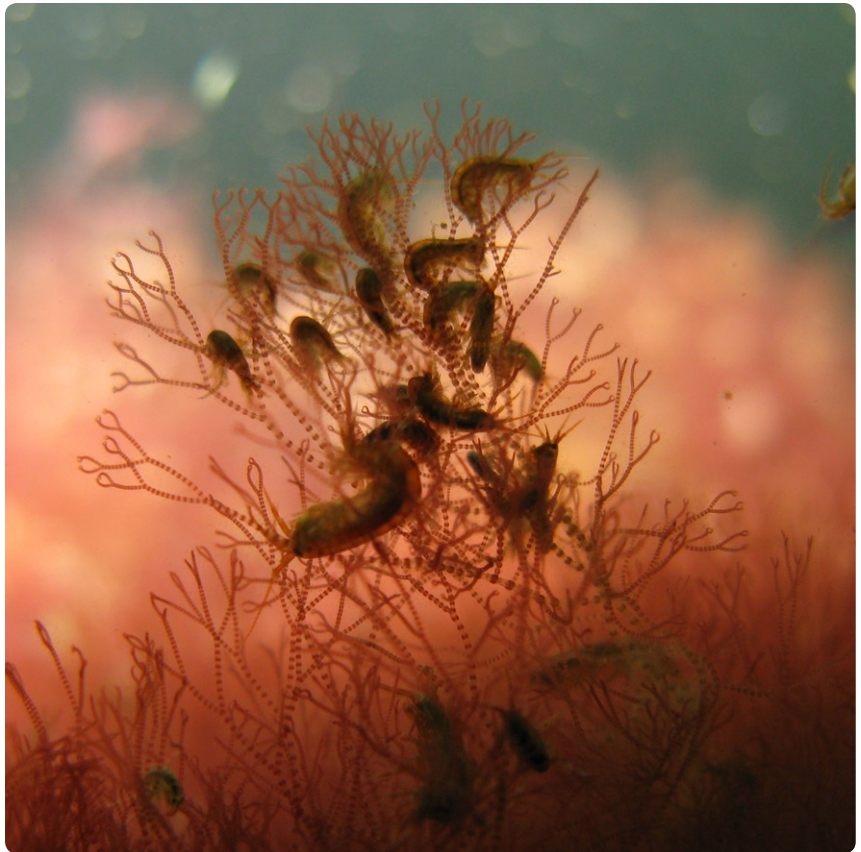
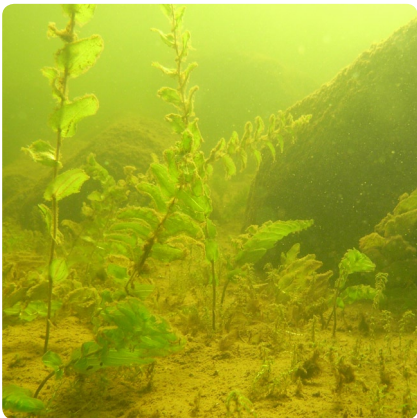
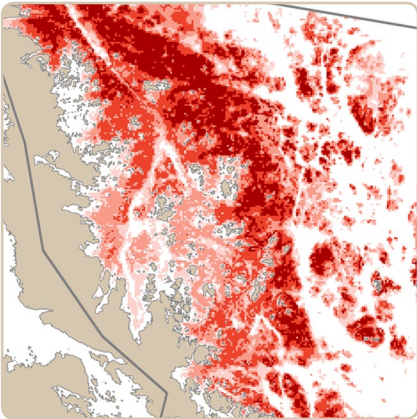


# Naturtyper på havets botten

baserat på art- och habitat modellering

RAPPORT 5987 • OKTOBER 2009



# Naturtyper på havets botten

Baserat på art- och habitatmodellering

NATURVÅRDSVERKET

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: [natur@cm.se](mailto:natur@cm.se)

Postadress: CM Gruppen AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/bokhandeln](http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln)

**Naturvårdsverket**

Tel: 08-698 10 00, fax: 08-20 29 25

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-5987-3.pdf

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2009

Elektronisk publikation

Omslag: Foto stora bilden: Karl Florén, foto gröna bilden: Tina Kumpula,  
Röd kartbild: AquaBiota Water Research

# Förord

Naturvårdsverket fick i ändring av regleringsbrevet för 2007 (M2007/3026/A) i uppdrag av regeringen att sammanställa biologiska data om naturtypers utbredning på havsbotten samt genomföra habitatmodellering och framställning av kartor och GIS-skikt (RU 25). Arbetet skulle inkludera Sjöfartsverkets digitalisering av äldre djupinformation i enlighet med förslag 22 i Aktionsplan för havsmiljön (Naturvårdsverket 2006). Sveriges Geologiska Undersökning, SGU:s analys och konvertering från maringeologiska kartor till information om havsbottnars ytsubstrat skulle även ingå. Resultaten skulle kunna utgöra ett viktigt underlag för havsmiljöåtgärder och annan planering, t.ex. projektering och tillståndsprovning av vindkraft.

Resultatet av uppdraget visas främst i form av kartor. Kartorna har beräknats med hjälp av GIS-modelleringar i vilka biologisk punktinformation omvandlas till heltäckande kartor. Modelleringen innebär att arternas förhållande till sin fysiska miljö beskrivs statistiskt. De fysiska faktorer som påverkar utbredningsmönster hos marina bottenlevande arter är till exempel djup, ytsubstrat, salthalt och vågexponering. Modelleringar har utförts baserade på underlag tillgängliga på tre geografiska skalor; nationell (Sveriges kust), regional (t.ex. Bottenhavet) och lokal nivå exemplifierat med tre pilotområden.

Med denna redovisning vill vi visa på potentialen med GIS-modellering och stimulera till en fortsatt uppbyggnad av heltäckande kunskapsunderlag för naturtypers och arters utbredning på havsbotten. Vi redovisar även betydelsen av statistiskt tillförlitlig information, men också risker med bristfälliga GIS-kartor. Vi hoppas att denna rapport ska inspirera och underlätta arbetet med havsmiljöåtgärder samt öka förutsättningarna att inkludera kunskapen om marina ekosystems utbredning vid förvaltning och fysisk planering. Även den viktiga samverkan mellan myndigheter som hanterar grundläggande marin information bör fortgå och utvecklas ytterligare.

Många illustrationer i denna rapport visar information från svenska sjökort. Publiceringen av denna information är i enlighet med avtal Dnr 010207-02-02039 mellan Naturvårdsverket och Sjöfartsverket.

Modelleringar som bygger på djupinformation med hög upplösning omfattas av sekretess enligt 2 kap. 2§ sekretesslagen (1980:100) och kan därför inte publiceras i denna redovisning, men kan på förfrågan till Naturvårdsverket delges behörig person i enlighet med kraven i 7§ säkerhetsskyddsförordningen (1996:633).

Uppdraget har utförts i nära samarbete med Patrik Wiberg på Sjöfartsverket, och Anders Elhammer på SGU, samt Ola Hallberg. Sjöfartsverket har bidragit med kapitlet om djupinformation, sjömätningssystemer och datatillgänglighet. I SGU:s kapitel beskrivs betydelsen av maringeologisk kartering ur ett biologiskt perspektiv och utveckling av modelleringar av ytsubstrat. Biologisk data har sammanställts, kvalitetskontrollerats och överförts till datahanteringssystemet MarTrans av konsult Mats Blomqvist, HAFOK som även bidragit med textavsnitt. Ansvarig för modellering och framställning av kartor och GIS-skikt samt texter har AquaBiota Water Research varit, med följande personer; Ida Carlén, Anna Engdahl, Martin



Isæus, Anna Nikolopoulos och Sofia Wikström. Cecilia Lindblad, Naturvårdsverket har ansvarat för uppdraget och varit redaktör för rapporten tillsammans med Julia Carlström, AquaBiota Water Research.

# Innehåll

<b>FÖRORD</b>	<b>3</b>
<b>INNEHÅLL</b>	<b>5</b>
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>8</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>10</b>
<b>INLEDNING</b>	<b>12</b>
Syfte och mål	13
Upplägg	13
<b>INTERNATIONELL UTBLICK</b>	<b>14</b>
<b>MODELLERINGSPROCESSEN</b>	<b>18</b>
<b>BIOLOGISKA VARIABLER</b>	<b>21</b>
Bottenlevande växter och djur	21
Bakgrund	21
Omfattning av insamlad data	21
Tillgänglighet	23
Datakvalitet och felkällor	23
Datahantering	25
<b>MILJÖVARIABLER</b>	<b>27</b>
Djup	27
Bakgrund	27
Ansvarig datavärd – djupdata	27
Sjömätning	27
Sjömätningstekniker	28
Sjömätningstekniker i pilotområdena	28
Digitalisering av analog djupinformation och uppbyggnad av nationell djupdatabas	29
Framtagande av GIS-skikt av djup och djupderivat för modelleringar	32
Tillgänglighet och villkor för användning av djupdata	35
Substrat	36
Bakgrund	36
SGU:s maringeologiska karteringar	37
SGU:s maringeologiska indelning och EUNIS substratklasser	38

Konvertering från SGU:s maringeologiska information till EUNIS substrat- klasser	39
Salthalt	46
Bakgrund	46
Tillgängliga data	46
Framtagande av mosaikraster	48
Vågexponering	50
Bakgrund	50
Beräkning av vågexponering	51
<b>MODELLERINGAR PÅ NATIONELL SKALA</b>	<b>54</b>
Bakgrund	54
Modellering	54
Blåstång	54
Underlagsdata	55
Prediktorvariabler	55
Kalibreringsdata	56
Valideringsdata	56
Modellering	57
Diskussion och slutsatser	60
Variablernas inverkan på olika skalor	60
Extern validering och kvalitet i underlagen	61
<b>MODELLERINGAR I PILOTOMRÅDEN</b>	<b>63</b>
Råneå pilotområde	64
Inledning	64
Underlagsdata	67
Modelleringsresultat och prickkartor	68
Diskussion och slutsatser	74
Gräsö-Singö pilotområde	74
Inledning	74
Underlagsdata	78
Modelleringsresultat och prickkartor	78
Diskussion och slutsatser	87
Missjö pilotområde	88
Inledning	88
Underlagsdata	90
Modelleringsresultat och prickkartor	91

Diskussion och slutsatser	97
<b>KVALITET I UNDERLAGSDATA</b>	<b>99</b>
Fysiska underlagsdata	99
Biologiska underlagsdata	100
<b>DISKUSSION</b>	<b>103</b>
Habitatmodellering	103
Förvaltningens behov av kartor	104
Förvaltningsverktyg	107
Kartunderlag för naturvärdesbedömning	107
Vindkraftetablering och behov av marinbiologisk kartläggning	108
Sekretess av djupinformation	109
Kostnadsuppskattning	109
Slutsatser	111
<b>REFERENSER</b>	<b>112</b>
<b>ORDLISTA</b>	<b>116</b>
<b>BILAGOR (FINNS PÅ CD-SKIVA)</b>	<b>118</b>

# Sammanfattning

Denna rapportering av regeringsuppdrag 25 (M2007/3026/A) bidrar med underlag som underlättar arbetet med skydd, fysisk planering och förvaltning av kust- och havsområden. Det är även en beskrivning av användbarheten av habitatmodellering och GIS-kartor som ett verktyg i den fortsatta uppbyggnaden av kunskapen om marina undervattensmiljöer.

För att utveckla marina landskapskartor behövs bra information om fysiska faktorer som djup, bottensubstrat, salthalt och vågexponering, vilka skapar grundläggande förutsättningar för olika habitat och arters överlevnad. I detta arbete har en genomgång gjorts av de viktigaste fysiska underlagen för habitatmodellering av fastsittande växter och djur. I avsnittet om djupinformation, som är den viktigaste grundläggande faktorn i all modellering i marina miljöer, beskriver Sjöfartsverket arbetet med sjömätning och den nya satsningen på digitalisering av analoga djupdata. Dessa detaljerade djupdata utgör ett tillräckligt bra underlag för modelleringar och är även viktig information vid fältinventeringar. Den komplicerade tillståndsprocessen för hantering och spridning av detaljerade djupdata försvårar emellertid användandet av djupinformationen, samt minskar möjligheten att sprida art- och habitatmodeller som bygger på detaljerad djupinformation. På grund av detta har i denna redovisning ett 10-tal detaljerade modelleringsresultat belagts med sekretess. Dessa modellerade habitatkartor kan på förfrågan till Naturvårdsverket, enbart delges behörig person i enlighet med kraven i 7 § säkerhetsskyddsförordningen (1996:633).

I beskrivningen av bottensubstrat påvisas betydelsen av att konvertera maringeologisk information till yttäckande substratklasser i enlighet med EUNIS klassificeringssystem. Resultatet av SGU:s påbörjade arbete förbättrar möjligheten att koppla utbredning av habitat till maringeologiska substratklasser.

Salthalten är en styrande faktor som till stor del reglerar utbredningen av växter och djur i Östersjön. I rapporten redovisas en salthaltskarta på nationell skala samt i detaljerad skala med upplösningen 200m.

Vågors påverkan har stor strukturerande betydelse för växter och djur, speciellt i strandzonen. I rapporten redovisas beräkning av vågexponering anpassad för nationell och lokal skala.

Data om bottenlevande växter och djur har sammanställts och lagts in på ett standardiserat sätt i databasen MarTrans. Data finns idag utspritt hos olika myndigheter och utförare, med variationer i t.ex. provtagningsmetoder och redovisningskvalitet, vilket gör att sammanställning av befintlig information är tidskrävande. För denna rapportering har data från ca 6 000 transektinventeringar sammanställts.

De art- och habitatmodelleringar som utförts inom ramen för denna redovisning baseras på underlag tillgängliga på tre geografiska skalor; nationell, regional och lokal nivå. På nationell och regional skala kan i dagsläget inte en tillräckligt hög statistisk kvalitet i modelleringsresultaten erhållas, vilket beror på otillräckliga underlag för modelleringen. För väl undersökta arter som blåstång kan dock en intermediär kvalitet av modellen erhållas på regional skala. Det är fullt rimligt att successivt förbättra underlagen och därmed kunna uppnå heltäckande utbredningskartor för nyckelhabitat på denna skala. Genom att

konsekvent fortsätta arbetet med att sammanställa och digitalisera befintligt dataunderlag från biologiska inventeringar, såsom Sjöfartsverkets detaljerade djupinformation, SGU:s substratklassning samt övriga underlag, kan art- och habitatkartor på nationell och regional skala förbättras avsevärt. Detta arbete liknar det som ingår i EU:s marina direktiv, där medlemsländerna ska sammanställa data på ett enhetligt sätt, ha identifierat och kartlagt viktiga habitat i varje marin region fram till år 2012.

De lokala modelleringarna har utförts i tre pilotområden där det funnits god tillgång till underlagsdata för modellering. Dessa områden är Råneå (Norrbotten) i Bottenviken, Gräsö-Singö (Uppland) i södra Bottenhavet, Ålands hav och Missjö (Östergötland) i Egentliga Östersjön. Resultatet visar att på den lokala skalan, där detaljerade underlagsdata finns, kan modellerade art- och habitatutbredningar av hög kvalitet tas fram. Dessa GIS-kartor utgör tillförlitliga beslutsunderlag för skydd och förvaltning av marin miljö samt är en viktig grund för fysisk planering i kustnära havsområden.

I planeringsprocessen och vid förvaltning av marin miljö finns behov av underlagsinformation i form av kartor som på ett tydligt och pedagogisk sätt beskriver de ekologiska förhållandena. Eftersom kartor kan tas fram med olika skalor och med varierande detaljeringsgrad, är det viktigt att använda relevant detaljeringsnivå i förhållande till aktuellt användningsområde. På nationell skala i ett övergripande planeringssyfte, exempelvis riksintressen för vindkraft, används lämpligen kartor med låg detaljeringsgrad som visar på generella storskaliga mönster. Men när områden av intresse för etablering av vindparker pekats ut, måste en detaljerad kartläggning ske. För planering på regional nivå kan underlagskartor i skalområdet 1:300 000-1:100 000 vara lämpligt, medan vid arbete med kustnära skydd bör åtminstone underlag i skalan 1:50 000-1:25 000 användas. Även val av undersökningsmetodik har betydelse för den detaljeringsgrad som kartmodelleringar visar. Underlag från glest insamlad data kan inte ge tillförlitliga underlag på en lokal nivå och en tätare datainsamling med samma metod kan bli kostsam.

En ungefärlig kostnadsuppskattning för att utföra en detaljerad habitatmodellering i ett genomsnittligt kustlän har tagits fram. Den ger en beräknad kostnad på ca 2 miljoner kronor per län och för samtliga 13 kustlän uppskattas kostnaderna till ca 26 miljoner kronor. Utgångspunkten är att befintligt underlagsmaterial från tidigare fältundersökningar används, men viss komplettering är inräknad. Total kostnad för att ta fram kartor över de viktigaste växt- och djursamhällena för Sveriges marina miljö ut till gränsen för ekonomisk zon, beräknas till ca 80-100 miljoner kronor. Detta inkluderar Sjöfartsverkets digitaliseringsarbete samt den uppskattade kostnaden för habitatmodellering i de 13 kustlänen.

Parallellt med pågående arbete med datalaggnings av befintlig information samt modellering är det viktigt att stimulera till ökad kunskap och utveckling av andra tekniker, som på sikt kanske kan bidra till snabba översiktliga karteringar av den hemlighetsfulla havsbotten.

## Summary

This report on Government Commission 25 (M2007/3026/A) provides information intended to facilitate protection, physical planning and management of coastal and sea areas. It also gives a description of the usefulness of habitat modelling and GIS maps as tools in the continued accumulation of knowledge of marine underwater environments.

In order to develop marine landscape maps, there is a need for reliable information on physical factors such as depth, seabed substrate, salinity and wave exposure, which provide basic conditions affecting the occurrence of various habitats and species. This report includes a review of the most important physical information for habitat modelling of adherent benthic macroalgae, plants and animals. In the section on depth information, which is the most important factor in all modelling of marine environments, the Swedish Maritime Administration describes its hydrographical surveying work and its new initiative to digitalise analogue depth information. This detailed data on depth provides an adequate basis for modelling and is also important when planning field surveys. However, the complicated permit process for management and dissemination of detailed depth data hinders the use of depth information and reduces opportunities to disseminate species and habitat models based on detailed depth information. For this reason, about 10 sets of detailed modelling results in this report have been classified as secret. These modelled habitat maps can only be released by the Swedish Environmental Protection Agency to authorised individuals who comply with the requirements of section 7 of the Security Protection Ordinance (1996:633). The description of the seabed substrate shows the significance of converting marine geological information to surface-covering substrate classes in accordance with the EUNIS classification system. The results of the ongoing work of SGU (the Geological Survey of Sweden) provide greater opportunities to link distribution of habitat to marine geological substrate classes. Salinity is the primary factor regulating the distribution of species on a large geographical scale in the Baltic Sea. The report contains a salinity map on a national scale and one on a detailed scale, with a resolution of 200 m. The effect of waves is significant for the structuring of plants and animals, particularly in shallow areas. This report shows calculations of wave exposure, adapted for use on the national local scales. The set of biological data in this report is an extended version of data from a previous commission, where standardised information on benthic macroalgae, plants and animals was entered into the MarTrans database. The data that exists today is spread between various government authorities and agents, with variation in, for example, survey methods and quality of results, making the compilation of existing material a time-consuming task. For this report, data from about 6,000 transect inventories has been compiled.

The species and habitat modelling that has been carried out within the framework for this report are based on information available on three geographical scales: national, regional and local. At the national and regional levels it is not currently possible to achieve sufficient statistical quality in the modelling results because of insufficient information on which to base modelling. However, for well-researched species such as bladder wrack, it is possible to achieve a model of intermediate quality at a regional level. It is entirely possible to improve the information gradually and, as a result, compile comprehensive distribution maps for key habitats on this scale. By consistently compiling and digitalising existing information from biological inventories it is possible to improve species and

habitat maps at the national and regional levels. This includes using data from the Swedish Maritime Administration's detailed depth data, SGU's substrate classification and other sources. This work is similar to the requirements of the EU Marine Strategy Directive, in which Member States are required to compile data in a uniform manner and to have mapped important habitats in every marine region by 2012.

Local modelling has been carried out in three pilot areas, and there has been good access to information on which to base modelling. These areas are Råneå (Norrbotten) in the northern part of the Gulf of Bothnia, Gräsö-Singö (Uppland) in the southern part of the Gulf of Bothnia, the Sea of Åland, and Missjö (Östergötland) in the Baltic Sea proper. The results show that on a local level, where there is detailed information on which to base them, high-quality modelled species and habitat distribution maps can be produced. These GIS maps constitute reliable decision-making process management and protection of the marine environment and important basic layers for physical planning of coastal sea areas.

In planning and managing the marine environment, there is a need for information in the form of maps that describe the ecological conditions in a clear and didactic manner. Since digital maps can be viewed in different scales and with varying levels of detail, it is important to use the appropriate level of detail for the area of interest. At a national level, in the interests of overall planning, for example, for national wind power facilities, it would be appropriate to use maps with a low level of detail that show general, largescale patterns. However, once areas have been selected that are of interest for construction of wind farms, it is important to map each area at a more detailed level. For planning at a regional level, information maps on a scale between 1:300,000 and 1:100,000 would be suitable, while work on coastal protection areas would require the use of maps on a scale between 1:50,000 and 1:25,000. Selection of an appropriate investigation methodology is also significant for the level of detail shown on a map. Information gleaned from sparse data will not provide a reliable basis for management at a local level, and the collection of more comprehensive data using the same method could be costly.

An approximate estimate of the cost of detailed habitat modelling in an average coastal county has been drawn up. This gives an estimated cost of approximately SEK 2 million per county, and for all 13 of Sweden's coastal counties the cost is estimated at SEK 26 million. This is based on the use of existing information from previous field investigations, but there is recognition that this information will need to be supplemented. The total cost of mapping the most important plant and animal communities for Sweden's marine environment, covering Sweden's territorial waters and EEZ (Exclusive Economic Zone), is estimated at approximately SEK 80–100 million. This includes the digitalisation work of the Swedish Maritime Administration and the estimated cost of habitat modelling in the 13 coastal counties.

While the work to digitize existing information and modelling is going on, it is important to stimulate the development of new technology, such as remote sensing, that in the long run may contribute to quicker surveys of the seabed.



# Inledning

Kartor är oundgängliga i förvaltning och skydd av landmiljön i Sverige och runt om i världen. På land är det självklart att det finns kartor som beskriver topografin och naturmiljön, och det finns ett stort antal specialkartor för olika tillämpningar. På detta område är havsmiljön eftersatt. Men med allt större fokus på havets långsiktiga nyttjande och skydd har behovet av heltäckande kartläggning av livsmiljöer på havsbotten ökat.

Inom HELCOM-samarbetet har länderna kring Östersjön beslutat om ett gemensamt åtgärdsprogram, Baltic Sea Action Plan (HELCOM 2007), där utveckling av marina landskapskartor, kartläggning av habitatbildande arter och fiskrekryteringsmiljöer är några av åtgärderna. Ett uppdaterat klassificeringssystem för Östersjöns naturtyper ska redovisas till 2011.

Kartering av havsbotten är även ett krav i EU:s marina direktiv (direktiv 2008/56/EG), där grundläggande förhållanden som fysiska faktorer, speciella livsmiljöer och habitat ska identifieras och kartläggas i varje marin region (Bilaga III, Tabell 1). Detta ska ligga till grund för fastställande av god miljöstatus, miljömål och övervakningsprogram. Sveriges regering verkar för att Östersjön ska bli ett pilotområde för tillämpning av ekosystemansatsen, där GIS-kartor och modellering lyfts fram som ett verktyg i marin fysisk planering och förvaltning. Även i regeringens proposition ”En sammanhållen svensk havspolitik” (2008/09:170) beskrivs behovet av kartläggning av det marina landskapet och vikten av fortsatt sammanställning av biologisk data om naturtyperns utbredning samt utveckling av habitatmodellering.

I samklang med detta fick Naturvårdsverket i *Ändring av regleringsbrev för budgetåret 2007 (M2007/3026/A)* ett antal nya regeringsuppdrag. Ett av dessa uppdrag (RU 25) handlar om utökad kunskap om marina områden och utveckling av habitatmodeller samt GIS-kartor, bl.a. med syfte att underlätta arbetet med skydd och förvaltning tillika planering av verksamheter i kust och havsområden.

I denna rapport redovisas arbetet som har utförts i uppdrag 25 ”Data om havsbotten”. Nedan återges regeringsuppdraget i sin helhet.

*“Naturvårdsverket skall sammanställa biologiska data om naturtyperns utbredning på havsbotten samt genomföra habitatmodellering och framställning av kartor och GIS-skikt. Utgångspunkt skall bland annat vara Sjöfartsverkets arbete med digitalisering av data för en djupdatabas i enlighet med förslag 22 i Aktionsplan för havsmiljön och Sveriges geologiska undersöknings analys och konvertering av insamlade data om havsbottens geologi. Resultaten skall kunna utgöra ett viktigt underlag för havsmiljöåtgärder och annan planering, t.ex. projektering och tillståndsprövning av vindkraft. Uppdraget skall slutredovisas senast den 31 maj 2009.”*

Havsbotten kan inte karteras med samma metoder som används för landmiljön. Flygbilder och satellitbilder som är viktiga i karteringsarbetet på land, har hittills inte kunnat användas i någon större omfattning p.g.a. vattnets färg och grumlighet. Forskning pågår dock på området och det är möjligt att dessa och andra fjärranalysmetoder på sikt kan bidra i karteringen av grunda miljöer. Den dominerande informationen om växter och

djur på och i marina botten är i form av fältobservationer eller provtagning från separata punkter eller transektlinjer. Denna typ av data samlas kontinuerligt inom programmet för nationell miljöövervakning, i basinventeringen för marina skyddade områden samt vid miljökonsekvensbeskrivningar inför exploatering, etc. För att skapa en heltäckande bild av marina livsmiljöer eller enskilda arter har modelleringsmetoder utvecklats. Med hjälp av modellering kan punktvis information omvandlas till heltäckande kartor. Modelleringen innebär att arternas förhållande till sin fysiska miljö beskrivs statistiskt och den statistiska modellen används därefter för att rita upp kartor över arters utbredning, baserad på information som beskriver den fysiska miljön. Viktiga fysiska faktorer som påverkar utbredningsmönster hos marina bottenlevande arter är till exempel djup, ytsubstrat, saltinnehåll och vågexponering. För att modellerade kartor ska kunna fungera som beslutsunderlag krävs att kartornas precision och kvalitet motsvarar de krav som ställs. Kvaliteten för de modellerade art- och habitatkartorna styrs i stor utsträckning av kvaliteten hos underlagen som modellerna baseras på, vilket inkluderar både biologiska fältdata och de fysiska skikten.

## Syfte och mål

- Att beskriva de principiellt viktigaste stegen i modelleringens processen och peka på betydelsen av validering för att få ett kvalitetssäkrat resultat.
- Att beskriva de fysiska faktorer som påverkar marina arters utbredning, och hur tillgänglighet och kvalitet på underlagsinformationen påverkar resultatet av modelleringarna.
- Att ta fram art- och habitatkartor som är möjliga utifrån underlag tillgängliga i dagsläget samt hur karteringsresultaten påverkas av data med olika detaljeringsgrad.
- Att visa på kartornas användbarhet inom planering och förvaltning i relation till olika geografiska skalor

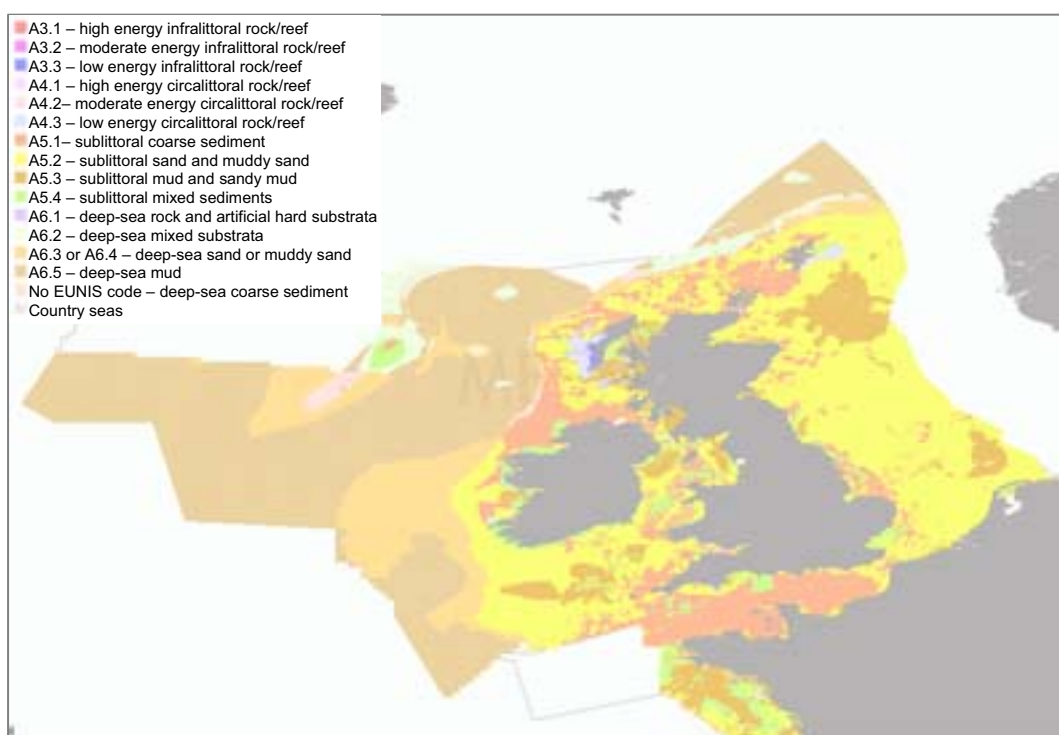
## Upplägg

Rapporten inkluderar en internationell utblick för att exemplifiera vilka större marina karteringsinsatser som utförs i Östersjön och runt om i Europa. Detta följs av en beskrivning av modelleringens processen och resonemang kring kvalitet och upplösning. En genomgång av de viktigaste underlagen för habitatmodellering har gjorts, vilket resulterat i separata kapitel om biologiska variabler, djupinformation, ytsediment, saltinnehåll och vågexponering. Modelleringar har utförts baserade på underlag tillgängliga på nationell, regional och lokal nivå.

De lokala modelleringarna har utförts i tre pilotområden där det funnits god tillgång till underlagsdata för modellering. Dessa områden är Råneå (Norrbotten) i Bottenviken, Gräsö-Singö (Uppland) i södra Bottenhavet och Missjö (Östergötland) i Egentliga Östersjön. Rapporten avslutas med diskussion kring användbarheten av kartunderlagen, kvalitetsaspekter, förbättringspotential och förslag på hur arbetet med att kartera svensk marin miljö bör fortsätta samt en ungefärlig kostnadsuppskattning.

## Internationell utblick

Internationellt pågår arbete med att kartera och beskriva havsbottenarna. I detta kapitel presenteras en överblick över pågående och avslutade större karterings- och modelleringsprojekt med fokus på europeiska havsområden. Avsikten är att ge överblick, snarare än en fullständig katalog över vad som görs och är gjort. Ett viktigt forum för standardisering av metoder och utbyte av erfarenheter är ICES arbetsgrupp för marin habitatkartering (WGMHM). Mer ingående beskrivningar av de projekt som tas upp här och andra pågående projekt finns i årliga rapporter från ICES WGMHM (<http://www.ices.dk>) och på projektens hemsidor.

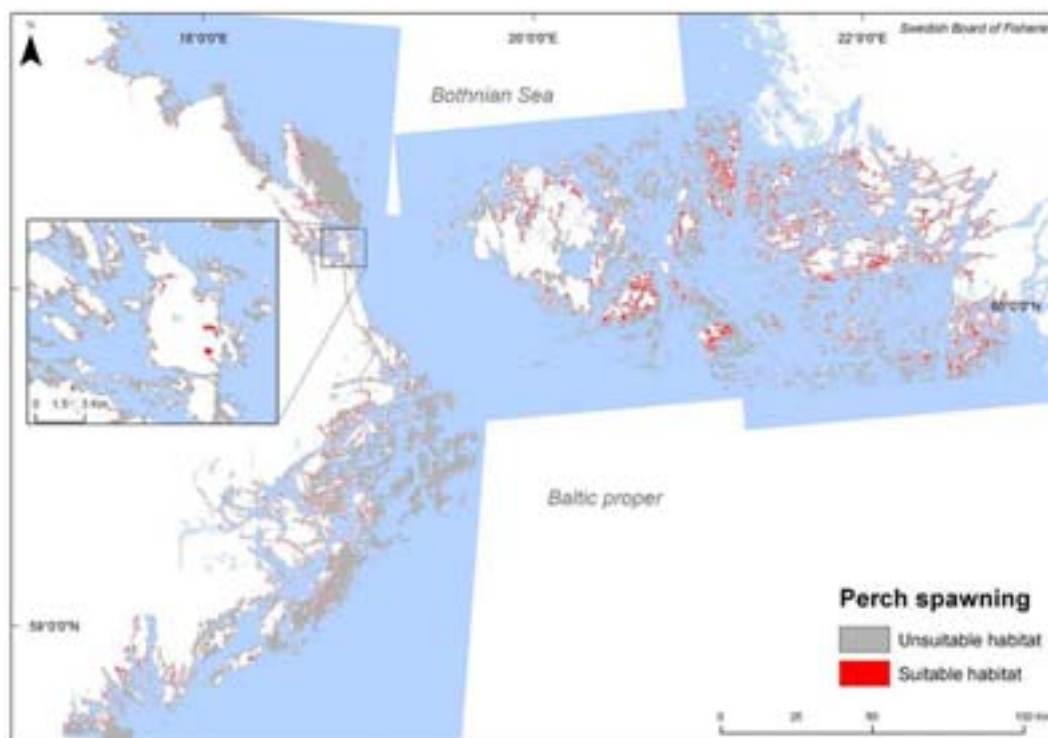


Figur 1. EUNIS-habitat på havsbotten i nordvästra Europa. Bilden är tagen från MESH Consortium web-GIS data ([www.searchmesh.net](http://www.searchmesh.net)), finansierat av INTERREG IIIB NEW programme ([www.nweurope.org](http://www.nweurope.org)).

Två stora projekt som betytt mycket för utvecklingen av storskalig kartering av marina habitat i Europa är MESH och BALANCE, båda delfinansierade av EU:s Interreg-program. **MESH-projektet** (2004-2008) i nordvästra Europa har täckt in alla steg i produktionen av marina kartor, från datainsamling till harmonisering av befintliga underlag, kvalitetssäkring och spridning av färdiga kartor (<http://www.searchmesh.net>). En viktig del av projektet har varit att ta fram metoder och riktlinjer för habitatkartering av havsbottenar, dessa finns sammanställda på projektets hemsida. Exempel på metoder som testades framgångsrikt var flygburen lasermätning av djup (LiDAR) för kartering av batymetri i grunda områden och akustiska system (t.ex. flerstäligt ekolod) för kartering av batymetri och bottensubstrat i djupa områden (Coggan m.fl. 2007).

Förutom metodutveckling har MESH producerat en heltäckande karta över bottenhabitat i nordvästra Europa, där habitaterna är beskrivna med utgångspunkt från det europeiska EUNIS-systemet (European Nature Information System) för habitatklassificering (Figur 1). Kartan har tagits fram genom sammanläggning av befintliga kartor över fysiska faktorer (t.ex. batymetri, bottensubstrat och vågexponering) som definierar dessa habitatklasser. Den visar därför översiktliga habitatklasser (ned till EUNIS nivå 3 eller 4). För en mer detaljerad klassning krävs även biologiska fältinventeringar.

**BALANCE-projektet** (2005-2007) har utvecklat heltäckande kartor över bottenhabitat i hela Östersjöregionen (<http://www.balance-eu.org>). Till skillnad från MESH användes inte EUNIS-systemet för habitatklassificeringen, eftersom det befintliga systemet inte ger någon bra beskrivning av den speciella miljön i Östersjön. Istället togs det fram en egen klassificering av habitat, ”marina landskap” (Al-Hamdani & Reker 2007). Klassificeringen bygger dock på samma princip som EUNIS, dvs. habitaterna beskrivs utifrån ett antal fysiska faktorer som förväntas beskriva ekologiskt relevanta habitat.



Figur 2. Utbredningen av potentiella lekhabitat för abborre i Skärgårdshavet. Kartan är framtagen i BALANCE-projektet genom rumslig statistisk modellering, där lekhabitaterna predikteras utifrån miljövariablerna djup, vågexponering och siktdjup (från Dinesen 2008).

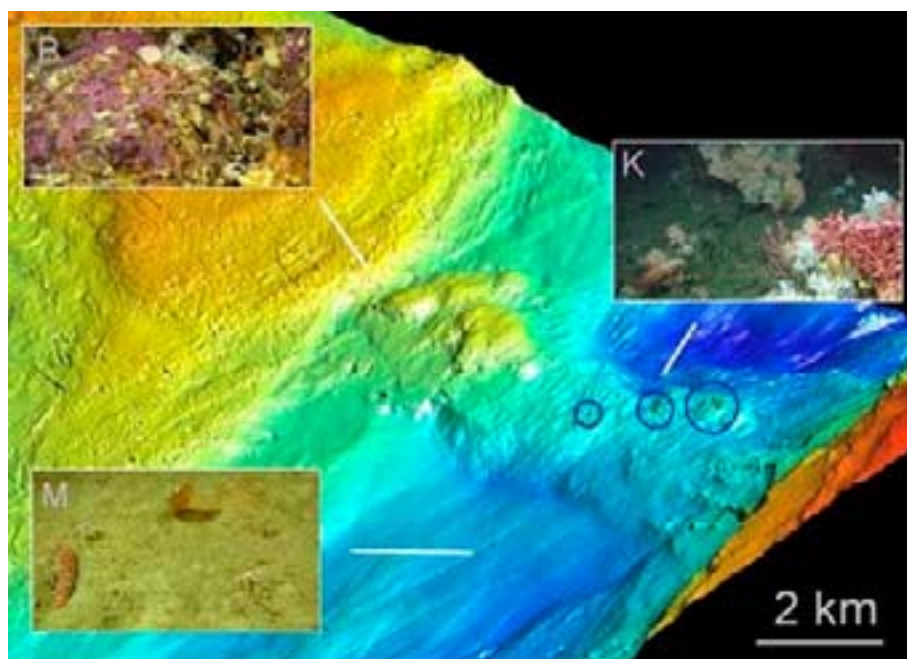
Den storskaliga karteringen av marina landskap i Östersjön och EUNIS-klassificeringen i Nordsjön har haft som mål att ta fram enhetliga kartor över stora områden, för att få en transnationell beskrivning av den marina miljön. Sådana storskaliga kartor är av stort värde för marin förvaltning på nationell och internationell skala, t.ex. vid förvaltning av fiskeresurser och för upprättande av nätverk av skyddade områden. Däremot är de alltför grovskaliga för att fungera som planeringsunderlag på regional lokal skala. I BALANCE-projektet gjordes därför även pilotstudier i fyra delområden (Kattegatt-Skagerrak, Born-

holmsdjupet, Skärgårdshavet och de baltiska staterna) för att ta fram mer finskaliga lokala kartor. Dessa studier omfattar dels kartläggning av EUNIS- och Natura 2000-habitat, dels rumslig statistisk modellering av viktiga arter. Modelleringen täckte in utbredningen av habitatbildande alger och musslor samt fiskhabitat och fiskrekryteringsområden i Skärgårdshavet och Bornholmsdjupet (Dinesen 2008, Leth 2008, Figur 2). En av de slutsatser som kunde dras var, att rumslig statistisk modellering är ett kostnadseffektivt sätt att ta fram finskaliga utbredningskartor för marina habitat och arter över stora geografiska områden. En annan slutsats var att bra underlagsdata, exempelvis kartor över djup och bottensubstrat, är centralt för att kunna ta fram sådana utbredningskartor.

Projektet BALANCE och MESH är avslutade, men arbetet med att harmonisera underlag och ta fram storskaliga habitatkartor över havsbottarna i en stor del av EU kommer att drivas vidare i det nya projektet **EU SeaMap** (2009-2010). I detta arbete ingår även att anpassa EUNIS-systemet för Östersjön och Medelhavet, vilket kommer att möjliggöra en enhetlig habitatklassificering av hela den europeiska kusten.

Vid sidan av de europeiska internationella karteringsprojekten pågår en mängd regionala och nationella projekt för att kartera habitat, viktiga arter och naturvärden på havsbottarna. Vad gäller nationella program ligger exempelvis Irland och Norge långt framme. Irland har arbetat aktivt med kartering av sina öppna havsområden sedan 1999. Sedan 2005 pågår det omfattande karteringsprogrammet **INFOMAR** för att kartera även kustzonen (<http://www.infomar.ie>). Projektet innebär fältmätningar med bl.a. flerstråligt ekolod i djupa områden, kompletterat med flygburen LiDAR för att kartera batymetri och bottenbeskaffenhet i kustnära områden.

Norge har nyligen initierat ett motsvarande projekt, det statligt finansierade **MAREANO** (<http://www.mareano.no/>). På sex år (2005-2010) ska projektet, som har en total budget på ca 31 milj. €, ta fram heltäckande, detaljerade kartor över batymetri, bottenförhållanden, naturtyper, utbredningen av djurarter och miljöpåverkan för ett stort område utanför nordnorska kusten (totalt 142 000 km<sup>2</sup>). För att nå dit finns det ett mycket ambitiöst mätprogram med detaljkartering av batymetri och bottensubstrat i hela området med flerstråligt ekolod (Figur 3). Naturtyper och miljögifter karteras genom omfattande provtagning och videodokumentation i utvalda områden och heltäckande kartor kommer att skapas genom prediktioner utifrån batymetri och bottensubstrat. Erfarenheterna hittills visar att flerstråligt ekolod med back-scatter har stor potential för att kartera sediment och geologiska objekt. De biologiska provtagningarna har inneburit en kraftig ökning av kunskapen om arter och habitat i detta havsområde, men arbetet med att modellera naturtyper och utbredningen av arter har ännu inte kommit så långt. På sikt kommer dock MAREANO kunna visa hur långt det går att utveckla habitatkartering när det finns tillgång till bra underlag på batymetri och bottensubstrat.

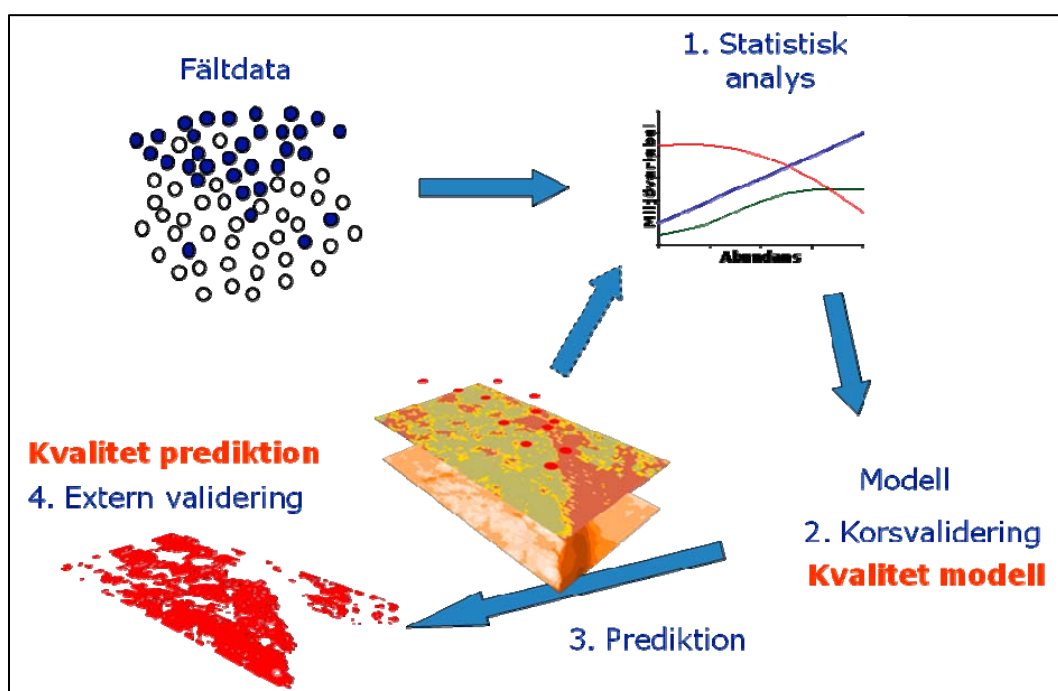


Figur 3. Avbildning av havsbotten i Nordnorge, med infällda bilder av typiska växt- och djursamhällen i blockbranter (B), på mjukbotten (M) och korallrev på ryggar (K). Bilden är framtagen från mätningar med flerstråligt ekolod och videofilmning av botten i MAREANO-projektet.

Metoder för rumslig modellering av arter och habitat har istället utvecklats vidare i andra karteringsprojekt. En sammanställning av det arbete som gjorts i Östersjöområdet har tagits fram inom HELCOM:s (Helsingforskommissionens) projekt **Bio** ([http://www.helcom.fi/projects/on\\_going/en\\_GB/BIO/](http://www.helcom.fi/projects/on_going/en_GB/BIO/). Baltic Sea environment proceedings no. 116B 2009.) Denna rapport visar att Sverige ligger långt framme vad gäller att använda modellering som ett redskap för kartläggning av habitat och arter. Över hälften av de listade studierna är helt eller delvis utförda i svenska havsområden. Exempelen inkluderar allt från utbredningen av arter i kustnära områden med några tiotals km<sup>2</sup> storlek, till utbredningen av blåstång och blåmussla i hela Östersjön eller Kattegatt. De senare exemplen kommer från projektet **MopoDeco**, finansierat av Nordiska Ministerrådet. MopoDeco-projektet är inte avslutat, preliminära resultat visar att underlagsdata fortfarande är alltför dåliga för att kunna skapa heltäckande habitatkartor *av jämn kvalitet* för enskilda arter på en så stor geografisk skala. På en mindre geografisk skala finns dock flera lyckade exempel på användning av rumslig modellering för kartering både av enskilda arter, t.ex. stora alger, blåmusslor, fisk och havskräftor samt EUNIS- och Natura 2000-habitat.

# Modelleringsprocessen

Modellering är ett vitt begrepp som kan innefatta allt från enkla orsakssamband till avancerade datorberäkningar. I detta sammanhang avses rumslig statistisk modellering, vilket syftar till att modellera den rumsliga utbredningen för en art, en substratklass, ett habitat eller någon annan responsvariabel utifrån empiriska data. Normalt modelleras inte förändringen av denna utbredning över tid, men även sådana tillämpningar är möjliga. Ibland kallas denna teknik även habitatmodellering, vilket egentligen bara är en av flera möjliga tillämpningar.



Figur 4. Principbild av modellering.

Modelleringsprocessen visas schematiskt i Figur 4. Principen är att artens utbredningsmönster i relation till ett antal miljövariabler först analyseras statistiskt (1). Detta sker genom att observationsdata från fältinventeringar jämförs med värden som är uppmätta eller modellerade, t.ex. djup, vågexponering, salthalt och sediment. Det går att använda ett större antal miljövariabler, förutsatt att de kan antas vara relevanta för utbredningen av den modellerade arten. Miljövariabler som inte förbättrar modellen påtagligt sorteras bort i denna analys. Modellen är en matematisk beskrivning av hur de utvalda miljövariablerna påverkar artens utbredning. Det finns många olika modelleringstekniker och de använder olika sätt att beskriva arternas utbredning. Ett vanligt sätt att beskriva artutbredningen är att ange sannolikheten för att en art ska förekomma på en plats, alltså ett procenttal eller ett värde mellan 0 och 1. Ett andra alternativ är att ange ett kvantitativt mått på artens förväntade förekomst, t.ex. biomassa eller täckningsgrad. Detta är ju ofta önskvärt, men det kräver bättre underlagsdata för att kunna uppnås jämfört med förekomstmodellering. Ett tredje alternativ är att ange om platsen är typisk, eller lämplig för arten. Det



sistnämnda alternativet är det som ligger närmast beskrivningen ”habitatmodellering”. Det förekommer också andra varianter eller omvandlingar mellan dessa, t.ex. kan en karta med sannolikhetsvärden göras om till en habitatkarta, genom att använda ett gränsvärde för när sannolikhet för förekomst ska betraktas som lämpligt habitat. I den här rapporten redovisas endast sannolikhetskartor.

Analysen resulterar i en modell. Modellen bedöms först genom ett värde, som beskriver hur väl modellen beskriver artens variation utifrån de data som modellen bygger på. För sannolikhetsmodeller är det lämpligt att använda utvärderingsmättet AUC (Area Under Curve, se faktaruta AUC). Kvantitativa modelleringsresultat kan bedömas genom att ange hur väl modellerade resultat överensstämmer med fältobservationerna modellen bygger på, genom att ange korrelationskoefficient,  $R$ ,  $R^2$  eller liknande.

#### Faktaruta AUC

AUC är ett mått på kvaliteten av en modell eller en prediktion. Ett AUC-värde på 1 innebär att samtliga förekomster och icke förekomster är korrekt klassade i jämförelse med de datapunkter som har använts för att utvärdera modellen eller prediktionen. Ett AUC-värde på 0,5 anger att resultatet är helt slumpmässigt.

I dagsläget saknas konsensus för hur AUC-värden ska tolkas när det gäller habitatmodellering. Enligt en rekommendation av Hosmer & Lemeshow (2000) används vidstående termer i denna rapport.

AUC-värde	Kvalitet
0,9-1,0	Utmärkt
0,8-0,9	God
0,7-0,8	Intermediär
0,5-0,7	Dålig

Nästa steg är att bedöma modellens kvalitet och stabilitet (2). Det finns flera metoder för detta, och många av dem är specifika för olika modelleringstekniker. Den metod som används i denna rapport är korsvalidering. Det finns olika metoder även för detta, men gemensamt är att delar av de fältdata som modellen baserats på även används för att utvärdera modellen, vanligtvis genom slumpvisa urval upprepade gånger. I denna rapport anges cvAUC som ett resultat av denna korsvalidering, och värdet bedöms på samma sätt som AUC. Det som uppnås med denna test är att modeller, som är överanpassade eller dåliga på annat sätt, avslöjas genom låga värden för cvAUC, vilket innebär att modellens kvalitet är dålig. En överanpassad modell betyder att modellen inte bara anpassats till den variation hos artens utbredning som är orsakad av de ingående miljöfaktorerna, utan även på variation orsakad av andra faktorer eller slumpen. Att ha många miljöfaktorer i modellen ökar risken att överanpassa modellen, liksom att använda en modelleringsmetod som är alltför följsam gentemot utbredningens variation. Brister i underlagsdata överförs på olika sätt till modelleringsresultatet. Kvalitetsproblem i underlagsdata och effekter av detta redovisas under ”Kvalitet i underlag och prediktioner” nedan.

När modellen är färdig kan den användas för att göra prediktioner, dvs. beräkningar av artens förekomst i heltäckande kartor i s.k. rasterformat (3). En rasterkarta består av ett stort antal mindre rutor och inom varje ruta är mätvärdet för varje miljövariabel konstant.



Vid prediktionen körs modellen för varje ruta, och varje gång hämtas värdet för varje miljövariabel från motsvarande ruta i rasterkartorna för miljövariablerna. För att detta ska vara möjligt krävs alltså ett raster för varje miljövariabel som används i modellen. Resultatet blir ett nytt raster, en prediktion, som visar utbredningen av arten i GIS-format. Eventuella brister i de raster som beskriver miljövariablerna kommer att överföras till prediktionen och minska dess kvalitet. En miljövariabel som har förhållandevis stor vikt i modellen kommer att överföra mer av sitt fel till prediktionen. Det är således viktigast att de mest betydelsefulla miljövariablerna är av hög kvalitet.

För att bedöma kvaliteten i prediktionen bör en extern validering göras (4). Det innebär att prediktionen jämförs med oberoende fältdata som inte använts tidigare i modelleringprocessen. Detta steg är att det bästa sättet att slutgiltigt utvärdera prediktionen. De prediktionsfel som orsakas av fel i raster som beskriver miljövariablerna kan bara uppdagas genom extern validering. Även andra typer av fel, t.ex. överanpassning eller fel orsakade av ojämn dataspridning uppdagas ofta först vid extern validering. Oavsett om extern validering genomförs eller inte, måste prediktionerna rimlighetsbedömas av någon som har god kunskap om artens utbredning och ekologi. Orsaken till det är att det ibland uppstår oväntade mönster i prediktionerna och det går inte att lita blint på att modelleringsprocessen är felfri. Problemet med extern validering är att delar av tillgängliga data inte kan användas till modelleringen, utan måste sparas till valideringen. Detta pris kan anses högt när fältdata är knapp. I den här rapporten anges resultat från extern validering som extAUC.

# Biologiska variabler

I detta avsnitt beskrivs data för bottenlevande växter och djur. Dessa data har använts som underlag i modellerna och baserat på dessa har sannolikhetskartor över arternas förekomst tagits fram.

Utöver underlagsdata om bottenlevande växter och djur fanns även modeller för fisk och fiskrom som hade tagits fram i BALANCE-projektet (Bergström m.fl. 2007). Dessa modeller kunde användas för prediktioner i Gräsö-Singö pilotområde, se ”Modelleringar på lokal skala – Gräsö-Singö pilotområde” nedan. För Råneå pilotområde fanns data om fisk från provfiske (metodbeskrivning i Bergström m.fl. 2007). Detta dataset var alltför litet för modelleringar, men observerade förekomster visas i s.k. prickkartor. Vid provfisket samlades även data om växtlighet in och dessa användes som valideringsdata, se nedan ”Modelleringar på lokal skala – Råneå pilotområde”.

De svenska artnamn som används i rapporten följer Tolstoy & Österlund (2003). Namn som anges inom citationstecken är föreslagna av Willén & Tolstoy (2007) för arter som tidigare inte har haft ett svenskt namn.

## Bottenlevande växter och djur

### Bakgrund

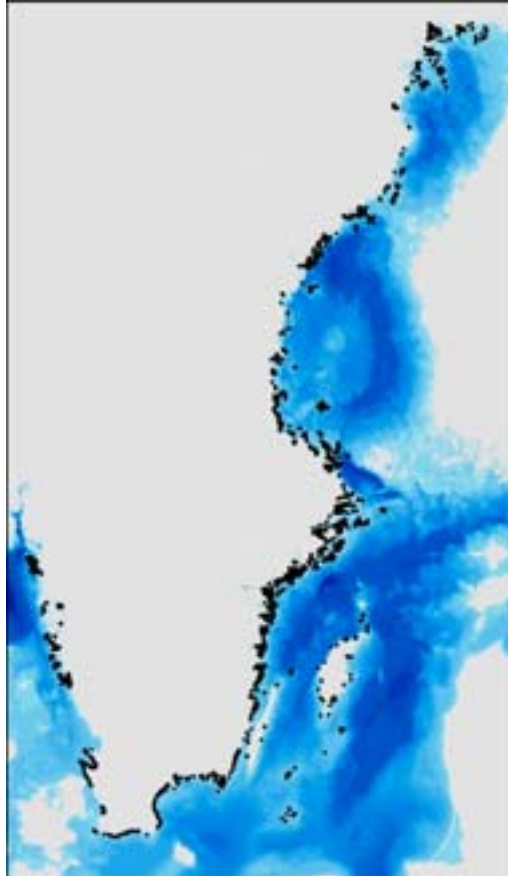
Standardiserad information om bottenlevande växter och djur är nödvändigt för modellering. Inom projektet har data från olika källor samlats in, transformerats, lagts in i databasen MarTrans (Blomqvist 2008b) och återsänts till utföraren för kvalitetskontroll i det nya formatet. Därmed skapades strukturerad data för projektet samtidigt som kvaliteten på data hos utförare höjdes. Detta kommer även att underlätta för framtida projekt som är i behov av kvalitetskontrollerad och strukturerad data.

Arbetet med att samla in data om bottenlevande växter och djur hade delvis påbörjats inom ett tidigare uppdrag om statusklassning enligt vattendirektivet (Blomqvist 2007). I det tidigare uppdraget hade det visat sig att uppgifterna finns i flera olika format hos olika myndigheter och utförare och mycket lite hos de nationella datavärdarna, t.ex. hos SMHI som är nationell datavärd för miljöövervakningsdata.

