponering och bottentyp (t.ex. arealen exponerad hårbotten) dels yttäckande dels i strandzonen.

Övriga data (ej på DVD)

- Sjökortet i vektorformat finns på Länsstyrelserna.
- Rasttrade sjökort, kortvis tillhandahålls av Metria Miljöanalys efter begäran hos Naturvårdsverket
- Djupmodellen över hela Östersjön förvaltas av SMHI
- Strandinventeringen från 1969 distribueras till Länsstyrelserna av IVL

Bilaga 2 SJKBAS i Shape-format

Leveransen består av ett antal Shp-filer per kort. Namnet på varje set av filer refererar till en nivå i sjökortsdatabasen, samt vilken typ av data det är då flera typer förekommer på samma nivå.

En kort beskrivning över vad varje nivå i sjökortsdatabasen innehåller:

(L=linje, A=areal/polygon, P=symbol/point, T=text)

nivånamn	innehåll	da-			
tatyper					
1K till 500K	Djupkurva 3m, 6m, 10m, (15m), 20m, 50m, 100m, 200m	T	-	L	A
3 200Y	Djupområde inom ringat område (6-200 meters djup)	-	-	-	A
ACHARE	Ankringsområde	T	P	L	A
ACHBRT	Ankringsplats	T	P	-	-
AIRARE	Flygplats	-	P	L	A
ARBNR	-	-	-	-	-
BLUE	Blå	-	P	-	-
BRANNING	Bränning	-	P	-	-
BRIDGE	Bro	T	P	L	A
BRYGGA	Brygga/Konstruktion/Avbärare/Ledverk	-	-	L	-
BUAARE	Tätort	-	-	L	A
BUISGL	Byggnader	T	P	L	A
CANALS	Kanal	-	-	L	A
CBLOHD	Ledningar	T	P	L	-
CLBSUB	Undervattenskabel	-	P	L	A
COSARE	Kontinentalsockelgräns	T	-	L	A
CRANES	Kranar	T	P	-	-
CTNARE	Varningar	T	P	L	A
CTNPNT	Varningar	T	P		
CTRPNT	Kontrollpunkt	T	P	-	-
CTSARE	Läktringsområde	T	-	L	A
CUSZNE	Tullgräns	P	P	L	A
DAMCON	Damm	-	-	L	-
DEMARK	Demarkationslinje	-	-	L	-
DEPFIG	Kartografiska kurvsiffror	T	-	-	-
DMPGRD	Dumpningsområde	T	-	L	A
DRGARE	Ramat för internt sjöv behov	T	P	L	A
DRYDOC	Torrdoca	-	-	L	A
DWRTCL	Djupled	T	-	L	-
DWRTPT	Djupledsdel	T	-	L	A
ENSLNE	Enslinje	T	-	L	-
EXEZNE	Ekonomisk zon	T	-	L	A
FASAD	Fasadbelysning	-	P	-	-
FERYRT	Färja	T	P	L	-