### Omfattning av insamlad data

Vegetationsdata och data om ryggradslösa djur på hårbotten har främst samlats in genom dyktransekter (apparatdykning eller snorkling). Dessa har genomförts inom basinventeringen av skyddade områden, regionala inventeringar och det nationella miljöövervakningsprogrammet. Ungefär hälften av transekterna har genomförts i skyddade områden och ca 75 % är genomförda under 2000-talet. I princip bygger transektmetoderna på att täckningsgraden av olika arter skattas längs avsnitt av transekter, i rutor längs transekter, eller i friliggande rutor. Utöver data om växter och djur samlas även information om djup och ofta även bottensubstrat in. Under senare år har det även blivit vanligare med datainsamling genom videospelningar. I Missjö pilotområde har t.ex. data insamlats med dropvideometodik, då en videokamera sänks ned från en båt. En översiktlig beskrivning av olika fältmetoder finns i Blomqvist och Olsson (2007). Där ges även referenser till underliggande metodbeskrivningar.

Insamlad transektdata har, i de fall skattning av arter har utförts i avsnitt längs hela transekten, konverterats till punkter med 1 m mellanrum. Ett enhetligt 10 m långt avsnitt av en transekt har alltså gett upphov till 10 punkter med samma information. Dessa punktdata har sedan, tillsammans med punktdata från skattningar i rutor, använts i modelleringsarbetet.



Figur 5. Geografisk spridning av lokaler för transektdata som har sammanställts som underlag för modelleringen.

Totalt har data från ca 6 000 transekter sammanställts. Drygt hälften av dessa har genomförts med apparatdykning och knappt hälften med snorkling enligt basinventeringsmetodik för grunda vikar. Flera av transekterna är återbesök på tidigare inventerade lokaler, varför det totala antalet inventerade lokaler är ca 2 600 (Figur 5 och Tabell 1).

**Tabell 1. Översikt över transektdata som har samlats in som underlag för modellering.**

Metodik	Antal lokaler	Antal transekter
Avsnittsindelade transekter apparatdykning <sup>1</sup>	1800	2700
Avsnittsindelade transekter videotolkade	230	230
Provrutor längs transekter eller friliggande <sup>2</sup>	250	300
Stereofoto längs transekter	6	230
Transekter med skattning i rutor och avsnitt, snorkling (inventering i grunda vikar)	350 <sup>3</sup>	2500
<i>Summa</i>	2636	5960

<sup>1</sup> Vid knappt 300 lokaler har även kvantitativa prov tagits längs transekterna.

<sup>2</sup> Innefattar inte kvantitativa prov tagna längs avsnittsindelade transekter.

<sup>3</sup> Med lokal avses här område (vik).

En översikt över de transekt- och mjukbottenundersökningar från vilka data har sammanställts som underlag för modellering visas i Bilaga 1 och 2.

Utöver ovanstående dataset har det även samlats in en del ytbunden information, t.ex. areell utbredning av ålgräs eller andra arter/artgrupper. Denna typ av data saknar standard, den finns inte samlad hos någon nationell datavärd och har inte använts i projektet.

För de tre utvalda pilotområdena har även data om ryggradslösa djur som lever i mjukbottnar sammanställts. Dessa data har samlats in med hjälp av bottenhugg som silats genom såll med en maskstorlek på 1 mm. Uppgifterna fanns direkt tillgängliga, då de redan hade sammanställts i det tidigare arbetet med statusklassning enligt vattendirektivet (Blomqvist 2007).

## Tillgänglighet

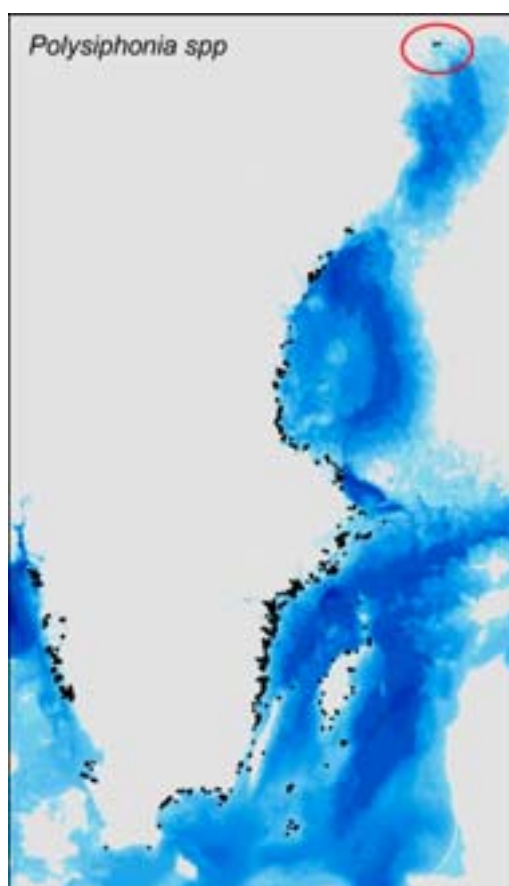
Sammanfattningsvis har information om marina växter och djur mycket låg tillgänglighet idag. Detta beror på att det nationella datavärdskapet för miljöövervakningsprogrammen för kust och hav är under uppbyggnad hos SMHI, resterande information finns spridd i rapportformat hos olika beställare och i rapport- och/ eller dataformat hos olika utförare samt att det inte finns någon nationell sammanställning över insamlad data. Exempel på datakällor är länsstyrelser, kommuner och utförare såsom konsultfirmor, universitet och högskolor. Mer utförlig information om tillgänglighet av data redogörs för i en rapport om utökad marin inventering (Naturvårdsverket 2009).

## Datakvalitet och felkällor

Insamlade uppgifter varierar i kvalitet eftersom olika metodik har använts, de har lagrats i olika dataformat och de har innehållit felaktigheter eller varit ofullständiga. Exempel på vanliga felaktigheter som har upptäckts är: olika stavningar för samma artnamn, taxonomiska bestämningar har gjorts till olika nivåer och olika sammanslagningar har gjorts av taxonomiska grupper, olika skalor har använts för att skatta täckningsgrad, olika termer har använts för likartade egenskaper samt felaktigt position, djup eller riktning har angivits. Merparten av dessa fel har korrigerats i gott samarbete med utförarna. Vissa typer av fel, som t.ex. felaktiga artbestämningar och felaktigt angivna djup, är dock svåra att upp-

täcka. För att finna dessa typer av fel krävs kontrolläsning mot primärprotokoll, vilket i många fall inte har utförts.

Vid sammanställning av stora datamängder kan viss kvalitetskontroll göras, genom att rita upp observationskartor för olika arter för att upptäcka eventuellt avvikande uppgifter. Kring Sveriges kust är utbredningsmönstret av många arter reglerat av salthalten, som varierar kraftigt från Skagerrak till Bottenviken (se ”Miljövariabler – Salthalt”). Detta innebär att om arter som kräver marin miljö, t.ex. sågtång eller blåmussla, rapporterats i Bottenhavet bör dessa uppgifter kontrolleras och förmodligen korrigeras. Ett annat exempel visas i Figur 6.



Figur 6. Exempel på kvalitetskontroll som kan göras i insamlat material. Kartan visar observerade förekomster av rödslickar (*Polysiphonia* spp.). Dessa arter är sällsynta norr om Bottenhavet och de förekomster som markerats i norra Bottenviken bör därför kontrolleras.

Vid insamling av biologiska data sker djupmätning med djupmätare eller dykdator. Dessa varierar i sin noggrannhet och kalibrering mot känt djup bör göras. Vid en kontroll av olika djupmätare, som användes av fältinventerare under en kurs i provtagningsmetodik på Tjärnö marinbiologiska station sommaren 2008, varierade djupangivelserna från de olika dykarnas djupmätare med ca 1 m vid 11 meters djup. Ytterligare en felkälla i djupangivelserna är, om korrigering ej gjorts för variation i vattenstånd. Korrekt mätt djup är viktigt både för att göra utbredningskartor av god kvalitet och för att bedöma tillståndet i miljön. Arters djuputbredning är en av de parametrar som används vid bedömning av miljötillstånd i enlighet med EU:s ramdirektiv för kustvatten.

De undersökningsmetoder som används bygger i de flesta fall på artbestämning i fält. Här spelar inventerarens förmåga och kunskap en stor roll för resultatet och kvaliteten på data. I en jämförande studie mellan erfarna inventerare visades på ganska stora skillnader i skattning av täckningsgrad och även vissa skillnader i artbestämning (Blomqvist 2008a). Detta visar att det finns ett behov av interkalibrering och utbildning av inventerare. Den ackreditering av utförare som finns innebär ingen garanti för korrekta skattningar eller artbestämningar, eftersom interkalibrering saknas. År 2008 fanns det endast två utförare som var ackrediterade för vegetationsundersökningar i marin miljö. Det fanns ingen skillnad i andelen upptäckta fel mellan ackrediterade och icke ackrediterade utförare.

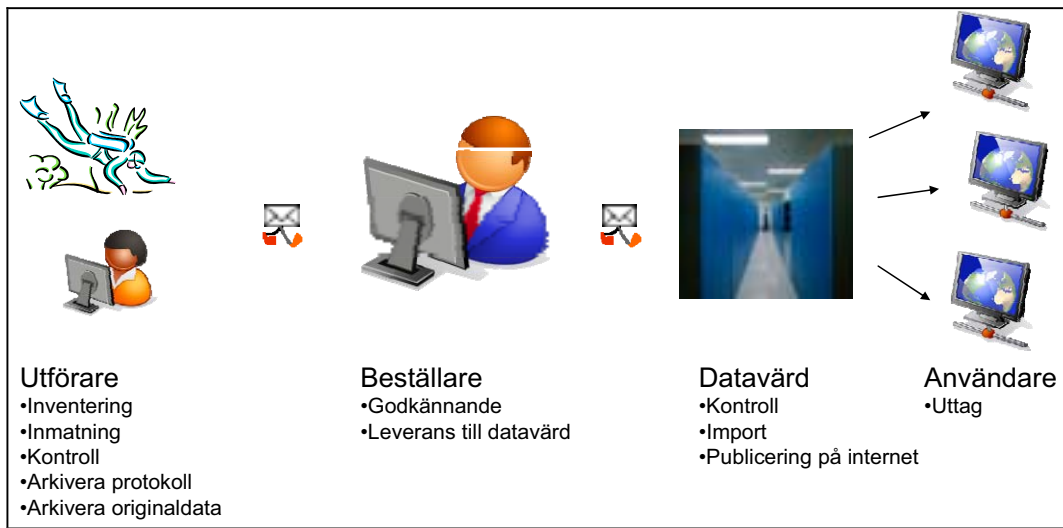
Syftet med en undersökning bör styra vad som behövs undersökas, t.ex. vilken omfattning undersökningen ska ha, vilken metod som ska användas och till vilken taxonomisk nivå identifikation ska ske. Detta anges i beställningen av en inventering. Idag genomförs dock inventeringar med liknande syften med olika omfattning och med olika metodik. Vad som ska undersökas varierar från dominerande växtarter, till alla i fält identifierbara växt och djurarter. För att bestämma svåridentifierade arter kan en expert tillfrågas, detta har dock endast skett i ett fåtal fall.

## **Datahantering**

Nationellt datavärdskap är en förutsättning för att öka tillgängligheten av insamlade data. Idag finns två nationella värdar för marinbiologiska data. SMHI är datavärd för miljöövervakningsprogrammen kust och hav ([www.smhi.se](http://www.smhi.se)) och ArtDatabanken är datavärd för förekomst av arter ([www.artdata.slu.se](http://www.artdata.slu.se)). I detta arbete har dock inga data från dessa datavärdar använts, då mängden data hos dem ännu är mycket begränsad.

Från utförare till datavärd bör data kunna föras över utan problem. Ett sådant flöde av data kräver i detalj standardiserade metoder för inventering och användandet av standardiserade begrepp (Figur 7). I dag finns några olika metodbeskrivningar utgivna av Naturvårdsverket (2004, 2005, 2007a, 2007b). Utöver dessa tillämpas en dansk metod i södra Sverige (Krause-Jensen m.fl. 2000) samt flera mer eller mindre odokumenterade varianter på dessa metoder. När det gäller videotolkning samt uppgifter om arters areella utbredningar saknas nationella standardiserade metodbeskrivningar. För inventering av areella utbredningar saknas dessutom nationell datavärd.

Dataflödet av transektbaserade data underlättas av MarTrans, den applikation för inmatning och standardiserad leverans av data till datavärden SMHI som finns fritt tillgänglig (Blomqvist 2008b). MarTrans bygger på de nationella standarder som finns idag, varav den viktigaste gäller taxonomin. MarTrans följer ArtDatabankens register Dynamisk taxa ([dyntaxa.artdata.slu.se](http://dyntaxa.artdata.slu.se)).



Figur 7. Flöde av data från inventering i fält till datavärd. Från Blomqvist (2008b.)

# Miljövariabler

I detta avsnitt beskrivs miljövariablerna djup, substrat, salthalt och vågexponering. Dessa underlag fanns tillgängliga för modellering på nationell och lokal skala. För respektive miljövariabel redogörs kortfattat om hur den är framtagen och hur data hanteras och lagras samt i vilken omfattning och med vilken kvalitet den finns tillgänglig.

Utöver de miljövariabler som beskrivs i detta avsnitt fanns även data om vattenfärg, salthalt och grumlighet tillgängligt för Råneå pilotområde. Dessa variabler beskrivs under ”Modelleringar på lokal skala – Råneå pilotområde” nedan.

## Djup

### Bakgrund

Under senare år har behovet av detaljerad djupinformation ökat dramatiskt. Från att karteringar uteslutande har gjorts för att tillgodose sjöfartens och det militära försvarets intressen finns idag ett stort behov bl.a. på grund av ett ökande exploateringsstryck i våra kust- och havsområden samt initiativ inom havsmiljöområdet. Heltäckande djupinformation ger möjlighet till modelleringar av marina arter och habitat. Såväl centrala myndigheter som SGU, SMHI och Naturvårdsverket som kustlänsstyrelser, kustkommuner, universitet och marina forskningscentra behöver informationen för sin verksamhet, men även inom den privata sektorn ökar behoven. Djupinformation är även viktig för att kunna genomföra EG:s marina direktiv (direktiv 2008/56/EG) och för att uppfylla flera av de punkter som tas upp i HELOCM:s Baltic Sea Action Plan (HELCOM 2007).

### Ansvarig datavärd – djupdata

Sjöfartsverket är den myndighet som på nationell nivå ansvarar för kartläggningen av våra farvatten vilket bl.a. omfattar sjömätning, produktion av officiella sjökort och förvaltning av den nationella djupdatabasen. Sjöfartsverket förfogar över djupinformation avseende svenska farvatten, vilket innebär våra kust- och havsområden samt de stora insjöarna Vänern, Vättern och Mälaren. Kvaliteten är dock skiftande och en stor del av denna information är i analog form (s.k. mät- och djupkartor).

Sjöfartsverket bygger sedan 2002 upp en digital nationell databas över bottenäckande djupinformation insamlad mestadels med modern teknik med flerstråligt ekolod, med inriktning mot sjöfartens behov. På senare tid har även databasen kompletterats med befintligt djupinformation som digitaliserats, vilket beskrivs mer ingående nedan. För närvarande täcker informationen i databasen ca 30 % av den totala bottenytan (ca 165 000 km<sup>2</sup>) av svenska farvatten inklusive svensk ekonomisk zon.

### Sjömätning

Sjöfartsverket initierar och bedriver en relativt omfattande kontinuerlig sjömätning i såväl egen regi som externt upphandlad av privata sjömätningssjöprenörer. Eftersom Sjöfartsverket i huvudsak finansieras via avgifter från handelssjöfarten inriktas sjömätningen på prioriterade farleder som trafikeras av handelstrafik, vilka endast till liten del sammanfaller med övriga behov. De prioriterade farledsområdena motsvarar ca 55 % av den tota-



la ytan eller uppskattningsvis drygt 90 000 km<sup>2</sup>. För att även kunna sjömäta andra områden behöver alternativa finansieringar tas fram eller medel styras om till verket. En ”rullande” sjömättningsplan finns beträffande sjömätning för sjöfartens behov, vilken med fördel skulle kunna omfatta även övriga myndigheters behov av sjömätning.

### **Sjömätningstekniker**

Under århundradenas lopp har sjömätningen utvecklats från ett rent hantverk till en digital högteknologisk process. Nedan följer några milstolpar/epoker i sjömätningens historia.

- -1860: Handlodningar med segel och roddbåtar längs lotsleder. Positionering genom kompasspejlingar mot land i s.k. stjärnlodningsformation.
- 1860-1930: Handlodningar. Ångslupar infördes och lodningen sker i parallella kurser.
- 1930-1960: Ekolodet infördes. Manuell avläsning av djup. Flygbilder används för att kartera strandkonturer, vilket medför bättre relativ positionering.
- 1960-1982: Ekolod via ekogram (djupprofilen plottad på papper) Parallellodning i den s.k. krattformationen med en ledarbåt och ett antal sidobåtar.
- 1982-1994: Digital registrering av djupen. Parallellodning i krattformation.
- 1984: Flerstråligt ekolod som i huvudsak används vid modern sjömätning.
- 1993: GPS gjorde entré.
- 1996: Differentiell GPS (dGPS) med avsevärd högre noggrannhet då tekniken kompenenserade för det ”inbyggda” felet.
- 1996-2001: Sjöfartsverket och Försvarsmakten anskaffar och utvecklar tillsammans SAABs laserbatymetrisystem HawkEye 1 (ett LiDAR-system).

### **Sjömätningssmetoder i pilotområdena**

Utän att redovisa samtliga kartor inom pilotområdena återfinns kartor från olika epoker:

#### Missjö

- Handlod, mätår 1880-tal
- Ekolod, mätår 1935
- Laserbatymetri, mätår 2007

#### Gräsö

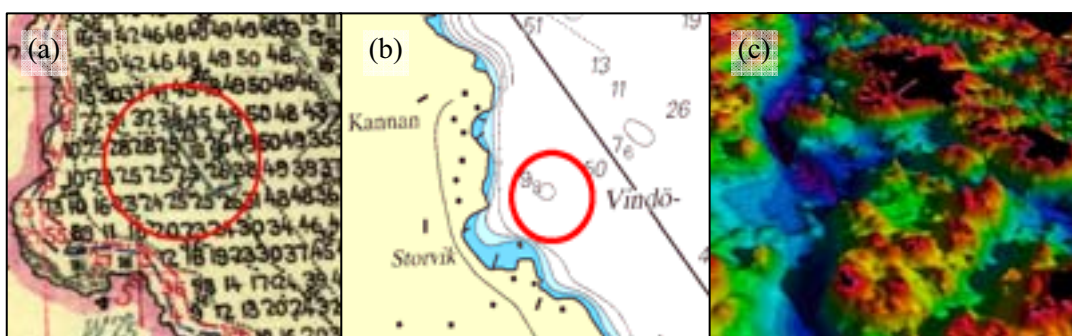
- Handlod, mätår 1870 till 1935
- Ekolod, mätår 1935
- Ekolod, mätår 1968 (djupkartor med djupkurvor)

#### Råneå

- Handlod, mätår 1880-1900

## Digitalisering av analog djupinformation och uppbyggnad av nationell djupdatabas

Sjöfartsverket förfogar vid sidan av den digitala djupdatabasen över ett omfattande analogt djupmaterial. Detta material har samlats in med olika tekniker och noggrannhet sedan slutet av 1800-talet fram till 1982 och omfattar totalt ca 20 000 kartor och mätningsprotokoll. Som ett resultat av ett regeringsuppdrag till Sjöfartsverket 2007 framkom att befintligt djupmaterial i hög utsträckning utgör ett tillräckligt bra underlag för bl.a. habitatmodelleringar samt inventeringar. För att snabbt bygga upp en geografiskt heltäckande nationell djupdatabas (NDDB) med bästa tillgängliga information, planeras nu att digitalisera delar av detta material inom ramen för det av regeringen föreslagna programmet för ”Kartläggning av det marina landskapet” (Prop. 2008/09:170). Ett exempel på presentation av analog och digital djupinformation ges i Figur 8. Se även Bilaga 3 för en presentation av NDDB.



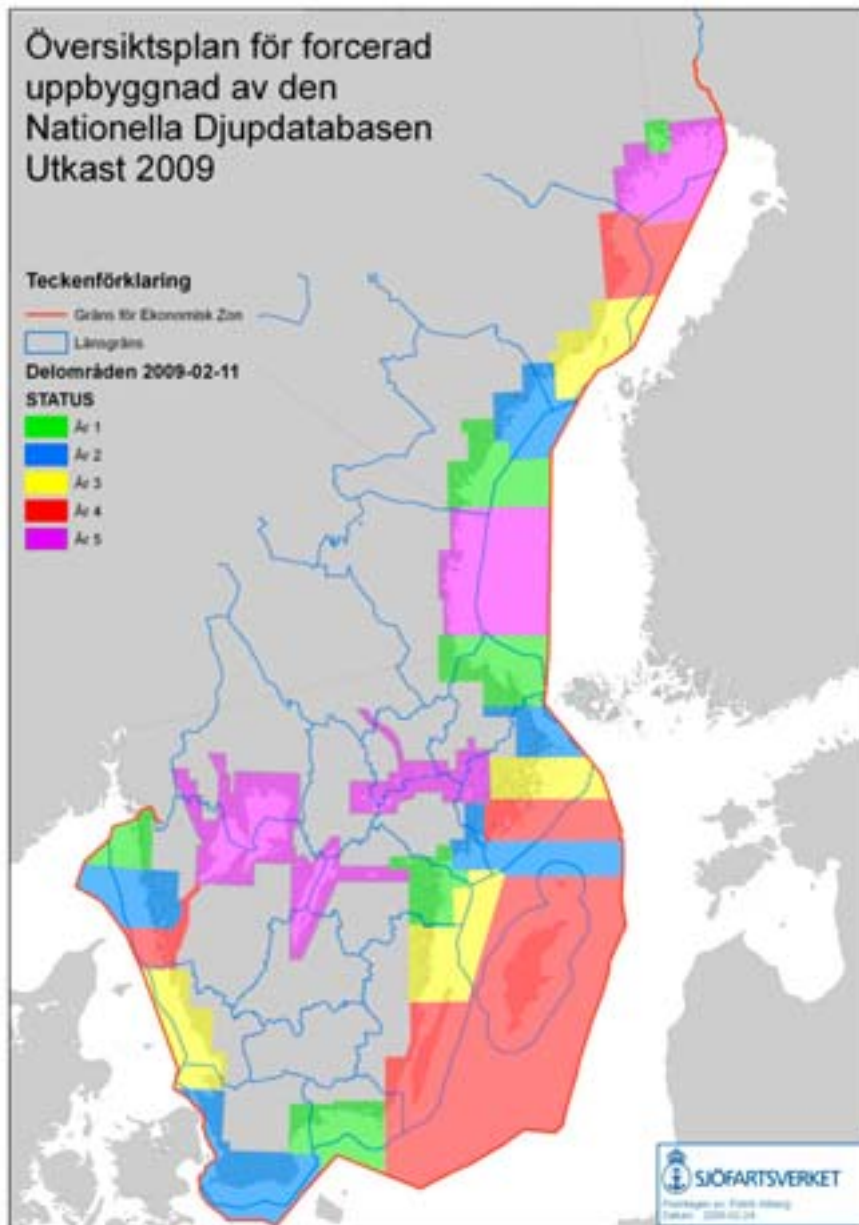
Figur 8. Exempel på presentation av analog och digital djupinformation för ett område: (a) djupangivelser från handlodningar, (b) djupkurvor och vissa djupangivelser och (c) tredimensionell batymetri beräknad från digitaliserade djupuppgifter.

### MÅL/SYFTE

Det primära målet med att digitalisera befintlig relevant analog djupinformation på Sjöfartsverket är att bygga upp NDDB och därmed kunna tillgodose de växande behoven av djupdata i samhället. Alla underlag och produkter som beskriver djupförhållande ska genereras från djupdatabasen. Alla områden inom svensk ekonomisk zon, svenska farvattnen, ska digitaliseras och lagras digitalt tillsammans med moderna data uppmätt med hjälp av flerstråligt ekolod i NDDB. När alla analoga kartor är digitalt förädlade, så kommer det att från djupdatabasen via en digital terrängmodell vara möjligt skapa djupkurvor och signifikanta djupsiffror anpassade till olika användningsområden.

### PLANERING AV DIGITALISERINGEN AV BEFINTLIGT DJUPMATERIAL

Naturvårdsverket och Sjöfartsverket har gemensamt tagit fram ett förslag till en plan över hur områden skall prioriteras för digitalisering under en period av fem år (Figur 9). Den bygger på antagandet att Sjöfartsverket tilldelas särskilda anslag motsvarande 14 Mkr/år, enligt havsmiljöutredningens förslag till regeringen om att inrätta och finansiera ett femårigt program för kartläggning av det marina landskapet. Planen tar hänsyn till de områden där aktuella projekt föreligger, t.ex. marina reservat, utredning om skyddade områden och nationalparker.



Figur 9. Översiktsplan för forcerad uppbyggnad av den nationella djupdatabasen.

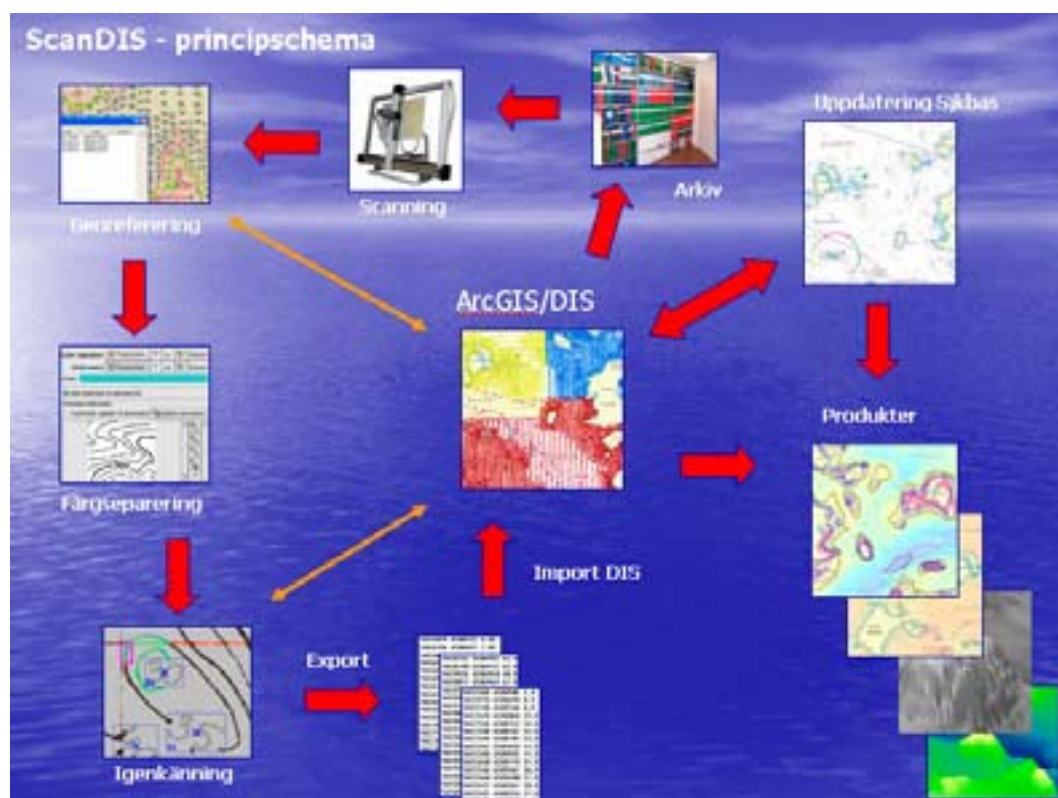
## GENOMFÖRANDE

På grund av att djupmaterialet omfattas av sekretess, sker arbetet med digitaliseringen i för ändamålet anpassade lokaler på Sjöfartsverkets huvudkontor. Digitaliseringsprocessen går under arbetsnamnet ScanDIS. En principskiss på digitaliseringsprocessen visas i Figur 10.

Utifrån den övergripande planeringen sker en precisering av gränserna för prioriterat område som ska digitaliseras, varefter beslut tas om vilket underlag som ska *skannas*. Områdena kan omfatta sjömätningar från tidigt 1800-tal utförda med handlod till moderna sjömätningar utförda med ekolodsteknik. Detta innebär att punkttätheten kan variera

från flera djup per m<sup>2</sup> till 100-tals meter mellan djuppunkterna. I första hand kommer yngre mätningar att skannas, m.a.o. de som finns på djupkartor.

Efter skanning av kartorna sker *georeferering*, vilket innebär att rasterkartan placeras rätt i verkligheten (ges koordinater). Detta sker med stöd av bl.a. Lantmäteriets kustlinje och inmätta triangelpunkter. De georefererade rasterkartorna sparas sedan på en server. Det kommer att vara möjligt att kunna titta på rasterkartan i efterhand, genom att enbart läsa filen som automatiskt passar in den mot kartan. Det finns totalt ca 6000 analoga djupkartor och mätkartor med relevant djupinformation i Sjöfartsverkets djuparkiv. Avsikten är att dessa analoga kartor ska skannas.



Figur 10. Principschema för arbetsprocessen för digitalisering av befintligt djupmaterial.

Därefter sker *igenkänning* av djupsiffror och kurvor, vilket är det tyngsta och tidskrävande arbetet i hela processen. I de äldre mätkartorna anges djupen i fot och famnar, vilka måste räknas om till meter och samtidigt justeras djupen till medelvattenytan motsvarande år 2000 (MVY 2000). Allting importeras därefter till djupdatabasen och kontroll sker mot de befintliga djupen i djupdatabasen samt mot sjökort.

I områden kan det finnas grunda vikar (grundare än ca 1 m) som helt saknar djup i sjökorten. I dessa områden finns det inga djupuppgifter i Sjöfartsverkets arkiv. Ett sätt att samla in djup inom dessa grunda områden kan vara med stöd av högupplösta satellitbilder. Sjöfartsverket bedriver ett projekt för att hitta metoder att kartera djup ner till ca 4-6 m med denna teknik.



Figur 11. Exempel på bottenbeskaffenhet från handlodning.

I det material som samlades in på den tid handlod användes för sjömätning finns även relativt täta uppgifter om bottenmaterial (*bottenbeskaffenhet*) (Figur 11). Dessa uppgifter är i hög grad fortfarande relevanta som stöd till modern information vid klassificering av *bottensubstrat* inom havsmiljökarteringen. *Bottenbeskaffenheten* digitaliseras och klassas på alla kartor, även de som inte ska digitaliseras. Indelningen av bottenbeskaffenheten följer Albert Atterbergs skala och bygger på en indelning utifrån materialets kornstorlek, se Bilaga 4.

### Framtagande av GIS-skikt av djup och djupderivat för modelleringar

För modellering på nationell skala, som inte täcks in av digitaliserade djupdata, har ett tidigare framtaget underlag använts. Detta togs fram i projektet ”Sammanställning och analys av kustnära undervattensmiljö, SAKU” (Wennbergm.fl. 2006). Detta underlag har interpolerats från djupkurvor och djuppunkter i sjökort till en heltäckande yta med hjälp av TIN-metoden (Triangular Irregular Network, triangelnät). Från TIN-skiktet har ett nationellt djupraster med 100 m upplösning tagits fram, och i ett senare skede även regionala raster med 25 m upplösning. Liksom sjökorten har rastren begränsad djupinformation inom s.k. ringade områden på grund av sekretesskäl.

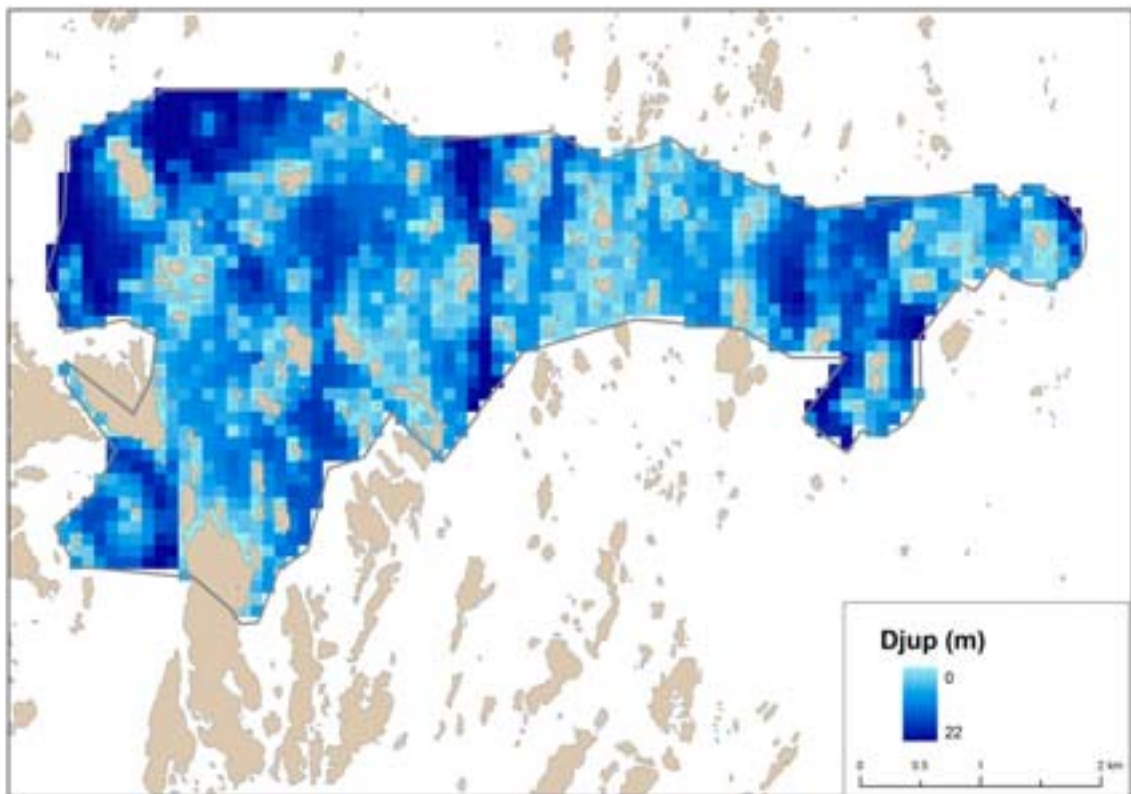
För att skapa djupmodeller för pilotområdena användes digitaliserade djupdata i punktform från Sjöfartsverket. Utifrån punkterna interpolerades djupkartor med hjälp av metoden kriging. Kriging är en exakt metod, vilken innebär att de ursprungliga värdena för varje punkt behålls i den slutgiltiga kartan medan djup-värden för områden mellan punkterna interpoleras fram.

De detaljerade GIS-skikten användes sedan för att ta fram kartor som visar lutning, lutningsriktning, ljusexponering och kurvatur. En detaljerad och bra djupkarta som de som skapas utifrån digitaliserade djupdata är en förutsättning för att dessa derivat ska bli användbara, eftersom de är väldigt känsliga för både upplösning och direkta fel i djupkartan.

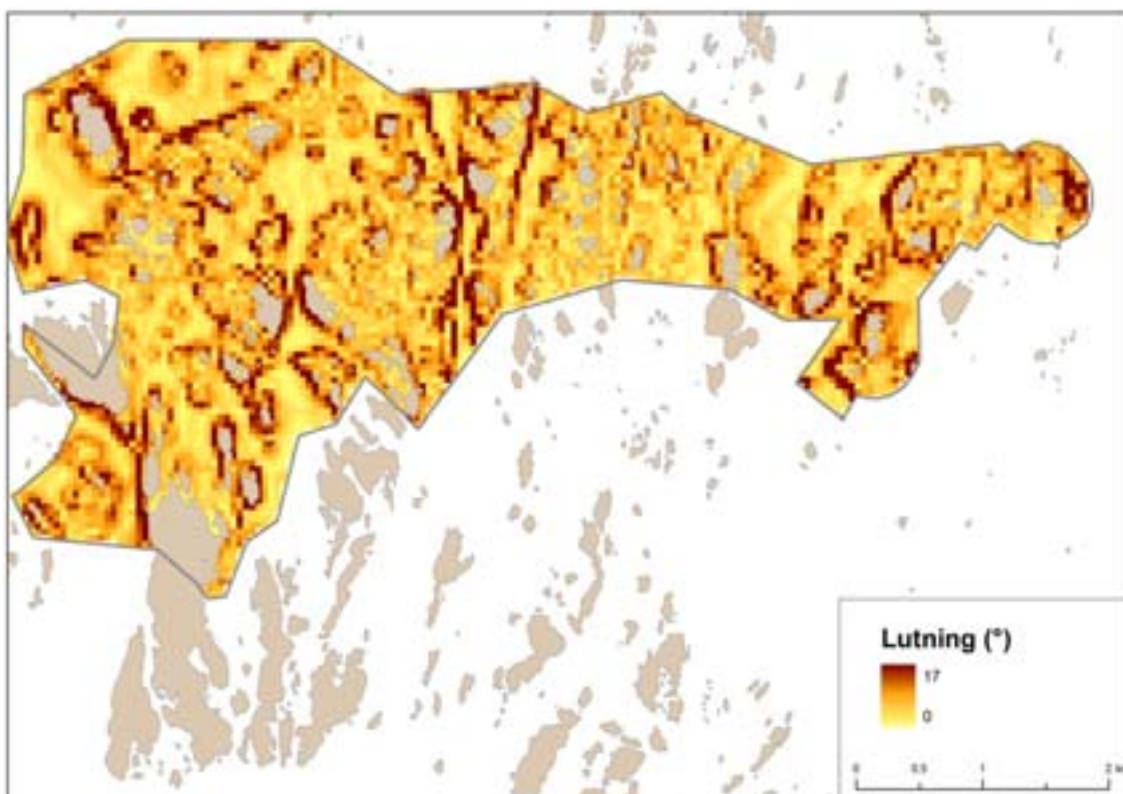
Lutning beräknas genom att använda skillnaden i djup från en ruta i rastret till nästa, och anges i grader där noll grader betecknar en helt vågrät yta och 90 grader en lodrät yta. Lutningsriktning bygger på lutning och visar åt vilket väderstreck det lutar. Lutningsriktning anges i grader där 0/360 grader betecknar lutning mot norr och 180 mot söder. Ljus-



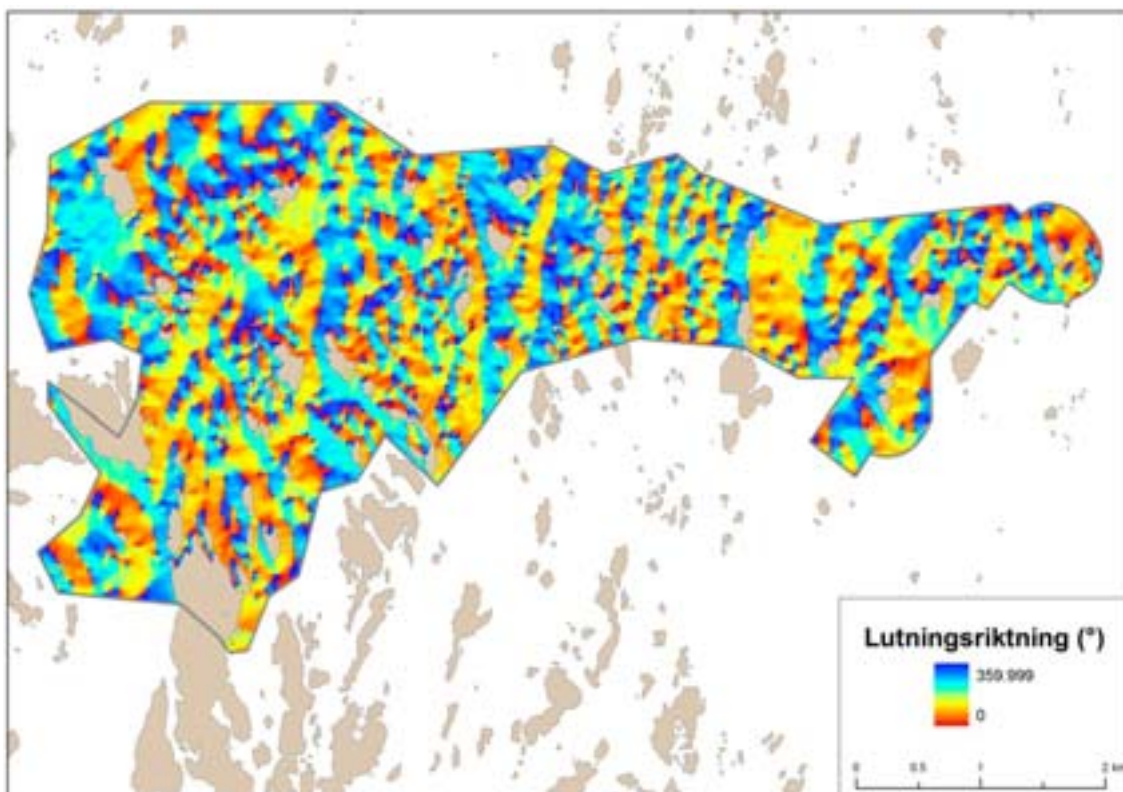
exponering är en typ av solinstrålningsindex och beräknas utifrån både lutning och lutningsriktning samt solens vinkel i olika väderstreck. Plana ytor får ett värde omkring noll, ytor som lutar åt norr får negativa värden och ytor mot söder får positiva värden. Modellen inkluderar inget avtagande med djupet utan kombineras med djupvariabeln i modelleringen. Kurvatur är en beskrivning av hur djupet för varje punkt i kartan förhåller sig till medeldjupet inom en radie på 300 m, och ger en bild av relativa höjder och sänkor. Negativa värden visar på sänkor och positiva på höjder. Kartor över djup, lutning, lutningsriktning och kurvatur för Missjö pilotområde visas i Figur 12-15.



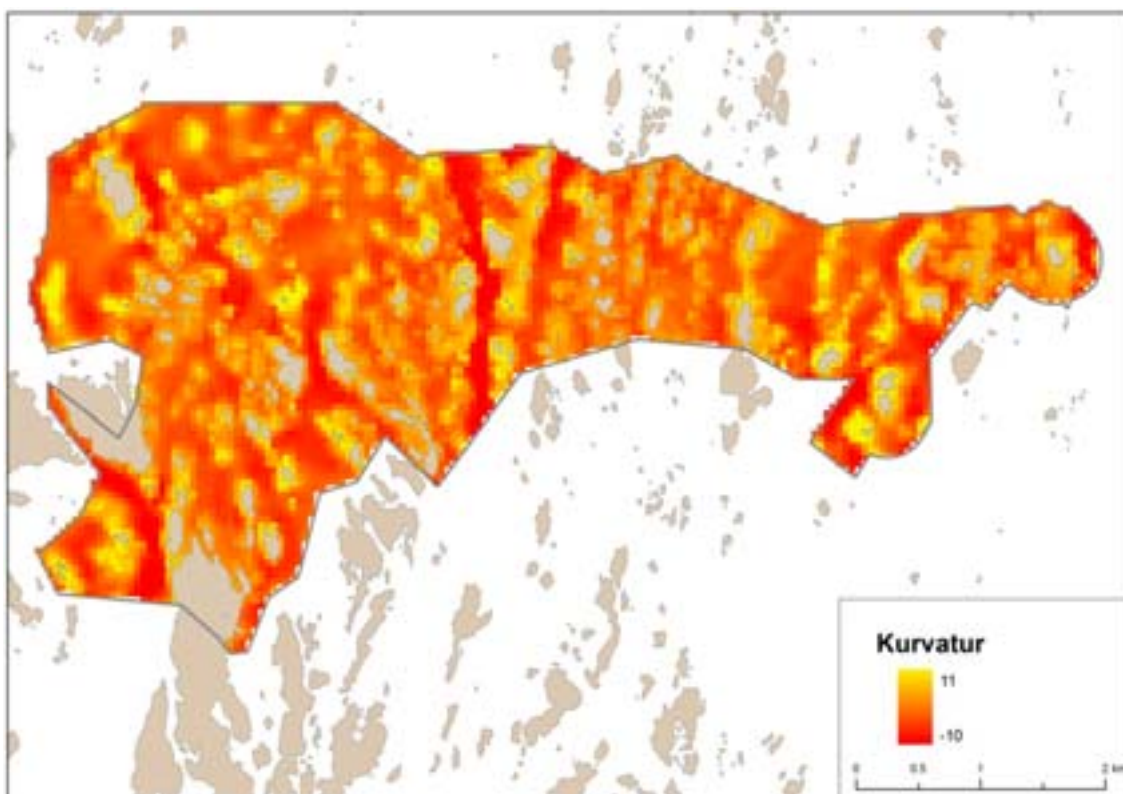
Figur 12. Djup i Missjö pilotområde, upplösning 100 m. Kartan är interpolerad med hjälp av kriging från digitaliserade djupdata. I sekretessbelagd Bilaga 18 Figur 1 visas kartan i 25 m upplösning



Figur 13. Bottnens lutning i Missjö pilotområde, upplösning 50 m. I sekretessbelagd Bilaga 18 Figur 2 visas kartan i 25 m upplösning.



Figur 14. Bottnens lutningsriktning i Missjö pilotområde, upplösning 25 m.



Figur 15. Bottnens kurvatur i Missjö pilotområde, upplösning 50 m. I sekretessbelagd Bilaga 18 Figur 3 visas kartan i 25 m upplösning.

## Tillgänglighet och villkor för användning av djupdata

### SEKRETESS

Inom svenskt sjöterritorium krävs, enligt lagen om skydd för landskapsinformation (1993:1742), tillstånd för att sjömäta, lagra och sprida sjögeografisk information. För att få tillgång till djupdata som omfattas av sekretess, krävs behörighet att ta del av information samt att kraven i svensk lag uppfylls (Sekretesslagen 1980:100, Säkerhetsskyddslagen 1996:627). Se även Bilaga 5 och 6 för ansvarsförbindelse, hantering och förvaring samt registerkontroll för sekretessbelagd information.

Lagstiftningen kring tillståndshanteringen har upplevts som svårgenomtränglig och ineffektiv. Idag krävs att tre olika myndigheter kontaktas för att få tillstånd: Försvarsmakten för att få sjömäta, Lantmäteriet för att få tillstånd att upprätta databas samt Sjöfartsverket för att få tillstånd att sprida information. Regeringen har därför förslag på att förenkla tillståndshanteringen för sjömätning, så att antalet myndigheter som måste kontaktas för att erhålla tillstånd minskar från dagens tre till endast en myndighet (Sjöfartsverket).

En ytterligare uppgift som bör leda till att påskynda tillståndshanteringen är resultatet av den översyn av sekretessbehovet, som Försvarsmakten genomfört och som sannolikt kommer att förenkla hanteringen ytterligare.



## TILLGÅNG TILL INFORMATION UR DEN NATIONELLA DJUPDATABASEN

För utbyte av data mellan myndigheter, som i sitt interna arbete har behov av djupdata (ej kommersiellt syfte), tillämpar Sjöfartsverket principen om att endast kostnaden för uttag av data ska tas ut. Anledningen till detta är att Sjöfartsverket anser, att databaser som finansierats inom staten bör ses som en gemensam resurs inom staten i sina offentliga uppdrag och att en ökad användning av informationen skapar mervärde för redan insatta kapital.

Vad som är viktigt är, att principen tillämpas lika av alla myndigheter samt att myndigheterna samverkar för att bygga upp befintliga databaser. I det senare fallet måste myndigheterna i en ökad utsträckning medvetandegöras om vilka källdatabaser som existerar samt i de fall de själva avser att samla in information, göra det i samråd med den myndighet som ansvarar för och förvaltar informationen. Det har framkommit fall, där myndigheter bekostat sjömätning i områden, där Sjöfartsverket redan genomfört sjömätning med moderna metoder. En prioriterad uppgift är att undvika dubbelarbete samt att förmå övriga myndigheter, som har behov av djupdata, att först samråda med Sjöfartsverket om vad som redan finns och vad som ligger i planen att sjömätas.

## Substrat

### Bakgrund

För biologiska inventeringar och modelleringar behövs detaljerade beskrivningar av marina ytsediment. För att harmonisera med övriga länder inom EU bör dessa vara beskrivna i substratklasser enligt EUNIS-systemet. En sådan beskrivning underlättar genomförandet av EU:s marina direktiv (direktiv 2008/56/EG) och bidrar till att uppfylla flera av de punkter som tas upp i HELCOM:s Baltic Sea Action Plan (HELCOM 2007).

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har sedan slutet av 1960-talet bedrivit kartering av de svenska havsbottenarnas geologiska sammansättning och uppbyggnad. Syftet med denna kartering är, att ta fram information som behövs som underlag för samhällets planering av och beslut om nyttjande och skydd av havsområden. En kunskap som även kommer att tjäna som underlag för mer detaljerade undersökningar. De huvudjordarter/sediment som redovisas representerar förhållandet ca 50 cm *under* havsbottenytan. Dessa ger havsbotten dess allmänna karaktär i termer av ytformer, erosionsbeständighet, bärighet etc.

Som underlag för biologiska inventeringar och modelleringar av arter och habitat är dock den redovisade informationen om bottenbeskaffenhet otillräcklig. Vid biologisk inventering är det materialet som föreligger direkt i havsbottenytan, som är av intresse. Där havsbotten utgörs av mer sorterade avlagringar med mäktigheter överstigande någon meter, t.ex. sand eller gyttjelera, föreligger normalt ingen skillnad mellan materialet i bottenytan och materialet 50 cm ner i avlagringen. Är havsbotten däremot uppbyggd av t.ex. morän/moränlera eller glacial lera, är betydande skillnader att förvänta. På en moränyta har ofta block och sten anrikats genom våg/strömerosion. På glacial lera förekommer vanligen ett residualsikt bestående av sand grus och småsten.

Inom detta projekt har SGU utprovat metoder för att konvertera SGU:s marin-geologiska information till substratklasser enligt EUNIS. Arbetet med konverteringen påbörjades 2004-2005 av länsstyrelsen i Stockholms län (Länsstyrelsen i Stockholms län,

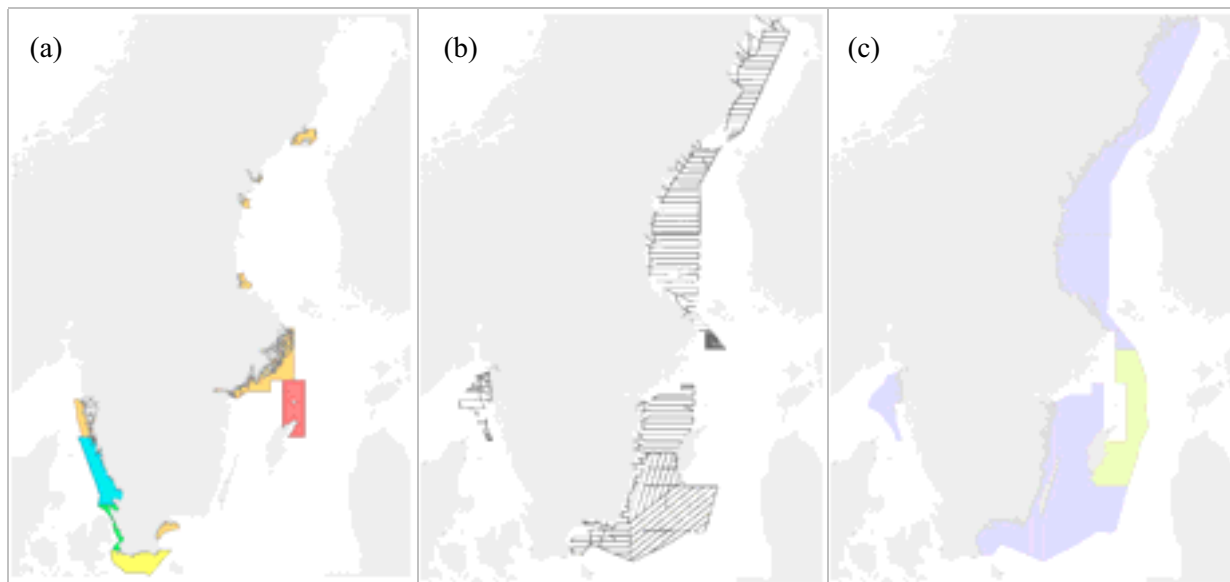
Rapport 2005:21). SGU medverkade i arbetet med bedömningar, förtydliganden och råd. Inom det tidigare BALANCE-projektet (se ”Internationell utblick” ovan) tog SGU fram en grov substratmodell för Östersjön och Västerhavet. Denna modell har SGU nu vidareutvecklat, vilket har resulterat i en robust process för konvertering av SGU:s maringeologiska information till den substratinformation som tillämpas i EUNIS. I SGU:s uppdrag ingår även leverans av den resulterande substratinformationen.

### **SGU:s maringeologiska karteringar**

Med fortlöpande utveckling av undersökningsmetodik har kvaliteten i SGU:s grundmaterial förändrats över tid. Nedan ges kortfattade beskrivningar av de metoder som har använts från 1960-talet till år 2008.

- 1968-1976: Lättseismik med varierande täthet och kvalitet i kombination med tät sedimentprovtagning. Lägesbestämning med Decca MC (positionsnoggrannhet ca 200 m). Rådata främst sparad i analog form, kortfattade sedimentprovtagningar överförda i digital form. Området är markerat med grönt i Figur 16a.
- 1977-1982: Lättseismik, sedimentekolod, sedimentprovtagning och i någon mån undervattensvideo. Mätlinjemellanrum ca 1 km över grunda områden och ca 5 km på djupt vatten. Lägesbestämning först med Decca MC, sedan med radiopositioneringssystemet Syledis (positionsnoggrannhet 10-20 m), som gav lägesbestämningar med en noggrannhet av 10-20 m. Dataformat enligt ovan. Området är markerat med rött i Figur 16a.
- 1983-1990: Lågupplösande sidoseende ekolod (side scan sonar), lättseismik, sedimentekolod, sedimentprovtagning och i någon mån undervattensvideo. Mätlinjemellanrum ca 2 km med förtätning i kustområden och över utsjöbankar. Ekolodstäckning ca 50 %. Lägesbestämning och dataformat enligt ovan. Området är markerat med blått i Figur 16a.
- 1993-1994: Lågupplösande sidoseende ekolod, sexkanalsseismik, sedimentekolod, sedimentprovtagning och i någon mån undervattensvideo. Mätlinjemellanrum, ekolodstäckning och positionsbestämning enligt ovan. Rådata sparad i digital form. Området är markerat med gult i Figur 16a.
- 1995-1999: Undersökningsmetod som ovan, dock regelbunden användning av undervattensvideo. Mätlinjemellanrum 1 km och ekolodstäckning 75 %. Lägesbestämning med differentiell GPS (positionsnoggrannhet någon meter). Rådata sparad i digital form. Området är markerat med orange i Stockholms skärgård i Figur 16a.
- 2000-2008:
  - Översiktlig inventering: Undersökningsmetod som ovan kompletterad med undervattenskamera. Mätlinjemellanrum 13 km samt i större farleder, ekolodstäckning ca 8 %. Lägesbestämning enligt ovan. Yta täckt med ekolod visas i Figur 16b, området för övriga metoder är markerat med lila i Figur 16c.
  - Sammanställning av tidigare publicerat material i samarbete mellan SGU och Litauens geologiska undersökning. Området visas i gult i Figur 16c.

- Detaljerad inventering i anslutning till angivna tätbefolkade områden. Metodik och täthet enligt karteringarna 1995-1999. Området är markerat med orange i Figur 16a.



Figur 16. Geografiska områden för genomförda maringeologiska karteringar.

(a) Orange: karterat med hög upplösning under 1995-2008.

Övriga färger: karterat med sämre upplösning under 1960-1994.

(b) Detaljerad kartering med sidoseende ekolod 2000-2008.

(c) Lila: yttäckande redovisning av områden översiktligt karterade t.o.m. 2008.

Gult: maringeologisk information sammanställd från tidigare publicerade data.

Resultaten från karteringsprogrammen finns tillgängliga i SGU:s databas. Resultaten av den översiktliga karteringen föreligger i två versioner, dels med detaljerad redovisning av förhållandena inom de stråk där täckning med sidoseende ekolod föreligger (Figur 16b), dels som en yttäckande generalisering baserad på den första versionen samt på övriga data från SGU:s uppdragsverksamhet (lila område i Figur 16c).

## SGU:s maringeologiska indelning och EUNIS substratklasser

### BERGGRUNDEN

SGU:s maringeologiska kartering skiljer på kristallin berggrund (granit, gnejs etc.) och den vanligen yngre sedimentära berggrunden (sandsten, kalksten etc.) Till den sedimentära berggrunden förs även kvartsit av Jotnisk ålder. Inom EUNIS tillämpas begreppen ”bedrock”, dvs. berggrund, och ”rock”. ”Rock” omfattar hårda orörliga bottensubstrat i allmänhet; förutom berggrund ingår även block, sten etc.

### JORDARTER/SEDIMENT

I Sverige tillämpas en jordartsklassificering baserad på jordartens kornstorleksfördelning enligt Atterberg (Bilaga 4), innehåll av lera, organisk halt (gyttjesubstans) och genes (bildningssätt). För SGU:s maringeologiska kartor används en något förenklad indelning.

EUNIS substratklassificering är i huvudsak baserad på kornstorleksfördelning enligt den s.k.  $\phi$ -skalan och på substratens mobilitet. En översikt över klassificeringsgrunderna nyttjade för SGU:s maringeologiska kartering respektive av EUNIS ges i Bilaga 7.

### **Konvertering från SGU:s maringeologiska information till EUNIS substratklasser**

Eftersom SGU:s maringeologiska information främst avser förhållandena djupare än 50 cm under havsbottenytan kan dessa inte översättas direkt till EUNIS substratklasser för ytsedimentet. Ett sätt att konvertera den maringeologiska informationen är att använda rumslig statistisk modellering (se ”Modelleringsprocessen” ovan). Modelleringen och den efterföljande prediktionen görs för substratens mobilitet samt för förekomst och sammansättning av residualmaterial och tunna skikt av transporterat material i havsbottenytan.

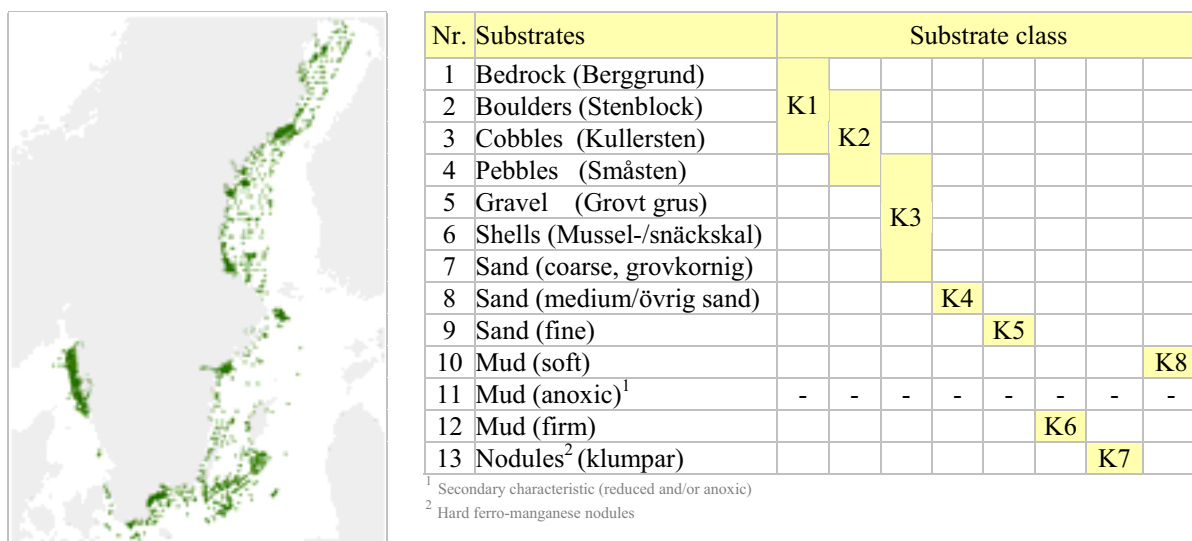
#### DATA FÖR KONVERTERING TILL EUNIS

Förutom den maringeologiska informationen kräver konverteringen även en:

- inventering av bottensubstrat och bottensubstratsammansättningar uttryckta i EUNIS-termer,
- detaljerad djupdata
- heltäckande information om storleken på bottennära havsvattenrörelser, såväl våg- som strömgenererade.




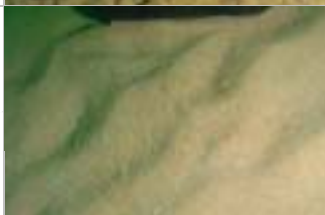
#### *Inventering av bottensubstrat och substratsammansättningar enligt EUNIS*


För att identifiera vanliga substrat och substratsammansättningar enligt EUNIS substratklassificering inom de svenska havsområdena har 2 500 av SGU:s inspektioner av bottenytan (video/digitalkamera) analyserats av en rutinerad marinbiolog och beskrivits med EUNIS-terminologi. Observerade substrats bottenäckning har angetts i procent av den observerade bottenytan med 5 procents intervall. Observationsnätet är rikstäckande, hårda och mycket grunda bottnar samt bottnar i Kattegatt är dock underrepresenterade. Den samlade informationen har analyserats statistiskt, vilket resulterat i de substratklasser som redovisas i Figur 17. Närmare beskrivning av varje klass redovisas i Tabell 2.



Figur 17. Geografisk fördelning av observationer av klassade ytsediment samt observationernas fördelning i åtta substratklasser enligt EUNIS.

**Tabell 2. Beskrivning av de substratklasser omklassningen av observerat substrat resulterade i (huvudsaklig sammansättning, utbredning och avvikande substrat med >15% täckningsgrad).**

<p><b>K1 Cobbles/kullersten, boulders/stenblock and bedrock/berggrund (rock)</b></p> <p>Hårdbotten dominerad av homogen håll. Även block och stora stenar ingår.                      Dominerande sedimentkategori (SGU): kristallin- och sedimentär berggrund                      Vanligt djup: 5-30 m      Övrigt: sand, gravel/grus och pebbles/småsten kan förekomma</p>	
<p><b>K2 Pebbles/småsten, cobbles/kullersten and boulders/stenblock</b></p> <p>Heterogen hårdbotten med block, stora och små stenar.                      Dominerande sedimentkategori (SGU): morän                      Vanligt djup: 5-60 m      Övrigt: sand och firm/hård mud/lera kan förekomma</p>	
<p><b>K3 Sand, coarse/grovkornig sand, gravel/grovt grus, shellgravel/snäck/mussel/skal and pebbles/småsten</b></p> <p>Heterogen botten dominerad av sand. Även grovsand, grus och små stenar ingår.                      Dominerande sedimentkategori (SGU): glacial lera                      Vanligt djup: 5-90 m      Övrigt: cobbles/kullersten och nodules/klumpar kan förekomma</p>	
<p><b>K4 Sand</b></p> <p>Homogen sandbotten.                      Dominerande sedimentkategori (SGU): glacial lera och postglacial sand och grus                      Vanligt djup: 5-60 m      Övrigt: heterogen sand ingår i K3</p>	

<p><b>K5 Fine sand</b></p> <p>Homogen finsandbotten.</p> <p>Dominerande sedimentkategori (SGU): glacial lera och postglacial finsand</p> <p>Vanligt djup: 10-80 m      Övrigt: enstaka nodules/klumpar och cobbles/kullersten kan förekomma</p>	
<p><b>K6 Firm mud/Fast lera</b></p> <p>Relativt homogen firm mud. Varierar från fast till mycket fast (överkonsoliderad), Som på bilden till höger.</p> <p>Dominerande sedimentkategori (SGU): glacial lera och postglacial lera, silt</p> <p>Vanligt djup: 5-100 m      Övrigt: pebbles/småsten och nodules/klumpar kan förekomma</p>	
<p><b>K7 Nodules</b></p> <p>Bildas genom utfällning (Fe/Mn), ofta vid låg sedimentationshastighet (Ingri, J., 1985).</p> <p>Dominerande sedimentkategori (SGU): glacial lera</p> <p>Vanligt djup: 30-130 m      Övrigt: mud/lera kan förekomma</p>	
<p><b>K8 Soft mud/Mjuk lera</b></p> <p>Homogen mjukbotten.</p> <p>Dominerande sedimentkategori (SGU): postglacial lera</p> <p>Vanligt djup: 5- &gt;200 m      Övrigt: Nodules/klumpar och pebbles/småsten kan förekomma</p>	

## MODELLERING

SGU har utvärderat två olika metoder för rumslig statistisk modellering. Den ena benämns GRASP (Generalized Regression Analysis and Spatial Prediction) och den andra benämns CART (Classification and Regression Trees). En översiktlig beskrivning av modellering ges i "Modelleringsprocessen" ovan. (Tabell 2)

Med hjälp av GRASP görs en prediktion över ett definierat område för ett specifikt bottenmaterial. Resultatet av prediktionen blir ett heltäckande kartsikt som visar sannolikheten för substratet. Detta görs sedan för vart och ett av substratklasserna. Dessa kartsikt kan sedan tillsammans svara på frågan hur sannolikt det är att hitta ett visst substrat på given plats. Detta är en bra och användbar metod för en given fråga, t.ex. "var finns det sand?" eller "var finns det berg?". Metoden ger dock inte någon entydig karta över det mest sannolika botten substratet.

En CART-analys resulterar i ett beslutsträd för ingående prediktionsvariabler där varje löv i trädet representerar ett möjligt botten substrat. Trädet skapas genom att minimera avvikelser mellan observationer och modell. Med hjälp av detta beslutsträd skapas sedan en karta som visar det mest sannolika utfallet. För syftet att konvertera SGU:s maringeologiska information till EUNIS substratklassificering passar CART-analysen bäst, eftersom den resulterar i en entydig substratklassning.

Under arbetet har det framkommit att det finns stora lokala och regionala skillnader beträffande förekomst av substratklasser och deras samband till prediktionsvariabler. Det

kan t.ex. i vissa områden vara svårt att skilja ut klassen ”*soft mud*” från klassen ”*firm mud*”, eller klassen ”*fine sand*” från klassen ”*sand*”. Detta gör att varje område måste behandlas separat. För varje område skapas, med hjälp av en CART-analys, ett beslutsträd som sedan används för att skapa en bottensubstratkarta över området. Exempel på sådana bottensubstratkartor visas i Figur 18 och 19.

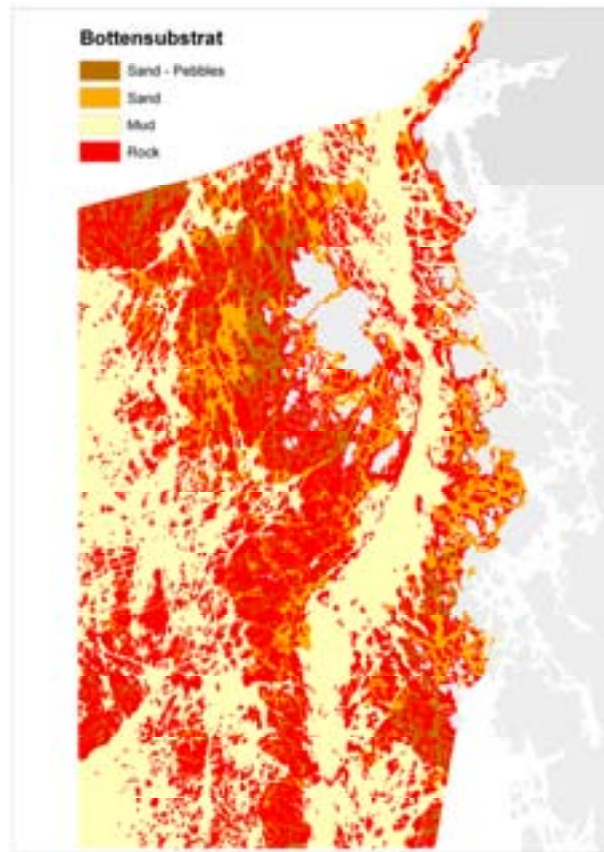
#### *Exempel på EUNIS-substratmodell, Koster*

CART användes för att modellera ytsubstrat enligt EUNIS i Kosterområdet. Kring Koster finns 88 inspektioner av bottenytan som klassats enligt EUNIS och som användes som responsvariabler i modellen. Data för följande prediktorvariabler fanns att tillgå:

- maringeologi i skala 1:100 000 (minsta objekt 50 m),
- detaljerat vattendjup (raster med 1 m upplösning),
- vågexponering (SWM) (raster med 25 m upplösning) samt
- vattenströmmodell (raster med 200 m upplösning) framtagen av AquaBiota Water Research.

Vid en första modellering framkom att det inte gick att etablera något samband mellan vattenströmmodelldata och de EUNIS-klassade bottenyteinspektionerna. Vidare framkom att det var svårt att via modellen skilja på klassen ”*soft mud*” (K8) och klassen ”*firm mud*” (K6) samt klasserna ”*fine sand*” (K5) och ”*sand*” (K4). Detta resulterade i att vattenströmmodelldata inte användes i den slutgiltiga modellen samt att klasserna ”*soft mud*” (K8) och ”*firm mud*” (K6) slogs ihop till klassen ”*mud*” och klasserna ”*fine sand*” (K5) och ”*sand*” (K4) slogs ihop till klassen ”*sand*”.

Det var inte heller möjligt att via CART modellera förekomst av klassen ”*bedrock, boulders-cobbles (rock)*” (K1). Detta beror på att det finns väldigt få bottenyteinspektioner på berg. Detta p.g.a. att bottenyteinspektioner ofta görs i samband med sedimentprovtagning (det är inte möjligt att ta sedimentprover på berg) samt att berg ofta framkommer tydligt på ekolodsbilder. För att ändå kunna beskriva förekomst av berg i ytsubstratkartan har berg tillförts från den maringeologiska kartan. Resultatet av ytsubstratmodelleringen redovisas i form av en rasterkarta i Figur 18.



Figur 18. Ytsubstratmodell över kosterområdet, Bohuslän. Modellen är framtagen med hjälp av CART. Ingående prediktorvariabler är maringeologisk jordartsinformation, detaljerad djupinformation samt väg-exponeringsmodelldata, SWM (Isæus 2004)

Ytsubstratmodellen har utvärderats med hjälp av korsvalidering. Korsvalideringen visar att modellen har mycket god överensstämmelse med inspektionerna av bottenytan (Tabell 3). De avvikelser som förekommer går i de flesta fall att förklara med att många ytsubstratklasser överlappar varandra.

**Tabell 3. Resultat av ytsubstratmodell, Koster. Raderna innehåller antal modellerade ytsubstratklasser och kolumnerna innehåller antal beskrivna ytsubstratklasser.**

Utfall/observationer	K2	K3	K4+K5	K6+K8	Andel rätt klassade
Pebbles – Sand (K3)	1	12	3		0.75
Sand (K4+K5)		3	20	4	0.74
Mud (K6+K8)			1	42	0.98
Rock (K1)				2	0



*Exempel på EUNIS-substratmodell, Hanöbukten*

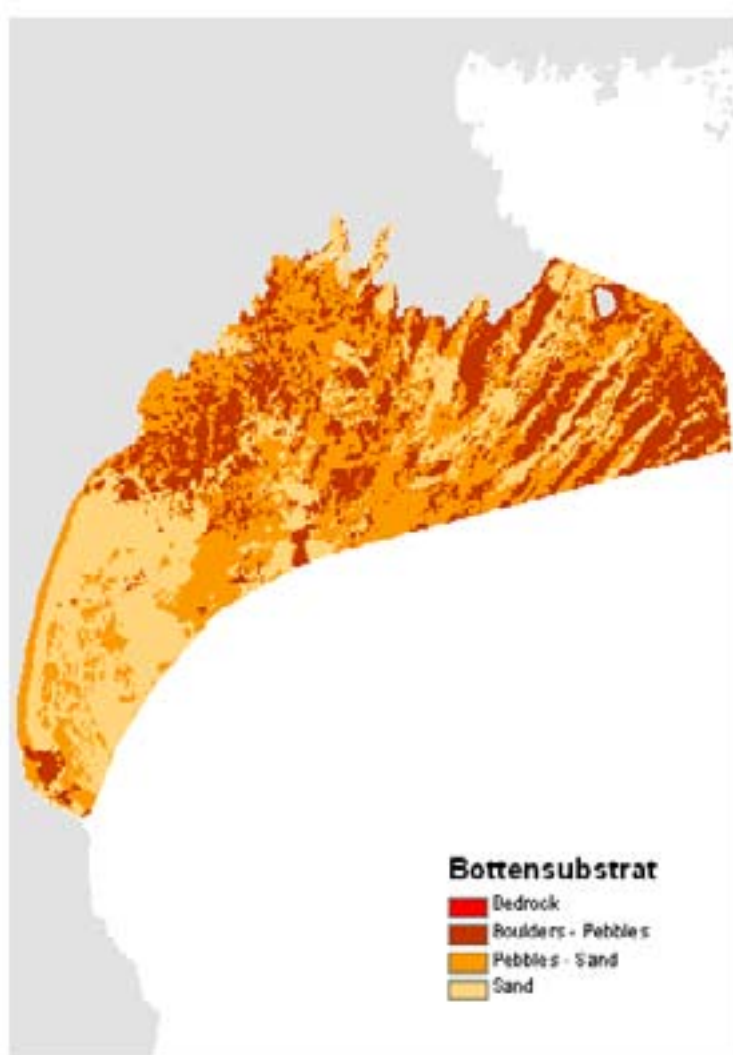
Även i området Hanöbukten användes CART för att modellera ytsubstrat enligt EUNIS. I Hanöbukten finns 99 bottenytinspektioner som klassats enligt EUNIS och som används som responsvariabler i modellen. Data för följande prediktorvariabler fanns att tillgå:

- maringeologi i skala 1:100 000 (minsta objekt 50 m)
- vattendjup i skala 1:100 000 framtaget av SGU
- vågexponering (SWM) (raster med 25 m upplösning) samt
- vattenströmmmodell (raster med 2 sjömil upplösning) framtagen av SMHI.

Vid en första modellering framkom att det inte heller i detta område gick att etablera något samband mellan vattenströmmmodelldata och de EUNIS-klassade bottenytinspektionerna. Det var även svårt att via modellen skilja på klasserna *"fine sand"* (K5) och *"sand"* (K4). Detta resulterade i att vattenströmmmodelldata inte användes i den slutgiltiga modellen samt att klasserna *"fine sand"* (K5) och *"sand"* (K4) slogs ihop till klassen *"sand"*. Modellen kunde inte heller förklara förekomsten av *"soft mud"* (K8), beroende på att det i området endast finns en bottenytinspektion klassad som *"soft mud"*. Även i Hanöbukten, liksom i Kosterområdet, tillfördes *"bedrock, boulders-cobbles"* (K1) i efterhand från den maringeologiska kartan. Resultatet av ytsubstratmodelleringen redovisas i form av rasterkarta i Figur 19.

**Tabell 4. Resultat av ytsubstratmodell, Hanöbukten. Raderna innehåller antal modellerade ytsubstratklasser och kolumnerna innehåller antal beskrivna ytsubstratklasser.**

Utfall/obs	K1	K2	K3	K4+K5	K8	Andel rätt klassade
Boulders-Pepples (K2)	2	21	5	2		0.7
Pebbels-Sand (K3)		2	19	13	1	0.54
Sand (K4+K5)		2	7	25		0.74
Rock (K1)						-



Figur 19. Ytsubstratmodell över Hanöbukten. Modellen är framtagen med hjälp av CART. Ingående prediktorvariabler är maringeologisk jordartsinformation, öppen djupinformation samt vågexponeringsmodelldata, SWM (Isaeus 2004)

Korsvalideringen redovisad i Tabell 4 visar att modellen till viss grad har svårt att särskilja de två blandade ytsubstratklasserna K2 och K3, men framför allt har modellen svårt att förklara skillnader mellan den blandade klassen "pebbles-sand" (K3) och klassen "sand" (K4+K5). Detta kan ha sin förklaring i hur de homogena klasserna K4 och K5 är definierade. I EUNIS definieras ett ytsubstrat som en homogent då det har minst 95 % homogenitet. Denna gräns är möjligen för snäv att använda vid modellering, då även en botten med t.ex. 80 % sand kan uppfattas som en homogen sandbotten.

Svårigheten för modellen att förklara skillnader mellan den blandade klassen "pebbles-sand" (K3) och klassen "sand" (K4+K5) beror troligen även på, att det i Hanöbukten inte finns tillgång till samma vattendjupinformation som i Kosterområdet. Detta har genomslag på alla ingående prediktionsdataset, vilka alla får en sämre kvalitet.

För att kunna göra bra modeller av verkligheten krävs ett bra underlag. De faktorer som till största del har inverkan på möjligheten att beskriva bottenytans beskaffenhet är, vid sidan av maringeologisk information, vattendjupsinformation. I de fall SGU har haft möjlighet att använda detaljerad vattendjupsinformation har tillförlitligheten i modellerna ökat markant. Med tillgång till detaljerad vattendjupsinformation kan en detaljerad modell över strömmars och havsvågors påverkan på bottenmaterialet tas fram och nyttjas för att göra en mer detaljerad maringeologisk beskrivning. Med denna detaljerade information som grund är det sedan möjligt att, tillsammans med EUNIS-klassade bottenobservationer, skapa kartmodeller som mycket väl beskriver utbredningen av bottensubstrat. Vid den här typen av modelleringar är därför tillgång till detaljerad djupinformation av största vikt.

## Salthalt

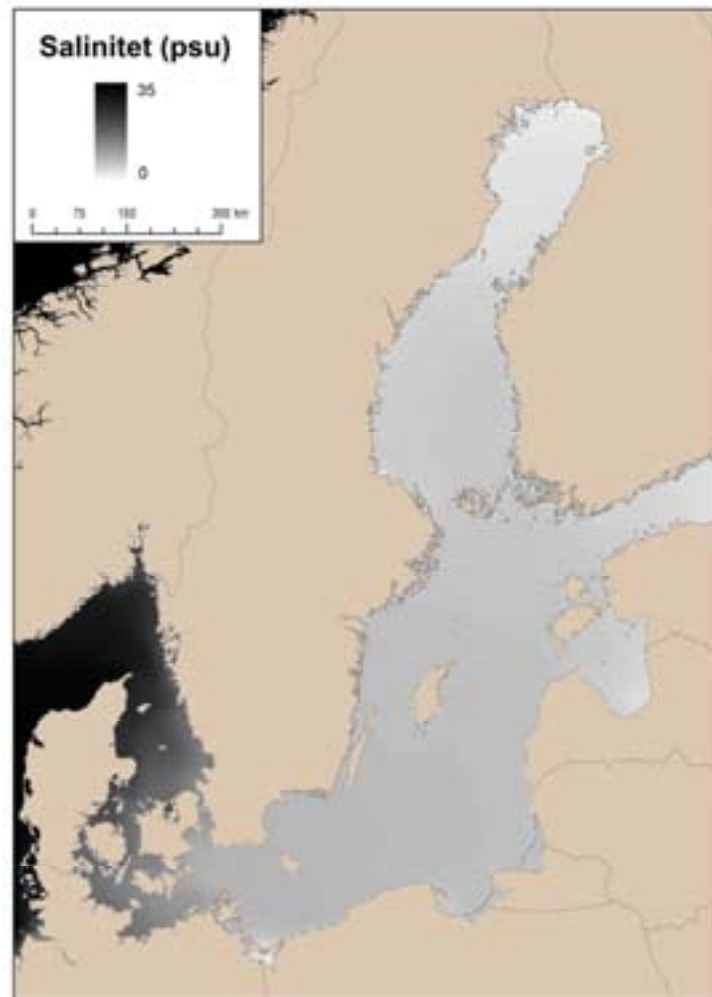
### Bakgrund

Salthalt är en av de styrande faktorerna bakom utbredningen av Östersjöns djur och växter. Utbredningsmönstret visar att antalet arter med marint ursprung minskar, och att antalet sötvattenarter ökar på väg norrut från högre till lägre salthalt genom Östersjön. Av denna anledning valdes salthalt att ingå som ett av underlagsskikten i modellering på nationell skala.

För projektet fanns en heltäckande karta tillgänglig (Skov 2008, Figur 20). Denna karta har dock för grov upplösning för att användas i kustnära områden och i skärgårdar. Utöver denna fanns även data från fältmätningar från ett antal områden längs den svenska kusten. Inom projektet producerades därför mer detaljerade kartor baserade på kustnära data. Dessa kombinerades sedan med den grovupplösta kartan till ett s.k. mosaikraster.

### Tillgängliga data

Den karta som fanns tillgänglig för användning inom projektet var modellerad medelsalthalt över åren 2003-2005 för djupintervallet 0-5 m (Skov 2008). Kartan har en upplösning på 200 m, men modelleringen är ursprungligen gjord i 5 km upplösning. Eftersom återkommande och konsistenta mätningar av salthalt inte finns tillgängliga för stora delar av den svenska kusten, samlades fältdata in från olika databaser. Sökningen begränsades till åren 1997-2007 och djupen 0-5 m. Den angivna tidsperioden är avsevärt längre än den som representeras av det modellerade salthaltsskiktet (2003-2005), för att tillräckligt stor mängd fältdata skulle kunna samlas in.



Figur 20. Salthalt modellerad i 5 km upplösning, visad i 200 m upplösning (Skov 2008).

Analyserade områden, datakällor och insamlingsår för salthaltsdata visas i Tabell 5. I SMHI:s nationella oceanografiska databas SHARK finns även en väsentlig mängd data tillgängliga för Kattegatt och Skagerrak, men dessa är i regel tagna i det öppna havet och inte i kustbandet. Variationen i dessa mätvärden var mycket stor och bedömdes inte kunna förbättra salthaltsmönstret jämfört med det modellerade. För kustvattnen observerades en del brister i utflödesområden som därför inte kunde åtgärdas. Det ursprungliga modellerade skiktet bedömdes vara representativt för den storskaliga salthaltsgradienten längs med västkusten. Arbetet kom därmed att koncentreras till fem kustområden i Östersjön.

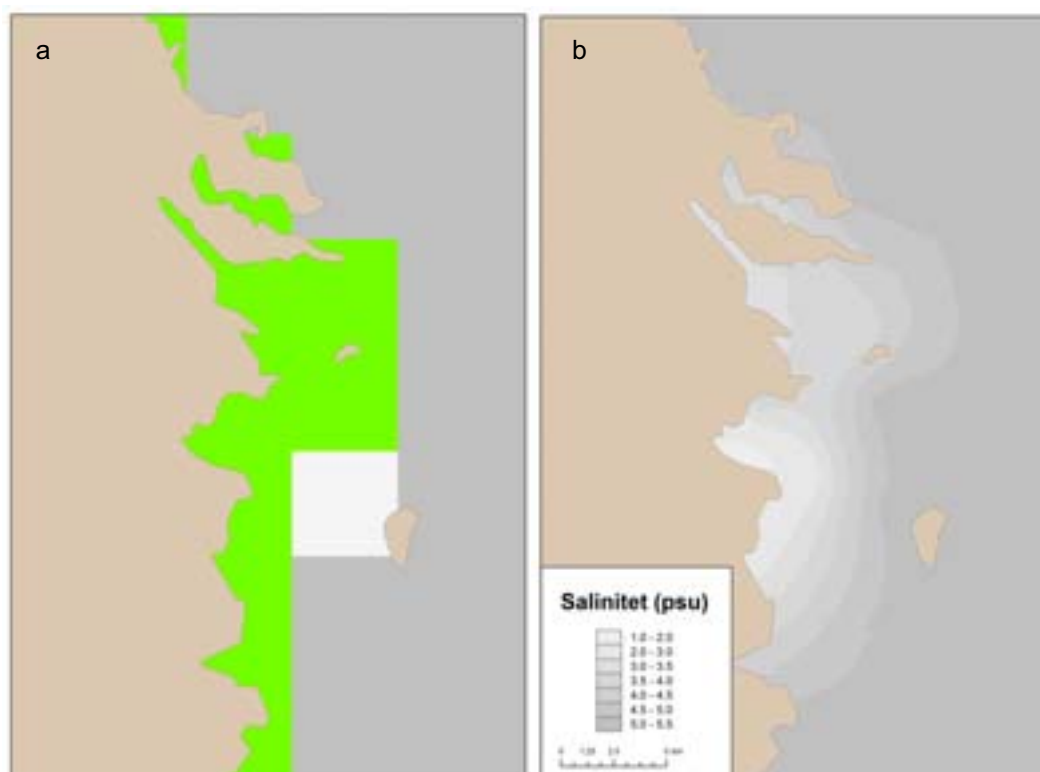
Tabell 5. Analyserade områden, datakällor samt insamlingsår för salthaltsdata

Område	Datakälla	År
Söderhamnskusten	Lst Gävleborg*	1997-2003
Gävlebukten	Lst Gävleborg*	1997-2006
Stockholms skärgård	Svealands kustvattenvårdsförbund, SKVVF	2001-2006
Kalmarsund	SHARK	1997-2007
Hanöbukten	SHARK	1997-2007

\* Data insamlad av Nordöstra Hälsinglands vattenvårdsförening NÖHVVF, Ljusnan-Voxnans vattenvårdsförbund LVVF, Gästriklands vattenvårdsförening GVVF och Dalälvens vattenvårdsförening DVVF.

### Framtagande av mosaikraster

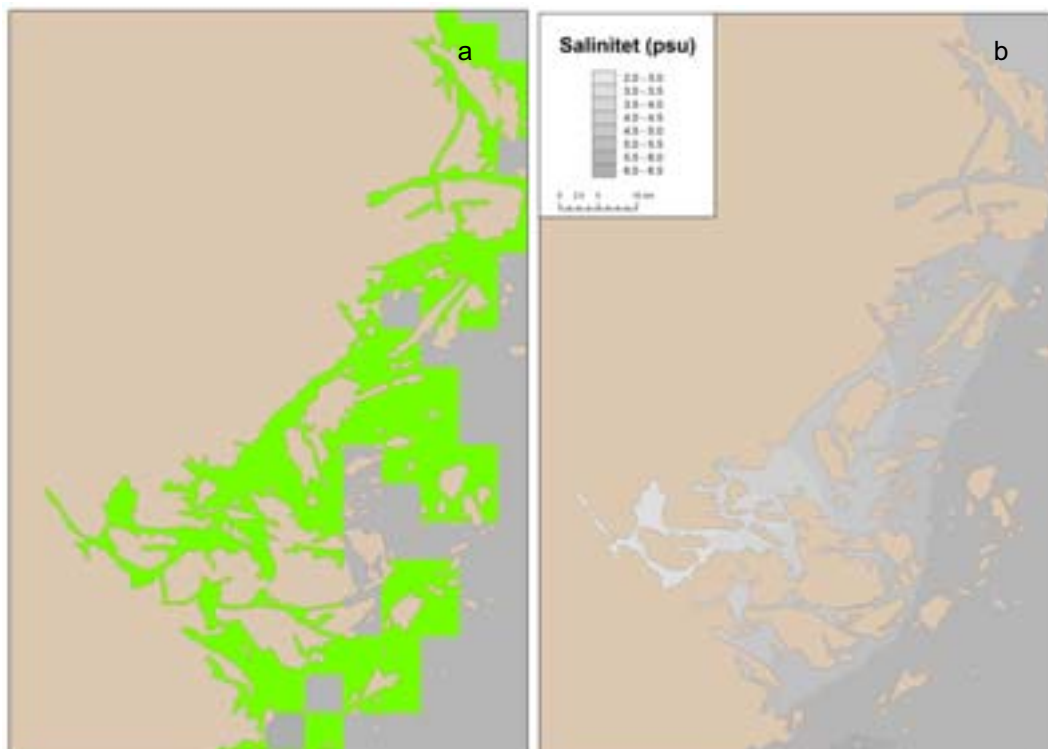
För varje område extraherades värdena från det ursprungliga modellerade skiktet till en ny punktfil. Sedan sammanfogades dessa punkter med fältmätningarna till ett nytt skikt. Ett nytt salthaltsskikt beräknades därefter baserat på alla data genom Kriginginterpolation. På grund av den relativt glesa, och oregelbundna, täckningen av fältdata gjordes interpolationen utan hänsyn till land (d.v.s. ingen mask för land användes). De detaljerade interpolerade rastren användes för att ersätta information för dessa områden i det grovupplösta modellerade rastret. Resultatet är ett mosaikraster med en upplösning på 200 m. I Figur 21-25 visas mosaikrastret vid sidan om det ursprungliga modellerade rastret för de områden där fältmätningar fanns tillgängliga.



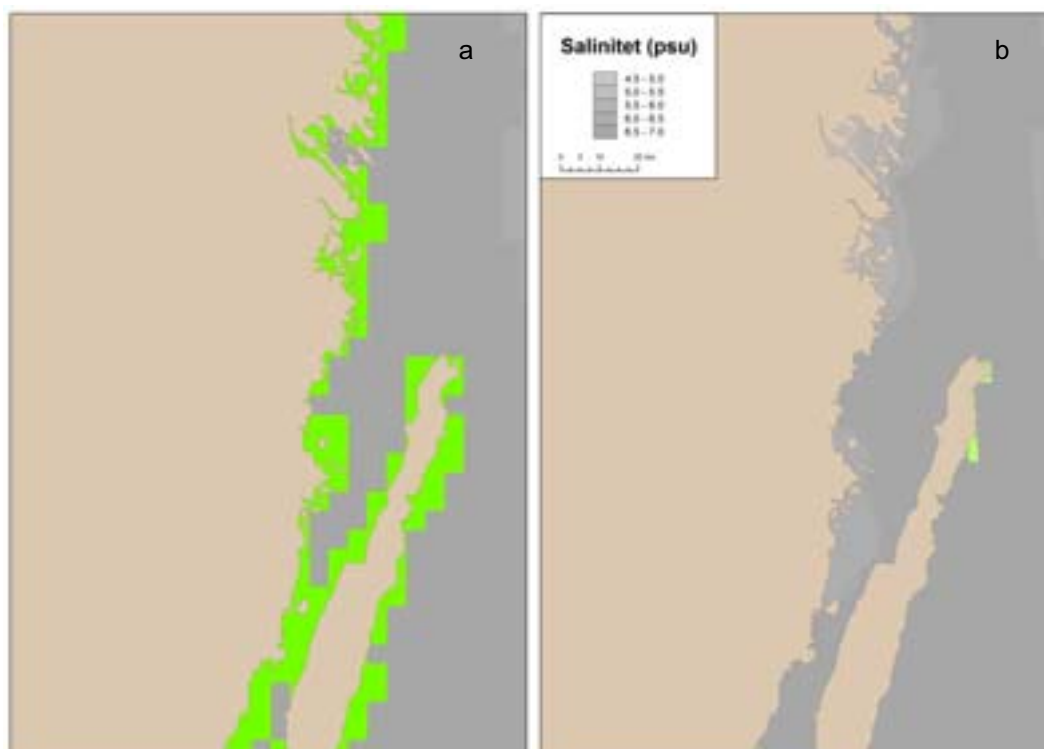
Figur 21. Söderhamns kustområde: (a) ursprungligt raster modellerat i 5 km upplösning, visat i 200 m upplösning (Skov 2008), (b) förfinat mosaikraster i 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.



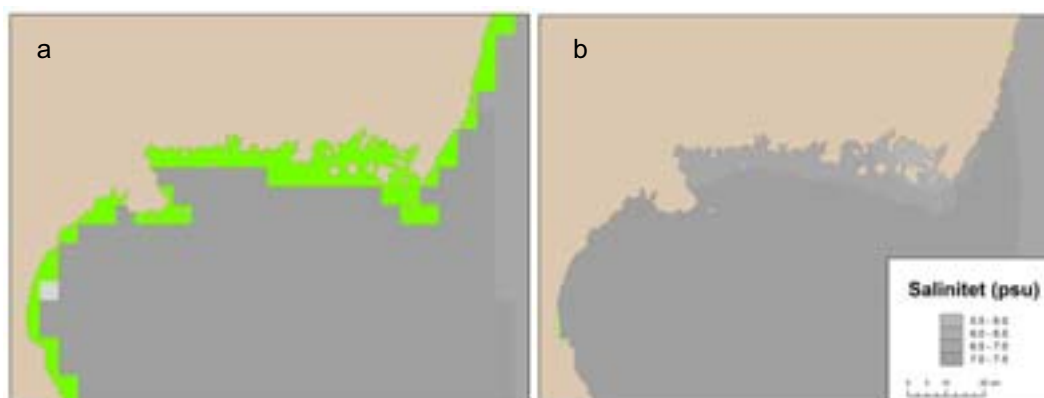
Figur 22. Gävlebukten, södra Bottenhavet: (a) ursprungligt raster modellerat i 5 km upplösning, visat i 200 m upplösning (Skov 2008), (b) förfinat mosaikraster i 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.



Figur 23. Stockholm skärgård: (a) ursprungligt raster modellerat i 5 km upplösning, visat i 200 m upplösning (Skov 2008), (b) förfinat mosaikraster i 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.



Figur 24. Smålandskusten: (a) ursprungligt raster modellerat i 5 km upplösning, visat i 200 m upplösning (Skov 2008), (b) förfinat mosaik-raster i 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.



Figur 25. Hanöbukten: (a) ursprungligt raster modellerat i 5 km upplösning, visat i 200 m upplösning (Skov 2008), (b) förfinat mosaik-raster i 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.

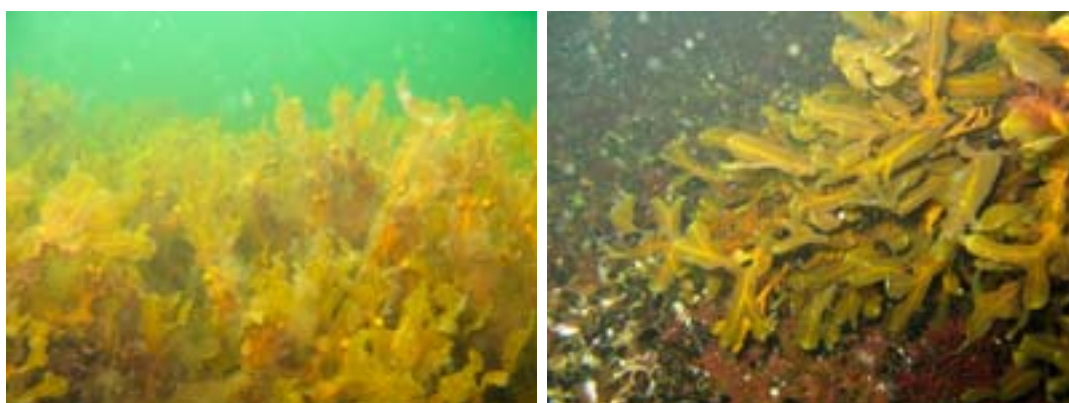
## Vågexponering

### Bakgrund

Med vågexponering avses det rumsliga mönster av graden av vågverkan som strukturerar strandzonens artsammansättning (Lewis 1964). Även om vågornas riktning och energi ständigt varierar, är vågexponeringsmönstret i stort sett oföränderligt över tid. Tydligt blir detta i skärgårdsmiljöer, där bottensamhället ser helt olika ut i skyddade, respektive exponerade miljöer. Vågrörelserna är kraftigast vid ytan och avtar med djupet, vilket innebär att de grunda, ofta växtdominerade miljöerna påverkas mest. Vågrörelserna påverkar arternas utbredning både direkt och indirekt. Direkt påverkan sker t.ex. genom att



plantor slits bort, eller genom att det skapas god vattenomsättning för filtrerande djur. Indirekt påverkan sker genom att löst sediment transporteras bort eller sorteras i kornstorlekar. På så sätt friläggs hårbottenmiljöer för alger och djur att fästa sig på i vissa områden. I andra områden ansamlas sand och annat löst sediment, vilket skapar livsrum för t.ex. rotade växter och grävande djur. Arter kan vara specialiserade och bara finnas i vissa vågmiljöer, men de kan också ha olika form eller storlek som ett resultat av graden av vågpåverkan. Ett exempel på detta är blåstång, som blir mer högväxt och har många blåsor i skyddade lägen, medan den blir kortväxt och helt kan sakna blåsor i vågexponerade miljöer (Figur 26).



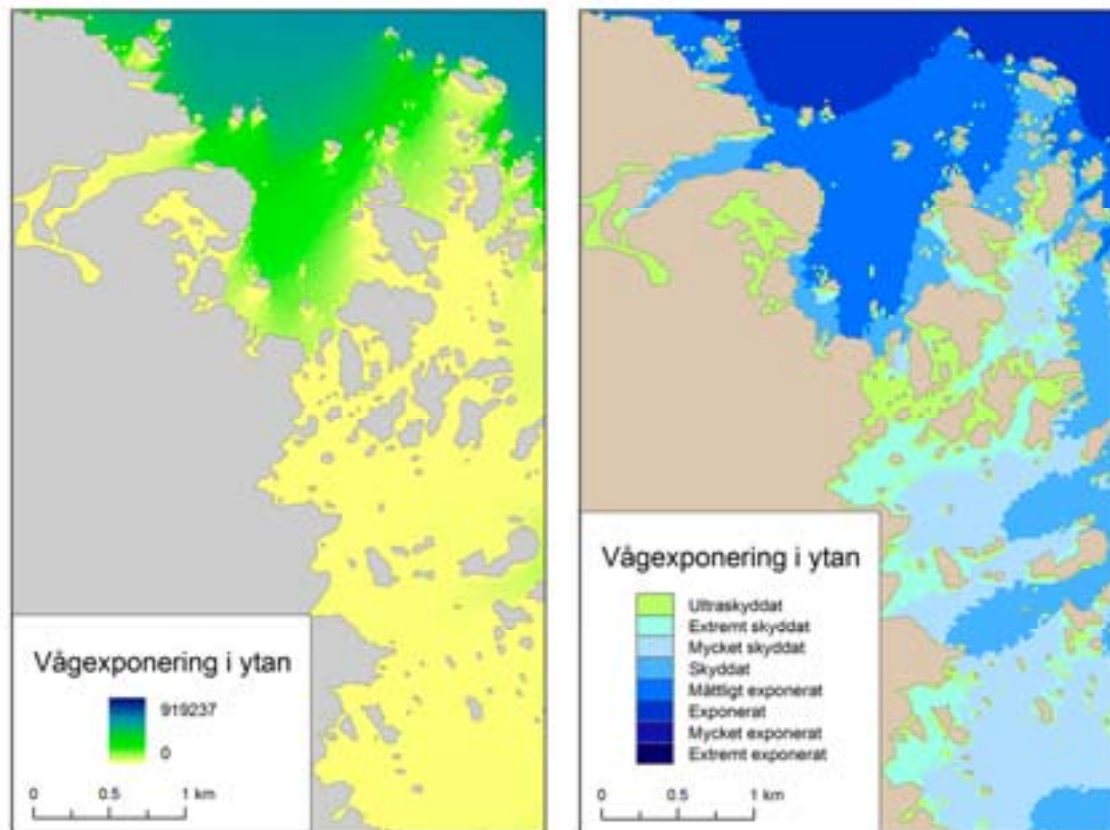
Figur 26. Blåstång som växer i miljö skyddad från vågexponering (vänster) blir mer högväxt och har rikligt med blåsor, jämfört med blåstång i en mer exponerad miljö (höger). Båda bilderna är från Stockholms skärgård. Foton: AquaBiota, Anna Engdahl och Karl Florén.

### Beräkning av vågexponering

Eftersom vågaktiviteten hela tiden varierar, är graden av vågexponering svår att mäta i fält, och uppskattas därför normalt med en beräkningsmetod. Det finns flera kartografiska metoder att välja på, var och en har sina för- och nackdelar. I detta arbete har metoden Simplified Wave Model, SWM, (Isæus 2004) använts. Den kallas simplified (förenklad), eftersom den inte tar hänsyn till hur grundområden påverkar vågornas egenskaper. Till dess fördelar hör att den kan användas i hög upplösning och att den ger en ekologiskt relevant bild av vågexponeringsmönster i skärgårdsområden, vilket visats i en rad vetenskapliga studier (t.ex. Eriksson m.fl. 2004, Bekkby m.fl. 2008a, Sandman m.fl. 2008). Den har också använts till att ta fram generella vågexponeringskartor för Sveriges kust inom projektet ”Sammanställning och analys av kustnära undervattenmiljö, SAKU” (Wennberg m.fl. 2006) och dess värden har delats in i exponeringsklasser i enlighet med det europeiska systemet EUNIS (Figur 27).

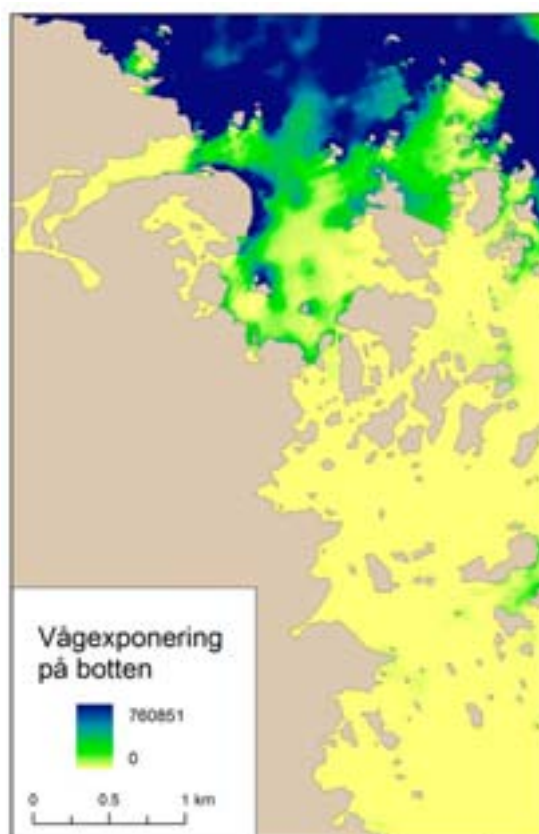
I modelleringarna av blåstång på nationell skala (se ”Modelleringar på nationell skala” nedan) användes vågexponeringskartorna som togs fram inom SAKU-projektet som underlag. I SAKU-projektet hade länsvisa underlag för vågexponering tagits fram med en upplösning på 25 m. För att överensstämna med övriga underlag lades dessa ihop till ett raster som täckte hela Sveriges kust med en upplösning på 100 m.





Figur 27. Graden av vågexponering (SWM) beskriven som (a) numeriska tal, och (b) klasser enligt EUNIS. Exemplet är från östra Gräsö.

Liksom nämnts ovan minskar effekten av vågor med djupet. Som underlag för modellering av sediment eller bottenlevande organismer, är det därför ofta önskvärt att kunna använda ett underlag, som beskriver exponeringsnivån vid botten. En formel för att djupkorrigera SWM har därför tagits fram (Bekkby m.fl. 2008b). I Figur 28 visas hur djupkorrigerad vågexponering ser ut i samma område som i Figur 27. Som synes påverkar djupet exponeringsnivån starkt och denna djupkorrigering kan därför bara användas, om det finns en god beskrivning av djupförhållandena, batymetrin.



Figur 28. Vågexponeringen vid botten beräknad med hjälp av SWM och djupkorrigerad enligt Bekkby m.fl. (2008). Exemplet är från östra Gräsö.

# Modelleringar på nationell skala

## Bakgrund

Modelleringar gjordes på både nationell och lokal skala för att belysa hur olika miljöfaktorer påverkar arters utbredningsmönster på olika skalor. Exempelvis har den tydliga salthaltsgradienten längs Sveriges kust stor inverkan på arters utbredningsmönster på nationell nivå, medan t.ex. vågexponering kan ha större inverkan på lokal nivå. Underlagens olika detaljeringsnivå på de olika skalorna påverkar även modelleringsresultaten.

## Modellering

På nationell skala gjordes modelleringar av blåstång, eftersom denna art är en av de viktigaste habitatbildande arterna i svenska vatten. Arten beskrivs kortfattat nedan. Blåstången valdes även då det finns god erfarenhet att modellera denna art på lokal skala (Sandman m.fl. 2008). Tidigare modelleringar har visat att arten svarar på de prediktorvariabler som fanns tillgängliga för detta projekt, vilket innebär att det går att bygga modeller och prediktioner med god kvalitet förutsatt att underlagen håller god kvalitet.

Modelleringen av blåstång på nationell skala visade sig dock vara problematisk. För att identifiera orsakerna till detta gjordes modelleringarna med två olika upplösningar (100 m och 25 m), på både nationell och regional skala samt både med och utan s.k. ringade områden med begränsad djupinformation. En högre upplösning skulle medföra att filerna blir för stora att hantera för programvara och datorer. För att undvika extrapoleringar gjordes modellerna och prediktionerna endast inom samma intervall som det fanns fältdata för.

I motsats till modelleringarna i pilotområden som gjordes på data om förekomst/icke förekomst, gjordes modelleringen på nationell skala med en metod kallad Maxent (Phillips m.fl. 2006). Denna metod utgår enbart från förekomstdata.

## Blåstång

Blåstång (*Fucus vesiculosus*) förekommer i Sverige längs både väst- och östkusten. Den växer på hårt substrat som häll, block och sten. I Östersjön styrs den storskaliga utbredningen i nord-sydlig riktning av salthalten och arten förekommer endast söder om Norra Kvarken. I Östersjön begränsas utbredningen i djupled främst av solinstrålning vid botten. Vid bra förhållanden kan den förekomma ned till 12 m, vilket i kombination med dess tredimensionella struktur gör den till den dominerande habitatbildande algen i den svenska delen av Östersjön. Detta innebär att den skapar ett habitat som är viktigt för många andra arter. Blåstångens grenar bromsar upp strömmar och skapar en tredimensionell miljö, som både gynnar små arter som söker skydd och större arter som söker föda. Den fungerar även som substrat för många fastsittande arter. På västkusten är blåstången allmänt förekommande ner till ca 1 m djup, därefter utbreder sig andra stora brunalger såsom tare (*Laminaria* spp.) och sågtång (*Fucus serratus*). Blåstångens utbredning styrs även av vågexponering och arten förekommer rikligast i medelxponerade områden. I alltför exponerade områden är ofta slitaget från vågor och is för stort.

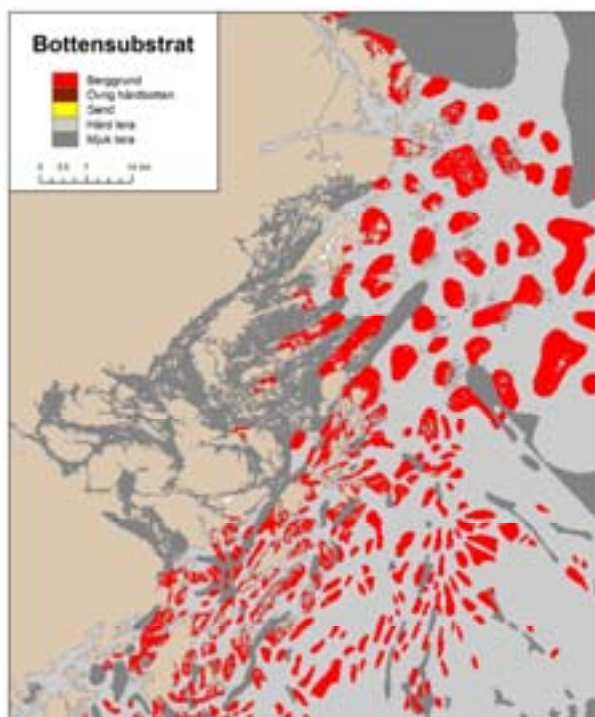
## Underlagsdata

### Prediktorvariabler

De prediktorvariabler som fanns tillgängliga på nationell skala var djup, vågexponering, salthalt och substrat, det sistnämnda dock med mycket grov upplösning. Samtliga underlag beskrivs under rubriken "Miljövariabler" ovan. Kartan för salthalt visas i "Miljövariabler – Salthalt" ovan. Notera att djupunderlaget bygger på sjökortsdata och innehåller s.k. ringade områden med begränsad djupinformation av sekretesskäl. Detta djupunderlag är avsevärt mindre detaljerat än de underlag som fanns tillgängliga för pilotområdena.

Substratunderlaget från BALANCE-projektet (Al-Hamdani & Reker (eds.) 2007) har en upplösning på 5000 m, vilket bedömdes vara alltför grovt för att kunna användas för modellering av blåstång. Som exempel kan nämnas att i stort sett hela Stockholms skärgård är klassad som lera i detta underlag (Figur 29). Detta innebär att om underlaget skulle användas för prediktion av blåstång, skulle arten inte förväntas förekomma i nämnvärd utsträckning i Stockholms skärgård. På större skala bedömdes underlaget dock vara användbart till att identifiera stora områden med sand, där blåstång inte förekommer, t.ex. i stora kustområden i Skånes och Hallands län. Substratunderlaget som i sin ursprungliga form innehåller fem substratkategorier, klassades därför om till två klasser: sand och icke sand.

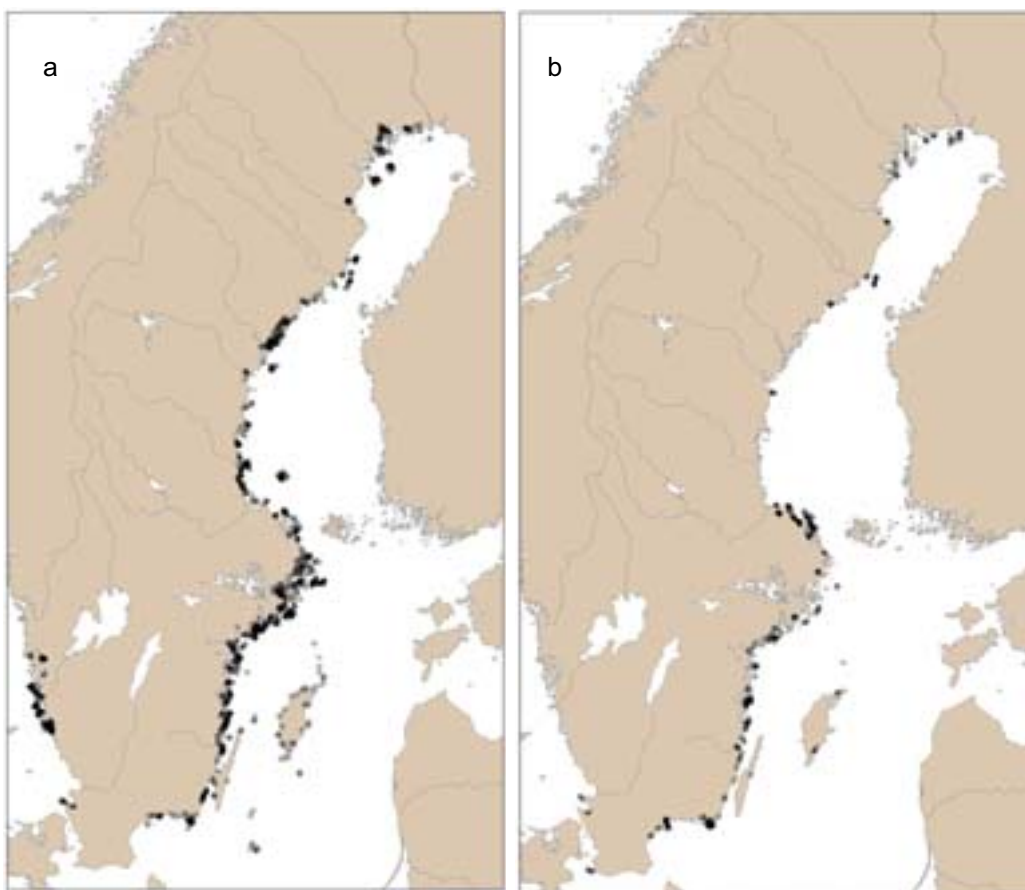
Utöver ovan nämnda underlag gjordes även ett försök att använda latitud och longitud som miljöfaktorer, men detta gav felaktiga prediktioner och uteslöts därför.



Figur 29. Detalj ur bottensubstrat från BALANCE (Al-Hamdani & Reker (eds.) 2007).