NATURVÅRDSVERKET
Rapport 5591

FOGSIG	Mistsignal	-	P	-	-
FORSNK	-	-	-	-	-
FRILNE	Frimärke	T	-	L	-
FSHZNE	Fiskezon	-	P	L	A
GATCON	Sluss	-	P	L	-
GREEN_OMR	Begränsningslinje för område med begränsad information	-	-	L	A
GREN	Grön	-	P	-	-
HILARE	Höjd/Kulle	-	-	L	A
HJALPKURVA	Hjälplinje för djupkurvor	-	-	L	-
HRBFAC	RoRo-terminal	T	P	-	-
HSHHRB	Fiskehamn	-	P	L	-
INFTXT	Informationstext	T	-	L	A
KAJ	Kaj	T	P	L	-
KARAKT	Karaktär	-	P	-	-
KASSERA	-	-	-	-	-
LAKARE	Sjöar	-	-	L	A
LEADING	Ledande	-	-	L	A
LITARC	Sektorbåge	-	P	L	-
LITHOU	Fyr	T	P	-	-
LITMOI	Moiréfyr	T	P	L	-
LNDELV	Höjdkurvor	-	-	L	-
LNDMRK	Landmärken	T	P	-	-
LNDPNT	Höjdangivelse	T	P	-	-
LOCMAG	Magnetisk störning	T	-	L	A
LOGPON	Timmerbom	T	P	L	A
METADATA	Meta information	-	-	L	A
MIPARE	Övningsområde för ubåtar/Skjutområde/Skyddsområde	-	P	L	A
MORFAC	Dykdalb	T	P	-	-
MUDDRAD	Muddrat område	T	-	L	A
NAMFIX	Fast utmärkning	T	P	-	-
NAMFLO	Flytande utmärkning	T	P	-	-
NATARE	Nationsgräns	-	-	L	A
NAUNAM	Namn på nautiska stationer	-	P	-	-
O STEN	Övervattenssten	-	P	-	-
OBSCD	Skymd sektor	X	X	-	-
OBSTRN	Sjöhinder	T	P	L	A
OFSPLF	Plattform	-	P	-	-
OFSPRD	Exploateringsområde	-	-	L	A
OK	Fjärstrand	-	-	L	A
OMKRETS	-	-	-	-	-
OSAKER	Osäker sektor	X	X	-	-
OSJOMATT	Icke sjömätt område	-	-	L	A
PASSAGE	Djup i trång passage	T	-	L	A
PASSPUNKT	-	-	-	-	-
PIPSOL	Rör	T	-	L	A
PIRVAG	Pir/Vågbrytare	-	-	L	-

NATURVÅRDSVERKET
Rapport 5591

PRDINS	Undervattensanläggning	T	P	L	A
RADAR	Radar	-	P	-	-
RCRTCL	Rekommenderad farled	T	-	L	-
RCTLPT	Rekommenderad färdriktning	P	P	L	A
RDOCAL	Radiorapporteringspunkt	T	P	L	-
RDOSTA	Radio	T	P	-	-
RED	Röd	-	P	-	-
RESARE	Restriktionsområde	T	P	L	A
RING OMR	Ringat område	-	-	L	A
RIVERS	Floder	-	-	L	A
RMPARE	Slip/Släpställ/Ramp	T	-	L	-
ROADAR	Vägar	-	-	L	A
ROADPT	Vägar	T	-	L	-
RUINED	Raserad	T	-	-	-
SBDARE	Bottenbeskaffenhet	T	P	-	A
SEKTOR	Sektorgränser	-	-	L	-
SERVICE	Service	-	P	L	-
SLOTOP	Avskärning/Vägbank	-	-	L	-
SMCFAC	-	-	-	-	-
SMCTRC	-	-	-	-	-
SOUEXA	Djupsiffra i rätt position	T	-	-	-
SOUFRI	Lodning utan bottenkänning	T	-	-	-
SPEC_KURVA	Höjdtillsatt djupkurva	T	-	L	-
SPOGRD	Tipplats	T	-	L	A
SPOPNT	-	-	-	-	-
STRANDLIN	Strandlinje	-	-	L	A
STSLNE	Baslinje	-	P	L	A
SUR_SOURCE	Källinformation för sjöv internt behov	T	-	L	A
TELPHC	Linbana	T	P	L	-
TESARE	Territorialgräns	-	-	L	A
TNLENT	Tunnel/Viadukt	-	P	L	-
TOPNAM	Topografiska namn	T	-	L	-
TRCFRI	Farled	T	P	L	A
TREPNT	Träd	-	P	-	-
TSELNE	Separeringslinje	-	-	L	-
TSEZNE	Separeringszon	-	-	L	A
TSSCRS	Korsning			L	A
TSSPLT	Fastställd färdriktning	P	P	L	A
TSSRON	Rondell	-	P	L	A
TWRTPT	Dubbelriktad farled	-	P	L	A
U_STEN	Undervattenssten	T	P	-	-
UNDBYG	Under byggnad	T	-	-	-
WATFAL	Vattenfall	-	-	L	-
WATTUR	Strömmar	-	P	-	-
VEGARE	Vegetation	-	-	L	A
WHITE	Vit/Gul/Orange	-	P	-	-

WRECKS	Vrak	T	P	L	-
--------	------	---	---	---	---

Skulle någon av ovanstående filer inte finnas med i leveransen beror det på att den informationen inte finns i databasen över det område som beställts.

Geodetiskt system är X,Y i RT-90.