### Kalibreringsdata

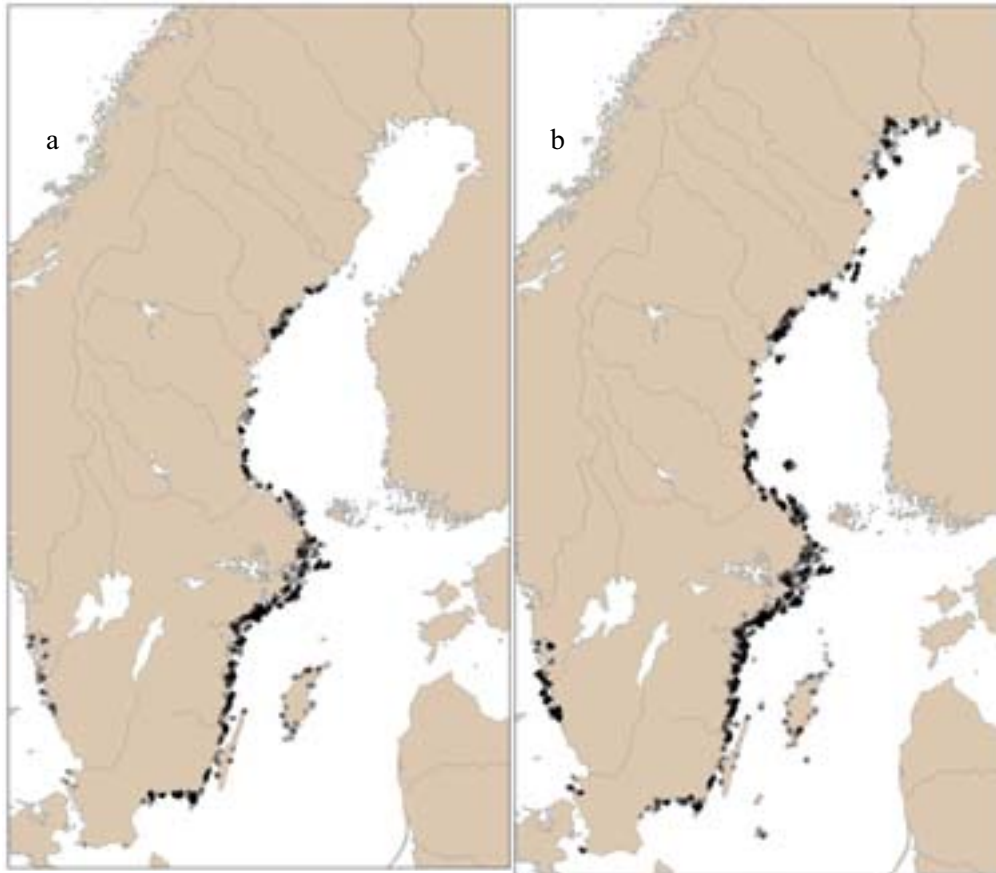
De biologiska data som fanns tillgängliga för modellering beskrivs under rubriken ”Biologiska variabler” ovan. Huvuddelen av uppgifterna var insamlade enligt basininventeringsmetoden för grunda vikar, respektive vegetationsklädda bottnar ostkust. En översikt över de data som har sammanställts visas i Bilaga 1. Den geografiska fördelningen av inventeringarna visas i Figur 30. För att undvika beroende mellan kalibrerings- och valideringsdataseten slumpades transekter, som antingen kalibrerings- eller valideringstransekter. För att balansera den geografiska fördelningen av data i modellerna, gjordes sedan ett slumpvis urval av data från geografiskt överrepresenterade områden. Den geografiska spridningen av kalibreringsdata, dvs. förekomstdata som har använts för att bygga modellen, visas i Figur 31a.



Figur 30. Geografisk fördelning av data (förekomst och icke förekomst) från vilka data varit tillgängliga för modelleringar och utvärderingar: (a) data från dyktransekter och (b) data från inventeringar i grunda vikar.

### Valideringsdata

Liksom för kalibreringsdata gjordes ett slumpvis urval av tillgängliga data för att balansera den geografiska spridningen. Den geografiska spridningen av valideringsdata, dvs. data om förekomst och icke förekomst som har använts för att utvärdera prediktionernas kvalitet, visas i Figur 31b.



Figur 31. Geografisk fördelning av (a) kalibreringsdata (endast förekomst) och (b) valideringsdata (både förekomst och icke förekomst).

## Modellering

Den nationella modellen för blåstång var av utmärkt kvalitet ( $AUC=0,90$ ), vilket innebär att prediktorvariablerna till stor del förklarade observerade förekomster av blåstång. Prediktionen, dvs. kartan över förekomst som beräknats med hjälp av modellen och underlagen, visade sig dock bli av dålig kvalitet ( $extAUC=0,54$ ; Tabell 6). Den stora skillnaden i kvalitet mellan modell och prediktion beror främst på, att modellen bygger på djupdata som är uppmätta i fält, medan prediktionen bygger på sjökortsdata med låg detaljnivå.

Resultatet visade att den ursprungliga tanken att producera utbredningskartor i nationell skala inte gick att genomföra med acceptabel kvalitet, utifrån de underlag som fanns tillgängliga. För att kringgå eller mildra problemen med underlagen, gjordes försök i flera steg med att precisera modellerna och prediktionerna. Dessa ansatser redovisas nedan och resultaten finns sammanställda i Tabell 6.

**Tabell 6. Översikt över modeller och resultat för habitatutbredning av blåstång på nationell och regional skala. Samtliga prediktioner har externvaliderats med oberoende valideringsdata. 1**

Skala	Område	Upplösning	Prediktionens kvalitet (extAUC)	Prediktorvariabler <sup>1</sup>
1. Nationell	Sverige	100 m	Dålig (0,54)	D 59,5; SA 38,0; V 2,5; SU 0,0
2. Regional	Bottenhavet	100 m	Dålig (0,69)	D 64,0; SA 29,3; V 6,7; SU 0
	Egentliga Östersjön	100 m	Dålig (0,58)	D 89,3; SA 8,3; V 2,4; SU 0,0
	Västkusten <sup>2</sup>	100 m	Dålig (0,57)	D 84,9; V 11,5; SU 3,5
3. Regional utan ringade områden	Egentliga Östersjön, utan ringade områden	100 m	Dålig (0,60)	D 89,3; SA 8,3; V 2,4; SU 0,0
4. Regional utan ringade områden	Bottenhavet	25 m	Intermediär (0,76)	D 61,0; SA 32,0; V 7,0; SU 0,0
	Norra egentliga Östersjön, utan ringade områden	25 m	Dålig (0,50)	D 90,4; SA 6,9; V 2,3; SU 0,4
	Södra egentliga Östersjön, utan ringade områden	25 m	Dålig (0,68)	D 91,4; V 5,7; SA 2,9; SU 0,0
	Västkusten <sup>2</sup>	25 m	Dålig (0,55)	D 82,3; V 14,5; SU 3,3

<sup>1</sup> Siffran efter varje prediktorvariabel anger hur viktig den är i modellen.  
D= djup, SA= salthalt, V= vågexponering, SU=substrat (sand/icke sand).

<sup>2</sup> Västkusten modellerades utan salthalt eftersom det gav felaktiga prediktioner för området.

- 1) *Nationell skala.* I ett första steg modellerades hela Sveriges kuststräcka. Detta gav en bra statistisk modell (AUC=0,90), men den externa valideringen visade att prediktionens var av dålig kvalitet (extAUC=0,54). Bl.a. predikterades ingen blåstång på västkusten. Anledningen till prediktionens dåliga kvalitet är främst att den bygger på sjökortsdata med låg detaljnivå, medan modellen är byggd på djupdata som är uppmätt i fält.
- 2) *Regional skala.* För att bättre ta fram de regionala karaktärerna för blåstångens utbredning delades Sveriges kust upp i tre regioner; Bottenhavet, Egentliga Östersjön och västkusten enligt biologiskt relevanta indelningar (Figur 32). Även om samtliga prediktioner blev bättre än den nationella, var kvaliteten fortfarande dålig (samtliga extAUC ≤0,69).

- 3) *Utan ringade områden.* En av de mest uppenbara felaktigheterna i djupunderlaget är ringade områden med begränsad djupinformation. Dessa områden togs därför bort ur prediktionen och en ny validering gjordes på kvarvarande områden. Den externa valideringen förbättrades då marginellt (från extAUC =0,58 till 0,60), men var fortfarande av dålig kvalitet.
- 4) *Ökad upplösning.* En annan faktor som påverkar kvaliteten i djupunderlaget är dess upplösning. De regionala modellerna gjordes därför om med en upplösning på 25 m. Detta gav bättre upplöst information för vågexponering och djup, eftersom dessa underlag fanns tillgängliga i högre informationsupplösning, medan för salthalt och substrat innebar den högre upplösningen ingen förbättring. Arbetsfilerna blev fyra gånger så stora i den högre upplösningen, vilket innebar att regionen Egentliga Östersjön måste delas i en nordlig och en sydlig del. Den högre upplösningen gav bättre prediktioner för Bottenhavet, som i och med denna ansats uppnådde intermediär kvalitet (extAUC =0,76; prediktion se Figur 32). För norra och södra delen av Egentliga Östersjön samt för västkusten blev det mindre förändringar, men samtliga prediktioner var fortsatt av dålig kvalitet (samtliga extAUC  $\leq$ 0,68).





Karta 23. Lämpligt habitat (sannolikhet för förekomst mer än 50 %) för blåstång i Bottenhavet. Modellen och prediktionen är gjorda med en upplösning av 25 m. För att tydligare visualisera mönstret har områden med lämpligt habitat därefter expanderats med 100 m (4 rasterrutor).

## Diskussion och slutsatser

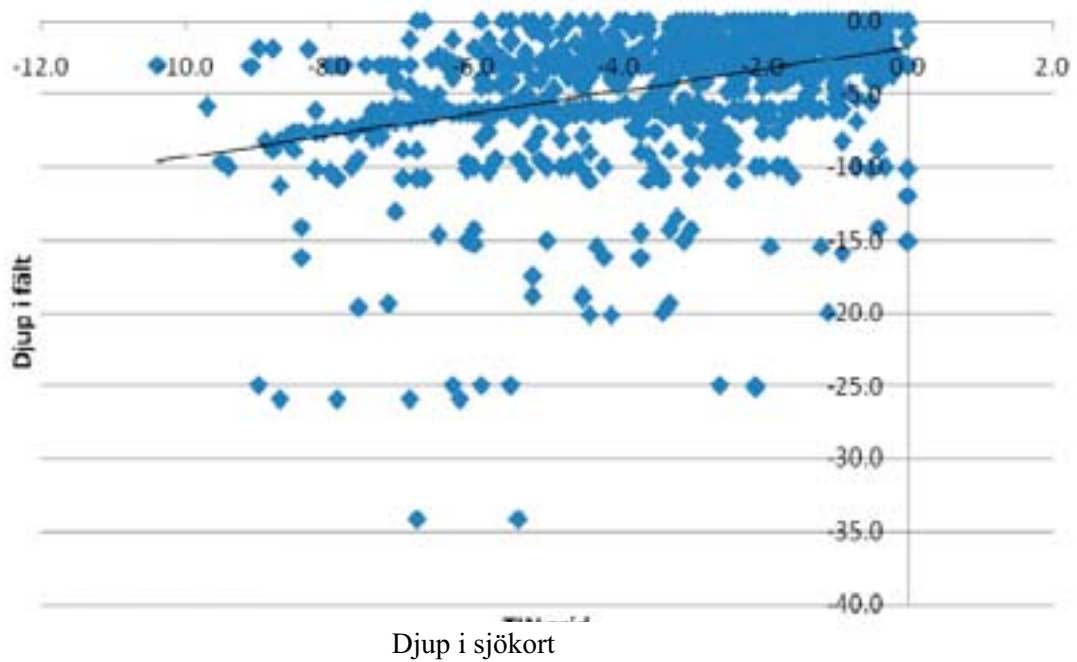
### Variablernas inverkan på olika skalor

I Tabell 6 visas hur viktig respektive prediktorvariabel är i modellen för habitatutbredning av blåstång. Denna analys bygger på uppmätta djup och inte på sjökortsdata. I samtliga modelleringar utföll djupet som den viktigaste miljövariabeln för att förklara

blåstångens utbredning, djupet bidrog till 60-91 procent av modellens förklaringsförmåga. Salthalten utföll som den näst viktigaste på nationell skala, och oftast även regionalt. Störst betydelse, 38 procent, har salthalten på nationell skala, vilket är rimligt med tanke på Östersjöns salthaltsgradient och den begränsning som salthalten utgör för blåstångens utbredning i norr. Salthalten påverkar även utbredningen på lokal skala i de områden där det finns en salthaltsgradient. Stockholms skärgård är ett exempel på ett sådant område och där hade även salthaltsunderlaget en förbättrad upplösning. För västkusten uteslöts salthalt som underlag till modelleringen, då prediktionerna blev orimliga när den var med. Detta berodde sannolikt på att salthaltsskiktet inte beskrev kustvattnen tillräckligt väl. Vågexponeringen bidrog med upp till 14 procent av modellens förklaringsförmåga, och har således mindre betydelse på nationell/regional skala. Störst bidrag till modelleringen hade vågexponeringen på västkusten, vilket sannolikt berodde på att den även bidrog till att förklara ett mönster som orsakas av salthaltsgradienten i kustmiljön. Det är vanligt att förklaringsvariabler som t.ex. vågexponering, salthalt, närsaltskoncentrationer korrelerar i kustmiljöer och det är då svårt att statistiskt skilja effekter av dessa variabler på arternas utbredning från varandra. Vågexponering är normalt en viktig modelleringsparameter i skärgårdsområden, där skillnaderna är stora mellan arters utbredning på skyddade, respektive vågexponerade lokaler. Substratet utföll aldrig som en viktig parameter, men hade dock viss betydelse främst i södra Östersjön och på västkusten (3,3 %). Detta beror på att det substratskikt som användes hade mycket grov upplösning och endast visade sand/icke sand. Detta innebär att de stora sandiga ytor som förekommer i Skåne och Hallands län beskrevs relativt korrekt i underlaget. Resultatet ska inte tolkas som att substrat saknar ekologisk betydelse, tvärtom är det belagt att det tillhör de viktigaste för bottenlevande arters utbredningsmönster. Om ett mer detaljerade substratunderlag hade varit tillgängligt, hade detta troligtvis fått större betydelse i modellerna och modellernas kvalitet hade förbättrats ytterligare.

### **Extern validering och kvalitet i underlagen**

Den externa valideringen visade att prediktionen i nationell skala var av dålig kvalitet. Trots försök i flera steg med att förbättra kvaliteten, uppnåddes intermediär kvalitet endast av prediktionen för Bottenhavet med en upplösning på 25m (Figur 32). Huvudförklaringen till detta var att djupet var den viktigaste faktorn i modellerna, samtidigt som djupunderlaget för prediktionerna var dåligt. En korrelation mellan djup uppmätt i fält och djup i underlaget baserat på sjökortsdata visade på en mycket låg överensstämmelse (korrelationskoefficient  $R^2=0,33$ ; Figur 33). I de grundaste områdena med ett djup på 0-15 m var överensstämmelsen ännu sämre ( $R^2=0,14$ ). De ringade områdena utgör endast en viss förklaring till detta, då sådana saknas i Bottniska viken och på västkusten. Analysen visar även att salthalt fungerar relativt bra som underlag på nationell skala. På regional skala var salthaltsunderlaget främst användbart i områden där det finns en salthaltsgradient och där underlaget hade förfinats, som t.ex. Stockholms skärgård i norra Egentliga Östersjön. För västkusten där underlaget inte hade kunnat förfinas fungerade det inte alls.



Figur 33. Korrelation mellan djup i underlag baserat på sjökortsdata (interpolerat med hjälp av TIN-metoden) och djup uppmätt i fält (korrelationskoefficient  $R^2 = 0,33$ ).

Ytterligare en anledning till att prediktionerna var av dålig kvalitet, är dålig geografisk spridning av biologiska data. Som framgår av Figur 30 finns mycket få datapunkter längs Gotlands, Ölands och Skånes kuster samt längs stora delar av västkusten. Detta medför att vissa miljövariabler, som t.ex. salthalt, inte är fullt representerade inom hela sin spridning. Därmed fångas förändringen i salthalt inte upp av kalibreringsdata, vilket medför att prediktorvariabelns betydelse inte framgår i modellerna och därmed inte heller i prediktionerna.

## Modelleringar i pilotområden

Tre områden har valts ut som pilotområden för att göra modeller på lokal skala. Dessa områden representerar tre olika miljöer längs östkusten: Råneå i norra Bottenviken, Gräsö-Singö i Södra Kvarken och Missjö i Egentliga Östersjön (Figur 34). Områdena skiljer sig åt storleksmässigt och variationsmässigt. Råneå och Gräsö-Singö är båda relativt stora och sträcker sig från kustnära vatten och ut i ytterskärgården, medan Missjö är jämförelsevis litet och sträcker sig från mellan- till ytterskärgård. Råneå-området är relativt flackt och inom pilotområdet är djupet sällan större än 20 m. Gräsö-Singö skärgård har stora grunda områden, men pilotområdet omfattar även mer öppna vatten som är över 200 m djupa. I Missjö är botten mycket kuperad med djuprännor och många små öar. Råneå är mest påverkat av sötvattensutflöden och är det enda pilotområde i vilket salthalt har använts som en prediktorvariabel. Råneå är också det område som är mest påverkat av is.



Figur 34. De tre pilotområdena Råneå, Gräsö-Singö och Missjö längs Sveriges östkust.

Pilotområdena har även valts för att det för dessa områden finns tillgängliga data om miljövariabler som styr arters utbredning. Vilka miljövariabler som data fanns tillgängliga för varierar något mellan pilotområdena. Detta innebär att olika erfarenheter kan göras

från modelleringarna i de olika områdena och dessa diskuteras för respektive område. Heltäckande kartor har tagits fram för de tillgängliga miljövariablerna. Dessa kartor är inte bara användbara vid modelleringarna, utan är även i sig själva en del av beskrivningen av områdenas karaktär.

Samtliga underlag och modelleringar för pilotområdena har gjorts med en upplösning på 25 m. Alla modelleringar har gjorts med två frihetsgrader, vilket normalt är ett gott skydd mot överanpassning av modeller. Sekretessbelagda bilagor kan på förfrågan till Naturvårdsverket delges behörig person i enlighet med kraven i 7 § säkerhetsskyddsförordningen (1996:633).

Med den modelleringsmetod som använts, är det framförallt de relativt vanliga arterna som går att ta fram prediktioner för, medan ovanliga arter är alltför dåligt representerade i datasetet. Eftersom de ovanliga arterna är intressanta ur bevarandeperspektiv, redovisas observerade förekomster av flera mindre vanligt förekommande arter i s.k. Riktade inventeringar efter ovanliga arter kan utföras baserade på prickkartor i kombination med prediktioner för vanligare arter om dessa är associerade, se ”Diskussion – Kartunderlag för naturvärdesbedömning”.

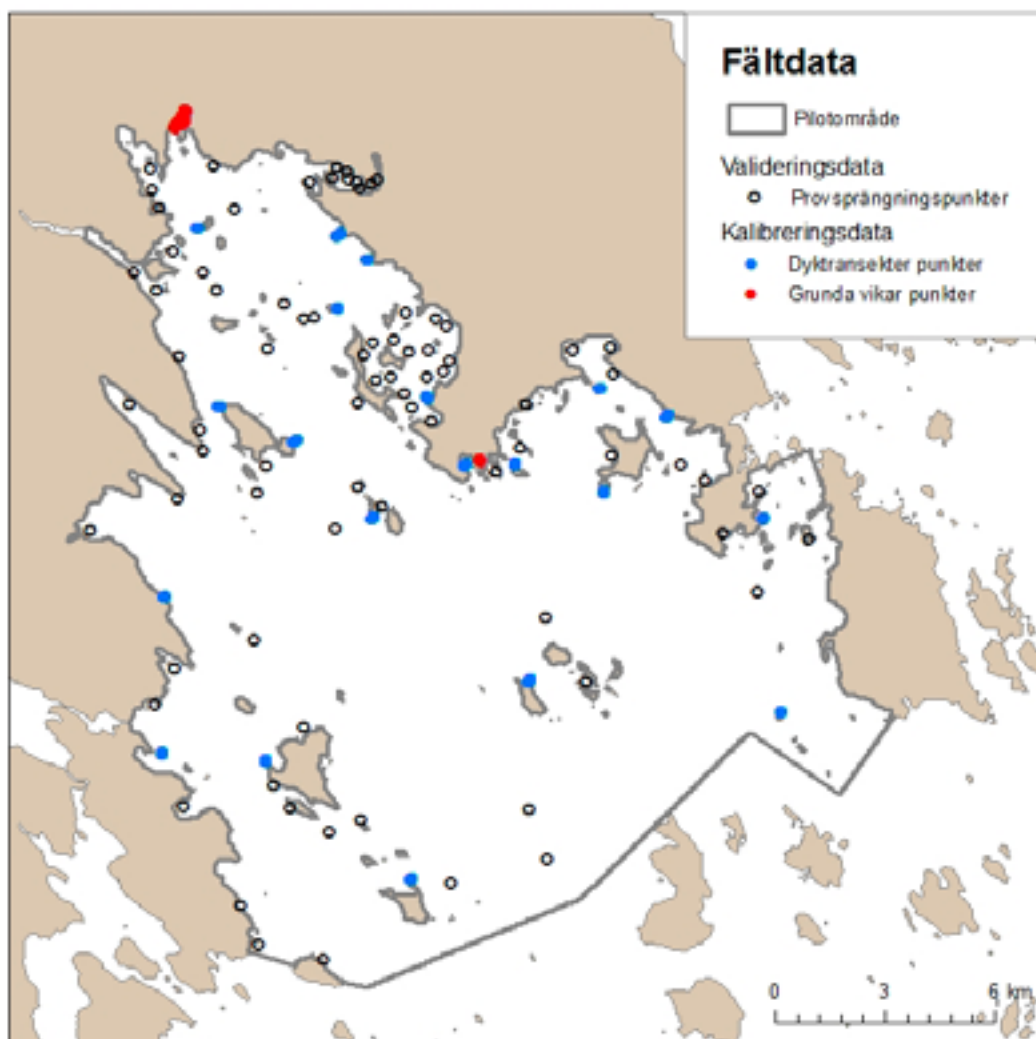
## Råneå pilotområde

### Inledning

Råneå pilotområde ligger i den nordligaste delen av Bottenviken. Det är 275 km<sup>2</sup> stort och omfattar Rånefjärden och dess förlängning mot mer öppet hav (Figur 35). I områdets nordostliga del finns tre naturreservat som initialt är avsatta för sina naturvärden på land: Bergöfjärden, Holsteröarna och Sikören. Dessa områden samt Rånefjärden är dessutom upptagna som Natura 2000-områden.

I denna nordligaste del av Bottenviken är salthalten låg (0-2 psu), landhöjningen stor (ca 7 mm per år) och ispåverkan omfattande. Detta bidrar till en variabel miljö med få arter och enkla näringsvävar. Idag är området relativt opåverkat från mänsklig störning. I södra delen finns dock avloppsreningsverk samt järn- och stålverk.

De arter som lever i den låga salthalten är en blandning av söt-, salt- och brackvattensarter. Detta innebär att flera av både söt- och saltvattenarterna som förekommer, är på gränsen av sitt utbredningsområde. Vanligt förekommande arter i Östersjön, som t.ex. blåstång och blåmussla, kan inte leva i den här miljön. I avsaknad av stora alger dominerar kärlväxter som habitatbildande arter. Detta innebär att denna funktion i huvudsak är begränsad till sandiga och mjuka bottenar.



Figur 35. Geografisk spridning av kalibrerings- och valideringsdata i Råneå pilotområde.

**Tabell 7. Förteckning över samtliga kartor som tagits fram för Råneå pilotområde. Varje karta finns även som GIS-fil med samma status (allmänt spridningstillstånd/ sekretessbelagd) som kartan. GIS-filer som allmänt spridningstillstånd har erhållits för, finns i Bilaga 9. Sekretessbelagda GIS-filer finns i sekretessbelagd Bilaga 11.**

Karta	Typ	Allmänt spridningstillstånd			Sekretessbelagd	
		Rapport Fig. nr.	Bil. 8 Fig. nr.	Upplösning (m)	Bil. 10 Fig. nr.	Upplösning (m)
Djup	raster				1	25
Kurvatur	raster				2	25
Vågexponering vid ytan	raster		1	25		
Vattenfärg	raster		2	25		
Salthalt	raster		3	25		
Grumlighet	raster		4	25		
Grönslickar ( <i>Cladophora</i> spp.)	raster	36		25		
Borstnate ( <i>Potamogeton pectinatus</i> )	raster	37		25		
Hornsärv ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )	raster	38		25		
Hårslinga ( <i>Myriophyllum alterniflorum</i> )	raster	39		25		
Hårsärv ( <i>Zannichellia palustris</i> )	raster		5	25		
Nordnäckros ( <i>Nymphaea alba</i> ssp. <i>candida</i> )	raster	40		25		
Småsvaltning ( <i>Alisma wahlenbergii</i> )	prick		6			
Vitstjälksmöja ( <i>Ranunculus peltatus</i> ssp. <i>baudotii</i> )	raster	41		25		
Ålnate ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> )	raster		7	25		
Juvenil abborre ( <i>Perca fluviatilis</i> )	prick		8			
Juvenil gärs ( <i>Gymnocephalus cernuus</i> )	prick		9			
Juvenil löja ( <i>Alburnus alburnus</i> )	prick		10			
Sandstubb ( <i>Pomatoschistus minutus</i> )	prick		11			
Storspigg ( <i>Gasterosteus aculeatus aculeatus</i> )	prick		12			

<sup>1</sup>Kartorna eller GIS-filerna har den bästa upplösning som kan tillåtas av de allmänna spridningstillstånd som erhållits från Sjöfartsverket.

## Underlagsdata

### PREDIKTORVARIABLER

Nedan följer en redogörelse för de underlag som tagits fram för Råneå. Underlagen vattenfärg, salthalt och grumlighet har endast tagits fram för detta pilotområde och beskrivs därför inte under rubriken ”Miljövariabler” ovan. Data för dessa variabler samlades in i samband med provfiske (metodbeskrivning i Bergström et al. 2007). Data fanns även om siktdjup, men denna variabel hade inte kunnat mätas korrekt inom hela pilotområdet, då den i vissa fall överskred bottendjupet. Siktdjupet användes därför inte i modelleringarna.

Utöver nedanstående variabler gjordes även försök att modellera substrat. Utbredningen av olika substrattyper kunde dock inte fångas upp på ett tillfredsställande sätt, med de miljövariabler som fanns att tillgå, och användes därför inte i modelleringarna.

### *Djup och djupderivat*

Från Sjöfartsverket erhöles djupdata från enskilda punkter och punkter längs djupkurvor insamlade genom handlodningar genomförda 1880-1900. Pilotområdet är till största delen 5-10 m djupt, endast de inre delarna av Rånefjärden är grundare än 5 m och en liten yta i pilotområdets nordostliga del är mellan 10 och 20 m djup. Inom dessa intervall ger dock många små skär, öar, grund och grynnor stor lokal variation i djupet. Baserat på djupunderlaget beräknades även underlagen lutning, lutningsriktning, ljusexponering och kurvatur. Beskrivningar av hur skikten för djup och djupderivat togs fram finns under rubriken ”Miljövariabler – Djup” ovan.

Den externa valideringen av prediktionerna avslöjade att de djupderiverade underlagen lutning, lutningsriktning, ljusexponering och kurvatur, djupkorrigerad vågexponering resulterade i modeller av dålig kvalitet. Endast för en art (borstnate, *Potamogeton pectinatus*) bidrog kurvatur till en rimlig prediktion. På grund av detta användes därför endast kurvatur i den slutgiltiga modellen för denna art, medan de övriga djupderiverade underlagen inte användes.

### *Vågexponering*

Beskrivning av hur skiktet för vågexponering vid ytan och botten togs fram finns under rubriken ”Miljövariabler – Vågexponering” ovan. Kartan över vågexponering visar att Råneå pilotområde till största delen är skyddat. De strandnära vattnen i nordost samt de allra innersta vikarna är ännu mer skyddade.

Liksom för de djupderiverade underlagen avslöjade den externa valideringen, att även den djupkorrigerade vågexponeringen resulterade i modeller med dålig kvalitet, varför den inte användes i de slutliga modellerna.

### *Vattenfärg*

Vattenfärg beskriver vattnets bruna nyans i jämförelse med värdesatta referensfärger. Datapunkterna interpolerades till en heltäckande yta med en metod kallad ”spline”. Den resulterande kartan över vattenfärg visar att färgvärdet är högst i Råneåfjärdens inre delar samt längs den sydliga kuststräckan.



### *Salthalt*

Salthalt mättes med en salinitetsmätare och en heltäckande yta interpolerades från datapunkterna med hjälp av en metod kallad linjär trendyta. Detta gav ett storskaligt mönster över salthalten i området för den tidpunkt då data samlades in. Den resulterande kartan visar att salthalten ökar linjärt från områdets inre till dess yttre delar.

### *Grumlighet*

Grumlighet mäts i enheten FTU och anger hur mycket ljus som reflekteras av ouplösta partiklar i vattnet. Datapunkterna interpolerades till en heltäckande yta med spline-metoden. Den resulterande kartan visade, att grumligheten är som störst vid utflödena från vattendrag i områdets inre delar samt i den stora lagunartade delen i områdets nordliga del. Vid modelleringarna visade det sig dock, att variabeln grumlighet inte var användbar på grund av dålig spridning av kalibreringsdata över variabeln, vilket resulterade i osannolik respons. Grumlighet användes därför inte i de slutgiltiga modellerna.

### KALIBRERINGS- OCH VALIDERINGSDATA

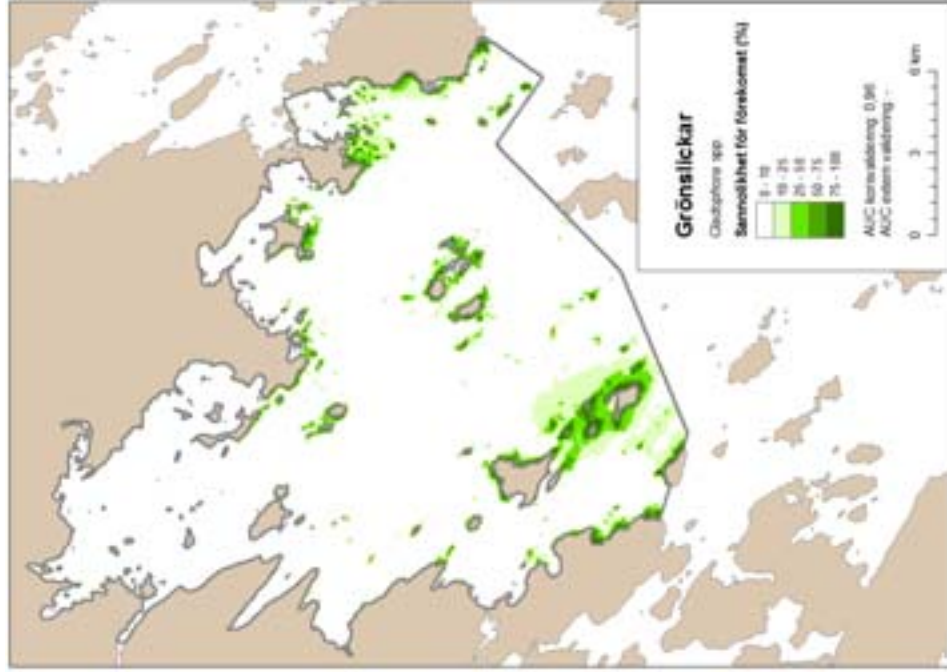
Som kalibreringsdata för modellering av alger och kärlväxter användes data från dyktransekter och inventeringar i grunda vikar. Dessa data beskrivs kortfattat i ”Biologiska variabler – Bottenlevande växter och djur” ovan. För att balansera fördelningen av antalet punkter från de två olika inventeringstyperna, användes endast ett slumpvis urval av punkterna från inventeringar i grunda vikar. För att bygga modellerna användes sammanlagt 1786 datapunkter från dessa två inventeringstyper (Figur 35).

Som valideringsdata användes 81 datapunkter som samlats in i samband med provfiske med hjälp av sprängning (Figur 35). Täckningsgraden av olika växtarter hade noterats i 10\*10 m stora rutor vid snorkling. Dessa data var lämpliga som valideringsdata, dels för att de hade samlats in med fokus på grunda miljöer, liksom kalibreringsdata, dels för att de var jämt fördelade över viktiga prediktorvariabler som t.ex. vågexponering och djup.

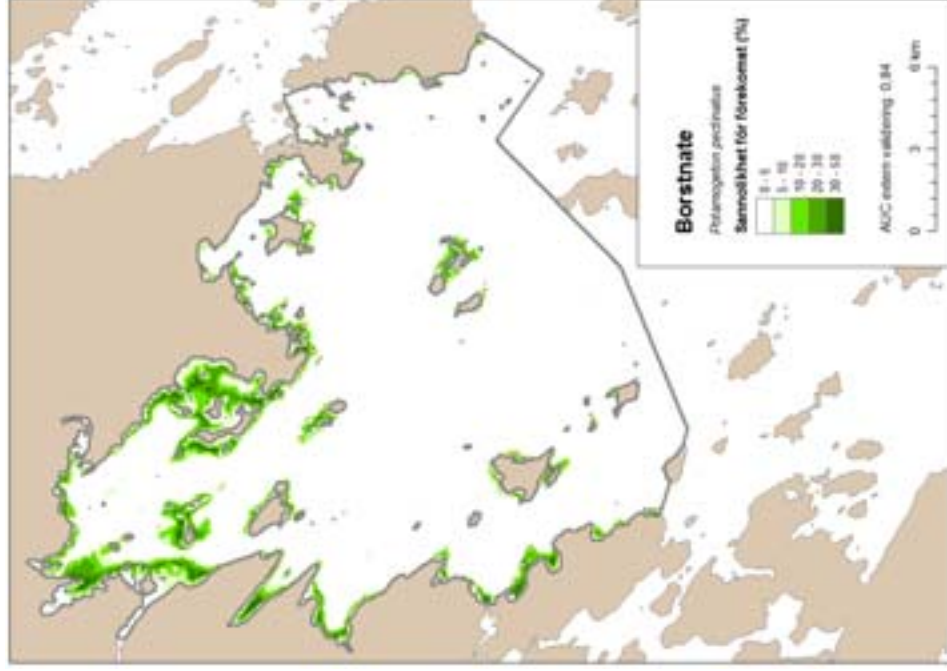
Data om juvenil fisk och små fiskarter fanns insamlade från provfisket (68 punkter med fiskdata). Eftersom detta dataset hade god geografisk spridning, men var alltför litet för att kunna modelleras, visas prickkartor över observerade förekomster för fem fiskarter.

### **Modelleringsresultat och prickkartor**

I Råneå har prediktioner med minst intermediär kvalitet ( $\text{extAUC} \geq 0,7$ ) kunnat genereras för ett algsläkte (grönslick) av fintrådiga alger samt för sju arter av kärlväxter. En översikt över modelleringsresultaten för dessa arter ges i Tabell 8. För fem av nio modellerade arter fanns valideringsdata tillgängligt för extern validering av prediktionernas kvalitet ( $\text{extAUC}$  anges i Tabell 8). I de fall detta inte fanns tillgängligt, redovisas istället ett värde för modellens kvalitet ( $\text{cvAUC}$ ). När extern valideringsdata saknades, lades extra vikt vid bedömning av prediktionerna av experter med lokalkännedom. Utöver utbredningskartor för modellerade arter, visas även en s.k. prickkarta över observerad förekomst av den rödlistade arten småsvalting samt för juvenil abborre, juvenil gärs, juvenil löja, sandstubb och storspigg).

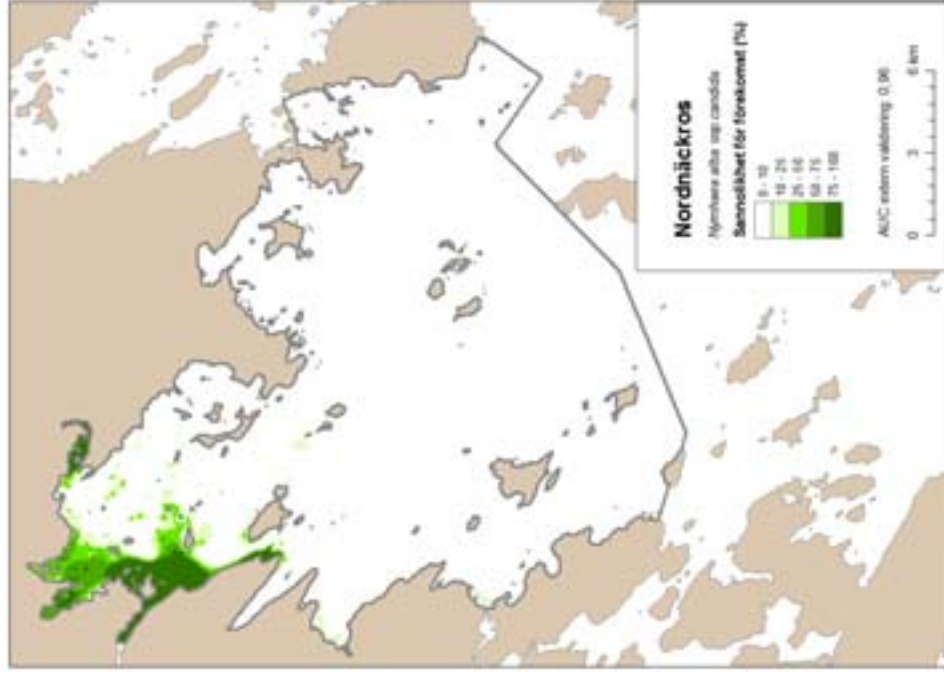


Figur 36. Modellerad sannolikhet för förekomst av grönslickar (*Cladophora* spp.) i Råneå pilotområde, upplösning 25 m.

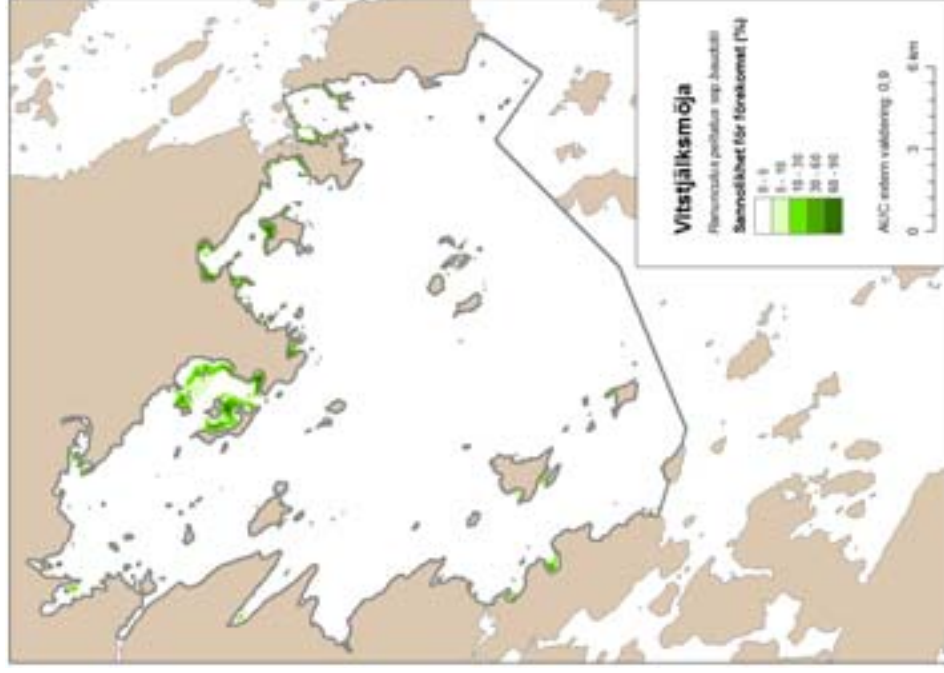


Figur 37. Modellerad sannolikhet för förekomst av borstinate (*Potamogeton pectinatus*) i Råneå pilotområde, upplösning 25 m.





Figur 40. Modellerad sannolikhet för förekomst av nordnäckros (*Nymphaea alba* ssp. *candida*) i Råneå pilotområde, upplösning 25 m.



Figur 41. Modellerad sannolikhet för förekomst av vitsjälksmöja (*Ranunculus peltatus* ssp. *baudotii*) i Råneå pilotområde, upplösning 25 m.

**Tabell 8. Översikt över modelleringar av alger och kärlväxter i Råneå pilotområde. Prediktionerna har externvaliderats med oberoende valideringsdata i samtliga fall, om detta har varit möjligt. Utöver de arter som har modellerats, har även prickkarta tagits fram för småsvalting.**

Art eller släkte	Taxonomi	Modellen eller prediktions kvaliteten (AUC-värde) <sup>1</sup>	Prediktorvariabler <sup>2</sup>
Grönslickar ( <i>Cladophora</i> spp.)	Grönalg	Utmärkt (cvAUC=0,96)	Vågexponering i ytan, färg, djup och salthalt
Borstnate ( <i>Potamogeton pectinatus</i> )	Kärlväxt	God (extAUC=0,84)	Kurvatur, djup och vågexponering i ytan
Hornsärv ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )	Kärlväxt	Utmärkt (cvAUC=0,93)	Salthalt, djup och vågexponering i ytan
Hårslinga ( <i>Myriophyllum alterniflorum</i> )	Kärlväxt	Utmärkt (cvAUC=0,91)	Salthalt, djup och vågexponering i ytan
Hårsärv ( <i>Zannichellia palustris</i> )	Kärlväxt	Intermediär (extAUC=0,72)	Djup, salthalt och vågexponering i ytan
Nordnäckros ( <i>Nymphaea alba</i> ssp. <i>candida</i> )	Kärlväxt	Utmärkt (extAUC=0,96)	Färg, vågexponering i ytan, djup och salthalt
Vitstjälksmöja ( <i>Ranunculus peltatus</i> ssp. <i>baudotii</i> )	Kärlväxt	Utmärkt (extAUC=0,90)	Vågexponering, djup och salthalt
Ålnate ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> )	Kärlväxt	Intermediär (extAUC=0,76)	Djup, salthalt och vågexponering i ytan

<sup>1</sup> För modeller anges cvAUC och för prediktioner extAUC. cvAUC anges endast då extAUC inte har kunnat beräknas.

<sup>2</sup> I ordning efter inverkan i modellen.

## ALGER

Grönslickar (*Cladophora* spp.) är trådlika grönalger som förekommer allmänt på grunda hårdbottnar i hela Östersjön. Inom pilotområdet förekommer både grönslick (*Cladophora glomerata*) och getraggsalg (*Cladophora aegagropila*). Eftersom dessa är svåra att skilja åt i fält har de modellerats tillsammans. I jämförelse med kärlväxterna förekommer algerna något mer i pilotområdets mellersta och yttre delar, främst på grunt vatten. I denna miljö skapar grönslickarna viktiga habitat för små djur som snäckor och kräftdjur som söker skydd och föda.

## KÄRLVÄXTER

Borstnate (*Potamogeton pectinatus*) är en högväxande nateart med smala blad, som bildar strukturer för fisk och andra djur, där de kan söka skydd och föda. Arten växer i näringsrikt bräckt och salt vatten, särskilt på mjukbottnar i relativt skyddade havsvikar. Detta stämmer väl överens med dess förekomst i Råneå pilotområde, där den föredrar skyddade miljöer nära kusten. Arten förekommer inte närmast strandkanten, utan trivs bäst på ett par meters djup.

Hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) har styva, smala blad, men saknar rötter. Arten förekommer på mjuka bottnar, där den även kan växa lösliggande på botten och skapa stora bestånd. Den kan förekomma i näringsrikt och humusfärgat vatten och är inom pilotområdet tämligen vanligt förekommande på skyddade lokaler i områdets innersta delar.

Hårslinga (*Myriophyllum alterniflorum*) är en liten och späd växt, men den kan bilda meterlånga slingor. Arten förekommer främst i näringsfattiga sjöar. I Råneå förekommer hårslinga sparsamt på 1-3 m djup i pilotområdets inre delar, där salthalten är som lägst.

Hårsärv (*Zannichellia palustris*) är en späd växt med tunna, krypande jordstammar som fläckvis kan bilda täta buskliknande habitat. Arten är vanlig på grunda mjukbottnar i salt eller bräckt vatten. Inom pilotområdet förekommer hårsärv i pilotområdets mycket skyddade mellersta delar.

Nordnäckros (*Nymphaea alba* ssp. *candida*) är som namnet anger vanligast i Sveriges norra delar. Den har långa skaft och stora vita blommor. Nordnäckrosen förekommer i lugna sötvattensmiljöer och i havsvikar. I Råneå är den vanligt förekommande ned till fyra meters djup i pilotområdets utsötade miljöer med humusfärgat vatten, framför allt i de grunda vikarna längst in i Rånefjärden.

Småsvalling (*Alisma wahlenbergii*) blir upp till tre decimeter hög. Arten är mycket sällsynt och en av de få endemiska växterna för Östersjöområdet, dvs. den är unik för detta område och förekommer inte någon annanstans i världen. I Sverige är den främst känd från ett fåtal växtplatser vid Mälaren och vid Nyköping, men den har idag försvunnit från flera av dessa platser. 1998 upptäcktes småsvalling även i Norrbotten. Arten växer på grusiga eller steniga bottnar ner till ett par meters djup. Inom pilotområdet har ett fåtal observationer av småsvalling gjorts. Dessa punkter sammanfaller med det område där hårsärv predikteras vara vanligast förekommande. Se vidare under ”Diskussion – Kartunderlag för naturvärdesbedömning”.

Vitstjälksmöja (*Ranunculus peltatus* ssp. *baudotii*) har benvit stjälk och kan bli upp till två meter lång. Den växer i brackvatten från Skåne till Norrbotten, men är vanligare norrut. Inom pilotområdet har arten en begränsad förekomst på mycket skyddat och extremt skyddat grunt vatten längs den nordostliga kusten.

Ålnate (*Potamogeton perfoliatus*) är allmänt utbredd i bräckt och sött vatten. Dess stjälkar kan bli ett par meter långa, är grenade och bär korta, breda blad. Detta i kombination med att den är mycket vanlig i pilotområdet, även i medelxponerade miljöer, gör den till en av de viktigaste habitatbildande arterna. Den förekommer från några meters djup och upp till strandlinjen.

## FISK

Abborre (*Perca fluviatilis*) är vanlig i sjöar, vattendrag och bräckt vatten i hela Sverige. Sommartid förekommer den vid det strandnära algbältet. Unga abborrar är stimlevande, medan äldre är mer solitära.

Gärs (*Gymnocephalus cernuus*) är allmänt utbredd i både sött, bräckt och salt vatten i Sverige. Arten uppehåller sig över ler-, sten- och sandbottnar.

Löja (*Alburnus alburnus*) förekommer från Öresund till Bottenviken samt i sjöar och lugnt rinnande vattendrag. Den är stimlevande och på sommaren jagar den i vattnets mellanskikt, eller vid ytan strax utanför det strandnära vegetationsbältet.

Sandstubb (*Pomatoschistus minutus*) är vanlig längs hela Sveriges kust. Arten lever enstaka eller i små stim över öppna eller bevuxna sandbottnar vid stränderna, oftast på grunt vatten mellan 2-40 m djup.

Storspigg (*Gasterosteus aculeatus aculeatus*) är vanlig längs hela Sveriges kust, i angränsande sötvatten samt i de stora mellansvenska sjöarna. Arten är stimlevande vid stränder och uppehåller sig såväl i ytan som vid bottnen.

Samtliga observerade fiskarter uppehåller sig på grundare vatten på sommaren, dvs. under den tid på året som provsprängningarna gjordes, än under vintern. Juvenil fisk

söker ofta skydd och föda i vegetationsbältet (Sandström m.fl. 2005). Detta stämmer väl överens med den geografiska fördelningen av observerade förekomster i relation till utbredning av vegetation i pilotområdet (se ”Diskussion – Kartunderlag för naturvärdesbedömning”).

## Diskussion och slutsatser

### PREDIKTORVARIABLER

I Råneå pilotområde var det relativt svårt att bygga modeller och prediktioner av god kvalitet. Detta beror bl.a. på att de vanligast förekommande arterna i området är grunt växande kärlväxter, vilket gör att djupunderlagets kvalitet är viktigast för grunda områden. En jämförelse mellan djup uppmätt i fält med djup från den interpolerade djupkartan visade att överensstämmelsen var mycket låg inom intervallet 0-5 m (fältmätningar i samband med provsprängningar, Pearsons korrelationskoefficient  $R=0,57$ ,  $n=81$ ). Inom intervallet 5-16 m var överensstämmelsen bättre (fältmätningar i samband med bottenhuggsprovtagning,  $R=0,98$ ,  $n=20$ ). Detta kan bero på att det förekommer många små grunda partier med sten och block i de djupare mjukbottensområdena. Dessa grunda partier kan ha missats vid djuplodningarna som gjorts med ett mellanrum på 50-100 m.

Problemen vid modelleringen kan även bero på att kalibreringsdata inte var tillräckligt väl fördelat inom det geografiska området och/eller över prediktorvariablerna. Till exempel är det möjligt att grumlighet har stor inverkan på arternas förekomst, men på grund av att kalibreringsdata inte var fördelat över hela variabelns spridning, kunde detta inte fångas upp på ett korrekt sätt i modellerna. Det är även möjligt att ytterligare variabler, som inte fanns tillgängliga, har inverkan på arters utbredningsmönster inom pilotområdet. Exempel på sådana variabler är ispåverkan och industriutsläpp.

### PREDIKTIONER OCH PRICKKARTOR

Prediktionerna visar att både små och stora arter av kärlväxter framförallt är lokaliserade till grunda och skyddade miljöer. I de dyiga inre delarna av Råneå-fjärden växer hårslinga och nordnäckros medan hårsärv förekommer på sandigt substrat. Ålnate förekommer på alla grunda bottnar utom de mest exponerade. Detta är troligtvis en effekt av att isen kan skrapa de exponerade grunda bottnarna på flera meters djup. Förekomsten av habitatbildande vegetation i grund och skyddad miljö, visar att det är här som den största artdiversiteten kan förväntas för djur som snäckor, kräftdjur och insekter. Dessa habitat är också viktiga lek- och uppväxtområden för många fiskarter. På medexponerade sandiga substrat växer ålnate, hårsärv samt till viss del borstnate. På exponerade hårda bottnar förekommer grönslickar.

## Gräsö-Singö pilotområde

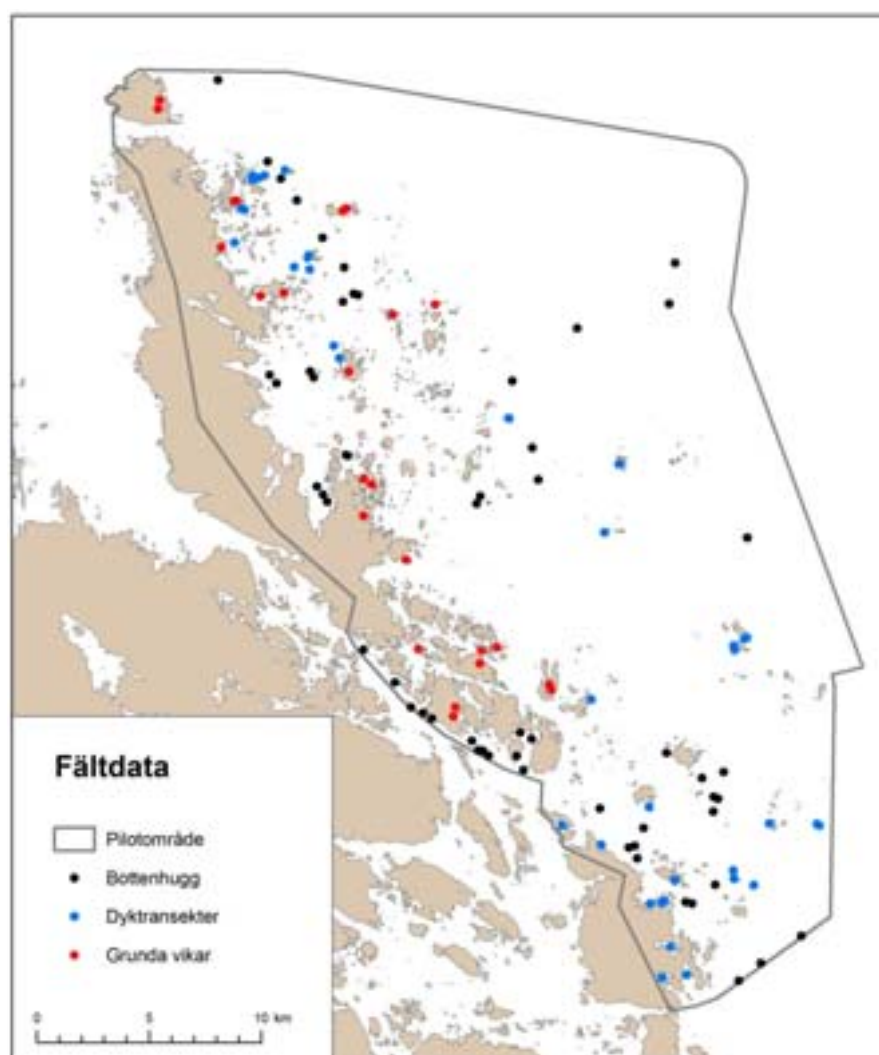
### Inledning

Gräsö-Singö pilotområde är utvalt för att representera Södra Bottenhavet. Pilotområdet sammanfaller i huvudsak med ett s.k. BSPA-område (Baltic Sea Protected Area) inom HELCOM. Pilotområdet omfattar helt eller delvis sex naturreservat och sju Natura 2000-områden, dessa är dock främst avsatta för värden på land. Här finns också elva säl- eller



fågelskyddsområden samt sju fredningsområden för fisk. Arbeta med marin reservatsbildning för hela området har påbörjats.

Pilotområdet omfattar nära 700 km<sup>2</sup> öster om Gräsö i Uppsala län och Singö i Stockholms län (Figur 42). Det sträcker sig fr.o.m. Örskär i norr t.o.m. Singsundet mellan Singö och Fogdö i söder. I öster sträcker det sig ut till Grundkallens och Understens fyrar.



Figur 42. Geografisk spridning av kalibreringsdata i Gräsö-Singö pilotområde.

I området finns skyddade vikar och flador, mellanskärgård samt exponerad ytterskärgård med kala öar och skär. Landhöjningen på ca 6 mm per år ger en kontinuerlig förändring av miljön. Havsvikar förändras successivt till vegetationsdominerade avsnörda vikar eller våtmarker. Vid pilotområdet går en ekologisk gräns mellan Bottenhavet och Egentliga Östersjön. Många arter har här sin nordliga utbredningsgräns, t.ex. blåstång, ålgräs och blåmussla. Andra arter, som t.ex. smaltång, har här sin sydliga utbredningsgräns.

Salthalten i pilotområdets ytvatten varierar mellan 5 och 6,5 psu och ökar med djupet. Dalälvens utflöde norr om området bidrar till en salthaltsgradient med högre värden i



sydost och lägre i nordväst, särskilt under ismältningen på våren. Generellt finns fler marina arter i sydost och fler brackvattensarter i nordväst. Söta ytströmmar kommer också från Bottniska viken norrifrån och saltare bottenvatten flödar in i området söderifrån, framförallt under höst och vinter. God vattenomsättning gör att syrebrist inte är ett utbrett problem i området.

En förteckning över samtliga kartor som har tagit fram för Gräsö-Singö pilotområde visas i Tabell 9.

**Tabell 9. Förteckning över samtliga kartor som tagits fram för Gräsö-Singö pilotområde. Varje karta finns även som GIS-fil med samma status (allmänt spridningstillstånd/ sekretessbelagd) som kartan. GIS-filer som allmänt spridningstillstånd har erhållits för finns i Bilaga 13. Sekretessbelagda GIS-filer finns i sekretessbelagd Bilaga 15.**

Karta	Typ	Allmänt spridningstillstånd			Sekretessbelagd	
		Rapport Fig. nr.	Bil. 12 Fig. nr.	Upplösning (m)	Bil. 14 Fig. nr.	Upplösning (m)
Djup	raster		1	300	1	25
Lutning	raster		2	300	2	25
Kurvatur	raster		3	200	3	25
Vågexponering på botten	raster				4	25
Vågexponering vid ytan	raster		4	25		
Blåstång ( <i>Fucus vesiculosus</i> )	raster	43		100	5	25
Grönslick ( <i>Cladophora glomerata</i> )	raster		5	100	6	25
Havsrufose ( <i>Tolypella nidifica</i> )	raster		6	100	7	25
Ishavstofs ( <i>Sphacelaria arctica</i> )	raster		7	100	8	25
Kräkel ( <i>Furcellaria lumbricalis</i> )	raster	44		100	9	25
Rödslickar ( <i>Polysiphonia</i> spp.)	raster		8	100	10	25
Slangalger ( <i>Vaucheria</i> spp.)	raster		9	100	11	25
Smaltång ( <i>Fucus radicans</i> )	prick		10			
Sträfsen ( <i>Chara</i> spp.)	raster	45		100	12	25
Sudare ( <i>Chorda filum</i> )	raster		11	100	13	25
Svartkula ( <i>Rivularia atra</i> )	raster		12	100	14	25
Trådslick och molnslick ( <i>Pilayella littoralis</i> och <i>Ectocarpus siliculosus</i> )	raster		13	100	15	25
Tångludd ( <i>Elachista fucicola</i> )	raster		14	100	16	25
Ullsläke ( <i>Ceramium tenuicorne</i> )	raster		15	100	17	25
Tuvsträfsen ( <i>Chara connivens</i> )	prick	45				
Borstnate ( <i>Potamogeton pectinatus</i> )	raster		16	100	18	25
Slingor ( <i>Myriophyllum</i> spp.)	raster		17	100	19	25
Ålnate ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> )	raster	46		100	20	25
Blåmussla ( <i>Mytilus edulis</i> )	raster	47		100	21	25
Brackvattenslevande Havstulpan ( <i>Balanus improvisus</i> )	raster		18	100	22	25
Fjädermygglarver ( <i>Chironomidae</i> )	raster		19	200	23	25
Fåborstmaskar ( <i>Oligochaeta</i> )	raster		20	200	24	25
Korvmask ( <i>Halicryptus spinulosus</i> )	raster		21	200	25	25
Skorv ( <i>Saduria entomon</i> )	raster		22	300	26	25
Slammärta ( <i>Corophium volutator</i> )	raster		23	100	27	25
Vandrarsnäcka ( <i>Potamopyrgus antipodarum</i> )	raster		24	100	28	25
Vitmärta ( <i>Monoporeia affinis</i> )	raster		25	100	29	25
Östersjömussla ( <i>Macoma baltica</i> )	raster		26	200	30	25
Abborr-rom ( <i>Perca fluviatilis</i> )	raster		27	25		
Juvenil gös ( <i>Sander lucioperca</i> )	raster	48		25		
Juvenil mört ( <i>Rutilus rutilus</i> )	raster		28	25		

## Underlagsdata

### PREDIKTORVARIABLER

#### *Djup och djupderivat*

De djupdata som erhållits från Sjöfartsverket för Gräsö-Singö är djupsiffror, kurvor och digitalt insamlade djupdata från sjömätningar genomförda 1888-1889, 1963-1977 samt 1982-2005. Den interpolerade kartan visar att i nordväst består området av en relativt flack och grund skärgård, där djupet mellan öarna uppgår som mest till 20-30 m i sprickor i berggrunden. En djupränna löper sydväst-nordost mellan Gräsö och Singö. Här är det djupare än 50 m. De största djupen i området återfinns i de yttre delarna utanför södra Gräsö och Singö, med ett djup på mer än 200 meter. I nordöstra delen löper en grundrygg från Grundkallens fyr söderut till öarna vid Västerbådan och Lågagrunden. Ryggen är av utsjöbankskaraktär, då den har ett djup mellan 0-20 m och omges av djupare vatten (30-80 m). Kurvaturskiktet visar också tydligt att skärgården i den nordvästra delen av området är relativt flack, medan de sydligare delarna har en mer varierande topografi. För modelleringarna beräknades även lutning.

#### *Vågexponering*

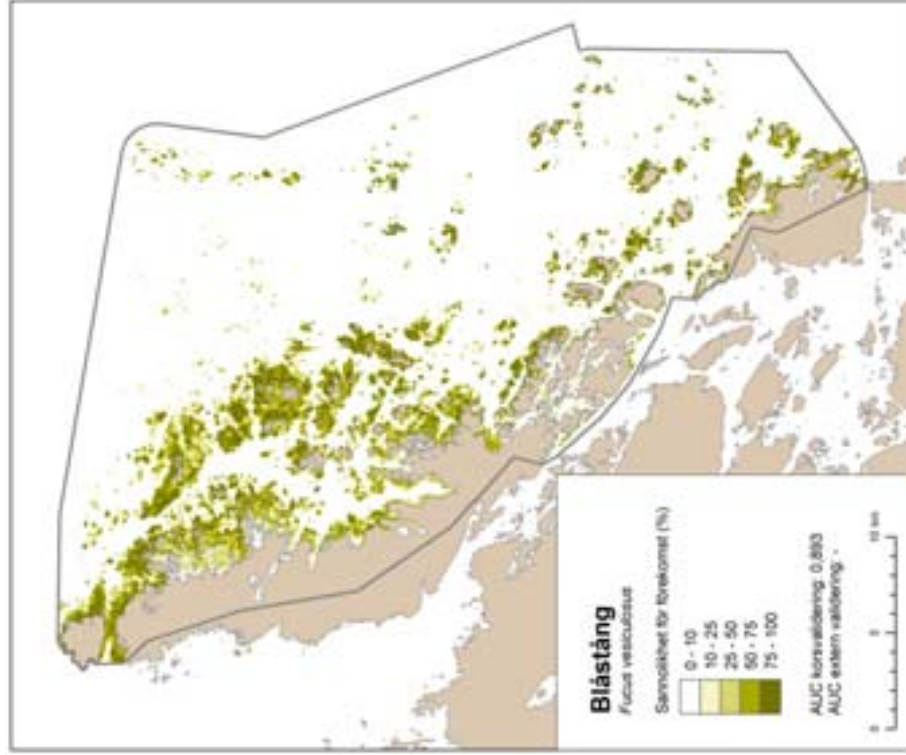
I pilotområdet är vågexponeringen vid ytan störst i de öppna vattnen i öster och minskar i lä av öar och skär västerut. Vågexponeringen vid botten är däremot som störst ifrån norr, då grundområden möter det öppna havet i öster och söder.

### KALIBRERINGSDATA

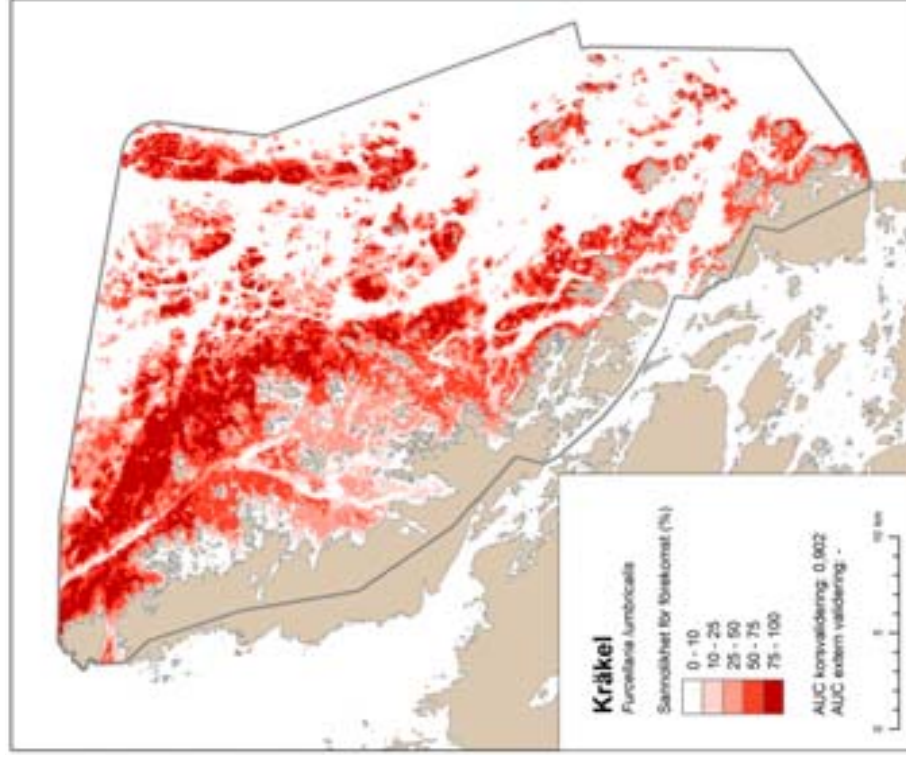
Alger, kärlväxter, blåmussla och havstulpan har modellerats på totalt 4005 punkter från dyktransekter (år 1992-2008) och inventeringar i grunda vikar i området (2002-2007). Från inventeringarna i grunda vikar har fem punkter slumpats ut per transekt, för att dessa data inte ska få för stor vikt i modelleringen. De flesta arter av ryggradslösa djur har modellerats med data från 58 bottenhuggspunkter (1957-2007) i området, tillsammans med 58 slumpade punkter av data från hårbotten i dyktransekter, alltså totalt 116 punkter. I Figur 38 visas den geografiska spridningen av de datapunkter som använts i modellerna. Modeller för fisk fanns tillgängligt från ett tidigare projekt (Bergström m.fl. 2007), men nya prediktioner gjordes baserade på de nya underlagen för prediktorvariabler.

## Modelleringsresultat och prickkartor

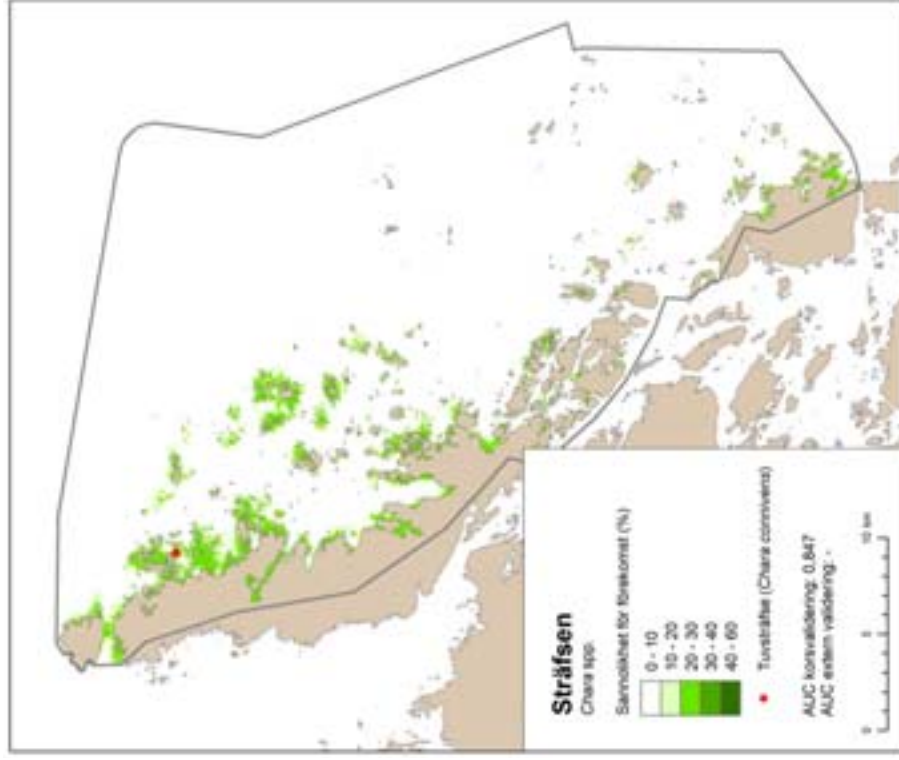
I Gräsö-Singö pilotområde modellerades sammanlagt 13 arter eller släkten av alger, tre arter av kärlväxter och tio arter eller taxonomiska grupper av ryggradslösa djur. En översikt över modelleringarna av växter redovisas i Tabell 10 och över djur i Tabell 11. Prediktionerna har inte kunnat valideras externt med oberoende valideringsdata, varför modellernas kvalitet redovisas istället. Utöver prediktionerna har även prickkartor tagits fram för två arter av alger.



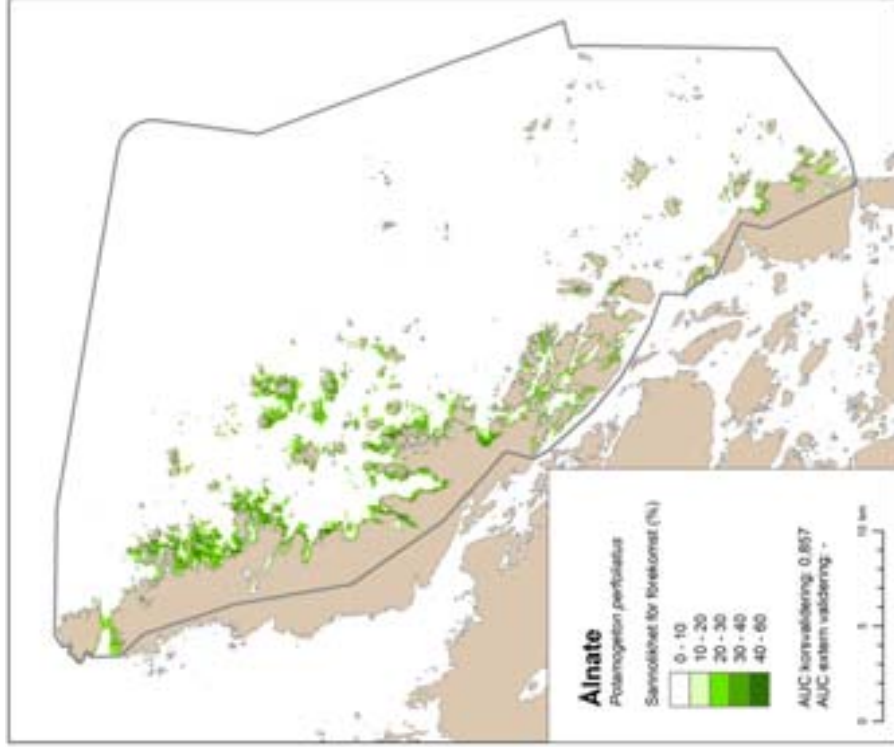
Figur 43. Modellerad sannolikhet för förekomst av blåstång (*Fucus vesiculosus*) i Gräsö-Singö pilotområde, upplösning 100 m. I sekretessbelagd Bilaga 14 Figur 5 visas kartan i 25 m upplösning.



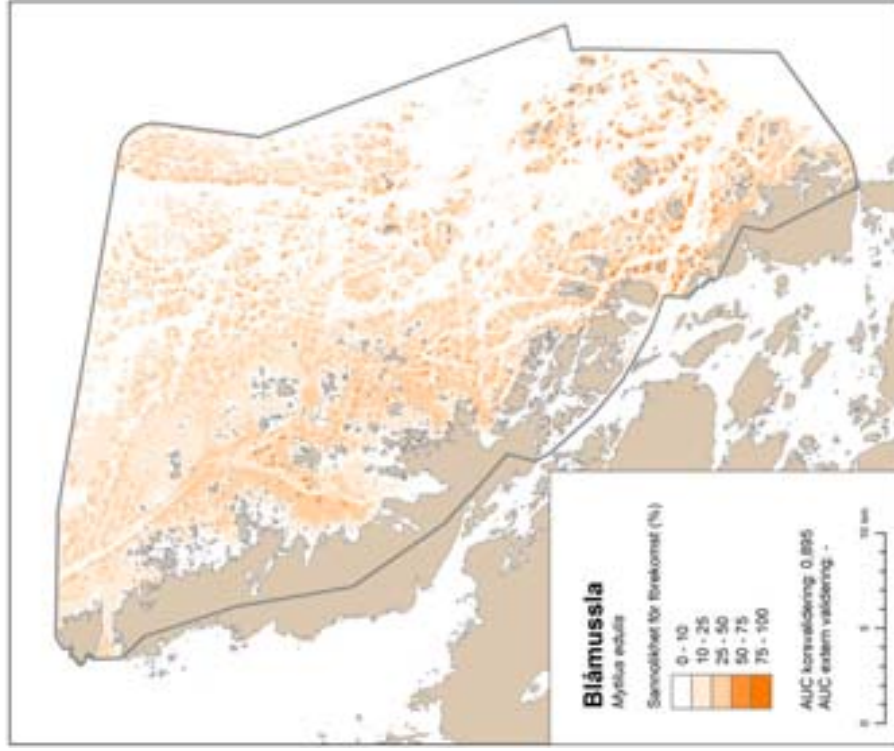
Figur 44. Modellerad sannolikhet för förekomst av kräkel (*Furcellaria lumbocalis*) i Gräsö-Singö pilotområde, upplösning 100 m. I sekretessbelagd Bilaga 14 Figur 9 visas kartan i 25 m upplösning.



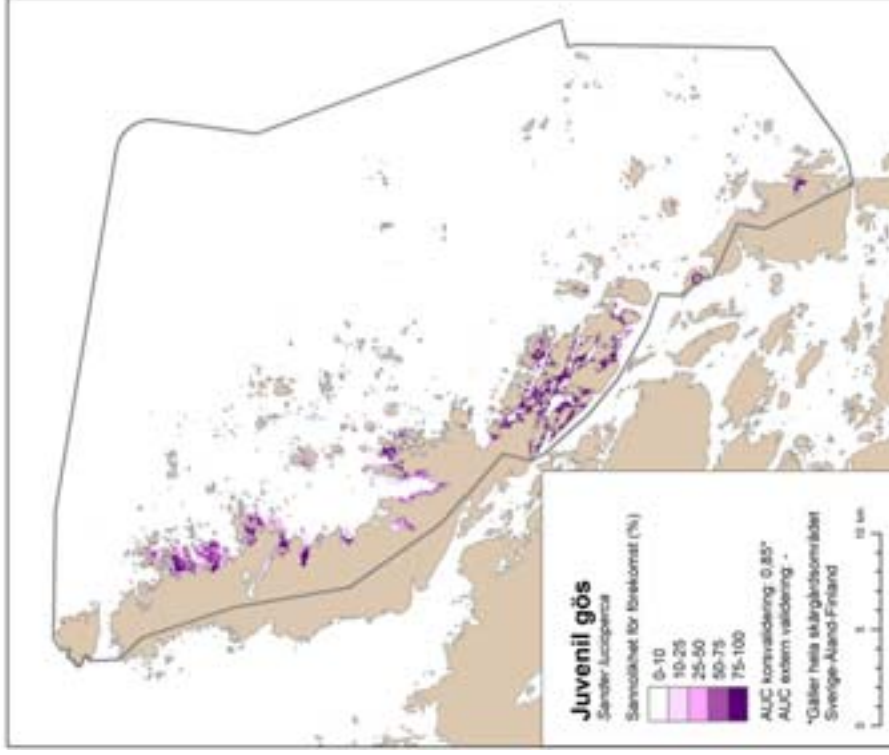
Figur 45. Modellerad sannolikhet för förekomst av sträfsen (Chara spp.) samt observerad förekomst av tuvsträbbe (Chara connivens) i Gräsö-Singö pilotområde, upplösning 100 m. I sekretessbelagd Bilaga 14 Figur 12 visas kartan i 25 m upplösning.



Figur 46. Modellerad sannolikhet för förekomst av ålnate (Potamogeton perfoliatus) i Gräsö-Singö pilotområde, upplösning 100 m. I sekretessbelagd Bilaga 14 Figur 20 visas kartan i 25 m upplösning.



Figur 47. Modellerad sannolikhet för förekomst av blåmussla (*Mytilus edulis*) i Gräsö-Singö pilotområde, upplösning 100 m. I sekretessbelagd Bilaga 14 Figur 21 visas kartan i 25 m upplösning.



Figur 48. Modellerad sannolikhet för förekomst av juvenil gös (*Sander lucioperca*) i Gräsö-Singö pilotområde, upplösning 25 m. Kartan är baserad på en modell framtagen av Bergström m.fl. (2007)



## ALGER

Blåstång (*Fucus vesiculosus*) beskrivs kortfattat under ”Modellering på nationell skala” ovan. I Gräsö-Singö pilotområde hittades blåstång ned till 11 m djup i fältundersökningarna, vilket är i nivå med djuputbredningen på 1940-talet. På 1970-talet hade djuputbredningen krupit upp till omkring 7 m, så en förbättring tycks ha skett i området det senaste årtiondet. Den rumsliga utbredningen av blåstång i prediktionen kan tyckas något överskattad. Detta beror troligen till största delen på att information om substrat saknas i modellen.

Grönslick (*Cladophora glomerata*) beskrivs kortfattat under ”Råneå pilot-område” ovan. I prediktionen för Gräsö-Singö pilotområde är det högst sannolikhet för förekomst av grönslick i de grunda exponerade områdena i den yttre delen av skärgården.

Havsrufose (*Tolypella nidifica*) är en kransalg som normalt växer något mer exponerat än sträfsen, vilket också syns tydligt i prediktionen, där den saknas t.ex. i de allra mest skyddade vikarna. Även här är de lägre sannolikheterna (0-25 %) troligen en överskattning av den rumsliga utbredningen.

Ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) är en brunalg som växer på djupa hårbottenar. Den kan bli helt dominerande på större djup där övrig algvegetation har upphört. Eftersom antalet datapunkter under ishavstofsens nedre utbredningsgräns är mycket litet, så finns det därmed alldeles för få datapunkter som kan ”visa” modellen var artens djuputbredningsgräns finns. Detta leder till att modellen predikterar förekomst alldeles för djupt. Därför har förekomsten satts till noll under största observationsdjup, vilket i Gräsöområdet är 22 m. Prediktionen visar att ishavstofs förekommer nästan överallt ned till omkring 20 m, utom i grunda vikar och djuprännor, där bottenarna troligen består av lera eller sand och inte har rätt substrat för arten.

Kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) är en låg busklik rödalg, som förekommer allmänt på hårbottenar i hela Östersjön upp till södra Bottenviken. I Gräsö-området har den påträffats ned till 18 m djup och prediktionen visar att den förekommer främst på lite mer exponerade bottenar ned till ett djup på ca 10 m.

Rödslickar (*Polysiphonia* spp.) är en grupp rödalger som växer som epifyter på andra rödalger och blåstång eller direkt på hårbotten. Som de flesta rödalger finns den på relativt stora djup, här är den observerad ner till 19 m. Prediktionen visar att sannolikheten att hitta rödslickar är störst på de lite mer exponerade hårbottenarna i de yttre delarna av skärgården samt på grundryggen lite längre ut från kusten.

Slangalger (*Vaucheria* spp.) är en grupp gulgröna alger som kan bilda täta mattor på mjukbottenar i skyddade miljöer. Den vanligaste arten vid svenska östersjökusten är svartskinna (*V. dichotoma*). I det aktuella området har slangalger observerats ned till 2,5 m djup, men de kan finnas ned till omkring 7 m. Detta stämmer väl överens med prediktionen.

Smaltång (*Fucus radicans*) är nära besläktad med blåstång och finns troligen bara i Östersjön. Den sprider sig enbart med små utskott som lossnar, faller till botten och fäster med utväxande fästorgan. Att den inte har någon könlig förökning innebär att alla plantor i hela Östersjön i princip har samma genetiska uppsättning samt att populationen därför kan vara extra känslig för miljöförändringar (Bergström et.al. 2005). Smaltång har endast observerats i 106 punkter på 7 lokaler och har inte modellerats eftersom dataunderlaget var för litet.

Sträfsen (*Chara* spp.) är en grupp kransalger som växer på grunda, skyddade till medelxponerade mjuka och sandiga bottenar. I Gräsöområdet har sträfsen observerats ned till 6 m djup. Prediktionen stämmer bra med dessa förutsättningar, men de lägre sannolikheterna (0-25%) är troligen en överskattning av den rumsliga utbredningen.

Sudare (*Chorda filum*) är en något broskartad trådformig brunalg som på svenska östkusten kan bli upp till 3 mm tjock och 1,5 m lång. Unga exemplar är täckta av tunna hår som gör att den kan kännas lite slemmig. Sudare växer på klippor och stenar men även på grus, levande musslor och snäckor samt som påväxt på andra alger ned till ca 10 m djup. I Gräsöområdet påträffades den ned till 8,5m. Prediktionen visar att Sudare förekommer främst på djup omkring 5 m på relativt skyddade till medelxponerade bottenar.

Svartkula (*Rivularia atra*) är en blågrönalg som bildar klotformiga kolonier på annan växtlighet, och som vanligen förekommer tillsammans med kärlväxter nära ytan. I Gräsöområdet har svartkula observerats ned till 5 m djup, men som prediktionen visar är den vanligast på riktigt grunda vatten.

Trådslick (*Pilayella littoralis*) och molnslick (*Ectocarpus siliculosus*) är brunalger som växer på hårda ytor och på andra alger i strandzonen. I Gräsöområdet har de hittats ned till 8 m djup. Eftersom dessa två arter är svåra att skilja åt i fält, har de modellerats tillsammans. Prediktionen visar att arterna har sitt maximum på 0-5 m djup på mer exponerade bottenar.

Tångludd (*Elachista fucicola*) är en brunalg som i princip bara växer som epifyt på blåstång. Utbredning av blåstång har därför använts som underlag vid modelleringen av tångludd. Prediktionen stämmer väl överens med utbredningen av blåstång och de största sannolikheterna för tångludd finns i blåstångens mer exponerade områden.

Ullsläke (*Ceramium tenuicorne*) är en liten rödalg som i Gräsöområdet påträffats ned till 14 m djup. Den kan vara bältbildande i strandzonen på sten, musselskal och annan vegetation. Prediktionen visar att ullsläke främst finns i de grundare områdena med hög till medelhög vågexponering, och bara mycket sparsamt i de allra lugnaste vikarna

Tuvsträfsa (*Chara connivens*) är en rödlistad art av kransalg som har påträffats på en lokal i området. Den har inte modellerats, men redovisas som punktobservation. Denna art är svår att särskilja från andra kransalger i fält, vilket gör att observationen är lite osäker. Arten kan också förekomma på fler platser än vad som noterats.

## KÄRLVÄXTER

Borstnate (*Potamogeton pectinatus*) är en kärlväxt som kan bli mer än en meter lång och växer på skyddade grunda mjukbottenar.

Slingor (*Myriophyllum* spp.) är en grupp kärlväxter som i Gräsöområdet har påträffats ned till 5 m djup. Liksom prediktionen visar, förekommer de främst på mer skyddade bottenar. Även här är de lägre sannolikheterna (0-25%) troligen en överskattning av den rumsliga utbredningen.

Ålnate (*Potamogeton perfoliatus*) är en kärlväxt som kan bli strax över en meter lång och växer på skyddade grunda mjukbottenar, dock något mer exponerat än borstnate. Denna skillnad framträder tydligt i prediktionerna.



**Tabell 10. Översikt över modelleringar av alger och kärlväxter i Gräsö-Singö pilotområde. Prediktionernas kvalitet har inte kunnat valideras med oberoende valideringsdata, varför modellernas kvalitet redovisas istället (korsvalidering, cvAUC). Utöver de arter som har modellerats har även prickkartor tagits fram för smaltång och tuvsträse.**

Art eller artgrupp	Taxonomi	Modellens kvalitet (cvAUC)	Prediktorvariabler
Blåstång ( <i>Fucus vesiculosus</i> )	Brunalg	God (0,89)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Grönslick ( <i>Cladophora glomerata</i> )	Grönalg	Utmärkt (0,91)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Havsrufose ( <i>Tolypella nidifica</i> )	Kransalg	God (0,89)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Ishavstofs ( <i>Sphacelaria arctica</i> )	Brunalg	Utmärkt (0,93)	Djup, lutning, vågexponering på botten
Kräkel ( <i>Furcellaria lumbricalis</i> )	Rödalg	Utmärkt (0,90)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Rödslickar ( <i>Polysiphonia</i> spp.)	Rödalg	God (0,86)	Djup, lutning, vågexponering på botten, kurvatur
Slangalger ( <i>Vaucheria</i> spp.)	Gulgrönalg	Utmärkt (0,94)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Sträfsen ( <i>Chara</i> spp.)	Kransalg	Intermediär (0,78)	Djup, lutning, vågexponering på botten, kurvatur
Sudare ( <i>Chorda filum</i> )	Brunalg	God (0,80)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Svartkula ( <i>Rivularia atra</i> )	Blågrönalg	God (0,89)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Trådslick och molnslick ( <i>Pilayella littoralis</i> och <i>Ectocarpus siliculosus</i> )	Brunalg	God (0,82)	Djup, lutning, vågexponering på botten, kurvatur
Tångludd ( <i>Elachista fucicola</i> )	Brunalg	Utmärkt (0,92)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur, blåstång
Ullsläke ( <i>Ceramium tenuicorne</i> )	Rödalg	God (0,85)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Borstnate ( <i>Potamogeton pectinatus</i> )	Kärlväxt	Intermediär (0,78)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Slingor ( <i>Myriophyllum</i> spp.)	Kärlväxt	Intermediär (0,77)	Djup, lutning, vågexponering på botten, kurvatur
Ålnate ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> )	Kärlväxt	God (0,86)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Ullsläke ( <i>Ceramium tenuicorne</i> )	Rödalg	God (0,85)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Borstnate ( <i>Potamogeton pectinatus</i> )	Kärlväxt	Intermediär (0,78)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Slingor ( <i>Myriophyllum</i> spp.)	Kärlväxt	Intermediär (0,77)	Djup, lutning, vågexponering på botten, kurvatur
Ålnate ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> )	Kärlväxt	God (0,86)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur

## RYGGRADSLÖSA DJUR

Blåmussla (*Mytilus edulis*) blir sällan mer än 3 cm lång i Östersjön. Den fäster sig på hårt underlag såsom små stenar, döda skal, block och klippor. Blåmusslor förekommer sällan i bottenhuggsdata, eftersom denna provtagningsmetod främst är inriktad på mjukbotten. Modellen för blåmussla är därför baserad på data från dyktransekter, vilket troligen ger en otillräcklig beskrivning av musselförekomst i djupare miljöer. Prediktionen visar ändå på ett troligt mönster med blåmusslor, vanligast förekommande i mer exponerade miljöer, t.ex. på små höjder och i sluttningar med god vattenomsättning. Förekomsten är som störst på djup kring 15-20 m.

Brackvattenlevande havstulpan (*Balanus improvisus*) är ett litet kräftdjur, som bor i ett pyramidliknande skal som sitter fast på hårda ytor i havet. Den är vanlig på båtbottnar, men finns också på klippor och stenar. I Gräsö-Singö pilotområde har den observerats från ytan och ned till ca 20 m djup. Prediktionen visar att havstulpan förekommer mest i exponerade områden, på branter och höjder där vattenomsättningen är stor. Havstulpaner förekommer sällan i bottenhuggsdata, eftersom denna provtagningsmetod är inriktad på mjukbotten. Modellen för havstulpan är därför baserad på data från dyktransekter. Det finns endast ett litet antal observationspunkter på större djup än artens nedre utbredningsgräns. Prediktionens nedre gräns sattes därför till största observationsdjup.

Larver av fjädermyggor (familjen *Chironomidae*) är vattenlevande och förekommer frekvent på mjukbotten ned till åtminstone 40 m djup. I Gräsöområdet har de enligt modellen sitt maximum kring 20-25 m.

Gruppen fåborstmaskar (underklassen *Oligochaeta*) lever i sedimenten på sandiga mjukbottnar och har observerats från 12-45 m djup i området. Detta stämmer också bra med prediktionen, som visar höga sannolikheter för oligochaeter i sänkor och på plana bottnar ner till ungefär 50 m djup.

Korvmask (*Halicryptus spinulosus*) finns på mjukbottnar djupare än 5 m, där den lever som rovdjur på bl.a. vitmärlor. Korvmask trivs i kallt vatten, så den blir vanligare i djupa områden, vilket tydligt avspeglas i prediktionen. I Gräsöområdet har korvmask observerats ned till 62 meters djup.

Skorv eller ishavsgråsugga (*Saduria entomon*) är ett kräftdjur som blir upp till 8,6 cm långt. Skorv lever i djupare områden, företrädesvis på mjukbottnar, vilket syns tydligt i utbredningskartan. Eftersom skorven är känslig för syrebrist och inte kan förflytta sig särskilt långt, används den som indikatorart för att bedöma miljötillståndet i Bottenhavet. I Gräsöområdet har skorv observerats på i princip alla provtagna djup, något som tyder på god syresättning av bottenvattnet.

Slammärla (*Corophium volutator*) lever i en u-formad gång som den gräver på grunda leriga bottnar. Den är observerad ned till 32 m djup i Gräsöområdet, men har enligt modellen sitt maximum kring 20-25 m.

Vandrarsnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*) är en liten art av tusensnäcka som kan finnas i mycket stora mängder på leriga mjukbottnar. Vandrarsnäcka har i Gräsöområdet hittats ner till 33 m djup, men är vanligast på något mindre djup, där de förekommer rikligt i algbältet. Prediktionen stämmer väl överens med detta.

Vitmärla (*Monoporeia affinis*) är ett bottenlevande kräftdjur som gräver gångar i mjuka sediment. En vitmärla blir ungefär en centimeter lång. Vitmärlan är ekologiskt viktig i Östersjön, dels som föda för många andra arter, t.ex. torsk, och dels för att dess

grävande syresätter sedimentet. Vitmärlans ägg och larvstadier är mycket känsliga för syrebrist och arten används därför ofta som indikatorart för bedömning av Östersjöns miljöstatus. I prediktionen syns tydligt att vitmärla förekommer på i princip alla mjukbottnar, vilket tyder på goda syreförhållanden.

Östersjömussla (*Macoma baltica*) är en liten mussla som lever i mjuka botten. Den kan finnas i stora mängder, upp till ett par tusen individer per kvadratmeter. Östersjömusslan är ekologiskt viktig som föda för många fiskarter. Östersjömussla finns i princip på alla mjukbottnar i hela området, men är enligt modellen vanligare på djup grundare än 50 m.

Där det finns mycket vitmärla finns det vanligtvis lite östersjömussla, och tvärtom. Detta förhållande syns dock inte i prediktionerna, som snarare visar att sannolikheten för att hitta båda arterna är stor på alla djupa mjukbottnar.

**Tabell 11. Översikt över modelleringar av ryggradslösa djur i Gräsö-Singö pilotområde. Prediktionernas kvalitet har inte kunnat valideras med oberoende valideringsdata, varför modellens kvalitet redovisas istället (korsvalidering, cvAUC)**

Art	Taxonomi	Modellens kvalitet (cvAUC)	Prediktorvariabler
Blåmussla ( <i>Mytilus edulis</i> )	Musslor, blötdjur	God (0,90)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Brackvattenslevande Havstulpan ( <i>Balanus improvisus</i> )	rankfotingar, kräftdjur, leddjur	Utmärkt (0,96)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, kurvatur
Fjädermyggjarver (Chironomidae)	Insekter	Utmärkt (0,97)	Djup, lutning, vågexponering på botten
Fåborstmaskar (Oligochaeta)	Ringmaskar	Utmärkt (0,92)	Djup, lutning, vågexponering på botten
Korvmask ( <i>Halicryptus spinulosus</i> )	Snabelsäckmaskar	God (0,85)	Djup
Skorv ( <i>Saduria entomon</i> )	gråsuggor, kräftdjur, leddjur	God (0,89)	Djup
Slammärla ( <i>Corophium volutator</i> )	märkräftor, kräftdjur, leddjur	God (0,87)	Djup, vågexponering på botten
Vandrarnäcka ( <i>Potamopyrgus antipodarum</i> )	framgälade snäckor, snäckor, blötdjur	Utmärkt (0,92)	Djup, lutning, vågexponering på botten
Vitmärla ( <i>Monoporeia affinis</i> )	märkräftor, kräftdjur, leddjur	God (0,88)	Djup, lutning, vågexponering på botten
Östersjömussla ( <i>Macoma baltica</i> )	Musslor, blötdjur	Utmärkt (0,91)	Djup, lutning, vågexponering på botten, kurvatur

## FISK

Tillgång till specifika habitat för juvenil fisk kan vara avgörande för att bibehålla stabila fiskpopulationer. Fiskeriverkets kustfiskelaboratorium i Öregrund genomförde inom BALANCE-projektet år 2005-2007 modelleringar av fiskhabitat i skärgården mellan Sverige, Åland och Finland (Bergström m.fl. 2007). Dessa prediktioner baserades på djupdata från sjökort. Denna batymetri har dock relativt låg upplösning, framförallt inom det s.k. ringade området med begränsad djupinformation öster om Gräsö. I denna rapport

har tre av Fiskeriverkets modeller använts för att göra nya prediktioner i pilotområdet, baserade på den betydligt mer detaljerade djupinformation som har digitaliserats av Sjöfartsverket. De tre modeller som använts i denna rapport är abborrom (cvAUC=0,77, intermediär kvalitet), juvenil gös (cvAUC=0,85, god kvalitet) samt juvenil mört (cvAUC=0,74, intermediär kvalitet). Förekomst av abborrom indikerar lekområde för abborre.

Som prediktorvariabler användes djup, logtransformerad (bas 10) vågexponering i ytan samt en GIS-modell för siktdjup som utvecklats av Fiskeriverket i samband med BALANCE-projektet. Eftersom de kalibreringsdata som modellerna är baserade på är insamlade på grunda vatten, så är prediktionerna begränsade till 0-6 m djup.

Samtliga modellerade fiskarter förekommer i grundare vatten under sommaren, dvs. under den tiden på året då provfiskena har genomförts, och på djupare vatten under vintern.

Abborre (*Perca fluviatilis*) beskrivs kortfattat under ”Råneå pilotområde” ovan.

Gös (*Sander lucioperca*) är allmänt förekommande i inlandet samt i Östersjöns skärgårdar och kustfjärdar. Gösen lever nära botten på öppet vatten, ofta vid sluttande bottnar eller vid friliggande grund.

Mört (*Rutilus rutilus*) är en av Sveriges vanligaste sötvattensfiskar och den förekommer även längs östkusten. Den påträffas främst i grunda och vegetationsrika miljöer, där den lever i stim.

Det har inte varit möjligt att validera de nya prediktionerna för fisk, eftersom alltför få av datapunkterna som användes i modelleringen ligger inom pilotområdet. I modellerna var vågexponering och siktdjup de viktigaste prediktorvariablerna, medan djup inte hade lika stor inverkan. Trots detta bedöms prediktionerna ha förbättrats avsevärt med hjälp av det mer detaljerade djupskiktet.

Juvenil mört förekommer enligt prediktionen i grunda områden kring öarna. Ett sådant utbredningsmönster sammanfaller till stor del med utbredningen av tång och kärlväxter. Detta stämmer väl överens med att små mörtar söker skydd och föda i tångbälten. Juvenil gös är enligt prediktionen koncentrerad till de grundaste områdena mellan öarna. Abborrom, dvs. lekområden för abborre, förekommer i de mest skyddade vikarna. Detta utbredningsmönster liknar de för kransalger och kärlväxter.

Under BALANCE-projektet testades även vegetationstäthet som en prediktorvariabel som kunde ge väsentligt bättre modeller. Då fanns dock inga heltäckande kartor över vegetationstäthet tillgängliga. Det finns nu en potential att utveckla fiskmodellerna i Gräsö-Singö pilotområde med de vegetationsmodeller som har tagits fram. För att göra detta krävs dock ytterligare data om fiskförekomst inom pilotområdet.

## Diskussion och slutsatser

### PREDIKTORVARIABLER

Pilotområdet Gräsö-Singö är mycket varierande, det innefattar miljöer från grunda skyddade vikar och flador till vågexponerad ytterskärgård. Trots detta går de flesta arter bra att modellera eftersom underlag som djup, kurvatur och vågexponering fångar upp mycket av variationen och relativt väl beskriver arternas utbredning. Dock saknas yttäckande information om salthalt i området, så denna parameter har inte kunnat användas i modelleringen. Detta har troligen inverkan på prediktionernas korrekthet eftersom salthaltens

inverkan kan vara stor, särskilt när arterna befinner sig vid gränsen av deras utbredningsområde.

Utöver salthalt saknas även ett tillräckligt detaljerat underlag med bottensubstrat för Gräsö-Singö pilotområde. Ibland kan lutning, vågexponering och kurvatur tillsammans i viss mån kompensera för denna brist, eftersom dessa faktorer påverkar sedimentens utbredning och beskaffenhet. I andra fall kan avsaknaden av sedimentinformation leda till en överskattning av sannolikheten för förekomst av vissa arter. Det sistnämnda gäller troligtvis prediktionen för blåstång i Gräsö-Singö-området. Anledningen till att substrat inte har modellerats såsom i Missjö, är att fältdata från inventeringarna i grunda vikar inte alltid innehåller substratinformation. Därmed finns det inte tillräckligt med dataunderlag för en sådan modellering. Som regel gäller dock prediktionerna, förutsatt att artens föredragna substrat finns på platsen.

#### PREDIKTIONER

Sammanlagt har 26 arter eller taxonomiska grupper modellerats i Gräsö-Singö pilotområde. Prediktionerna visar att rotade växter som kransalger och nate förekommer i de grunda skyddade vikarna i innerskärgården längs östra Gräsö och Singö. Här är sedimentationen relativt stor, men på de bara hårbottenytorna förekommer dock små kolonier med blåstång samt havstulpaner. På hårbottenarna i de stora grundområdena öster om Gräsö samt på mellan- och ytterskärgårdens vågexponerade bottenar dominerar blåstång. Bottenarna där är också de viktigaste för rödalger, ullsläke, kräkel och rödslickar. Blåmusslor finns fläckvis på botten, eller ibland på tången. Tångbältena tjänar som skydd för smådjur och är ett viktigt habitat för fisk som mört och abborre. Närmast ytan växer grönslick och vid vegetationens nedre gräns på drygt 20 m växer ishavstofs och havsstenhinna. På sand- och lerbottenar kring hårbottenarna lever fjärdermygglarver som utgör föda för bl.a. abborre och mört. På djupare mjukbottenar förekommer främst Östersjömussla, vitmärta och skorv. Det yttre grundområdet som är av utsjöbankskaraktär domineras av hårbotten. Här förekommer de flesta alger som trivs i mer exponerade miljöer, t.ex. blåstång, ullsläke, kräkel och rödslickar.

#### VALIDERING

Till skillnad från pilotområdena Missjö och Råneå fanns inget externt valideringsdataset tillgängligt för Gräsö-Singö. Antalet tillgängliga datapunkter var relativt stort, men antalet transekter som punkterna härstammar från är mer begränsat. Kalibrerings- och valideringsdata bör vara insamlade i olika transekter för att vara oberoende och antalet transekter var inte tillräckligt stort för att använda vissa som kalibrerings- och andra som valideringsdata. Det bästa alternativet ansågs därför vara att bygga modellerna på så mycket data som möjligt och använda den interna korsvalideringen som kvalitetsmått.

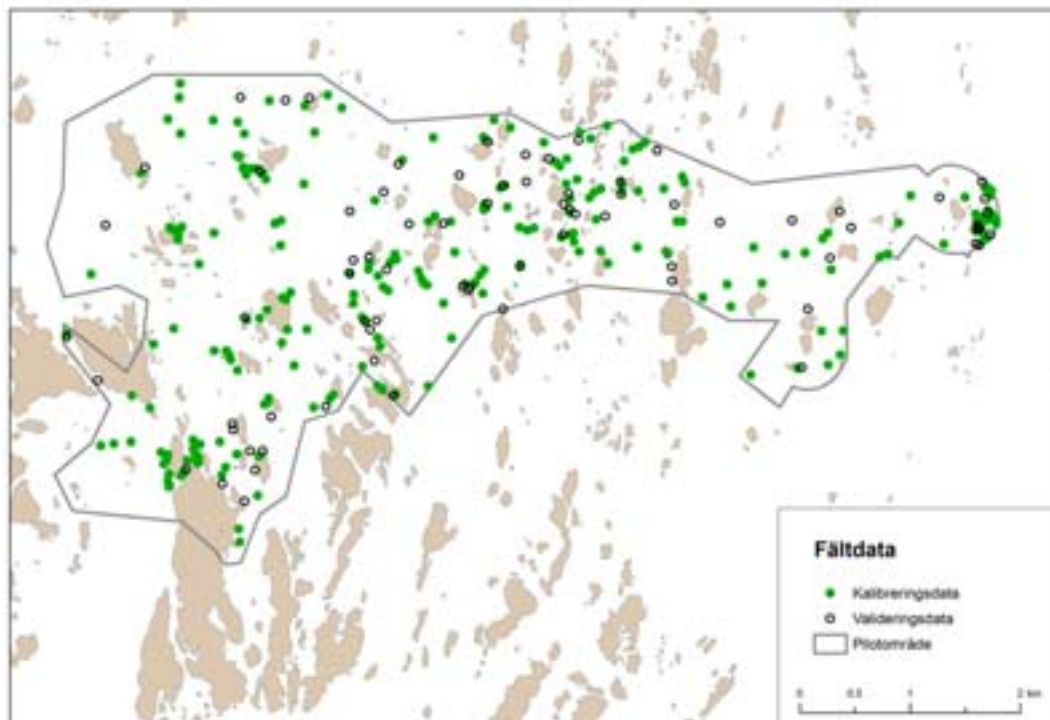
## Missjö pilotområde

### Inledning

Missjö pilotområde har samma avgränsning som Missjö naturreservat i Sankt Anna skärgård i Östergötlands län (Figur 49). Området är 18,3 km<sup>2</sup>.

Missjö pilotområde är litet i jämförelse med Gräsö-Singö och Råneå. Det är ett grunt skärgårdsområde med många små öar och skär, som övergår från relativt skyddad mellanskärgård i väster till mer exponerad ytterskärgård i öster. Eftersom Missjö är ett litet område är variationen i salthalt inom området liten. Området ligger dessutom en bit utanför kusten och är därför mindre påverkat av sötvattensutflöden. Årsmedelvärdet för salthalten på botten är omkring 6-7 psu.

En förteckning över samtliga kartor som har tagit fram för Missjö pilotområde visas i Tabell 12.



Figur 49. Geografisk spridning av kalibrerings- och valideringsdata i Missjö pilotområde.

**Tabell 12. Förteckning över samtliga kartor som tagits fram för Missjö pilotområde. Varje karta finns även som GIS-fil med samma status (allmänt spridningstillstånd/ sekretessbelagd) som kartan. GIS-filer som allmänt spridningstillstånd har erhållits för finns i Bilaga 17. Sekretessbelagda GIS-filer finns i sekretessbelagd Bilaga 19.**

Karta	Typ	Allmänt spridningstillstånd			Sekretessbelagd	
		Rapport Fig. nr.	Bil. 16 Fig. nr.	Upplösning (m)	Bil. 18 Fig. nr.	Upplösning (m)
Djup	raster	12		100	1	25
Lutning	raster	13		50	2	25
Lutningsriktning	raster	14		25		
Kurvatur	raster	15		50	3	25
Vågexponering på botten	raster				4	25
Vågexponering vid ytan	raster		1	25		
Finsediment	raster	50		50	5	25
Hårdbotten	raster		2	25		
Blåstång ( <i>Fucus vesiculosus</i> )	raster	51		25		
Fintrådiga alger	raster		3	25		
Kräkel ( <i>Furcellaria lumbricalis</i> )	raster	52		50	6	25
Sträfsen ( <i>Chara</i> spp.)	prick		4			
Sudare ( <i>Chorda filum</i> )	raster		5	25		
Rödblad ( <i>Coccolytus truncatus</i> + <i>Phyllophora</i> spp.)	raster		6	50	7	25
Östersjösallat ( <i>Monostroma balticum</i> )	raster	53		25		
Axslinga ( <i>Myriophyllum spicatum</i> )	raster		7	25		
Hornsärv ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )	raster		8	25		
Älgräs ( <i>Zostera marina</i> )	raster	54		25		
Blåmussla ( <i>Mytilus edulis</i> )	raster	55		50	8	25

## Underlagsdata

### PREDIKTORVARIABLER

Beskrivningar av hur de heltäckande underlagskartorna för djup, djupderivat och vågexponering beräknades finns under rubriken ”Miljövariabler” ovan.

### *Djup och djupderivat*

De djupdata som erhållits från Sjöfartsverket för Missjö bestod av djupsiffror och kurvor från sjömätningar genomförda 1881, 1935 samt 1941. Djupinformationen visar på flera stora grundområden, en djupränna som löper i nord-sydlig riktning genom de centrala delarna samt ett något djupare område i nordväst. Maxdjupet inom pilotområdet är ca 20 m. Kartorna som beskriver lutningsriktning visar att det går flera sprickor i nord-sydlig riktning genom området. I kartorna för kurvatur och lutning framträder branter och flackare områden tydligt och i kartan för lutningsriktning syns ett generellt mönster av inlandsisens nord-sydliga riktning.

### *Vågexponering*

Pilotområdet sträcker sig från innerskärgård i väster till mellanskärgård i öster. Vågexponeringen i ytan är som störst i öster och minskar successivt västerut i lå av öar och skär. Vågexponeringen på botten är som störst i öster och som minst i den centrala djuprännan samt i de lite djupare områdena i väster.

### KALIBRERINGS- OCH VALIDERINGSDATA

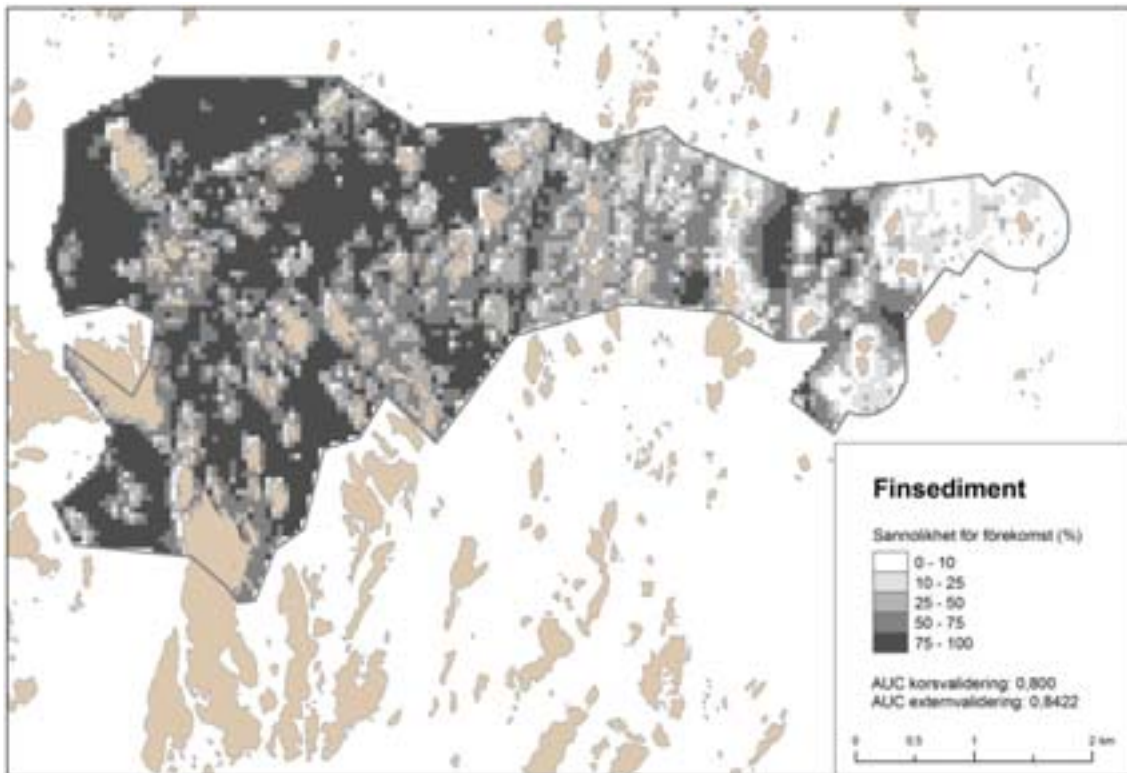
Bottensubstrat och arter har modellerats med data från 228 punkter insamlade med dropvideometodik. Punkterna är slumpvis utvalda inom vissa intervall av djup och vågexponering för att täcka in så stor del som möjligt av områdets miljövariabler. Ytterligare 75 slumpmässigt utvalda dropvideopunkter användes för extern validering av prediktionerna.

Användningen av dropvideo, istället för dyktransekter och bottenhugg, gör att vissa arter inte går att modellera, eftersom de inte går att skilja från varandra på videoinspelningarna. Vissa arter kan även ha varit svåra att upptäcka på videoinspelningarna, t.ex. rödris (*Rhodomela confervoides*) som är liten och kan döljas av större alger och påväxt, eller kransalger som växer i miljöer där de ofta är delvis täckta av lösliggande organiskt material.

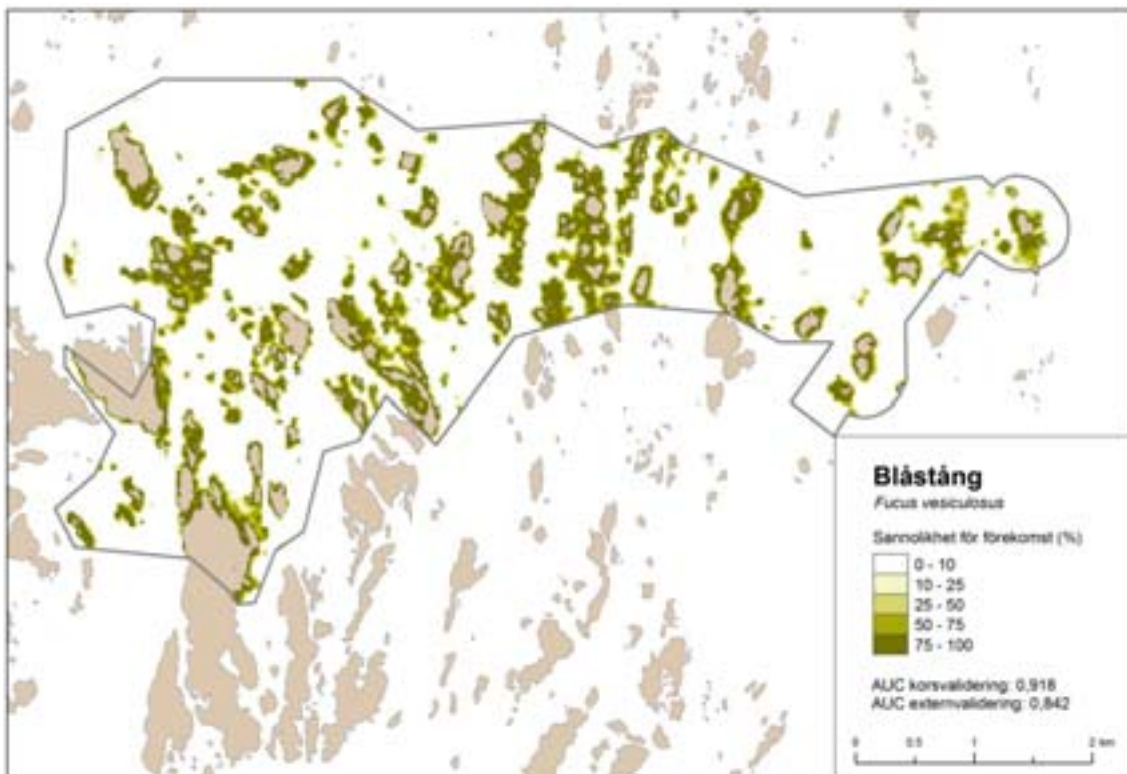
### **Modelleringsresultat och prickkartor**

För Missjö modellerades fyra typer av bottensubstrat, sex arter eller artgrupper av alger, tre arter av kärlväxter samt en art av ryggradslösa djur. En översikt över resulterande modeller för bottensubstrat visas i Tabell 13 och för alger, kärlväxter och ryggradslösa djur i Tabell 14. Samtliga prediktioner har validerats externt med oberoende valideringsdata. Utöver prediktionerna har även prickkartor tagits fram för ett släkte av alger samt en kärlväxt.