Bilaga 3

Preliminär klassindelning av vågexponering

Av Martin Isæus

Den preliminära klassindelningen bygger på enkla beskrivningar av exponeringsnivåerna i EUNIS, tillsammans med erfarenheter och bedömningar främst från Stockholms skärgård. Skalan är inte anpassad till Östersjön, utan baseras på EUNIS-klasserna. Skillnaden märkt tydligast i att platser som efter förhållanden i Östersjön förefaller medexponerade betecknas som *Sheltered* (det finns 4 klasser av låga exponeringar i EUNIS), och exponerade miljöer betecknas som *Moderately exposed* eller *Exposed* i EUNIS. Klassen *Extremely exposed* finns inte i längst Sveriges kust, och *Very exposed* bara på några ställen främst på västkusten. Totalt förekommer 7 klasser varav 6 klasser förekommer frekvent i Östersjön. Nedan ges korta beskrivningar av förväntat substrat och vegetation. Detta är en skrivbordprodukt och endast tänkt som orientering. De kontinuerliga värden bör utvärderas av dem som använder produkten. Kom gärna med synpunkter till Martin Isæus (martin.isaeus@niva.no) eller Sandra Wennberg (sandra.wennberg@lm.se).

Klassindelning av vågexponeringen efter exponeringsnivåerna i EUNIS

Extremely exposed (ingår i klassen Mycket exponerad)

Inte intressant för Sveriges kust. Gränsen mot "Very exposed" är höftad i legenden till de kontinuerliga rastren.

Very exposed 1 000 000 – 2 000 000

De mest exponerade stränderna längst kusten (ex. Måseskär) inkluderas. Mycket ovanligt utmed Sveriges kust.

Exposed 500 000 – 1000 000

Förekommer i yttersta skärgården på både öst- och västkusten, samt vid öppna kuster som t.ex. Ölands östsida. Grunda bottnar är oftast hårda men sand förekommer (ex. Gotska sandön). Grunt finns ingen vegetation, eller arter nischade till exponerade miljöer.

Moderately exposed 100 000 – 500 000

Inkluderar stora delar av Stockholms och Bohusläns yttre skärgård, inklusive många platser som vi normalt kallar exponerade. Vanligen stabila bottnar.

Sheltered 10 000 – 100 000

Mest stabila bottnar men även, sten, grus och sand. Dominerar i "mellanskärgården". Rikt med fastsittande alger.

Very sheltered 5 000 – 10 000

Inga grunda mjukbottnar, men block, sten, grus och sand. Mjuka botten på cirka 10 m och djupare. Grunt växande blåstång är fästad till håll eller större stenar och block.

Extremely sheltered 1200 – 5 000

Mest mjuka botten med nateväxter och liknande ned till cirka 5 meters djup. Högt växande tångruskor som ofta är fästade i stenar.

Ultra sheltered. 0 – 1200

De mest skyddade vikarna med mjuka botten och rotad vegetation, t.ex. kransalger, havsnajas och nateväxter. Blåstång kan växa utan att vara fästad, eller fästad vid småsten, skal etc.

Beskrivning av exponering i EUNIS

I EUNIS-systemet används energinivåer eftersom vattenrörelser som påverkar sedimenten och biotan vid botten kan alstras av strömmar likväl som av vågor. Inom tre energiklasser finns en uppdelning i åtta exponeringsklasser (se ovan). Som en anpassning till Östersjöns mer skyddade förhållanden och mindre starka tidvattenströmmar har en egen exponeringsskala med bara tre klasser införts för Östersjön, EUNIS-Baltic. Det är rimligt att ta bort de högsta klasserna "Extremely exposed" och "Very exposed" i Östersjöns skala eftersom det inte finns någon motsvarighet till dessa miljöer i Östersjön. Men när det gäller skyddade klasser finns ingen anledning att ta bort klasserna "Very sheltered", "Extremely sheltered" och "Ultra sheltered" eftersom dessa kan definieras för Östersjön i ekologiskt relevanta klasser. Miljöer klassade som "Ultra sheltered" är vanligen smala vikar med begränsat vattenutbyte. Den grid-upplösning (25m) som används i den här studien är egentligen för grov för att beskriva dessa miljöer. Men den är kvar för att inte tappa bort den här ekologiskt intressanta miljö som återfinns i flera Natura 2000 klasser i nationella och regionala studier. För en specialstudie på den här typen av miljöer hänvisas till resultaten av Interregprojektet "Fiskeryngelproduktion i grunda havsvikar" som finansieras via InterregIIIA. (Johan Persson, Upplandsstiftelsen och Alfred Sandström, Fiskeriverket).