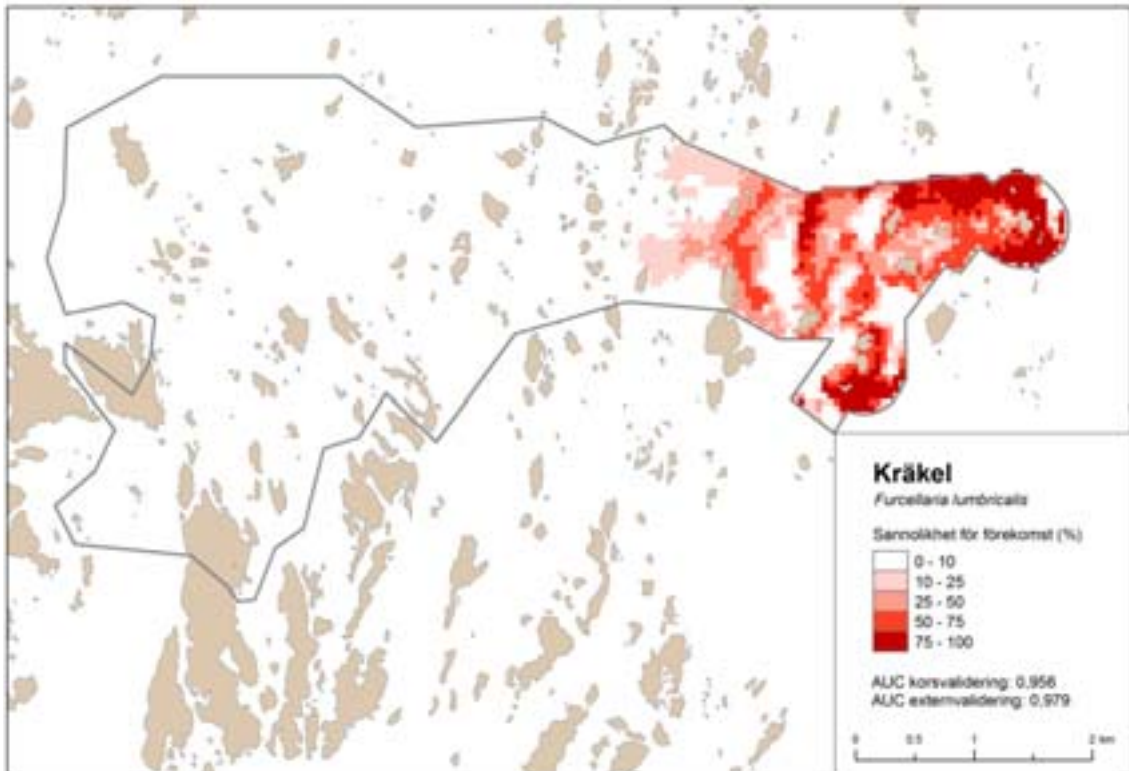




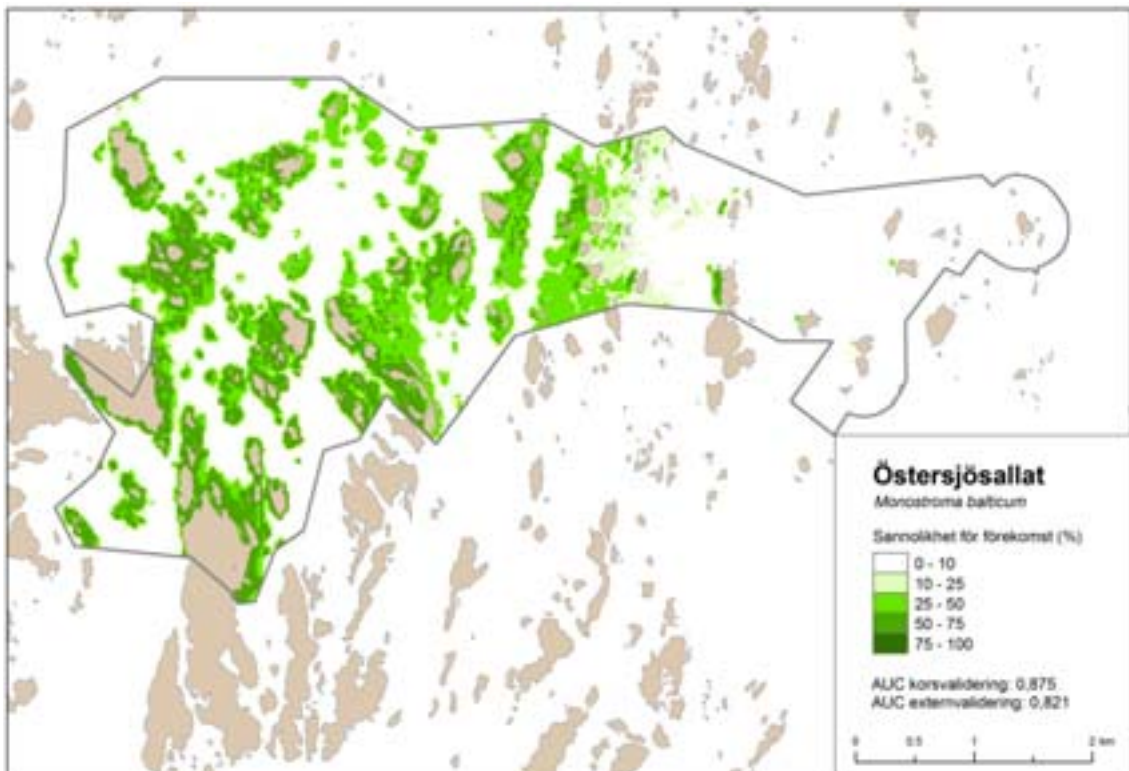
Figur 50. Modellerad sannolikhet för förekomst av finsediment i Missjö pilotområde, upplösning 50 m. I sekretessbelagd Bilaga 18 Figur 5 visas kartan i 25 m upplösning.



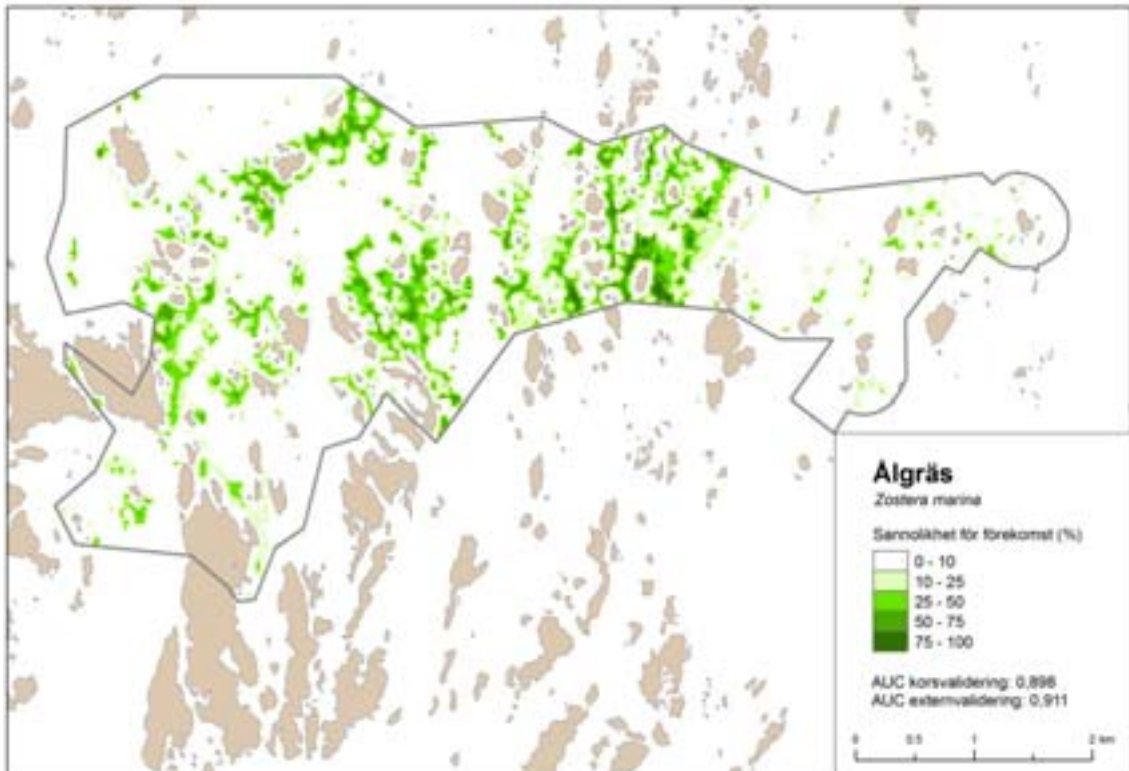
Figur 51. Modellerad sannolikhet för förekomst av blåstång (*Fucus vesiculosus*) i Missjö pilotområde, upplösning 25 m.



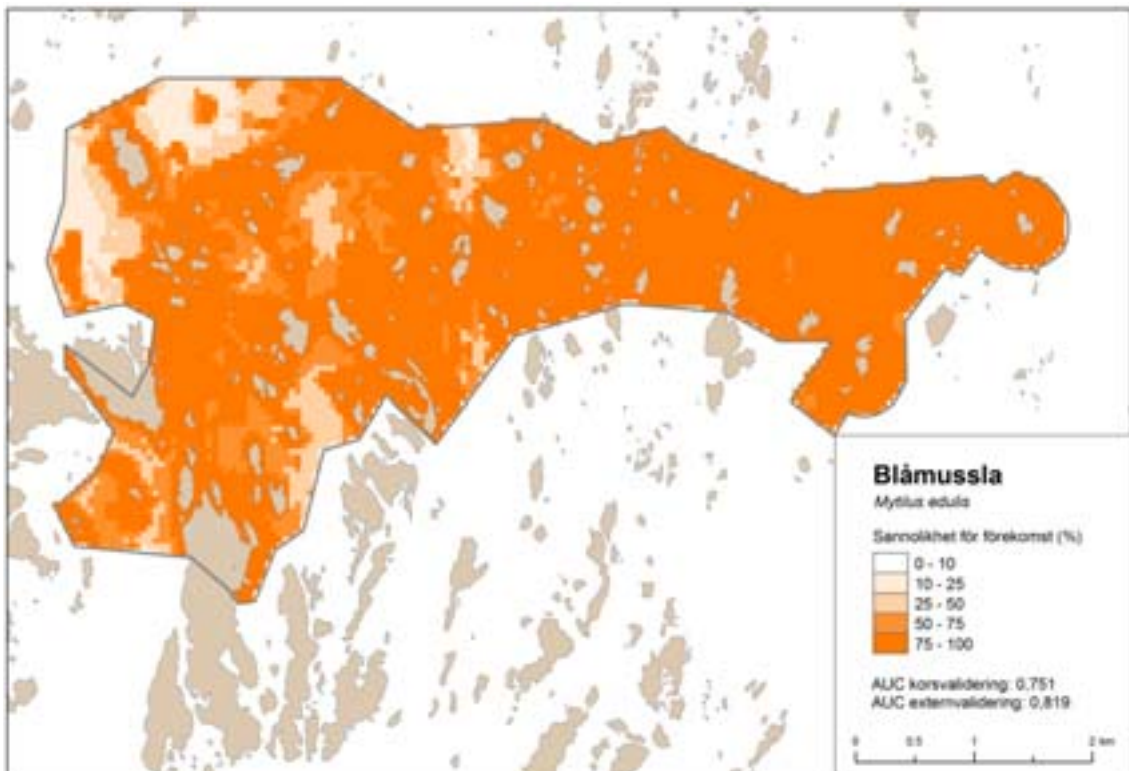
Figur 52. Modellerad sannolikhet för förekomst av kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) i Missjö pilotområde, upplösning 50 m. I sekretessbelagd Bilaga 18 Figur 6 visas kartan i 25 m upplösning.



Figur 53. Modellerad sannolikhet för förekomst av östersjösallat (*Monostroma balticum*) i Missjö pilotområde, upplösning 25 m



Figur 54. Modellerad sannolikhet för förekomst av ålgräs (*Zostera marina*) i Missjö pilotområde, upplösning 25 m.



Figur 55. Modellerad sannolikhet för förekomst av blåmussla (*Mytilus edulis*) i Missjö pilotområde, upplösning 50 m. I sekretessbelagd Bilaga 18 Figur 7 visas kartan i 25 m upplösning.



## BOTTENSUBSTRAT

Eftersom det inte fanns något tillgängligt kartskikt som beskrev botten typer i området, så användes dropvideodata för att modellera fyra typer av botten substrat. Det som modelleras är sedimentets mobilitet. Eftersom det inte är sannolikt att modellen kan skilja mellan icke-mobila substrat som håll och block, så modellerades de tillsammans. Detsamma gällde de halvmobila substraten grus och sten, medan sand och finsediment modellerades var för sig. Alla punkter där den aktuella botten typen förekom med en täckningsgrad av 20 procent eller mer sattes som närvaro, resten som frånvaro, för att få en modell som beskriver de mest typiska områdena för substratet.

Enligt prediktionen är finsediment vanligare västerut i området, vilket främst beror på att vågexponeringen minskar inåt i skärgården. Finsediment är också vanligare på djupare bottenar, där vågorna inte sköljer bort små partiklar. Omvänt är hårbotten (håll och block) vanligare i östra delen av området samt närmare ytan. Modellerna för sand, respektive grus och sten, blev sämre och resultatet redovisas därför inte här. Resultatet av modelleringarna visas i Tabell 13.

Som underlag i modelleringarna av artutbredning används endast prediktionen av finsediment, eftersom det var den starkaste modellen. Även modellen för hårbotten är tillräckligt bra för att använda som underlag, men den är i princip motsatsen till finsedimentmodellen och skulle därför inte tillföra ytterligare information till modellerna.

**Tabell 13. Översikt över modelleringar av finsediment och hårbotten i pilotområde Missjö pilotområde. Prediktionerna har validerats externt med oberoende valideringsdata.**

Art	Prediktionens kvalitet (extAUC)	Prediktorvariabler
Finsediment	God (0,84)	Djup, lutning, lutningsriktning, kurvatur, vågexponering i ytan
Hårbotten	Intermediär (0,77)	Djup, lutning, lutningsriktning, kurvatur, vågexponering i ytan

## ALGER

Blåstång (*Fucus vesiculosus*) beskrivs kortfattat under avsnittet ”Modelleringar på nationell skala”. I Missjö pilotområde påträffades blåstång ned till 5,2 m djup i fältundersökningarna. Prediktionen visar ett mönster som överensstämmer med detta, med blåstång på grunda hårbottenar invid öar och skär.

Fintrådiga alger har modellerats som en grupp, eftersom det är svårt att skilja på de olika arterna med dropvideo. De förekommer rikligt på hårbottenar i hela området.

Kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) beskrivs under ”Gräsö-Singö pilotområde”.

I Missjöområdet påträffades den ned till 12 m djup och prediktionen visar att den förekommer främst på de mer exponerade bottenarna i östra delen, med ett maximum mellan 5 och 10 m.

Rödblåd (*Phyllophora* spp.) och kilrödblåd (*Coccolytus truncatus*) har modellerats tillsammans, eftersom de är svåra att skilja åt i fält. Det är också svårt att med dropvideo se skillnad mellan fastsittande och lösliggande exemplar av dessa arter, vilket troligen har påverkat modellen avsevärt. Prediktionen visar stora sannolikheter för att hitta rödblåd på

bottnar som troligen är mjukbotten. Detta beror troligtvis på att många av de observationer som gjorts på större djup är lösliggande exemplar.

Sträfsen (kransalger, *Chara* spp.) beskrivs under ”Gräsö-Singö pilotområde”. Vid observationer av sträfsen förekom inte dropvideodata, varför dessa inte kunde modelleras i Missjöområdet. I data från dyktransekter och inventeringar i grunda vikar i området finns dock observationer av tre arter: grönsträfsse (*Chara baltica*), skörsträfsse (*Chara globularis*) och papillsträfsse (*Chara virgata*).

Sudare (*Chorda filum*) beskrivs kortfattat under ”Gräsö-Singö pilotområde” ovan. I Missjöområdet påträffades sudare ned till 6,8 m. Prediktionen visar tydligt att sudare förekommer på hårbotten, främst på djup omkring 0-5 m kring öar och skär.

Östersjösallat (*Monostroma balticum*) är en grönalg som förekommer både fastsittande och lösliggande. Den finns i relativt grunda och skyddade områden. Djupaste observationen i Missjö är på 6,8 m djup, men vanligast är östersjösallat på bottnar grundare än 5 m.

#### KÄRLVÄXTER

Axslinga (*Myriophyllum spicatum*) är en meterlång slingbildande vattenväxt som förekommer främst på skyddade sandiga eller leriga bottnar, i Missjö ned till ca 5 m djup. Prediktionen visar att axslinga främst förekommer på sydsidan av öar där ljusförhållandena är goda.

Hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) är en slingformad flerårig kärlväxt som finns på mjukbotten i skyddade områden. Det är tydligt i prediktionen att den, precis som axslinga, trivs bäst på sydsidan av öarna där ljusförhållandena är goda.

Ålgräs (*Zostera marina*) observerades på djup mellan 2,7 och 6,5 m. Främst förekom den på vågexponerade bottnar och på fint sediment, men även på sand. I prediktionen syns tydligt att ålgräs inte förekommer hela vägen upp till ytan, utan finns rikligast på bottnar mellan 3 och 5 m. Även vågexponeringens påverkan på utbredningen går att utläsa ur prediktionen.

Ålnate (*Potamogeton perfoliatus*) beskrivs under ”Gräsö-Singö pilotområde”. I Missjö har arten observerats från 1,4 till 5,3 m djup. Observerade förekomster vid inventeringar med dropvideo, dykning och i grunda vikar redovisas i på en prickkarta, men arten har inte kunnat modelleras på grund av det låga antalet observationer.

**Tabell 14. Översikt över modelleringar av alger, kärlväxter och blåmussla i Missjö pilot-område. Prediktionerna har validerats externt med oberoende valideringsdata. Utöver de arter som har modellerats, har även prickkartor tagits fram för grönsträfs, skörsträfs, papillsträfs och ålnate.**

Art	Taxonomi	Prediktionens kvalitet (extAUC)	Prediktorvariabler
Blåstång ( <i>Fucus vesiculosus</i> )	Brunalg	Utmärkt (0,92)	Djup, kurvatur, vågexponering i ytan
Fintrådiga alger	Alger	God (0,87)	Djup, lutning, vågexponering i ytan
Kräkel ( <i>Furcellaria lumbricalis</i> )	Rödalg	Utmärkt (0,96)	Djup, kurvatur, vågexponering i ytan
Rödblåd ( <i>Coccotylus truncatus</i> + <i>Phyllophora</i> spp.)	Rödblåd	God (0,86)	Djup, kurvatur, vågexponering på botten
Sudare ( <i>Chorda filum</i> )	Brunalg	God (0,84)	Djup, vågexponering i ytan, finsediment
Östersjösallat ( <i>Monostroma balticum</i> )	Grönalg	God (0,88)	Djup, vågexponering i ytan, finsediment
Axslinga ( <i>Myriophyllum spicatum</i> )	Kärlväxt	God (0,86)	Djup, ljusexponering, vågexponering på botten, finsediment
Hornsärv ( <i>Ceratophyllum demersum</i> )	Kärlväxt	God (0,82)	Djup, lutningsriktning, vågexponering på botten
Älgräs ( <i>Zostera marina</i> )	Kärlväxt	God (0,90)	Djup, lutning, vågexponering i ytan, finsediment
Blåmussla ( <i>Mytilus edulis</i> )	Musslor, blötdjur	Intermediär (0,75)	Djup, lutning, kurvatur, vågexponering i ytan

#### RYGGRADSLÖSA DJUR

Blåmussla (*Mytilus edulis*) beskrivs kortfattat under ”Gräsö-Singö pilotområde” ovan. Prediktionen visar att blåmusslor finns nästan i hela området, dock mer sparsamt på de djupare mjukbottarna i nordvästra delen av området. Detta stämmer mycket bra med observationerna i datasetet.

#### Diskussion och slutsatser

##### PREDIKTORVARIABLER

För Missjö pilotområde saknas yttäckande information om salthalt, varför denna parameter inte har kunnat användas i modelleringen. Detta har troligen ingen större inverkan på prediktionernas korrekthet, dels för att Missjö är ett litet område och variationen i salthalt troligen är begränsad, dels för att det ligger i den yttre delen av skärgården och därför är mindre påverkat av sötvattensutflöden.

Eftersom det inte fanns något tillgängligt underlagsskikt som beskrev botten typer i området, användes dropvideodata för att modellera fyra typer av botten substrat. En av prediktionerna (finsediment) användes sedan som underlag i artmodelleringen. Modellen för finsediment bygger på flera av de underlag som också används i artmodelleringen, varför det kan tyckas som att dessa variabler används två gånger. Som prediktorvariabel

var dock finsediment inte starkt korrelerat till någon av de övriga prediktorvariablerna, vilket visar på att underlaget tillför information till modellen.

#### KALIBRERINGSDATA

I Missjö pilotområde har modelleringar endast utgått från dropvideodata insamlat sommaren 2008. Utöver dessa finns även viss data insamlat med hjälp av dyktransekter och inventeringar i grunda vikar. Dessa data har inte använts i modellerna, eftersom dropvideodata är speciellt insamlat för modelleringarna, vilket medför att modellerna inte skulle förbättras nämnvärt om övriga data skulle läggas in. De prickkartor som visas, innehåller även data från dyktransekter och inventeringar i grunda vikar.

#### PREDIKTIONER OCH PRICKKARTOR

Prediktionerna för bottensubstrat i Missjö pilotområde visar att i skyddade lägen övergår hårdbotten till mjukbotten redan vid någon meters djup. På relativt skyddade hårdbottnar förekommer östersjösallad. På mer exponerade platser sträcker sig hårdbotten ned till större djup och i de exponerade östra delarna av området dominerar den helt. Hårdbottensamhället domineras av blåstång, även sudare är vanligt förekommande. I de mest exponerade miljöerna är fintrådiga grön, brun- och rödalger vanligast och kräkel förekommer endast i de östra delarna. Blåmusslor förekommer på exponerade lokaler i den östra delen av skärgården.

Djupare områden domineras helt av mjukbottnar, men närmare ytan förekommer de främst i flacka lägen i skydd av öar och skär. Växtsamhället på mjukbottnarna karaktäriseras av kärlväxter och kransalger. På de mest skyddade platserna har sträfsen observerats. Axslinga förekommer på relativt skyddade lägen, medan ålgräs hittas där det är måttligt exponerat.

#### EXTERN VALIDERING

Prediktionerna har i Missjö externvaliderats med 75 datapunkter insamlade med dropvideometodik. Valideringsdatan samlades in i samma undersökning som kalibreringsdatan. De två dataseten är oberoende, eftersom positionerna för samtliga punkter är slumpade. Externvalideringen i Missjö gav överlag mycket bra resultat. Detta tyder på att djupdata från Sjöfartverket, tillsammans med bra inventeringsdata insamlad med hjälp av dropvideo, genererar stabila modeller med relativt liten risk för överanpassning.

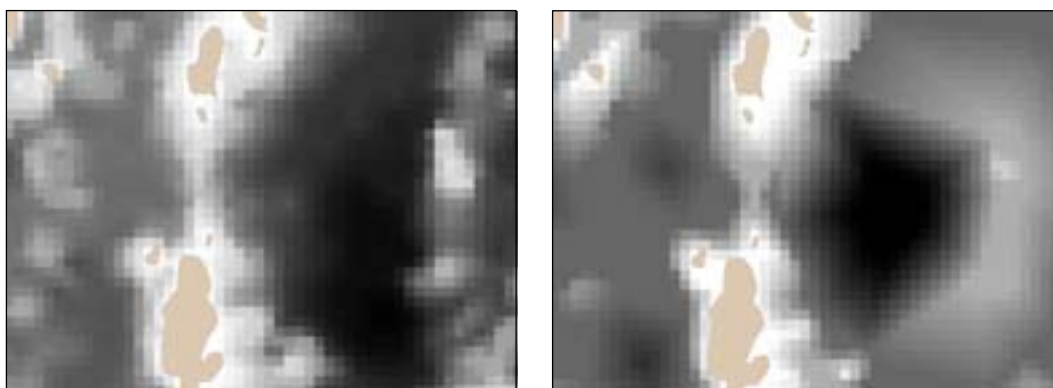
## Kvalitet i underlagsdata

Det finns inga perfekta data eller kartunderlag. Vid modellering är kvaliteten på de fysiska och biologiska underlagen avgörande för resultatet. Biologiska data måste vara representativt insamlade, för att kunna fånga upp den fysiska variationen som finns i miljön och hur detta påverkar förekomsten av växter och djur. Felaktigheter i de fysiska underlagen förs vidare i varierande grad till prediktionsresultatet.

### Fysiska underlagsdata

Från fysiska underlagsdata (t.ex. djup, lutning, bottensubstrat) som har stor inverkan på en arts utbredning, överförs större fel till prediktionen i jämförelse med underlag som har mindre inverkan. Att fel överförs från underlag till resultat på detta sätt i modellerings-sammanhang, kallas felpropagering.

Denna felpropagering kan illustreras med ett exempel från Missjö pilotområde i Östergötland. I området finns ett bra underlag tillgängligt för att beskriva botten topografi (batymetri). I grunda områden har djupdata samlats in med hjälp av flygplansburen laser (LiDAR), och i områden dit lasern inte når kompletteras djupuppgifterna med digitaliserade uppgifter av äldre handlodningar. Vid jämförelse med djupmätningar utförda med ekolod under den biologiska inventeringen, är överensstämmelsen relativt god ( $R^2=0,85$ ). Om man för samma område jämför fältmätningarna med det nationella underlaget som togs fram inom SAKU-projektet (Wennberg m.fl. 2006), är överensstämmelsen betydligt sämre ( $R^2=0,62$ ). Underlaget från SAKU är en TIN-modell baserad på djupdata från sjökort och det är detta underlag som har använts i modelleringarna på nationell skala. Orsaken till den dåliga överensstämmelsen är, att sjökortet är framställt som underlag för navigation. Det innehåller därför förenklingar och säkerhetsmarginaler som är avvikelser från verkliga förhållanden. Ett utsnitt av dessa batymetrier visas i Figur 56.



Figur 56. Jämförelse mellan batymetrieraster baserade på olika underlagsdata. Bilden till vänster visar en interpolering av djupinformation insamlad med LiDAR i grunda områden och handlodningar i djupare områden. I bilden till höger är ett raster framtaget från en TIN-modell baserad på djupkurvor och djuppunkter från sjökort (från projektet SAKU, Wennberg m.fl. 2006). I båda fallen är upplösningen 25 m.



För att utvärdera hur de olika djupunderlagen påverkar modelleringsresultaten, modellerades finsediment, blåstång och ålgräs. Dessa valdes för att få resultat som representerade en sedimentklass, en hårbottenlevande alg och en rotad kärleväxt som växer i lösa sediment. Det modellerade resultatet av finsediment användes som ett av underlagen vid modellering av ålgräs, för att se effekter av felpropagering i två steg. Resultaten av modelleringarna framgår av Tabell 15. Överlag blev modellerna baserade på TIN-batymetrin sämre, vilket framgår av de lägre värdena för AUC och cvAUC, men skillnaden blev inte så stor för blåstång och ålgräs. Vid utvärdering av prediktionernas kvalitet (extAUC) blev försämringen tydligare. För ålgräs är det tveksamt om kartan baserat på TIN-batymetrin kan användas som beslutsunderlag. Det är troligt att felpropageringen i två steg är orsaken till att ålgräsmodellen försämrades så kraftigt, från utmärkt ( $0,8 < AUC < 0,9$ ) till dålig ( $0,5 < AUC < 0,7$ ), vid användandet av den sämre batymetrin. Detta exempel visar både på behovet av bra underlagsdata och på vikten av extern validering.

**Tabell 15. Modellerings exempel från Missjö. AUC = modellens prestation, cvAUC = modellens korsvalideringsresultat och extAUC = valideringsresultat av prediktionerna utifrån oberoende fältdata.**

**Prediktionerna är baserad på två olika batymetrier, där (a) LiDAR/Dig-baty är bättre och b) TIN-baty är sämre.**

(a) Modellen är baserad på djupdata mätt i fält samt lutning och kurvatur beräknade från djupdata uppmätta med LiDAR och handlodning ( $R^2=0,85$ ).

Kalibreringsvariabel	AUC	cvAUC	extAUC	Prediktorvariabler
Finsediment	0,84	0,80	0,84	Djup, lutning, lutningsriktning, kurvatur, vågexponering
Blåstång	0,94	0,92	0,84	Djup, kurvatur, vågexponering
Ålgräs	0,92	0,90	0,91	Djup, lutning, vågexponering, finsediment.

(b) Modellen är baserad på djupdata mätt i fält samt lutning beräknad från TIN-batymetrin ( $R^2=0,62$ ).

Kalibreringsvariabel	AUC	cvAUC	extAUC	Prediktorvariabler
Finsediment	0,77	0,74	0,77	Djup, lutning, vågexponering
Blåstång	0,94	0,91	0,80	Djup, lutning, vågexponering
Ålgräs	0,91	0,89	0,68	Djup, djupkorrigerad vågexponering, finsediment.

En god batymetri är även en förutsättning för beräkningar av djupderivat som t.ex. lutning och kurvatur samt för djupberoende variabler som bottenströmmar och vågpåverkan vid botten. Tillgång till dessa variabler förbättrar möjligheterna till modellering av arter, sediment och habitat.

## Biologiska underlagsdata

Kvalitetsaspekter rörande biologiska data såsom taxonomisk precision, skillnad mellan utförare, felaktigheter i inmatningen m.m. tas upp under ”Biologiska variabler” ovan. I detta avsnitt diskuteras problematiken när biologiska data ska användas för rumslig statistisk analys eller modellering.

En viktig aspekt är datapunkternas rumsliga spridning. Oberoende datapunkter som är slumpvis spridda är det bästa ur statistisk synpunkt. Ofta används dock data som samlats

in tidigare, och vanligen har insamlingen skett med ett annat syfte, vilket riskerar att påverka modelleringen negativt. Det finns många aspekter kring detta som inte är utredda för marin modellering, men ett generellt resonemang kan ändå föras. Om data är insamlat på ett icke slumpmässigt sätt kommer vissa miljöer att få större eller mindre statistisk tyngd än de borde ha, vilket påverkar hur de statistiska sambanden i modellen etableras. Variansen i datasetet kan också bli lägre än den sanna variansen, vilket kan få liknande effekter. Storleksordningen av dessa problem är svåra att uppskatta, därför är det extra viktigt att externt validera modelleringsresultat baserade på bristfälliga data. Data i form av transekter är exempel på ojämn dataspridning, om många datapunkter används från varje transekt, men inte om endast en punkt används. Trots det har det visat sig att prediktioner får högre externa valideringsresultat, om de baseras på många datapunkter från varje transekt än om de baseras på ett mindre antal (Sandman m.fl. 2008). Detta beror på att flera punkter tillför mer information till modellen.

Ett bra dataset för modellering bör även vara representativt med avseende på de miljövariabler (t.ex. djup, substrat, vågexponering, salinitet) som används i modellen. Data som insamlats med ett annat syfte än modellering, uppfyller nästan aldrig det kravet. T.ex. utgår dyktransekter från stranden och når olika maxdjup, vilket medför att grunda och strandnära hårbottensmiljöer är överrepresenterade och data nedanför vegetationszonen är mycket knapp. Ett sätt att minska effekterna av ojämn dataspridning är att kombinera olika data för att åstadkomma ett representativt dataset, men detta är svårt att göra på ett objektivt sätt. En fråga som skulle behöva utredas är hur ojämn dataspridning påverkar modelleringsresultat i ett större perspektiv. Går det till exempel att göra rimliga prediktioner av ett område som ligger mellan två väl undersökta områden? Svaret är rimligen att om det mellanliggande området är av liknande karaktär som de perifera, så går det bättre, än om det avviker. För att finna en praxis för vad som är rimliga nivåer av avvikelser och hur dessa ska skattas, behövs dock ytterligare erfarenheter.

Ett bra dataunderlag ska även innehålla många datapunkter, men hur mycket data som krävs varierar med områdets storlek och heterogenitet, artens utbredningsmönster, datapunkternas fördelning m.m. Hittills gjorda erfarenheter indikerar att 100 oberoende punkter eller 25 dyktransekter kan betraktas som miniminivåer för all typ av modellering, men detta behöver utredas vidare. För att beskriva ett område av ett kustläns storlek och variation krävs sannolikt 1000-2000 väl spridda punkter. Det kan noteras att olika arter också är olika lätta/svåra att modellera. En art som tydligt styrs av ett fåtal fysiska faktorer är lättare, medan arter som har en dynamisk varierande utbredning, interagerar med andra arter och/eller är spridningsbegränsade, är svårare att modellera.

Resultaten av extern validering påverkas också av hur datasetet för validering är insamlat. Några preliminära riktlinjer för hur valideringsdata kan insamlas ges nedan.

Valideringsdata ska:

1. bestå av utslumpade datapunkter som är statistiskt oberoende både av varandra och av kalibreringsdata,
2. vara tillräckligt omfattande för att representera områdets miljövariabler och artens förekomst i relation till dessa,
3. vara insamlade, så att varje datapunkt motsvarar upplösningen i modellen (100\*100 m för modelleringar på nationell skala och 25\*25 m på lokal skala i denna rapport), eller så måste hänsyn tas till skillnader mellan dessa i valideringen.

Det går alltså inte att ange en precis andel av datapunkterna för underlaget som ska sparas för validering. Om underlaget för validering är för litet blir valideringen osäker.

# Diskussion

## Habitatmodellering

Habitatmodellering kan vara ett framgångsrikt och kostnadseffektivt sätt för att kartlägga havsbottnar. Idag finns förutsättningar att modellera art- och habitatutbredningar på lokal skala av hög kvalitet, vilket skapar bra beslutsunderlag för förvaltningen av marina livsmiljöer. På nationell skala kan inte en tillräckligt hög kvalitet i modelleringsresultaten erhållas, vilket kan härledas till otillräckliga underlag för modelleringen. Det är dock fullt rimligt att successivt förbättra underlagen och därmed kunna uppnå heltäckande utbredningskartor för ytsediment och habitatbildande arter längs Sveriges kust.

Sjöfartsverkets arbete med digitalisering av gamla lodningar är ett snabbt och kostnadseffektivt sätt att förbättra underlagen. Kvaliteten i djupkartor blir väsentligt högre, om de baseras på digitaliserad handlodad sjömätning jämfört med det vanliga sjökortet. Beskrivningen av salthalten i vattnet vid botten är information, som idag endast finns tillgängligt i grov upplösning. En förbättring av detta, så att det även beskriver salthalten i kust- och skärgårdsområden i hög upplösning, skulle kunna förbättra modelleringen av arter avsevärt. Beskrivning av ytsediment med tillräckligt bra kvalitet för artmodellering har tidigare saknats. Dock har SGU nu påbörjat en konvertering, baserad på information från befintlig maringeologisk kartering. Även för detta arbete behövs högupplöst underlagsdata för batymetri, strömmar och vågor. I samma takt som digitaliseringen av handlodningarna utförs av Sjöfartsverket, kan även andra underlag förbättras.

På sikt kan karteringen av havsbottnarna väsentligt förbättras genom utnyttjande av modern undersökningsteknik. Användandet av flerstråligt ekolod ger en högupplöst beskrivning av havsbotten och flera EU-länder har ambitiösa program för att kartera sina marina områden med denna teknik. Hittills har bl.a. en stor del av Medelhavet och stora delar av Irlands farvatten inventerats. Norge har påbörjat en systematisk kartering av sina farvatten inom projektet MAREANO. I Sverige används tekniken av Sjöfartsverket och av flera privata aktörer, men ett samlat karteringsprogram saknas. I grunda områden kan flygplansburen laser (LiDAR) vara ett mer kostnadseffektivt sätt att kartera djupförhållanden. Djupdata som tas fram bör levereras till Sjöfartsverket, som är en naturlig datavärd för detta.

Kvaliteten på biologiska underlagsdata behöver höjas. Det kan ske genom tydligare krav från beställare, ackreditering av utförare för olika insamlingsmetoder, tillfällen för internkalibrering av utförare samt kurser i fältmetodik och artkunskap. De standardmetoder som används bör beskrivas väl för att minska tolkningsskillnader mellan olika utförare. Ett stöd bör tas fram för beställare, för att underlätta vid framtagning av underlag för upphandling av inventering och övervakning. Detta stöd bör minska risken för olikheter i omfattning och utförande av likartade undersökningar. De biologiska data som idag finns tillgängliga är ojämnt spridda över landet. Detta beror delvis på att insamlad data inte finns tillgänglig i nationella databaser. Goda underlagsdata är en nödvändighet för framgångsrik modellering och sannolikt måste en hel del kompletterande undersökningar genomföras för att hela Sveriges kust ska kunna modelleras.

## Förvaltningens behov av kartor

Som stöd i arbetet med skyddsåtgärder, förvaltning och planering av havsmiljön finns behov av kartor som beskriver den marina miljön. Kartor kan tas fram i olika skalområden med varierande detaljeringsgrad och kan användas för olika ändamål. Kartor på nationell nivå har låg detaljeringsgrad och kan inte användas på lokal nivå, men de kan ge information om generella storskaliga mönster. Kartor på regional nivå kan användas för översiktlig planering av kustområden. För regionala kartor kan skalområdet 1:300 000-1:100 000 vara lämpligt. På lokal nivå, t.ex. för arbete med kustnära marina skyddade områden, bör åtminstone underlag i skalområdet 1:50 000–1:25 000 användas.

I Tabell 16 föreslås vilken skalnivå olika kartunderlag bör ha i relation till olika aktiviteter i marin miljö. I Tabell 17 visas kopplingen mellan underlagsinformation framtagna med olika metoder och på vilka skalnivåer som resultaten är användbara. Bland underlagen återfinns modelleringar genomförda inom detta projekt. Genom att kombinera de två tabellerna går det att utläsa vilka undersökningsmetoder eller modelleringar som är lämpliga för att lösa olika förvaltnings- och planeringsfrågor. Underlag som tagits fram med metoder som motsvarar skalan 1:50 000–1:25 000 är lämpligast för arbete med marina skydds- och förvaltningsåtgärder. Det motsvarar detaljnivån för modelleringarna i pilotområdena redovisade i denna rapport. Storskalig planering kan utföras med hjälp av mindre detaljerade kartor, men det förutsätter likväl att kvaliteten på kartunderlaget är hög.

**Tabell 16. Tabellen visar exempel på aktiviteter inom havsförvaltning, relaterat till behovet av underlagskartor i olika skalområden. (ICES WGMHM 2009)**

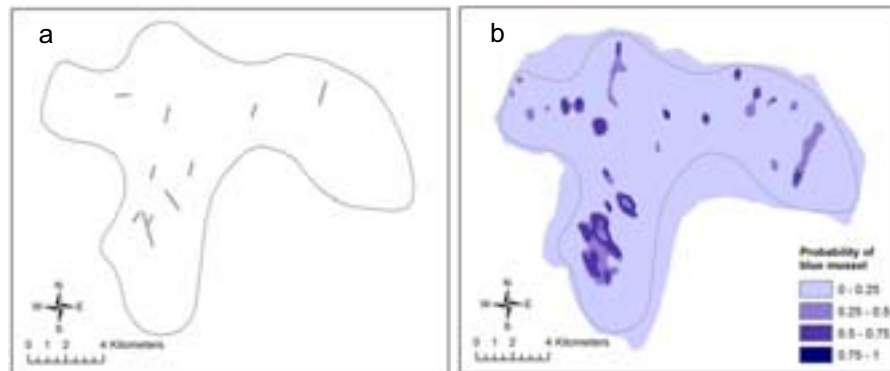
Skala	1:2 000 000 - 1:500 000	1:300 000 - 1:100 000	1:50 000 - 1:25 000	1:10 000 - 1:5 000
Karta	Sverige-kartan	Översikts-kartan	Terrängkartan	Fastighets-kartan
Aktiviteter				
Friluftsliv och turism			Översiktsplanering	Detaljplanering
Detaljplanering t.ex. hamn, kabel			Översiktsplanering	Detaljplanering
Akvakultur		Planering regionalt perspektiv	Planering	Konstruktion
Förnybar energi, t.ex. vindkraftsparker		Planering regionalt perspektiv	MKB	Konstruktion
Muddring och dumpning		Planering regionalt perspektiv	Tillståndsärenden, koncession	
Marina skyddade områden (kust)	Nätverk i havsregioner	Nationell/ regional planering	Förvaltningskartor	Detaljerade åtgärder
Marina skyddade områden (öppet hav)	Planering havsregioner		Förvaltningskartor	
Fiske	Planering havsregioner		Förvaltningskartor	Detaljerade åtgärder

Tabell 17. Tabellen visar sambandet mellan olika undersökningsmetoder och skalnivån i de kartunderlag som kan produceras från underlagsdata. Några metoder som ger detaljerade underlag har bedömts som alltför dyra eller tidskrävande för att täcka stora områden, dessa är då bara markerade för detaljerad kartering.

Skala	1:2 000 000 - 1:500 000	1:300 000 - 1:100 000	1:50 000 - 1:25 000	1:10 000 - 1:5 000
Karta	Sverige- kartan	Översikts- kartan	Terräng- kartan	Fastighets- kartan
Underlag				
Djupkarta baserad på sjökortsdata	x	x		
Digitaliserade lodningar	x	x	x	
Djupkarta baserad på flerstråligt ekolod		x	x	x
LiDAR laserdjupmätning		x	x	x
Tolkning back-scatter från flerstråligt ekolod		x	x	x
Tolkning sidoseende sonar			x	x
Maringeologi, Regional kartering	x			
Maringeologi, lokal kartering	x	x		
Sedimentmodellering baserad på djup från flerstråligt ekolod m.m.		x	x	x
Vågexponering (SWM)	x	x	x	
Marina landskap (BALANCE)	x			
Artmodellering, nationell skala	x			
Artmodellering, lokal skala (pilotområden)			x	

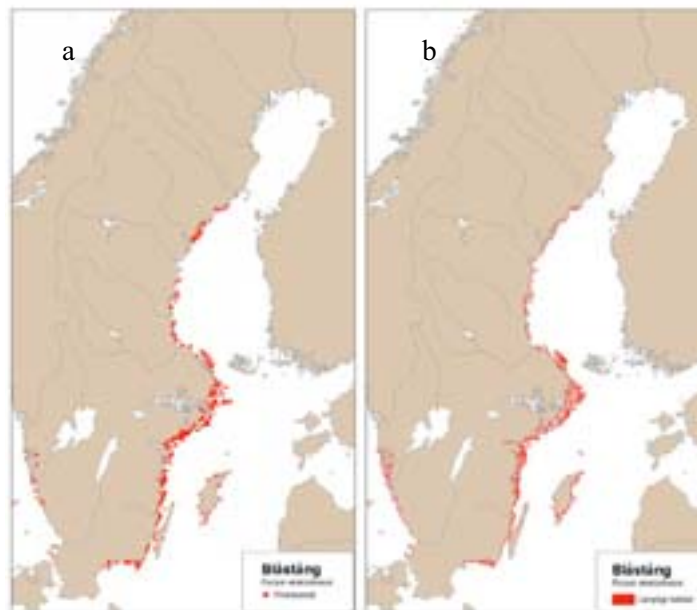
Skalbegreppet som används i Tabell 16 och 17 är tänkt att relatera till de skalor som används i Lantmäteriverkets kartproduktion. Numera produceras och används ofta kartor i digital form i geografiska informationssystem (GIS). I GIS är det möjligt att zooma in och därmed komma att använda kartor i en finare skala än vad de är producerade för. Därför är det viktigt att varje karta har en rekommenderad skalangivelse som inte bör överskridas.

Nyttan av modellering varierar också med skalan. I detaljerad skala framgår, som i exemplet från ett utsjögrund i Bottenhavet, värdet av att omvandla informationen från linjeinventeringen (Figur 57a) till heltäckande kartor (Figur 57b).



Figur 57. Jämförelse av information från (a) fältundersökning där linjeinventering med undervattensvideo utfördes på 10 lokaler och som (b) modellerad sannolikhetskarta av blåmusslors utbredning. Exempel är från Vänta litets grund i Bottenhavet. (Naturvårdsverket 2008).

I grövre skala är det inte säkert att modellering tillför någon ny information till betraktaren. I Figur 58 visas punktkartan för observationer av blåstång jämte rediktionen av blåstång. Dessa två kartor ger i stort sett samma information. Vid inzoomning i kartorna i Figur 58 kommer dock skillnaderna att framträda på samma sätt som i Figur 57.



Figur 58. Jämförelse av information om (a) förekomst av blåstång representerat som fältdata och som (b) modellerad sannolikhetskarta i nationell skala. I den vänstra kartan är punkternas storlek vald så att de ska framträda i denna skala, och på liknande sätt har prediktionsytorna i den högra kartan förstörats med 100 m (4 rasterrutor).

## Förvaltningsverktyg

Det har utvecklats en rad metoder och mjukvaror för att underlätta planeringen av marin miljö. Ett system med zonindelningar med olika grad av förvaltning i samband med marint skydd beskrivs i Naturvårdsverkets rapport 5739 ”Skydd av marina miljöer med höga naturvärden”. Utbredningskartor som visar habitatbildande arter och modellerade rekryteringsområden för fisk är exempel på kartunderlag, som är lämpliga för att beskriva värdekärnor som ingår i ett zoneringsystem. Ett annat exempel på ett planeringsverktyg är programvaran MARXAN (Ball & Possingham 2000). MARXAN har utvecklats för att optimera förvaltningen av naturvärden kring Stora Barriärrevet i Australien samt som stöd vid hantering av motsatta intressen mellan naturvård och olika näringar, som t.ex. turism och fiske.

I det EU-finansierade projektet BALANCE har ett exempel tagits fram, som visar på hur Östersjön kan förvaltas med hjälp av planeringsverktyget MARXAN. Kartunderlaget som användes för detta exempel var dock av alltför låg kvalitet för att resultatet ska vara användbart för planering, men metoden kan vidareutvecklas när bättre kartunderlag tas fram. Det finns intresse att använda MARXAN, eller liknande metoder, för övergripande planering av Östersjön vid genomförandet av HELCOM:s Baltic Sea Action Plan (HELCOM 2007) och EU:s marina strategi. Detta har lyft fram behovet av kvalitetskontrollerade kartunderlag för Östersjöområdet.

För att MARXAN och liknande mjukvaror ska vara användbara, krävs bra underlag i kartform som beskriver både naturmiljön och de samhällsaktiviteter som kräver planering och förvaltningsinsatser. Som beskrivits i denna rapport är det fullt möjligt att åstadkomma kartor över den marina naturmiljön med en kvalitet som tillfredställer förvaltningens behov. Aspekter på tillgänglighet av data om den marina naturmiljön har belysts i ett regeringsuppdrag om utökad marin inventering (Naturvårdsverket 2009).

## Kartunderlag för naturvärdesbedömning

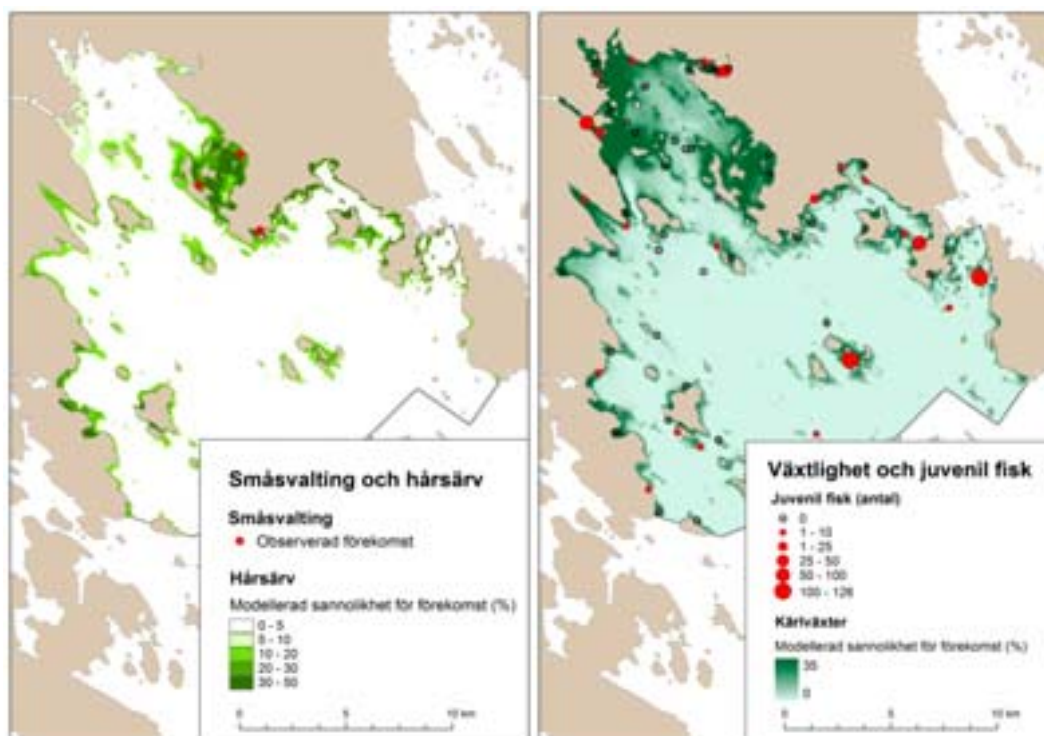
Kartunderlag är till stor hjälp vid bedömning av marina naturvärden. De kan t.ex. användas för att illustrera kriterier av rumslig karaktär. Utbredningskartor kan användas för att identifiera hur vanlig eller representativ en art eller ett habitat är på olika skalnivåer. Även bottenförhållandenas variabilitet går att analysera utifrån kartinformation. Modelleringsresultat i form av prediktioner är användbart för att analysera reproduktions- och uppväxtområden för fisk (Bergström m.fl. 2007).

Sällsynta arter är överlag svåra att modellera, men kartunderlag kan användas för att söka mönster i var de förekommer i relation till modellerade arter eller artgrupper. Två exempel på detta visas i Figur 59 över Råneå pilotområde (se avsnitt ”Modellering på lokal skala – Råneå pilotområde”). I Figur 59a visas sannolikheten för förekomst av hårsärv tillsammans med observerade förekomster av den rödlistade arten småsvalting. Överlagringskartan tyder på att utbredningen av hårsärv sammanfaller med utbredningen av potentiellt habitat för småsvalting. Detta innebär att hårsärvens utbredningsmönster kan vara lämpligt att användas som underlag vid riktad inventering efter småsvalting. I Figur 59b visas medelsannolikheten för förekomst av modellerade kärlväxter tillsammans med observationer av juvenil och liten fisk av ett antal arter. Överlagringskartan indikerar att



vegetationen är naturvärdesbärande och att dess utbredning kan användas som ett naturvärdesbärande skikt.

Sammanfattningsvis finns det stor potential att arbeta vidare med överlagringsanalyser baserade på utbredningskartor och det finns många möjligheter att skapa skikt som kan användas för att bedöma naturvärden. Dessa skikt bör i framtiden göras på ett standardiserat sätt för att förenkla jämförelser mellan områden.



Figur 59. Exempel på att vegetationskartor är naturvärdesbärande skikt. Observationer av höga naturvärden (småsvältning, respektive juvenil och liten fisk) sammanfaller med utbredningsmönster av vegetation (hårsärv, respektive kärlväxter). (a) Observerad förekomst av småsvältning och modellerad sannolikhet för förekomst av hårsärv. (b) Observerad förekomst av juvenil och liten fisk (juvenil abborre, juvenil gärs, juvenil löja, sandstubb och storspigg) samt medelsannolikhet för förekomst modellerade kärlväxter (borstnate, hornsärv, hårslinga, hårsärv, nordnäckros, vitstjälksmöja och ålnate)

## Vindkraftetablering och behov av marinbiologisk kartläggning

Det har konstaterats i redovisningen av regeringsuppdraget om utökad marin inventering, RU27, (Naturvårdsverket 2009), är beslutsunderlaget för etablering av marina vindkraftsparker otillräckligt. I Tabell 16 framgår att planering av vindkraftsetablering till havs kräver underlag i samma skalnivå som övriga förvaltningsärenden (1:25 000-1:50 000), men den storskaliga planeringen kan baseras på mer generella underlag (Boverkets planeringsportal [www.boverket.se](http://www.boverket.se), VindGIS [www.gis.lst.se/vind/](http://www.gis.lst.se/vind/), Energimyndighetens Vindtjänst [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)). Inom VindGIS har ett kartverktyg för storskalig planering av vindkraft tagits fram. I nuläget finns i VindGIS endast knapphändig information om marina naturvärden. Det som framgår är var befintliga naturreservat är belägna samt

vilka utsjöbankar som för närvarande undersöks inom ett regeringsuppdrag (RU 26, regeringsbeslut M2007/3026/A).

För planering av vindkraft på utsjöbankar kommer underlagen att förbättras i och med inventeringar inom ramen för regeringsuppdraget som för närvarande pågår. De första inventeringarna genomfördes under 2004-2005, och en uppföljande undersökning pågår med inventeringar från 2008-09. Resultat av habitatmodelleringen och en utvärdering av alla inventerade bankar redovisas i december 2010.

## Sekretess av djupinformation

Djupdata är idag belagda med generell sekretess och spridningstillstånd krävs innan kartor som innehåller djuprelaterad information kan publiceras eller presenteras. Sjökortet är exempel på djupinformation som har spridningstillstånd, men mer detaljerad djupinformation är normalt belagd med sekretess. Med djuprelaterad information avses inte bara kartor över djup eller djupderivat (t.ex. kurvatur, lutning, lutningsriktning och vågexpansion vid botten), utan även prediktioner av arter, bottensubstrat och habitat som bygger på underlagsdata om bl.a. djup. I takt med att karteringsmetoderna av havsmiljön utvecklats och behovet av att förvalta den marina miljön accentuerats, ökar samhällets behov av djupkartor och andra beskrivningar av bottenans beskaffenhet och biologi. Sekretessen framstår i detta sammanhang som starkt hämmande både vid framtagande och för användbarheten av kartorna. Detta gäller för alla verksamheter som är i behov av denna typ av underlag, t.ex. förvaltning, forskning och näringsliv. Problem uppstår även vid kommunikation mellan dessa aktörer och med allmänheten. Förvaltningen kan i många fall hantera sekretessbelagd information även, om detta medför arbetskrävande hantering. Det är angeläget att djupdata blir fritt på samma sätt som i de flesta av våra grannländer.

## Kostnadsuppskattning

En ungefärlig kostnadsuppskattning för att utföra en detaljerad habitatmodellering i ett genomsnittligt kustlän samt den totala summan för Sveriges 13 kustlän, visas i Tabell 18. Utgångspunkten är att befintligt underlagsmaterial från tidigare fältundersökningar används, men viss komplettering är inräknad. Denna arbetsinsats bör vara tillräcklig för övergripande planering av ett kustläns marina område samt för identifiering av dess värdefulla habitat.

**Tabell 18. Kostnadsuppskattning för att utföra detaljerad habitatmodellering i ett genomsnittligt kustlän samt den sammanlagda kostnaden för Sveriges kustlän.**

Arbetsuppgift	Kostnad (kkkr)
Sammanställning av befintliga underlagsdata	30
Bristanalys: analys av behov av kompletterande data	40
Dataläggning underlagsdata	110
Fältarbeten – kompletterande biologi	135
Fältarbeten – valideringsdata	200
Analyser av kvalitet för underlag	180
Modellering av arter och habitat	280
GIS-kartor	100
Delsumma biologisk fältinventering och GIS-modellering	1075
Tolkning av maringeologiska data, modellering substratkartor	70
Modellering av strömmar, vattenomsättning	250
<b>Total kostnad för ett kustlän</b>	<b>1735</b>
<b>Uppskattad total kostnad för Sveriges 13 kustlän</b>	<b>22555</b>

SGU har påbörjat arbetet med att konvertera den maringeologiska informationen. Modelleringstekniker för att ta fram kartor på ybsubstrat har utvecklats och de maringeologiska benämningarna har anpassats till EUNIS-klassificeringen. SGU:s konverteringsarbete förutsätter att befintlig maringeologisk information används, om ny geologisk fältinventering behöver genomföras av SGU blir kostnaderna betydligt högre. När det gäller oceanografisk modellering, som bl.a. SMHI arbetar med, så har något sådant underlaget inte använts i denna rapportering. Vattenomsättning och strömmars riktning och hastighet är dock viktiga strukturerande faktorer som påverkar t.ex. sedimentation och spridning av arter, varför oceanografiska parametrar bör inkluderas i ett utvecklat arbete.

Sjöfartsverket har en kostnad på 10-14 miljoner kr per år för att inom 5 år ha digitaliserat den analoga djupinformationen i djupdataarkivet. Totalt beräknas kostnaden för att ta fram kartor över habitat och habitatbyggande arter för hela Sveriges marina miljö till ca 80-100 miljoner kronor. Detta inkluderar Sjöfartsverkets digitaliseringsarbete samt uppskattningen av kostnader för habitatmodellering av marina bottenarter i Sveriges 13 kustlän.

Utöver dessa preliminära kostnader behöver varje län sannolikt ett tillfälligt periodiskt ekonomiskt stöd för en kortare arbetsinsats att ta fram befintlig information samt att vara mottagare av de resultat som genereras av modelleringsprojekt. Det är dessutom viktigt att poängtera, att den modellerade informationen ger en statisk bild av naturmiljöerna, som behöver uppdateras med ny fältinformation efter ett antal år. Lämpligt tidsintervall för uppdatering är vart 6:e år för att harmonisera med rapporteringscyklerna i EU:s marina direktiv: (direktiv 2008/56/EG) och habitatdirektivet (direktiv 92/43/EEG).

## Slutsatser

- Statistiskt kvalitetsbedömda modeller av habitat och arter utgör ett användbart underlag för förvaltning av marin miljö.
- Detaljerade och tillförlitliga dataunderlag är viktigt för framgångsrik modellering, vilket idag uppnås lokalt. Rikstäckande underlag är ännu inte tillräckligt detaljerade för modellering av arter. Den största bristen är kvaliteten på djupkarteringen, men även ytsediment och salinitet är otillräckligt karterat.
- Det är viktigt att fortsätta digitaliseringen av handlodningar som Sjöfartsverket inlett. Det är ett bra och kostnadseffektivt sätt att förbättra rikstäckande djupinformation.
- Hanteringen av sekretessbelagd djuprelaterad information är hämmande för verksamheter som behöver hantera och kommunicera sådana data. Detta gäller för förvaltning, forskning och näringsliv såväl som vid kommunikation med allmänheten.
- Genom att underlagen successivt förbättras kan habitatkartor, detaljerade nog för marin förvaltning, finnas tillgängliga för hela Sveriges havsområde inom några år. Detta relaterar till krav i EU:s marina direktiv, där medlemsländerna bör sammanställa data på ett enhetligt sätt, ha identifierat och kartlagt viktiga habitat i varje marin region fram till år 2012.

## Referenser

- Al-Hamdani, Z. & Reker, J. (eds.) 2007. "Towards marine landscapes in the Baltic Sea. BALANCE Interim Report No. 10", Tillgänglig: <http://balance-eu.org/publications/index.html>.
- Ball, I. and H. P. Possingham (2000). MARXAN (V1.8.2): "Marine Reserve Design Using Spatially Explicit Annealing, a Manual", The Great Barrier Reef Marine Park Authority: 70.
- Bekkby, T., E. Rinde, et al. (2008)a. "Spatial probability modelling of eelgrass (*Zostera marina*) distribution on the west coast of Norway." ICES Journal of Marine Science Advanced Access 65: 1-9.
- Bekkby, T., P. E. Isachsen, et al. (2008)b. "GIS Modeling of Wave Exposure at the Seabed: A Depth-attenuated Wave Exposure Model." Marine Geodesy 31: 1-11.
- Bergström, U., Sandström, A., Sundblad, G. 2007. "Fish Habitat Modelling in the Archipelago Sea. BALANCE Interim Report No. 11".  
Tillgänglig: <http://balance-eu.org/publications/index.html>.
- Blomqvist, M. (2007). Statusklassning och underlag för expertbedömning perioden 1997 - 2007, Bentiska evertebrater och Makroalger och några gömfröiga vattenväxter. Rapport till SMHI, 888 sidor.
- Blomqvist, M. (2008a). Jämförelse av skattning av täckningsgrad och djuputbredning av arter och substrat i fytalen. Rapport Naturvårdsverket, 32 sidor.
- Blomqvist, M. (2008b). Transektinventering av marina bottnar. Manual för applikationen MarTrans.  
[http://swenviro.naturvardsverket.se/dokument/epi/basinventering/basdok/pdf/Transektinventering\\_av\\_marina\\_bottnar\\_manual\\_20080922.pdf](http://swenviro.naturvardsverket.se/dokument/epi/basinventering/basdok/pdf/Transektinventering_av_marina_bottnar_manual_20080922.pdf).
- Blomqvist, M. och P. Olsson (2007). Översyn av det nationella marina övervakningsprogrammet för vegetationsklädda bottnar. Rapport Naturvårdsverket, 34 sidor.  
[http://www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/rapporter/hav/2007.oversyn\\_vegetationskladda\\_bottnar.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/hav/2007.oversyn_vegetationskladda_bottnar.pdf).
- Coggan, R., Populus, J., White, J., Sheehan, K., Fitzpatrick, F. & Piel, S. (eds.) 2007. "Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH",  
<http://www.searchmesh.net/default.aspx?page=1442>
- Connor, DW. & Hiscock, K. (1996). Data collection methods. Marine Nature Conservation Review: rationale and methods (ed. by K. Hiscock), pp. 51-65, 126-158. Peterbor-

ough: Joint Nature Conservation Committee (Coasts and Seas of the United Kingdom, MNCR series).

Davies, C.E., Moss D., O'Hill M. (2004). *EUNIS habitat classification Revised – 2004*. European Environment Agency, European topic centre on nature protection and biodiversity. [http://eunis.eea.europa.eu/upload/EUNIS\\_2004\\_report.pdf](http://eunis.eea.europa.eu/upload/EUNIS_2004_report.pdf)

Dinesen, G. (ed.) 2008. Mapping and modelling of marine habitats in the Baltic Sea region. BALANCE Interim Report No. 27, <http://balance-eu.org/publications/index.html>

DVVF, Dalälvens vattenvårdsförening: <http://www.dalalvensvfvf.se>

Eriksson, B. K., A. Sandström, et al. (2004). "Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf", Science 61(2): 339-349.

GVVF, Gästriklands vattenvårdsförening: <http://www.gavlevatten.com/gvvf/>

Gelumbauskait, L.Ž. (Ed.) 1998: "*Bathymetric map of the Central Baltic Sea, scale 1:500 000*". - LGT Series of Marine Geological Maps / SGU Series Ba no. 54. Vilnius – Uppsala.

Hammersland, J. (2007) Skydd av marina miljöer med höga naturvärden. Vägledning rapport 5739, Naturvårdsverket

HELCOM 2007. Baltic Sea Action Plan. 101.

Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. 2000. Applied Logistic Regression, 2nd Edition. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons Inc., New York, NY, 2000, 373 pages.

ICES rapport från; Working group on marine habitat mapping 2009

Ingri, J. (1985). "Geochemistry of ferromanganese concretions and associated sediments in the Gulf of Bothnia". Doctoral Thesis, Luleå University of Technology 1985:40 D.

Isæus, M. (2004). "Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea". Dept. of Botany. Stockholm, Sweden, Stockholm University: 40.

Krause-Jensen, D., J. S. Laursen, A.L. Middelboe, K. Dahl, J. Hansen, S.E. Larsen (2000). Test af metoder til marine vegetationsundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 323.

Leth, J.O. (ed.) 2008. "Baltic Sea marine landscapes and habitats: Mapping and modeling". BALANCE Technical Summary Report, part 2/4,  
<http://balance-eu.org/publications/index.html>

Lewis, J. R. (1964). "The ecology of rocky shores". 1st edition, London, The English universities press.:323.

LVVF, Ljusnan-Voxnans vattenvårdsförbund: <http://www.lvvf.se/>

Naturvårdsverket (2004). Undersökningstyp – vegetationsklädda bottnar, ostkust. Version 1 2004-04-27.

Naturvårdsverket (2005). Undersökningstyp – vegetationsklädda bottnar, västkust. Version 1 2005-05-19.

Naturvårdsverket 2006. Aktionsplan för havsmiljön. Naturvårdsverket rapport 5563. 109.

Naturvårdsverket (2007a). Manual för basininventering av marina naturtyperna 1110, 1130, 1140 och 1170.

Naturvårdsverket (2007b). Manual för basininventering av strandnaturtyper.

Naturvårdsverket 2009. Redovisning av regeringsuppdrag 27: Utökad marin inventering. NV regleringsbrev M2007/3026/A.

NÖHVVF, Nordöstra Hälsinglands vattenvårdsförening

Phillips S J, Anderson R P & Schapire R E. 2006. "Maximum entropy modelling of species geographic distributions. Ecological Modelling", Vol 190/3-4: 231-259.

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

Sandström, A., Eriksson, B.K., Karås, P., Isæus, M & Schreiber, H. 2005. "Boating and navigation activities influence the recruitment of fish in a Baltic Sea archipelago area". Ambio 2:125-130.

SHARK databas: [http://www.smhi.se/oceanografi/oce\\_info\\_data/oce\\_data.html](http://www.smhi.se/oceanografi/oce_info_data/oce_data.html)

Skov, H. 2008. Raster över salinitet, upplösning 500 m. DHI Water & Environment, Danmark.

SKVVF, Svealands kustvattenvårdsförbund <http://www.svealandskusten.se>

Tolstoy, A. & Österlund, K. 2003. Alger vid Sveriges östersjökust : en fotoflora. ArtDatabanken, SLU: 282 .

Wennberg, S., C. Lindblad, et al. (2006). Sammanställning och Analys av Kustnära Undervattenmiljö (SAKU). Stockholm, Naturvårdsverket: 100.

Wikström, S. (2008). Utbredning av arter och naturtyper på utsjögrund i Östersjön. Naturvårdsverket rapport 5817. 63 sid.

Willén, E. & Tolstoy, A. 2007. Käringhår, stinksvans och rödglidare –svenska namn på alger. Svensk botanisk tidskrift 101:3–4.



## Ordlista

AUC – Ett mått på kvaliteten av en modell eller en prediktion. AUC = Area Under Curve, kurvan som avses är ROC = Receiver Operating Characteristic. Måttet anger andelen korrekt klassificerade förekomster i relation till andelen felaktigt placerade förekomster. Ett AUC-värde på 1 innebär att samtliga förekomster och icke-förekomster är korrekt klassade för de datapunkter som har använts för att utvärdera modellen eller prediktionen. Ett AUC-värde på 0,5 anger att resultatet är helt slumpmässigt.

Batymetri – Beskrivning av terrängens fysiska form under vatten, dvs. motsvarigheten till topografi på land.

cvAUC – Cross validation AUC, dvs. AUC-värde beräknat genom korsvalidering.

EUNIS-systemet – Ett europeiskt referensverktyg för klassificering av habitat. EUNIS står för European Nature Information System (Europeiska naturinformationssystemet) och omfattar förutom referensverktyget även en databas om arter, habitat och lokaler (<http://eunis.eea.europa.eu>).

extAUC – AUC-värde beräknat genom externvalidering.

Externvalidering – Prediktionens kvalitet mäts genom att den jämförs med helt nya data (oberoende valideringsdata) som inte använts för att bygga modellen. Detta är den bästa formen av validering.

Flada – liten sjö med endast en smal kanal som förbindelse till havet. Bildas av en havsvik genom landhöjningen.

Habitat – I denna rapport används samma definition av habitat som inom EUNIS: ”Växt- och djursamhällen som karaktäriserar den biologiska miljön, tillsammans med de abiotiska (icke-biologiska) faktorer som inverkar på en given skalnivå”.

Habitatbildande art – En art som med sin tredimensionella struktur skapar ett habitat som är viktigt för många andra arter, t.ex. blåstång eller ålgräs. Den tredimensionella strukturen bromsar upp vattenströmmar och skapar ett gynnsamt habitat för små arter som söker skydd och större arter som söker föda. Den habitatbildande arten fungerar som även som substrat, dvs. underlag, för fastsittande arter.

Internvalidering – Modellens kvalitet mäts med hjälp av de datapunkter som modellen är byggd på.

Kalibreringsdata – De fältinventeringsdata som ligger till grund för habitatmodellering, med uppgifter om artförekomster i georefererade punkter.

**Korsvalidering** – En form av internvalidering, där kvaliteten på modellen mäts genom att en testmodell byggs på en andel (ofta 4/5) av de tillgängliga datapunkterna. Resultatet av testmodellen jämförs sedan med de resterande datapunkterna.

**Prediktion** – Förutsägelse (i form av en yttäckande karta) om utbredningen av en art eller ett substrat baserad på en statistisk modell. I denna rapport visar prediktioner i pilotområden sannolikheten för förekomst i procent, medan prediktionen av blåstång i bottenhavet anges som lämpligt/ej lämpligt habitat.

**Prediktorvariabel** – Den miljövariabel (t.ex. djup eller vågexponering) som används som underlag i habitatmodellering. Måste finnas som en yttäckande karta i GIS-format för att en prediktion ska vara möjlig att göra.

**Prickkarta** – Karta över observerad förekomst av t.ex. en art. Eftersom arten endast kan ha observerats på de lokaler som har inventerats är fördelningen av observationer beroende av fördelningen av inventeringar.

**Raster** – Ett raster är en karta som är uppbyggd av många rutor (även kallade celler eller pixlar). Inom varje ruta finns ett värde för varje variabel, t.ex. djup eller sannolikhet för förekomst av blåstång. I modelleringarna på lokal skala är rutornas storlek 25\*25 m och på nationell skala 100\*100 m.

**Responsvariabel** – Den variabel som modelleras, t.ex. en art, en substratklass eller ett habitat.

**TIN-batymetri** – (Triangular Irregular Network, triangelnätverk). En heltäckande djupkarta som har tagits fram genom att punktvärden har förbundits med varandra så att plana ytor av oregelbundna trianglar skapas. De exakta värdena för datapunkterna påverkas inte av interpoleringen.

**Valideringsdata** – Data som kan användas för utvärdering av en modell eller en prediktion. Valideringsdata bör vara oberoende från de kalibreringsdata som modellen är byggd på och bör vara representativa för miljön i området som prediktionen görs för.

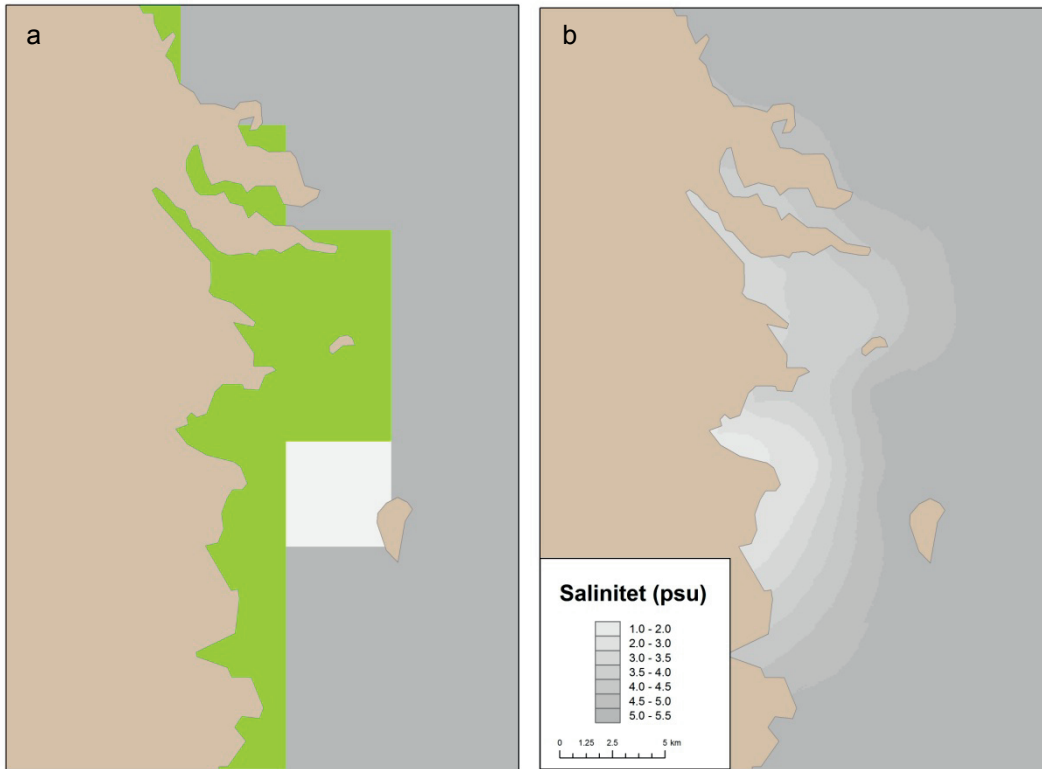
**Överanpassad modell** – Innebär att modellen inte bara anpassats till variationen i utbredningsmönster orsakade av de miljöfaktorer som ingår i modellen, utan även till variation orsakad av andra faktorer eller slumpen. Detta medför att modellen stämmer bättre för de datapunkter som den bygger på än för andra punkter. En överanpassad modell bör därför inte användas för att göra prediktioner.

## Bilagor (finns på cd-skiva)

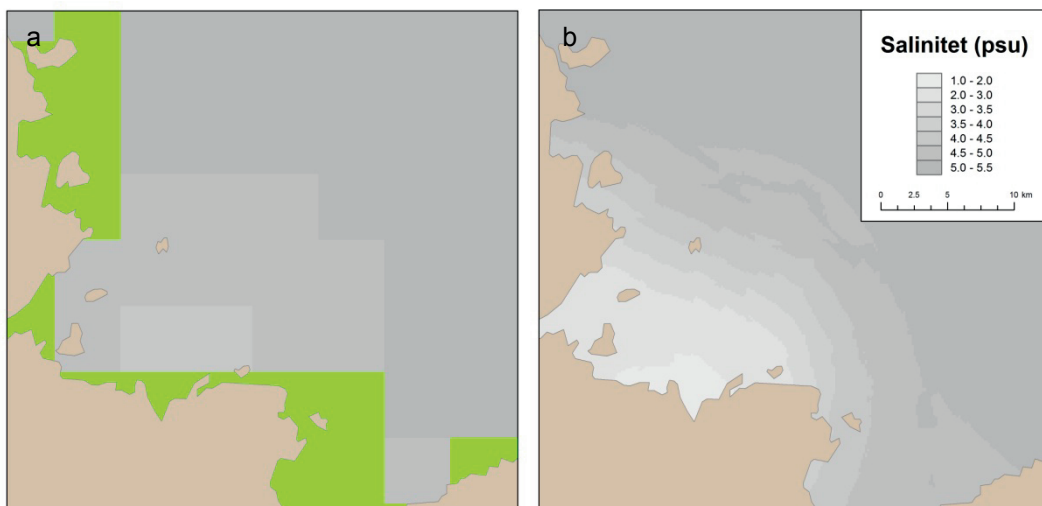
Observera att Bilaga 11-12, 15-16 samt 19-20 är sekretessbelagda. På förfrågan till Naturvårdsverket kan de delges behörig person i enlighet med kraven i 7 § säkerhets-skyddsförordningen (1996:633).

- 1) Vegetationsundersökningar som har sammanställts till modelleringarna.
- 2) Undersökningar av mjukbottenlevande ryggradslösa djur, som har sammanställts som underlag i modelleringarna i Råneå respektive Gräsö pilotområde.
- 3) Nationell djupdatabas.
- 4) Bottenbeskaffenhet, Sjöfartsverket.
- 5) Ansvarsförbindelse – digital information. Sjöfartsverket.
- 6) Registerkontroll. Sjöfartsverket.
- 7) Klassificeringsgrunder nyttjade för SGU:s maringeologiska kartering respektive av EUNIS.
- 8) Salthalt i fem kustområden; ursprungligt raster med 500 m upplösning och mosaik-raster med 200 m upplösning.
- 9) Modelleringssunderlag och -resultat för Råneå pilotområde: kartor för vilka allmänt spridningstillstånd har erhållits eller ej behövs.
- 10) Modelleringssunderlag och -resultat för Råneå pilotområde: GIS-filer för vilka allmänt spridningstillstånd har erhållits eller ej behövs.
- 11) Modelleringssunderlag för Råneå pilotområde: sekretessbelagda kartor.
- 12) Modelleringssunderlag och -resultat för Råneå pilotområde: sekretessbelagda kartor GIS-filer.
- 13) Modelleringssunderlag och -resultat för Gräsö-Singö pilotområde: kartor för vilka allmänt spridningstillstånd har erhållits eller ej behövs.
- 14) Modelleringssunderlag och -resultat för Gräsö-Singö pilotområde: GIS-filer för vilka allmänt spridningstillstånd har erhållits eller ej behövs.
- 15) Modelleringssunderlag och -resultat för Gräsö-Singö pilotområde: sekretessbelagda kartor.
- 16) Modelleringssunderlag och -resultat för Gräsö-Singö pilotområde: sekretessbelagda kartor GIS-filer.
- 17) Modelleringssunderlag och -resultat för Missjö pilotområde: kartor för vilka allmänt spridningstillstånd har erhållits eller ej behövs.
- 18) Modelleringssunderlag och -resultat för Missjö pilotområde: GIS-filer för vilka allmänt spridningstillstånd har erhållits eller ej behövs.
- 19) Modelleringssunderlag och -resultat för Missjö pilotområde: sekretessbelagda kartor.
- 20) Modelleringssunderlag och -resultat för Missjö pilotområde: sekretessbelagda kartor GIS-filer.

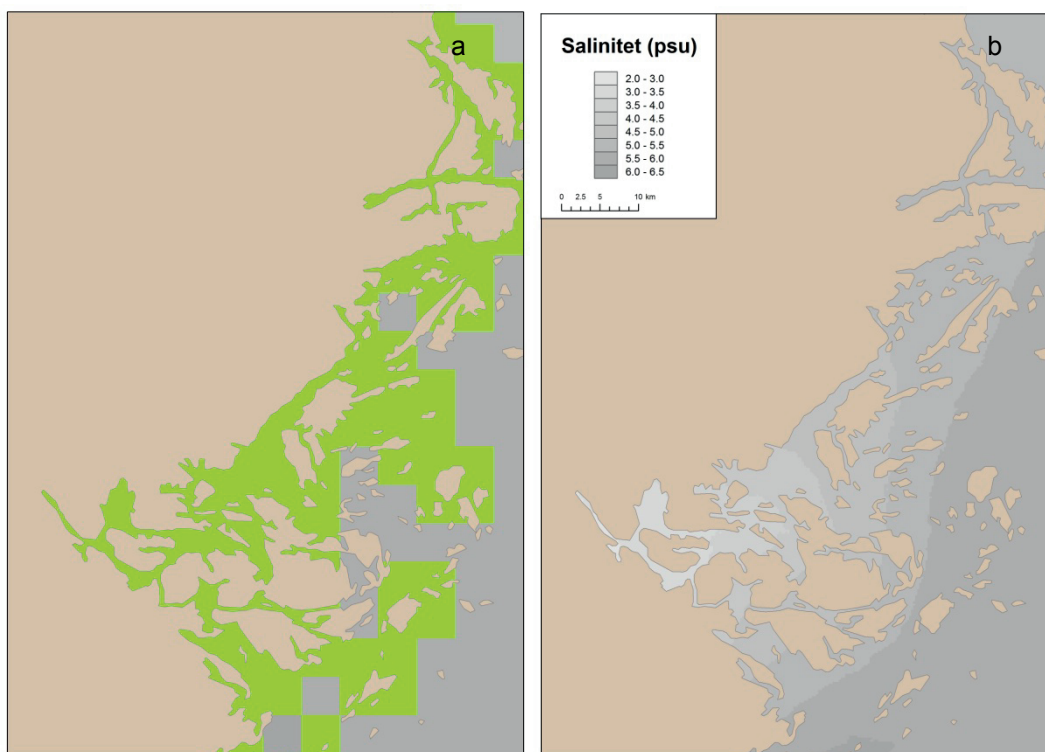
Bilaga 8. Salthalt i fem kustområden; ursprungligt raster med 500 m upplösning och mosik-raster med 200 m upplösning.



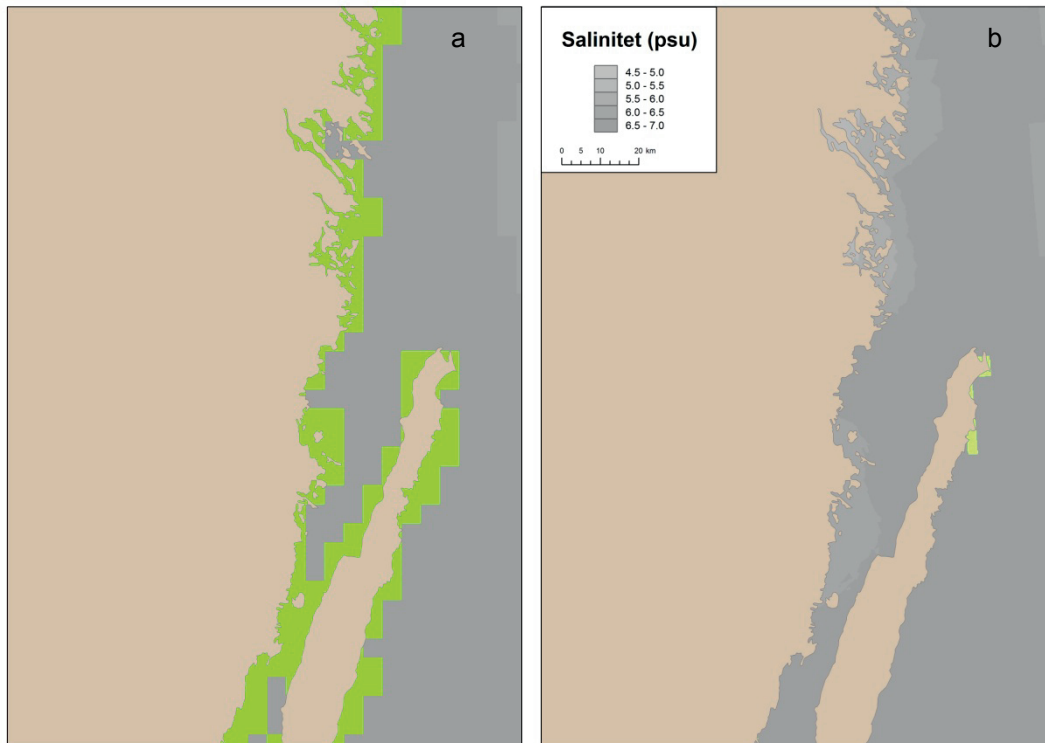
Figur 1. Söderhamns kustområde: (a) ursprungligt raster med 500 m upplösning, (b) förfinat raster med 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.



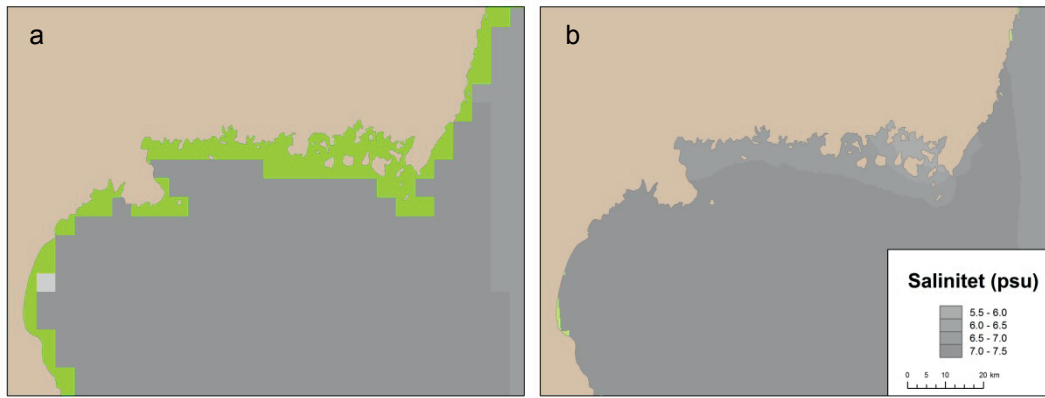
Figur 2. Gävlebukten, södra Bottnhavet: (a) ursprungligt raster med 500 m upplösning, (b) förfinat raster med 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.



Figur 3. Stockholm skärgård: (a) ursprungligt raster med 500 m upplösning, (b) förfinat raster med 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.



Figur 4. Smålandskusten: (a) ursprungligt raster med 500 m upplösning, (b) förfinat raster med 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.



Figur 5. Hanöbukten: (a) ursprungligt raster med 500 m upplösning, (b) förfinat raster med 200 m upplösning. Gröna fält = data saknas.

Klassificeringsgrunder nyttjade för SGUs maringeologiska kartering

**Tabell A. Korngruppskala** (Atterberg)

Fraktion	Kornstorlek (mm)
Block	>600
Sten	>60 – 600
Grus	>2 – 60
Sand (grov, mellan)	>0,2 – 2
Sand (fin)	>0,06 – 0,2
Silt	>0,002 – 0,06
Ler	<0,002 – 0,002

**Tabell B. Indelning efter lerhalt**

Benämning	Lerhalt (%)
<5	Lerfria sediment
5 – 15	Leriga sediment
>15	Leror

**Tabell C. Indelning efter organisk halt**

Organisk halt (%)	Benämning
<2	Gyttjefria sediment
2 – 6	Gyttjigt sediment
6 – 20	Sedimentgyttja
>20	Gyttja

### **Genetisk indelning**

Den genetiska indelningen skiljer på sediment som avsatts av eller under påverkan av en inlandsis (glaciala sediment) och sediment som avsatts i en miljö som i huvudsak motsvarar dagens (postglaciala sediment). Viktiga glaciala bildningar är:

#### *– Morän*

En osorterad till dåligt sorterad jordart (ler – block) som avsatts direkt av en inlandsis. Den maringeologiska kartan särredovisar där så varit möjligt moränlera/lerig morän (lerinnehåll >5%) men nyttjar i övrigt samlingsbeteckningen morän som även kan omfatta moränlera/lerig morän).

#### *– Isälvsmaterial*

Sorterat material med kornstorlekar från sand till block, rundat, sorterat och avsatt av smältvatten mynnande ur tunnlår i en inlandsis.

#### *– Glacial lera*

Isälvarnas mer distala sediment avsatt i en miljö med mycket ler i havs/sjövattnet. Innehåller ofta även grövre material (sand – sten/block) som fallit ner från isberg.

Klassificeringsgrund nyttjad av EUNIS, EUNIS vers. 2004 (Davies *et al.*, 2004)

**Tabell D. Korngruppskala EUNIS** (Connor & Hiscock)

Fraction	Grain size (mm)
Boulders	>256
Cobbles	>64 – 256
Pebbles	>16 – 64
Gravel	>4 – 16
Sand (coarse, medium)	>0.25 – 4
Sand (fine)	0.063 – 0.25
Mud	<0.063

**Tabell E. Indelning efter mobilitet**

Substrate mobility
None-mobile
Mobile

**Tabell F. Indelning efter substratsammansättning**

Composition	Mixed sediments	Complex (i.e. mosaics)
Homogeneous	-	-
Heterogeneous	substrates with different grain size (mobile)	substrates with different grain size (none-mobile/mobile)





# REGISTERKONTROLL

Handläggare, telefon  
Börje Sjöquist, 011-19 13 54

Datum:  
20

Handläggare vid SjöV:

Uppgifterna kommer att behandlas automatiserat i enlighet med bestämmelserna i personuppgiftslagen (1998:204)

## Koncept för registerkontroll

Du är eller kommer eventuellt att bli anställd på en säkerhetsklassad tjänst. Vi kommer därför att skicka in uppgifter för registerkontroll hos SÄPO. Vänligen fyll i uppgifterna nedan.

Efternamn och alla förnamn (tilltalsnamnet understruket)			Tidigare efternamn		
Personnummer	Yrke/Titel	Gatuadress			
Tidigare medborgare i	Sv medb år	Postnr	Postadress	Telefon med riktnr	
Nuvarande anställning och telefon med riktnr		Kontrollorsak		Tidsbegränsad anställning	

### Information till den som ska tillträda anställning eller uppdrag i säkerhetsklass 3

Den anställning som Du avses tillträda är placerad i säkerhetsklass 3. Detta innebär att Du i Din anställning kommer att få ta del av hemliga uppgifter som är av betydelse för rikets säkerhet, eller kommer att få tillträde till arbetsplatser där sådana uppgifter hanteras.

För att placeras i säkerhetsklass krävs helt naturligt att Du bedöms pålitlig från säkerhetssynpunkt. Det är ett förtroende att få ta del av, bearbeta, utforma och delge hemliga uppgifter.

Som ett led i den säkerhetsprövning, som görs före Ditt tillträde, genomförs därför en registerkontroll av Dig hos Rikspolisstyrelsen. Kontrollen omfattar enligt 21 § p 2. säkerhetsskyddslagen (1996:627) uppgifter i belastningsregistret, misstankeregistret, SÄPO-registret och uppgifter som annars behandlas hos SÄPO. Detta innebär att alla de eventuella uppgifter som finns om Dig i dessa register kan komma att lämnas ut.

Om Du vet med Dig att Du förekommer i dessa register, bör Du därför tala om det innan registerkontroll görs. Vill Du inte att kontrollen skall göras, måste Du ta tillbaka Din ansökan till anställning. Om Du har några frågor är Du välkommen att ta kontakt med antingen Din (blivande) personalchef eller säkerhetsskyddschefen.

### Samtycke lämnas att säkerhetsprövning enligt ovan genomförs

.....  
Namnteckning

2008-04-15

*Handläggare**Mottagare**Attention**Adress**Postnr Ort*

### **Ansvarsförbindelse – digital information**

Härmed utlämnar Sjöfartsverket (SjöV) till Er digital djupinformation som omfattas av 2 kap. 2§ Sekretesslagen (SFS 1980: 100) samt Lag om skydd för landskapsinformation (SFS 1993:1742).

Den information Ni begärt att få del av, kommer att utlämnas till Er som lån och skall återlämnas till verket inom 3 månader från den dag då Ni fått del av informationen. Lånetiden kan vid behov förlängas efter samråd med Sjöfartsverket. Djupinformationen får inte publiceras, kopieras eller delges obehöriga utan tillstånd från SjöV. Bestämmelserna omfattar även de bearbetningar eller slutprodukter som Ni framställer med SjöVs djupinformation som underlag.

Informationen omfattar : *område*  
informationens områdesbeteckning: *beteckning*

Och utlämnas på *lagringsmedia* innehållande *antal* Mb/Gb djupinformation i *format* format.

Datum  
2008-04-15

Vår beteckning

## Hantering och förvaring

Hemlig digital information ska förvaras och hanteras på motsvarande sätt som hemliga analoga handlingar dvs,

1. Lagringsmedia, som innehåller hemlig information skall förvaras inlåst i säkerhetsskåp med säkerhetsstandard SS 3492. Säkerhetsskåp med vikt under 150 kilo skall vara fast förankrade i vägg eller golv.
2. Lagringsmedierna får inte tas ur säkerhetsskåpet annat än då detta krävs för arbetet.
3. När den hemliga informationen är under användning får inte den utrustning som brukas, dvs datorer, löstagbara hårddiskar, skrivare etc. som brukas, lämnas utan uppsikt av behöriga användare. Utrustningen skall förvaras i ett låsbart utrymme dit endast behöriga användare har tillträde.
4. Överföring/kopiering av djupinformation för bearbetning från det lagringsmedia ni erhållit får endast ske till ett löstagbart lagringsmedia. Den utrustning som används får inte vara ansluten till öppna eller publika nätverk utan skall vara fristående.
5. Samtliga lagringsmedier och tillhörande utrustning som används vid bearbetning, skall märkas med en etikett/stämpel som visar informationens sekretessgrad, detta gäller även utskrifter eller produkter av olika slag som upprättats med SjöVs djupinformation som underlag.
6. Vid bearbetning av information skapas automatiskt temporära filer på den primära hårddisken som standard.  
De temporära filerna skall styras till och lagras på det löstagbara lagringsmediet.
7. Lagringsmedia som använts vid bearbetning av sekretessbelagd information skall **alltid** behandlas och hanteras som hemlig handling. När bearbetningen avslutats skall radering av informationen ske enligt av Försvarmakten (FM) godkänd metod. Rapport om genomförd radering tillsänds SjöV. Det löstagbara lagringsmedia som använts kan därefter återanvändas för bearbetning av hemlig information. När de löstagbara lagringsmedierna inte längre behöver användas skall de destrueras enligt av FM godkänd metod. Rapport om slutlig destruktion tillsänds SjöV.
8. Om ytterligare medarbetare behöver tillgång till informationen skall dessa anmälas till SjöV och genomgå motsvarande säkerhetskontroll (se sid 3) som de som tidigare beviljats behörighet.
9. Postbefordran av digital information skall ske enligt Postens bestämmelser för REK.





## Bottenbeskaffenheter, Sjöfartsverket

Version 8, 2009-03-10.

Indelningen följer Albert Atterbergs skala och bygger på en indelning utifrån materialets kornstorlek.

### A, Sten

A1	St. Kr	Bottenlag av sten, 2-20 centimeter.
A2	sm.St. m.St. r.m.St. r.sm.St.	Små-/mellansten, 2-6 centimeter.
A3	gv St.	Grov sten, 6-20 centimeter.

### B, Klippgrund

B1	K.	Fast klippgrund, släta hållar.
B2	Kl.	Klippgrund

### C, Block

C1	Bl. B	Block av mer än 2 dm i diameter.
----	----------	----------------------------------

### D, Grus

D1	Gr.	Grus, 2-20 mm i diameter.
D2	f.Gr. Ss	Fint, 2-6 mm. Singel
D3	gv.Gr. gf.Gr.	Grovt grus, 6-20 mm.
D4	Sd Gr.	Sandblandat grus
D5	St.Gr.	Stenblandat grus
D6	La Gr.	Lerblandat grus

## **E, Sand och grovsilt**

E1	Sd m.Sd br.Sd r.Sd gl.Sd bl.Sd g.Sd g.gr.Sd v.Sd hv.Sd	Sand och grovsilt, 0,02-2 mm i diameter.
E2	f.Sd f.br.Sd f.m.br.Sd f.gl.Sd f.v.Sd f.hv.Sd f.r.Sd f.sv.Sd f.br.pr.Sd f.hv.br.pr.Sd f.g.Sd f.m.Sd f.gr.Sd f.gv.Sd	Fin sand och grovsilt, 0,02-0,6 mm.
E3	gv.Sd gf.Sd gf.br.Sd gv.br.Sd gv.g.Sd gv.r.Sd gv.f.Sd	Grov sand, 0,6-2 mm i diameter.
E4	Gr.Sd	Grusblandad sand
E5	La Sd	Lerblandad sand

### ***F, Lera samt fin- och mellansilt***

F1	La L.	Lera om 0,002-0,02 mm.
F2	Sd La f.Sd La	Sandblandad lera
F3	St.La	Stenblandad lera
F4	gr.La	Grå lera
F5	br.La	Brun lera
F6	bl.La	Blå lera
F7	sv.La	Svart lera
F8	gl.La	Gul lera
F9	Mr Md	Mudder, gyttjlera
F10	Mr Ss	Mudder, grus
F11	Bl.Mr	Blockig mudder

### ***G, Gyttja***

G1	Ga	Gyttja, slick. Finns i olika färger.
----	----	--------------------------------------

### ***H, Slam***

H1	Sl.	Slam
----	-----	------

### ***I, Skal, musslor, korall***

I1	Sk. M.Sk. M.	Skal av musslor, snäckor.
I2	Ko. Kor.	Korall



**J, Gräs, tång**

J1	Gs	Gräs, tång.
J2	T.	Tång

**X, Oidentifierad**

X	S	
X	Sg	
X	Sgs	
X	G	
X	sst	
X	Ms	
X	Sr.	
X	g.Gr.	
X	Slk	
X	s.Pr. sm.Pr. r.Pr.	
X	Grs.	

Sjöfartsverket  
informerar:

# Nationell djupdatabas

En samlad informationsförvaltning  
av nationens djupdata

## Den svenska sjökartläggningen

Sjöfartsverket är den myndighet som på en nationell nivå ansvarar för kartläggningen av våra farvatten vilket bl.a. omfattar sjömätning och produktion av officiella sjökort. Detta har huvudsakligen skett med fokus på sjösäkerhet och framkomlighet för sjöfarten samt för försvarsändamål.

I samhället har dock djupdata kommit att få en allt större betydelse, inte minst inom fysisk planering och exploatering i våra havsområden men kanske allra mest inom havsmiljöarbetet vid bl.a. habitatmodellering.

Sjöfartsverket har genom Naturvårdsverket erhållit medel för att snabba på uppbyggnaden av en geografiskt heltäckande och digital djupdatabas över nationens farvatten genom att digitalisera befintliga djupkartor. En plan finns upprättad för att inom fem år ha en geografiskt heltäckande djupdatabas (se karta) – under förutsättning att regeringen avsätter medel för detta. Det är från bl.a. dessa djupdata som sjökorten har sitt ursprung. Djupkartorna har en betydligt högre detaljeringsgrad än sjökorten vilket också innebär att de i många fall är av högt militärstrategiskt värde och alltså omfattas av sekretess för skydd av rikets säkerhet.

Innehållet i den digitala djupdatabasen täcker idag ca 30% av de svenska kust- och havsområdena inklusive de stora insjöarna Vänern, Vättern och Mälaren. Kvaliteten varierar beträffande bl.a. upplösning och positionsnoggrannhet beroende på ålder och insamlingsteknik.

### Översiktsplan för forcerad uppbyggnad av den Nationella Djupdatabasen Utkast 2009

#### Teckenförklaring

— Gräns för Ekonomisk Zon

□ Länsgräns

Delområden 2009-02-11

#### STATUS

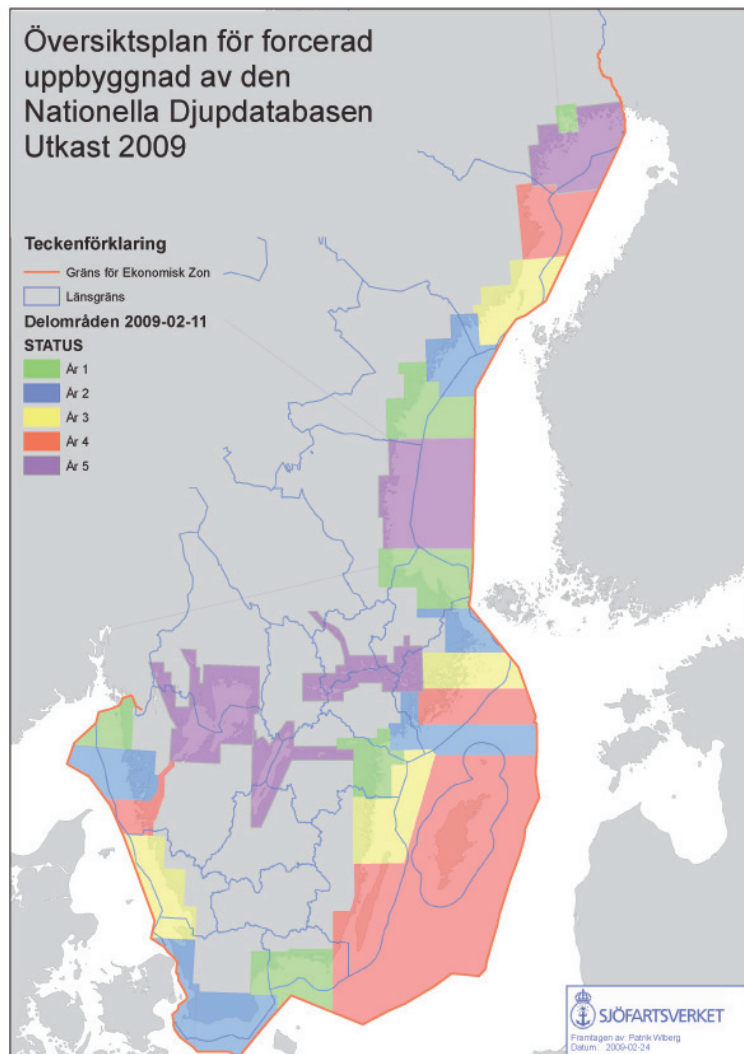
■ År 1

■ År 2

■ År 3

■ År 4

■ År 5

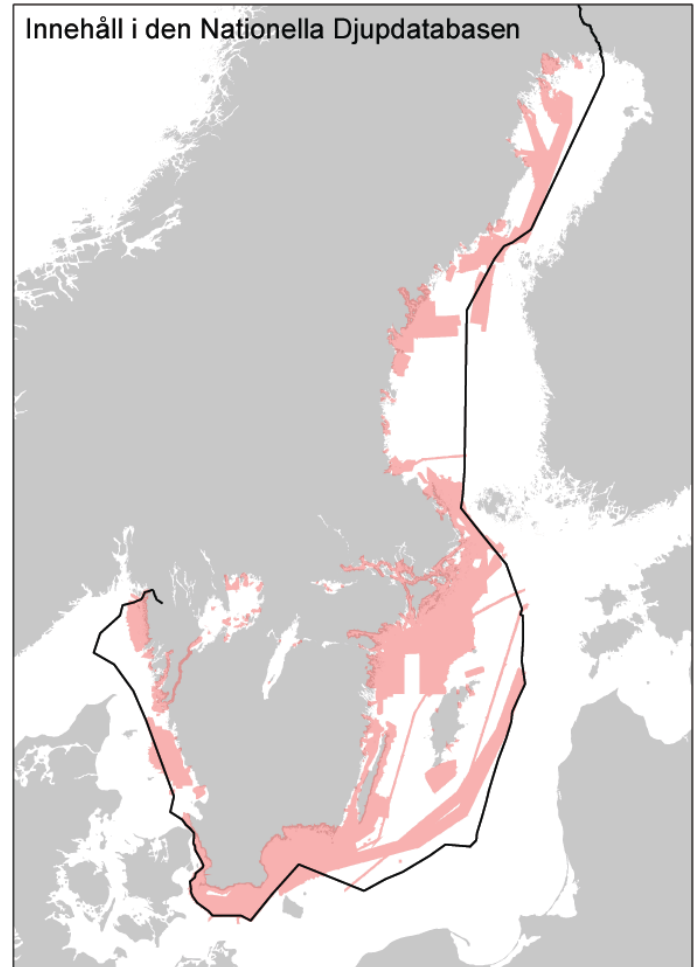


# En samlad förvaltning och lagring av nationens djupdata – en stor tillgång för samhället

För att kunna skaffa oss en gemensam kunskapsbank för nationens djupdata och säkerställa en bred och ökad tillgänglighet på informationen är det viktigt att myndigheter samverkar kring uppbygganden av den nationella djupdatabasen.

I den nationella djupdatabasen sker lagring av djupdata på ett strukturerat och kvalitetssäkrat sätt samt omfattas av rutiner för att bl.a. trygga lagringsmiljön genom systematiska backuper.

Även bottenbeskaffenhet och historiska data lagras vilket innebär att olika tidsepoker går att återskapa i den mån data finns. Att djupdata som samlats in i statens regi faktiskt kommer den nationella djupdatabasen till del synes vara en självklarhet men är inte alltid fallet. I vissa fall har sjömätningar bekostats av myndigheter där data redan existerade till motsvarande kvalitet. Genom att utgå från den nationella djupdatabasen minskar vi risken för dubbelarbete och ökar mervärdet av insamlat material.



*Kartan visar aktuell status för den geografiska täckningen av digital djupinformation.*

## Hur får man tillgång till djupdata?

För att få tillgång till sekretessklassad djupdata krävs att man kan uppfylla gällande krav enligt svensk lag.

Inom svenskt sjöterritorium regleras detta av Sekretesslagen 1980:100, Lagen om skydd för landskapsinformation 1993:1742 och Säkerhetsskyddslagen 1996:627 samt tillhörande förordningar.

Beslut om utlämnande och spridning av bl.a. djupdata lämnas av Sjöfartsverket. För myndighetsbruk i icke kommersiellt syfte tas endast en uttagsavgift ut.

Utförligare informationsmaterial om villkor för tillgång till djup- och sjökortsinformation tillhandahålls av Sjöfartsverket via myndighetens leveransfunktion, e-post: [sma@sjofartsverket.se](mailto:sma@sjofartsverket.se) eller via telefon: 011-19 10 54.

Bilaga 2 Sammanställning av undersökningar av mjukbottenlevande ryggradslösa djur som har sammanställts som underlag i modelleringarna i pilotområde Råneå respektive Gräsö.

<b>Undersökningar i pilotområde Råneå</b>	<b>Fr o m</b>	<b>T o m</b>
Nationella programmet Bottniska Viken från 1998	1998	2007
Nationella programmet Bottniska Viken stationsurvalsundersökning 1995 - 1997	1995	1997
Regional Bottenfauna, Bottniska Viken från 1998	1998	2007

<b>Undersökningar i pilotområde Gräsö</b>	<b>Fr o m</b>	<b>T o m</b>
Baltic Monitoring Program, BMP, Bottniska viken	1980	1988
Fiskeriverkets undersökning vid Gräsö	2004	2004
Forskningsdata, återbesök av Hessle och Sellerbergs stationer	1983	1985
Forsmarks biologiska recipientkontrollprogram	1983	2006
Hessles bottenfaunaundersökningar (historiska data)	1922	1922
Inventering av bottenfauna och sediment i Uppsala läns kustområde hösten - vintern 1999 - 2000	1999	2000
Kontrollprogram Holmens bruk, Hallstaviksområdet	1968	2006
Makrofauna öster om Singö (utpekad BSPA-område i Stockholms län)	2007	2007
Nationella programmet Bottniska Viken stationsurvalsundersökning 1995 - 1997	1995	1997
Nationella programmet Bottniska Viken, regionalprogram fram till 1994	1983	1988
Norrtälje kommuns bottenfaunainventering	1989	1992
PMK Benthos SV Bottenhavet	1990	1991
Sellerbergs Bottenfaunaundersökningar (historiska data)	1957	1959

Bilaga 1. Vegetationsundersökningar som har sammanställts som underlag till modelleringarna: (a) undersökningar, (b) förklaringar till utförare.