Beskrivningar enligt EUNIS habitat classification marine habitat types:

Översatt till svenska av SMHI i rapporten "Svensk Typologi för Kustvatten" (2004) från Revised classification and criteria, September 2004 (Davies och Moss).

- **Extremt utsatt.** Öppen kustlinje vänd mot den vanligaste vindriktningen, utsatt för oceanisk dyning utan skydd från öar eller grundområden. Fetch >1000km samt att djupområden är nära land (>50m djup inom 300m från land). Exempel: Öppen kust mot Atlanten. (Ej tillämplig i svenska Kustvatten och anpassat efter norska förhållanden i Skagerrak).
- **Mycket utsatt.** Öppen kustlinje vänd mot den vanligaste vindriktningen, utsatt för oceanisk dyning utan skydd från öar eller grundområden. Fetchen flera 100 km och där grunda områden <50 meter inte finns inom

300m från land. Utsatta områden kan också finnas där kustlinjen är vänd bort från vanligaste vindriktningen men där starka vindar med lång fetch är vanliga. Exempel: norra Bohuslän yttre öar samt södra och östra Gotland.

- **Utsatt.** Vanligaste vindriktningen är mot kusten, det finns dock visst skydd från yttre grundområden. Ej utsatt för oceanisk dyning. Kusten kan också vara vänd från vanligaste vindriktningen om det förekommer starka vindar med lång fetch. Exempel: ytter skärgård eller all svensk kust som saknar skärgård.
- **Mindre Utsatt.** Öppen kust som är vänd bort från vanligaste vindriktningen och utan lång fetch där starka vindar kan förekomma. Exempel: Bottenhavets inre områden.
- **Skyddat.** Det finns en begränsad fetch. Kusten kan ligga mot vanligaste vindriktningen men med kort fetch (20km), eller så kan det förekomma utbredda grundområden som ger skydd. Exempel: alla områden i eller innanför skärgård längs svenska kusten.
- **Mycket skyddat.** Fetchen är <20km och kusten är vänd från vanligaste vindriktningen. (Ej tillämpat i svenska Kustvatten).

I rapporten Baltic Marine Biotope Classification System (BMBCS) – definitions, methods and EUNIS compability (Backer, Leinikki och Oulasvirta, May 16, 2004) använder man de tre klasserna **Exposed**, **Moderately exposed** och **sheltered** i enlighet med vad som är föreslaget för Östersjön. Man använder den definitionen av effective fetch som Håkansson beskriver i Lake manual 1980, men man modifierar värdena för att undvika ett antal problem som man anser ger felaktiga exponeringsvärden. Man påpekar dock att exponeringen inte är precist definierad och föreslår att en gemensam skala för både Östersjö- och Atlantiska förhållanden borde utvecklas.

Sammanställning och analys av kustnära undervattensmiljö

RAPPORT 5591

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 91-620-5591-7
ISSN 0282-7298

Denna rapport presenterar resultatet av de GIS-sammanställningar och analyser som gjorts inom ramen för projektet Sammanställning och analys av kustnära undervattensmiljö. Ett övergripande syfte med arbetet har varit att skapa underlag för åtgärder för att kunna uppnå miljömålet Hav i balans samt levande kust och skärgård.

Rapporten beskriver arbetsmetoder och delar av de sammanställningar som gjorts, vidare ges en översiktlig beskrivning av hur vissa fysiska faktorer kan användas som underlag vid beräkning och modellering av utbredningen för några vanliga marina livsmiljöer. Till rapporten bifogas en DVD-skiva med sammanställda GIS skikt och statistik.

Rapporten är tänkt att inspirera och underlätta miljömålsarbetet för havet och öka förutsättningarna för att arbete på ett sammanhållet och integrerat sätt mellan sektorer och intressenter på alla nivåer.