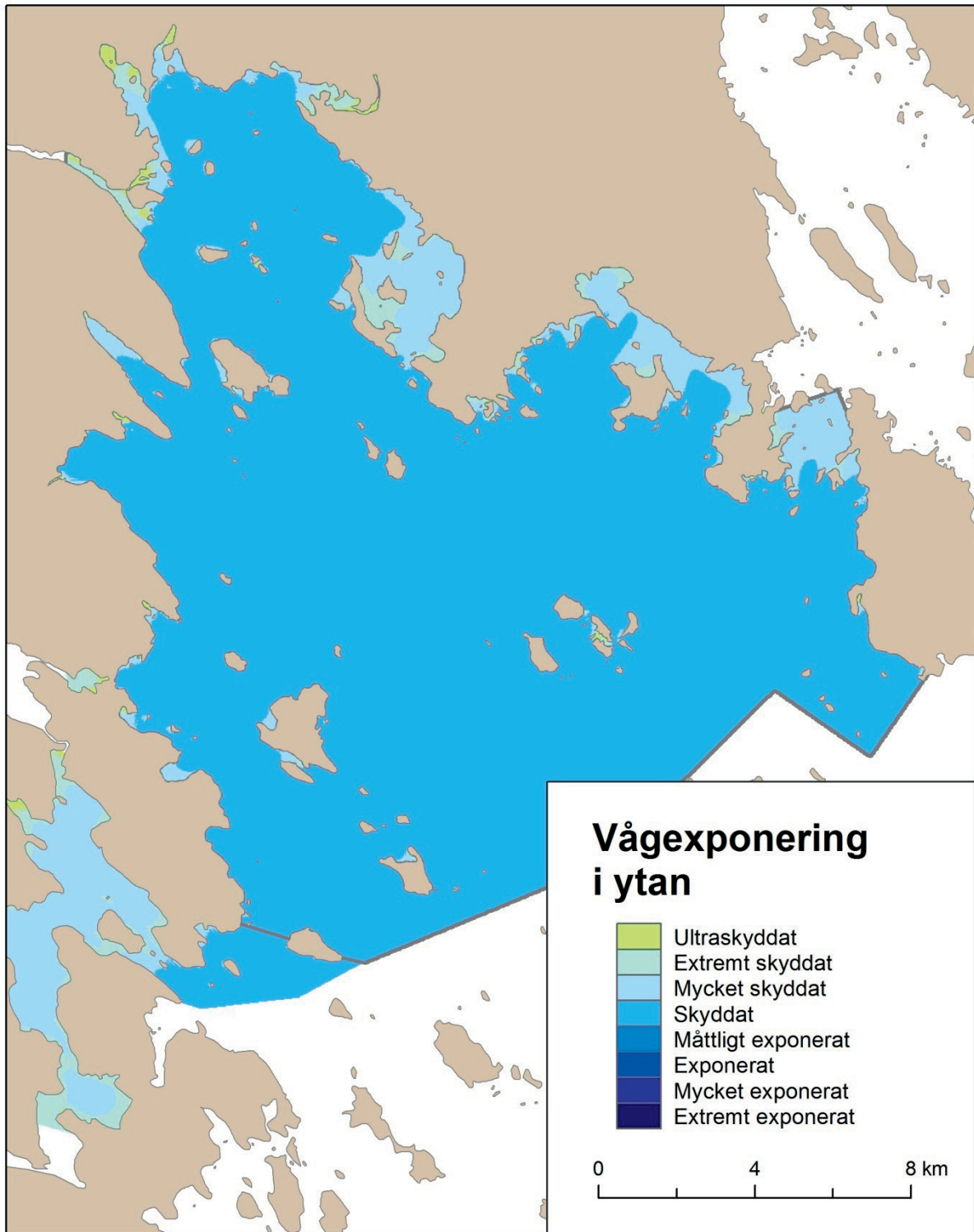
(a) Undersökning	Utförare	Fr o m	T o m
Basinventering av Fjärdlångs och Huvudskärs Natura 2000 områden	AQBI	2008	2008
Basinventering av Natura 2000 områden i Västerbottens län	UMSC	2007	2007
Basinventering av Sundby naturreservat	AQBI	2008	2008
Basinventering i Kalmar län	UCKS	2006	2007
Basinventering i Stockholms län	JP Aquakonsult	2007	2007
Basinventering i Söderarmsskärgård, Norrtälje kommun	TASA	2007	2007
Basinventering i Västernorrlands län	TASA	2007	2007
Basinventering i Östergötlands län	TASA	2008	2008
Basinventering Uppsala län, Gårdskärsområdet och Fågelsundsområdet, 2007	KUFI	2007	2007
Grunda kustnära områden i Torsås kommun	Stefan Dahlgren	2002	2002
Gålö naturreservat, Stockholms län: Marinbiologisk undersökning och naturvärdesbedömning.	SVVAEK	2008	2008
Göteborgs och Bohusläns vattenvårdsförbund 1992-1997	MarinInvent	1992	1997
Hans Kautsky databas, flertal olika undersökningar	SUSE	1974	2008
Hjälmo-Lådna naturreservat, Stockholms län - basinventering	SVVAEK	2008	2008
Holmöarna marininventering 2008	CALLUN	2008	2008
Hårbotteninventering Gävleborg 2000	KUFI	2000	2000
Hårbotteninventering Gävleborg 2005	KUFI	2005	2005
Hårbotteninventering Gävleborg 2006	KUFI	2006	2006
Hårbotteninventering Gävleborg 2007	KUFI	2007	2007
Hälsingeholmarna, Stockholms län: Basinventering.	SVVAEK	2008	2008
Inventering av Havstensfjorden 2003	MAB	2003	2003
Inventering av makrofyter i Gotlands kustvatten	Castor och Pollux	2006	2006
Inventering av makrofytsamhällen vid Simpevarps kärnkraftverk 2002	UCKS	2002	2002
Inventering av marin fauna och flora i Halland 1997: Nidingen-Hållsundsudde-Fjärehs	TMBL	1997	1997
Inventering av marina makroalger och marin fauna i Bohuslän 2000: Pater Noster	TMBL	2000	2000
Inventering av marina makroalger och marin fauna i Bohuslän 2000: Tistlarna	TMBL	2000	2000
Inventering av Natura 2000-områden i Skälderviken	MAB	2007	2007
Inventering av Nordre älv	MAB	2008	2008
Inventering av vattenvegetation i Norviksfjärden med närområde, Nynäshamns kommun	SVVAEK	2006	2006
Inventering av vegetationsklädda bottnar i Gräsö östra skärgård	AQBI	2008	2008
Inventering av ålgräsängar längs Skånes kust 2004	TOXICO	2004	2004
Inventering i BSPA-område öster om Singö	SVVAEK	2007	2007
Inventering vid Juviken och Lillhavet i Västerbottens län	UMSC	2008	2008
Inventering vid Kinnbäcksfjärden i Västerbottens län	UMSC	2008	2008
Inventering vid Osnäs i Västerbottens län	UMSC	2007	2007

Inventering vid Tavasten i Västerbottens län	UMSC	2007	2007
Inventering vid Vendelsöarna Hallands län	Bo Gustavsson	2006	2006
Inventering vid Vinga Fotö	Bo Gustavsson	2006	2006
Inventering vid Örefjärden i Västerbottens län	UMSC	2006	2007
Kartering av ålgräs ( <i>Zostera marina</i> ) i Lommabukten	Marin miljökonsult	2007	2007
Kosterfjordens nationalpark	TMBL	2006	2007
Kullen - Paradishamn Insamling makrovegetationsdata åt Naturvårdsverket	TOXICO	2005	2005
Kungsbackafjordens marina flora: Djuputbredning av makroalger samt utbredning av Ålgräs och Nating sommaren 1999	TMBL	1999	1999
Lilla Nassa-Gillöga, Stockholms län: Marinbiologisk undersökning	SVVAEK	2008	2008
Makroalger i Brofjorden kontrollprogram	MAB	2007	2007
Makrovegetation MIÖ Råneå skärgård	AQBI	2007	2007
Marin basinventering 2007, Västernorrlands län	AQBI	2007	2007
Marin basinventering i Skåne Län	MLST	2007	2008
Marin botteninventering St Anna sälskyddsområde Klacksten 2006	TASA	2006	2006
Marinbiologisk inventering i Kågefjärden, Västerbottens län 2007	TASA	2007	2007
Marinbiologisk undersökning och naturvärdesbedömning av Nåttarös grundområden, Haninge kommun	SVVAEK	2007	2007
Marinbiologisk undersökning och naturvärdesbedömning av Stora Nassas grunda sand-grusbottnar och djupbottnar, Värmdö kommun	SVVAEK	2007	2007
Marstrandsskärgården	TOXICO	2008	2008
Miljöövervakning av grunda vegetationsklädda hårbottnar i norra delen av södra östersjöns vattendistrikt	ESJE	2007	2008
Nacka kommun, Stockholms län: Marinbiologisk undersökning och naturvärdesbedömning.	SVVAEK	2008	2008
Nationell marin miljöövervakning, Askö och Gotland	SUSE	2008	2008
Nationell trendövervakning av vegetationsklädda bottnar i Blekinge	UCKS	2007	2007
Nationell övervakning i Kattegatt vid Onsalahalvön	TMBL	2007	2007
Nationella programmet, stereofotografering västkusten	TMBL	1993	2005
Naturvärdesinventering BD-län	AQBI	2007	2007
Naturvärdesinventering BD-län	UMSC	2006	2006
Nordvästskånes kustvattenkommitté	TOXICO	2007	2007
Norrboten marininventering 2008	CALLUN	2008	2008
Recipientkontroll i Hanöbukten	UCKS	2007	2007
Recipientkontroll i Kalmar län	UCKS	2007	2007
Regional inventering vid Svenska högarna	TASA	2006	2006
Regional marin miljöövervakning i Stockholms län	SUSE	2008	2008
Regional och Nationell marin miljöövervakning i Västernorrlands län	SUSE	2008	2008
Sandemar, Stockholms län - basinventering av sandbank	SVVAEK	2008	2008
Sannäsfjorden	TMBL	2008	2008
Strömmingslekinventering 2005 Askö växt och rom	Gunnar Aneer	2005	2005
Sydskustens Vattenvårdsförbund	TOXICO	2007	2007
Södermanland marininventering 2008	CALLUN	2008	2008

Transektinventering i Torrö naturreservat 2006	ESJE	2006	2006
Trendövervakning vegetationsklädda bottnar Gävleborg	KUFI	2002	2008
Trendövervakning vid Holmöarna i Västerbottens län	UMSC	2004	2007
Trendövervakning vid Kronören i Västerbottens län	UMSC	2001	2007
Tullviksbäcken, Stockholms län - basinventering	SVVAEK	2008	2008
Undersökning av fem grunda havsvikar i Bergkvara skärgård	Stefan Dahlgren	2000	2000
Undervattensvegetation på 14 platser i Arkösunds skärgård 2004	ESJE	2004	2004
Undervattensvegetationen i Missjö naturreservat 2005	ESJE	2005	2005
Utsjöbanksinventering 1	UMSC, SUSE	2004	2005
Utsjöbanksinventering 2	UMSC, SUSE, AQBI	2008	2008
Vegetation i trösklade havsvikar i Stockholms län	Stefan Dahlgren	1996	1996
Återinventering av skyddade skärgårdslokaler i Södermanlands läns regionala miljöövervakningsprogram	CALLUN	2007	2007
Översiktlig inventering av undervattensvegetationen i Kvädö naturreservat 2006	ESJE	2006	2006
Översikts- och transektinventeringar i Södermanlands skärgård 2007	CALLUN	2007	2007
Översiktsinventering i Stockholms län 2005	TASA	2005	2005

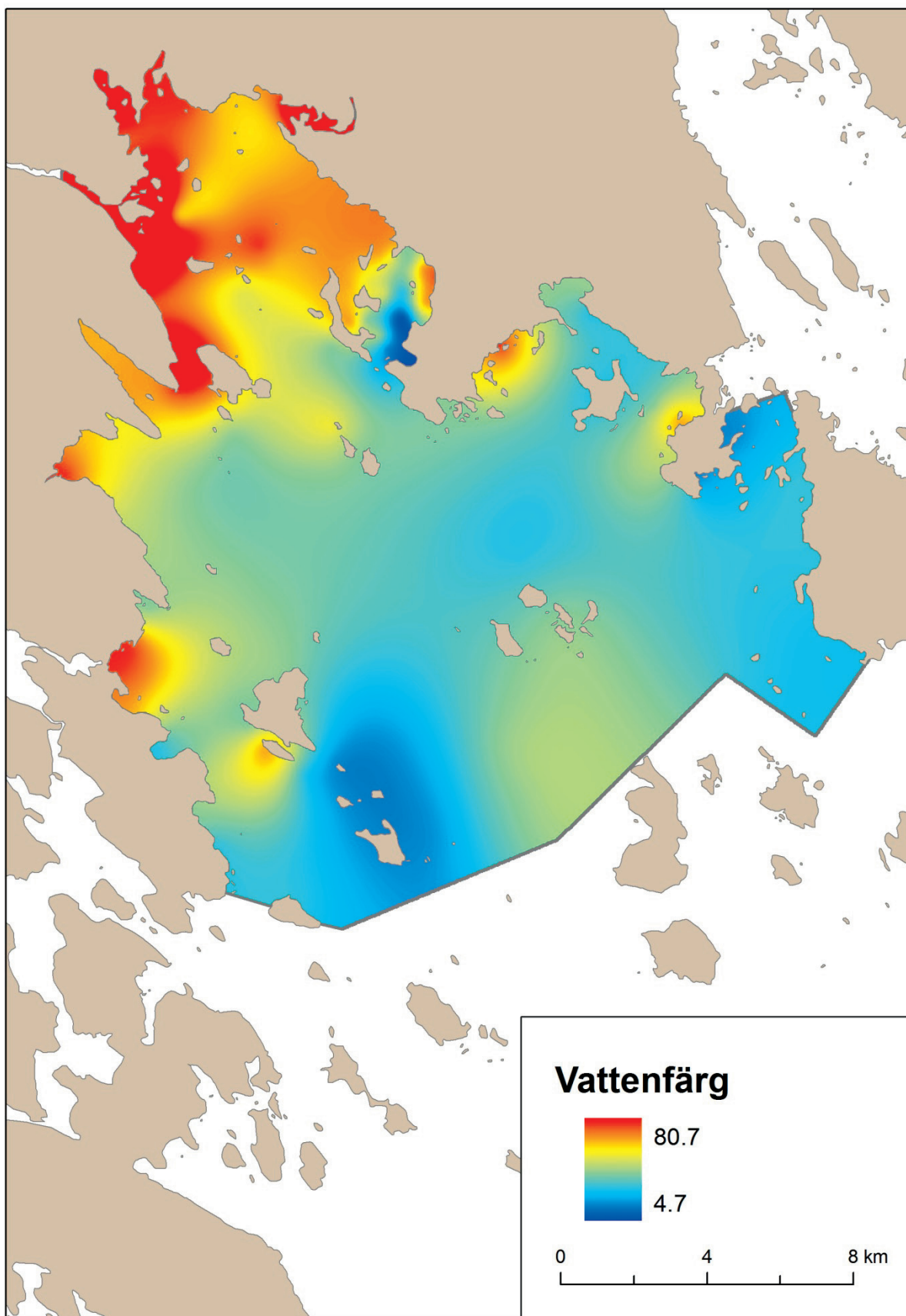
(b) Utförare	Namn
AQBI	AquaBiota Water Research AB
Bo Gustavsson	Bo Gustavsson (Lst i Halland)
CALLUN	Calluna AB
Castor och Pollux	Castor & Pollux, Gotland
ESJE	Eva Siljeholm och Jonas Edlund, Norrköping
Gunnar Aneer	Gunnar Aneer (Lst i Stockholm)
JP Aquakonsult	JP Aquakonsult KB
KUFI	Kustfilm Nord AB
MAB	Marine Monitoring AB
Marin miljökonsult	Marin miljökonsult Åhus
MarinInvent	MarinInvent
MLST	Lst i Skåne
Stefan Dahlgren	Stefan Dahlgren
SUSE	Stockholm University, Department of Systems Ecology
SVVAEK	Sveriges Vattenekologer AB
TASA	Tång och Sånt HB
TMBL	Tjämnö Marine Biological Laboratory
TOXICO	Toxicon AB
UCKS	University College of Kalmar, Inst. Natural Sciences and Technology
UMSC	Umeå Marine Sciences Center

Bilaga 9. Modelleringsunderlag och -resultat för Råneå pilotområde: kartor för vilka allmänt spridningstillstånd har erhållits eller ej behövs.

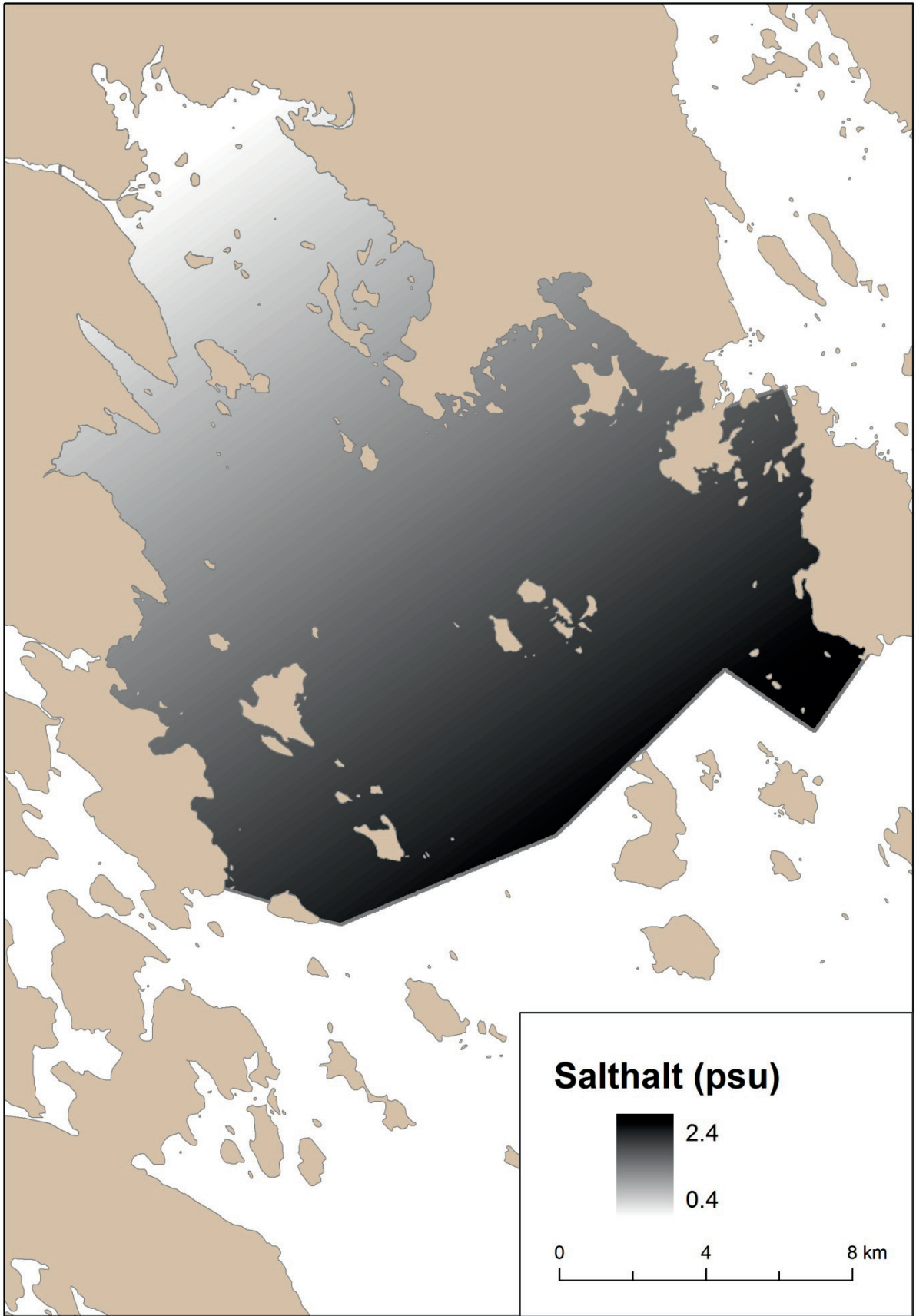


Figur 1. Vågexponering i ytan i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.

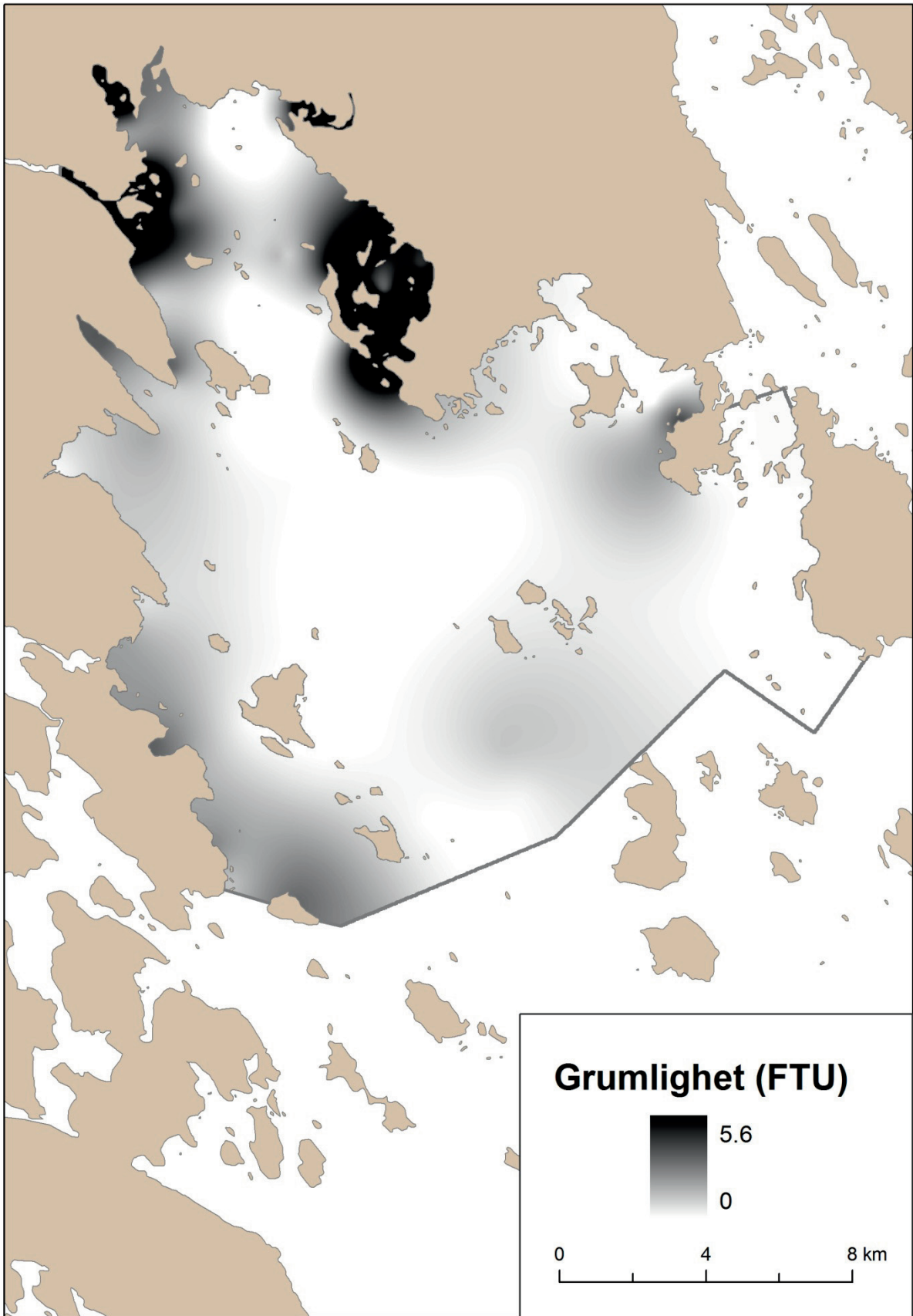




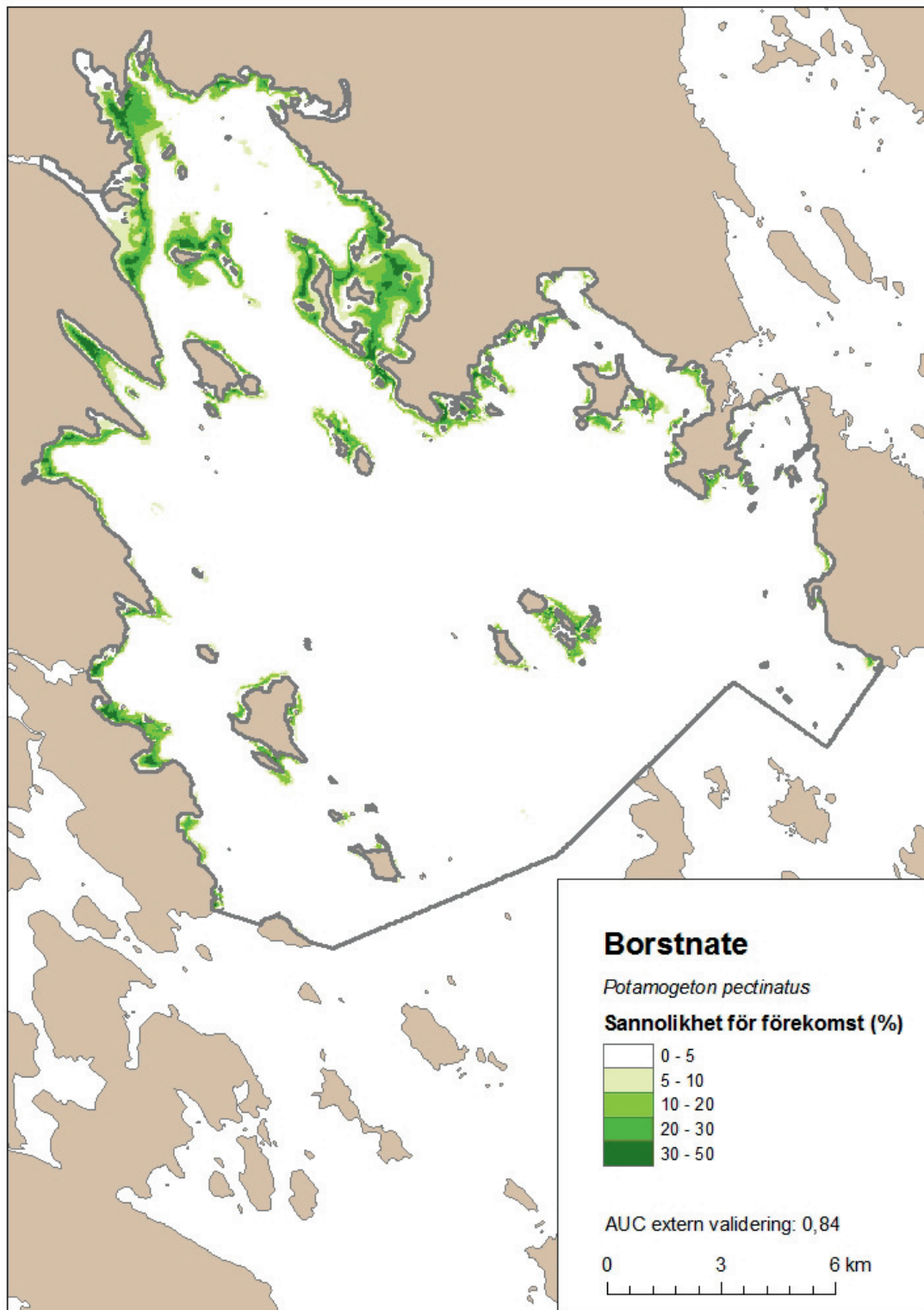
Figur 2. Vattenfärg i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.



Figur 3. Salthalt i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.

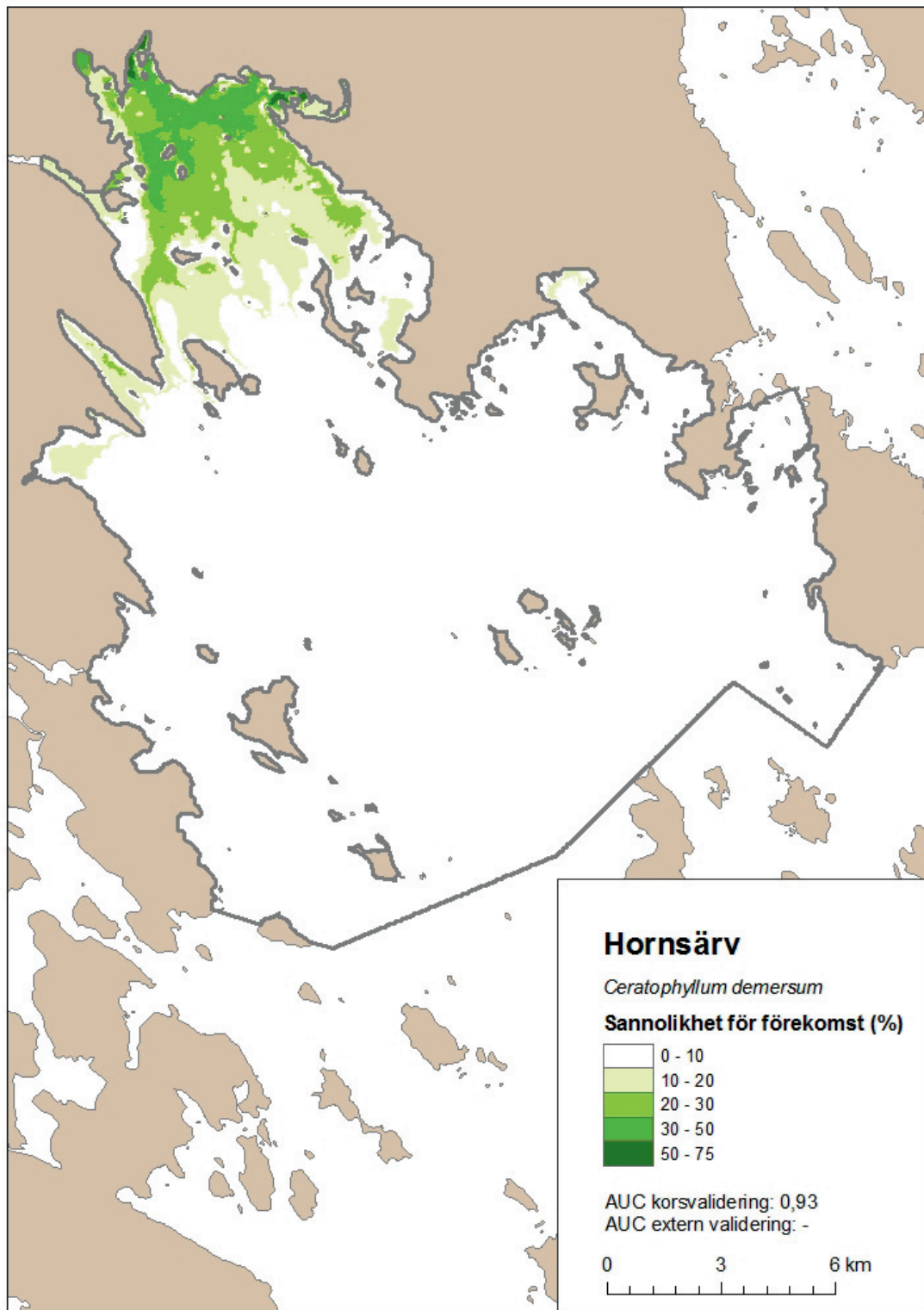


Figur 4. Grumlighet i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.

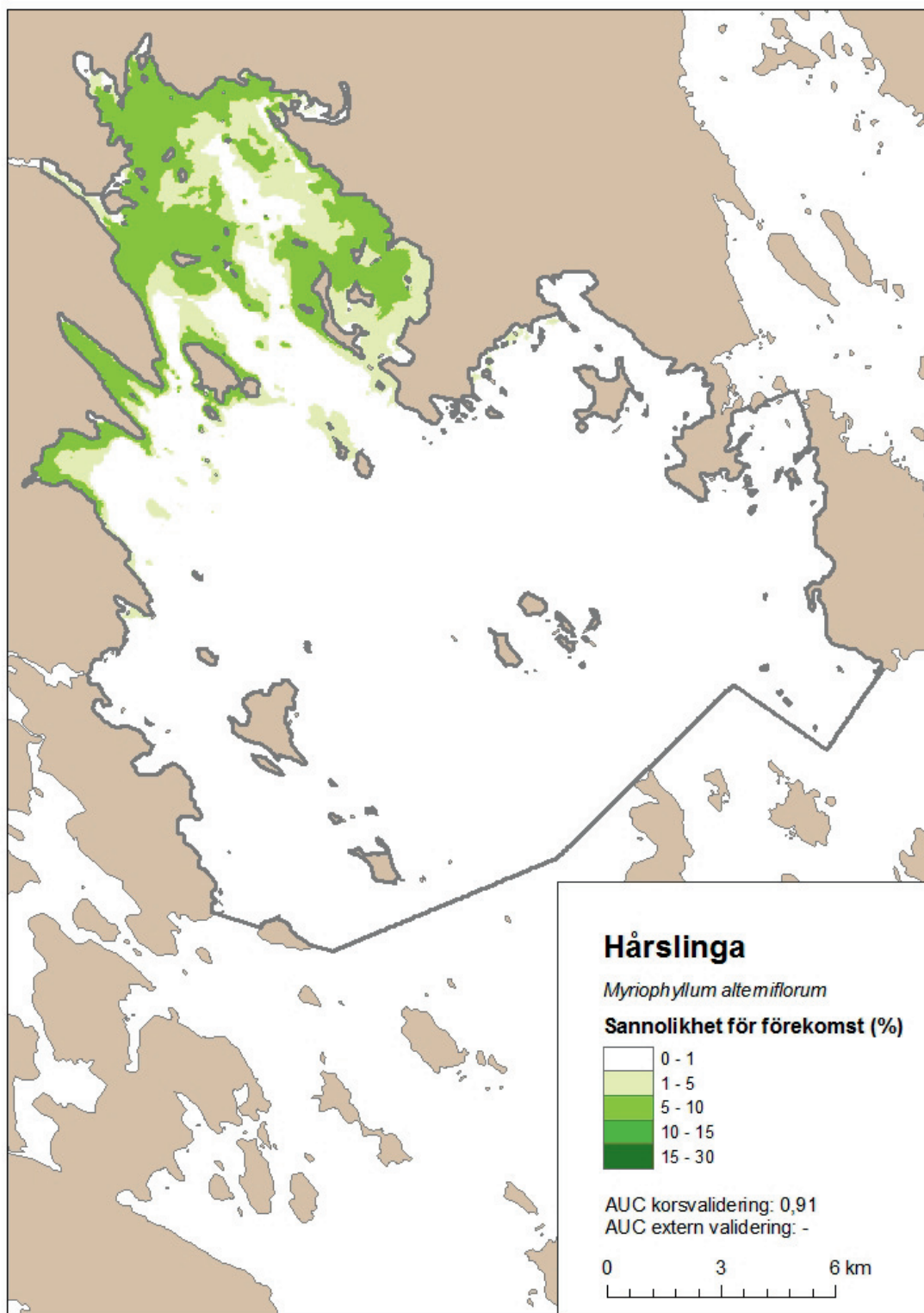


Figur 5. Predikterad sannolikhet för förekomst av borstnate (*Potamogeton pectinatus*) i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.

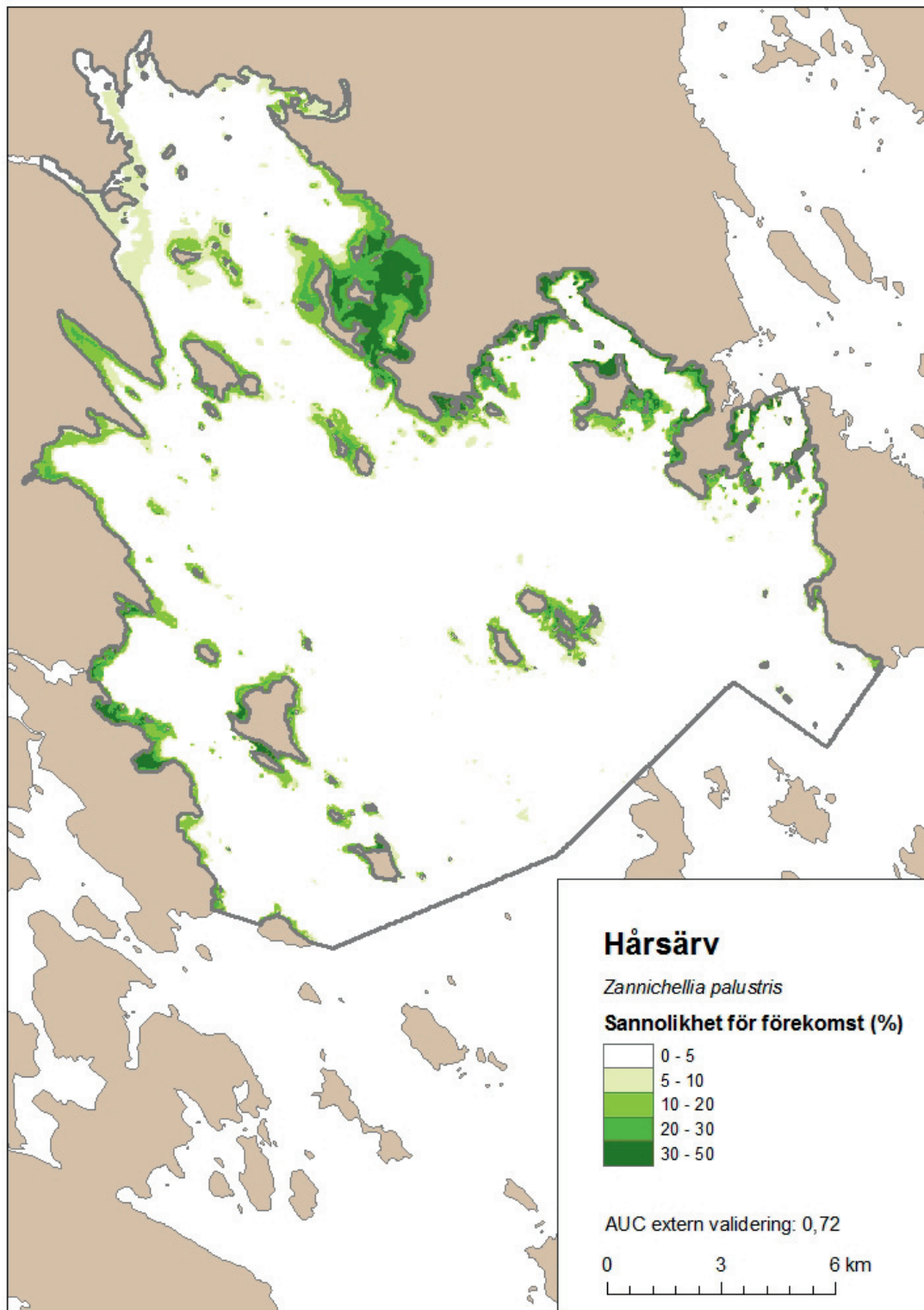




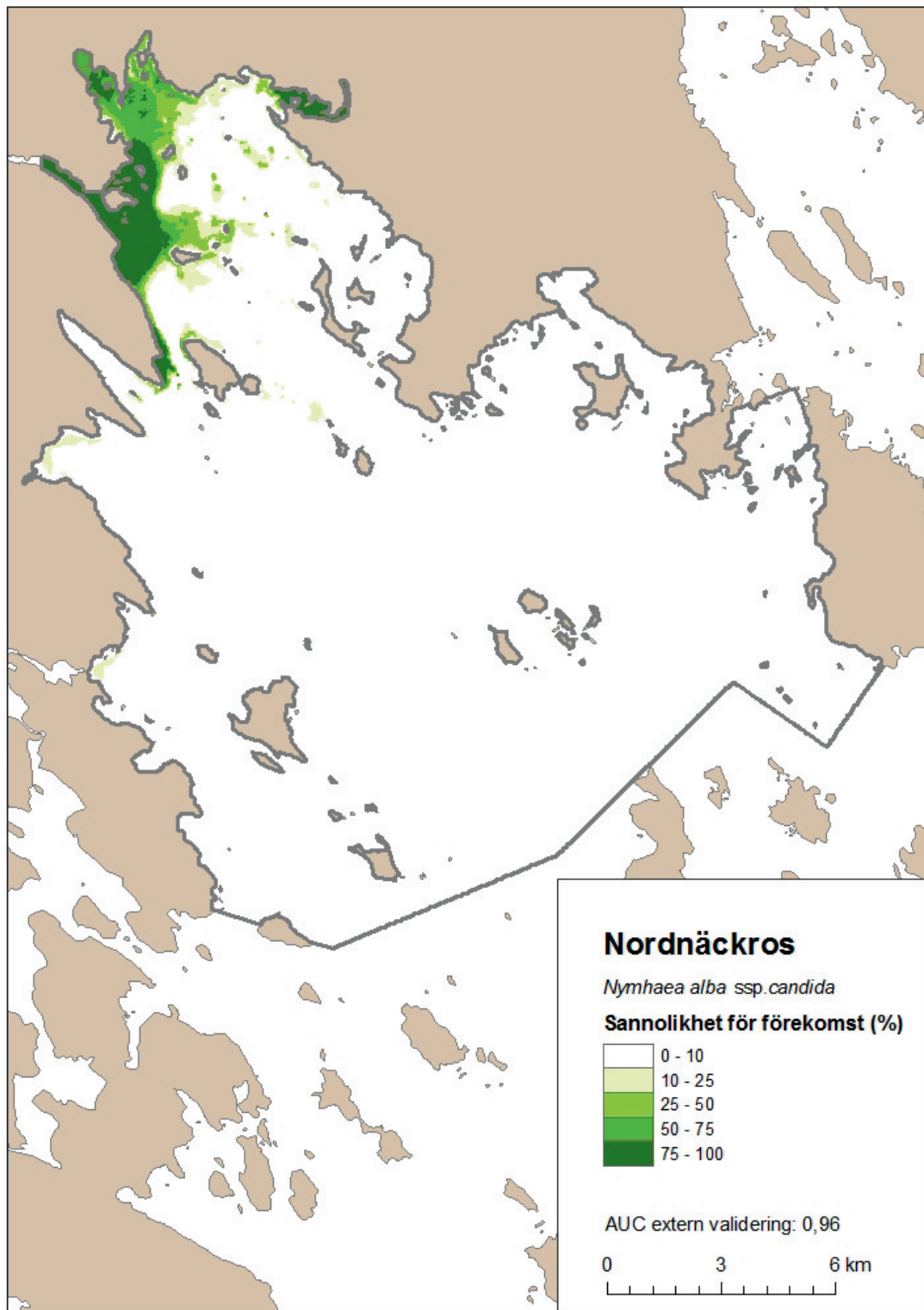
Figur 6. Predikterad sannolikhet för förekomst av hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.



Figur 7. Predikterad sannolikhet för förekomst av hårslinga (*Myriophyllum alterniflorum*) i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.



Figur 8. Predikterad sannolikhet för förekomst av hårsärv (*Zannichellia palustris*) i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.

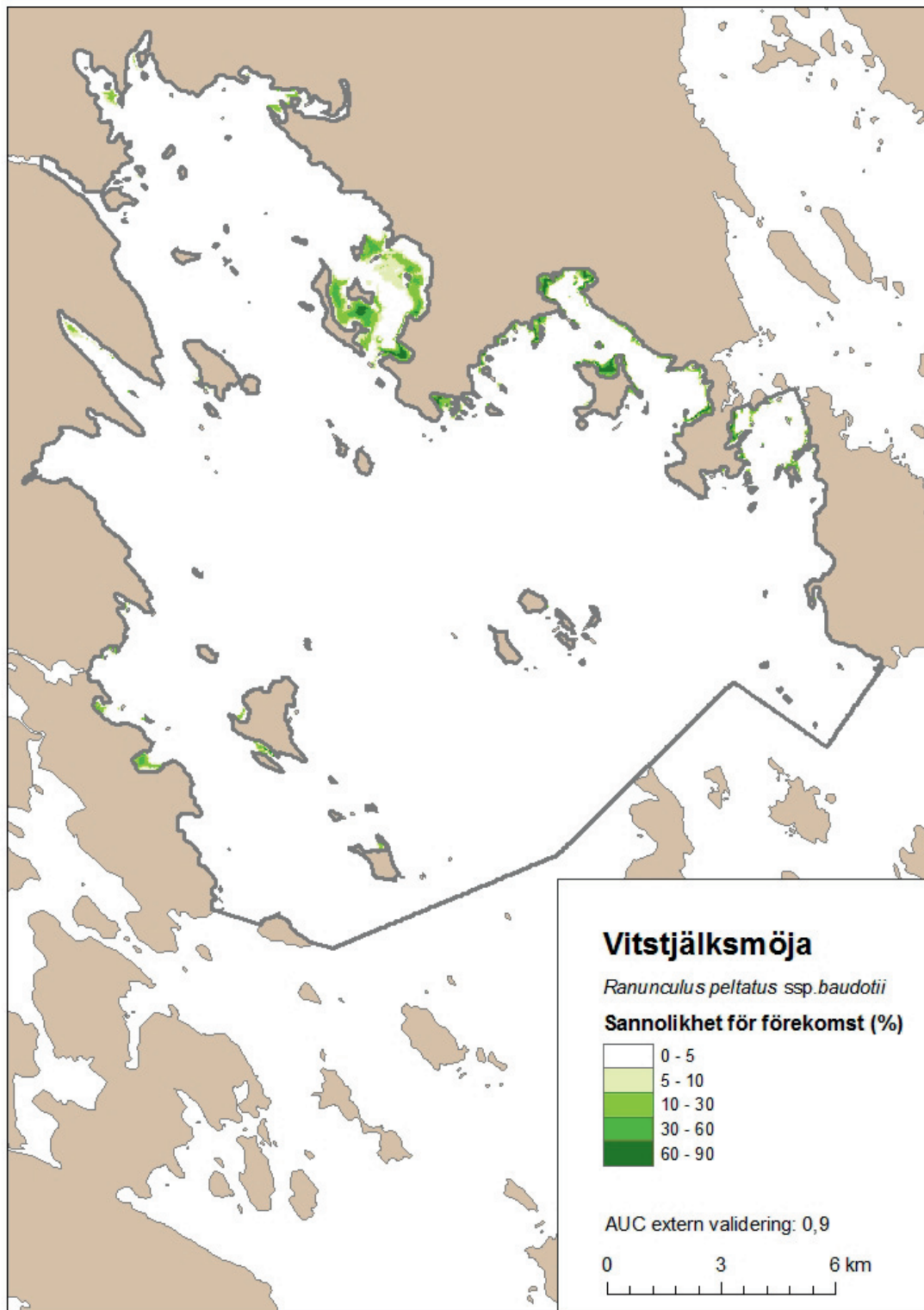


Figur 9. Predikterad sannolikhet för förekomst av nordnäckros (*Nymphaea alba ssp. candida*) i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.

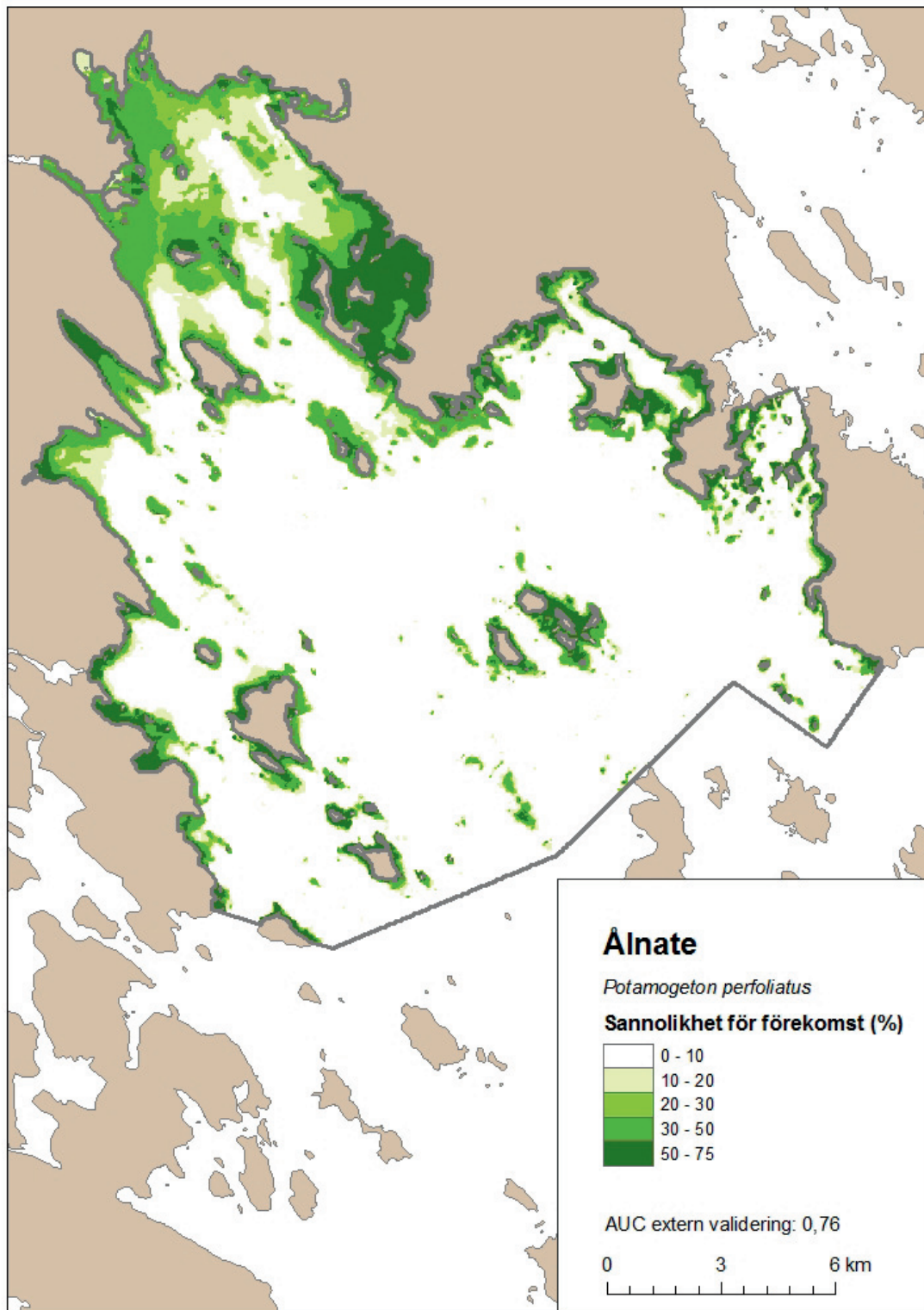




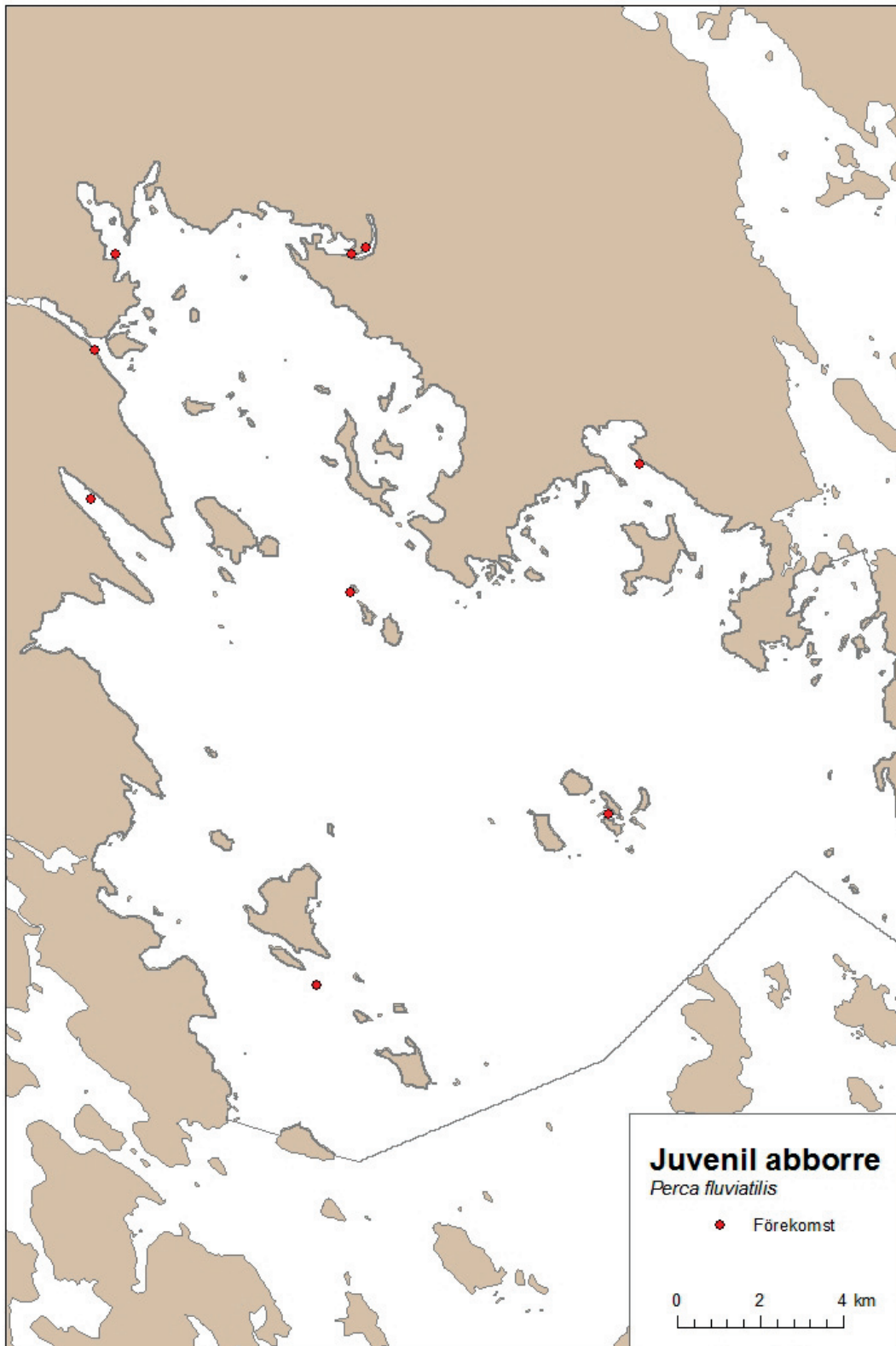
Figur 10. Observerad förekomst av småsvalling (*Alisma wahlenbergii*) i Råneå pilotområde.



Figur 11. Predikterad sannolikhet för förekomst av Vitstjälksmöja (*Ranunculus peltatus* ssp. *baudotii*) i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.



Figur 12. Predikterad sannolikhet för förekomst av ålnate (*Potamogeton perfoliatus*) i Råneå pilotområde. Upplösning 25 m.

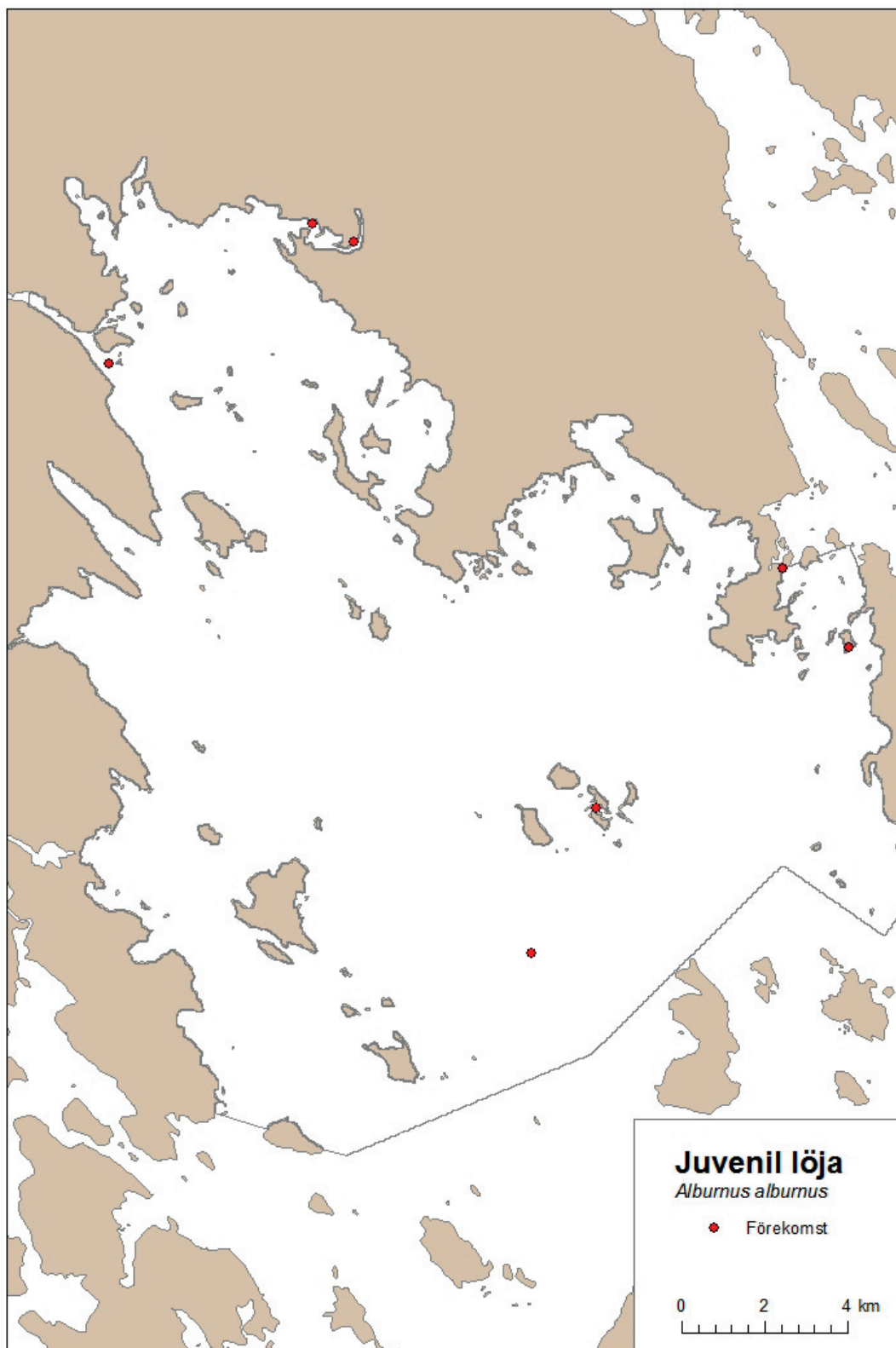


Figur 13. Observerad förekomst av juvenil abborre (*Perca fluviatilis*) vid provsprängning efter fisk i Råneå pilotområde.

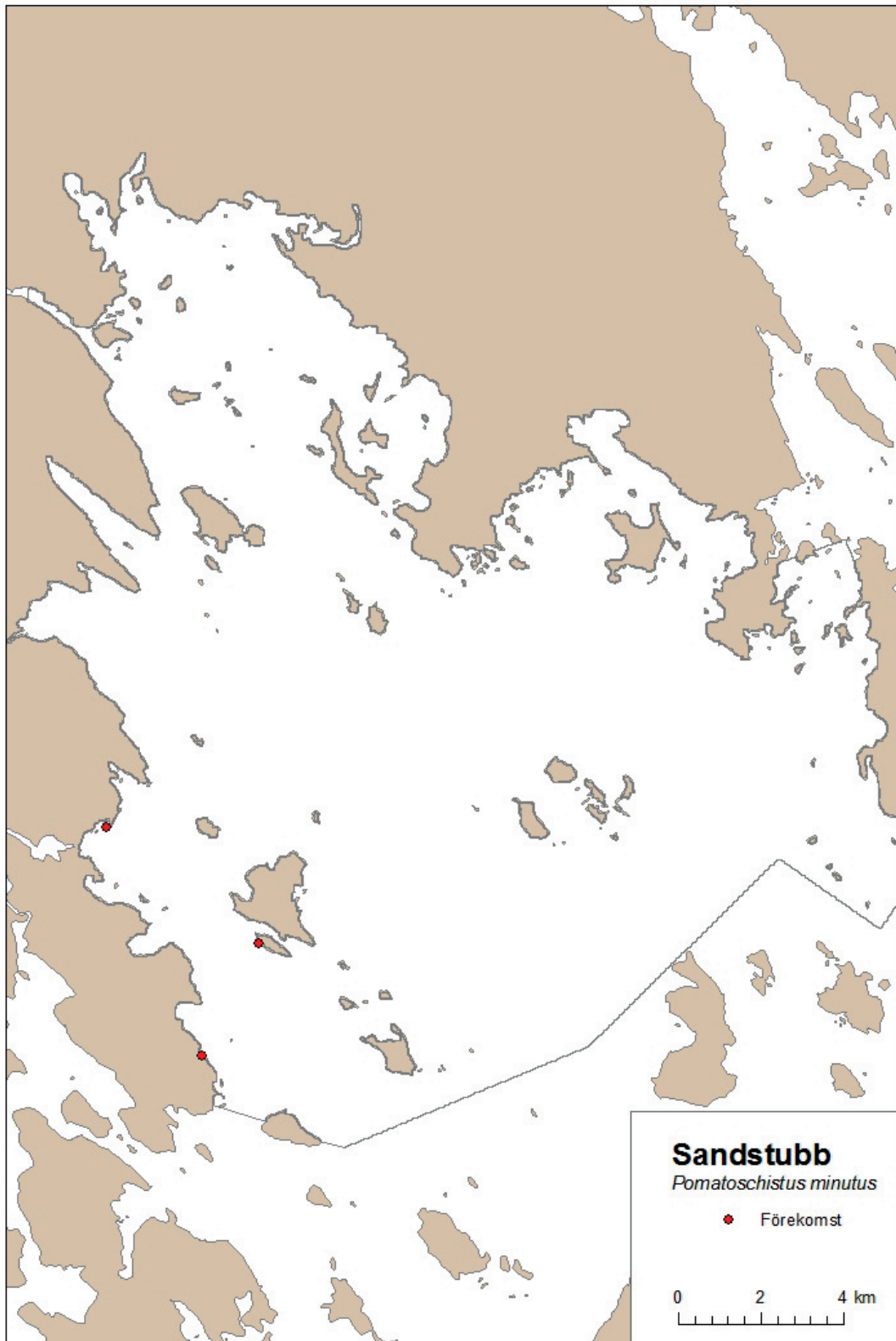


Figur 14. Observerad förekomst av juvenil gärs (*Gymnocephalus cernuus*) vid provsprängning efter fisk i Råneå pilotområde.

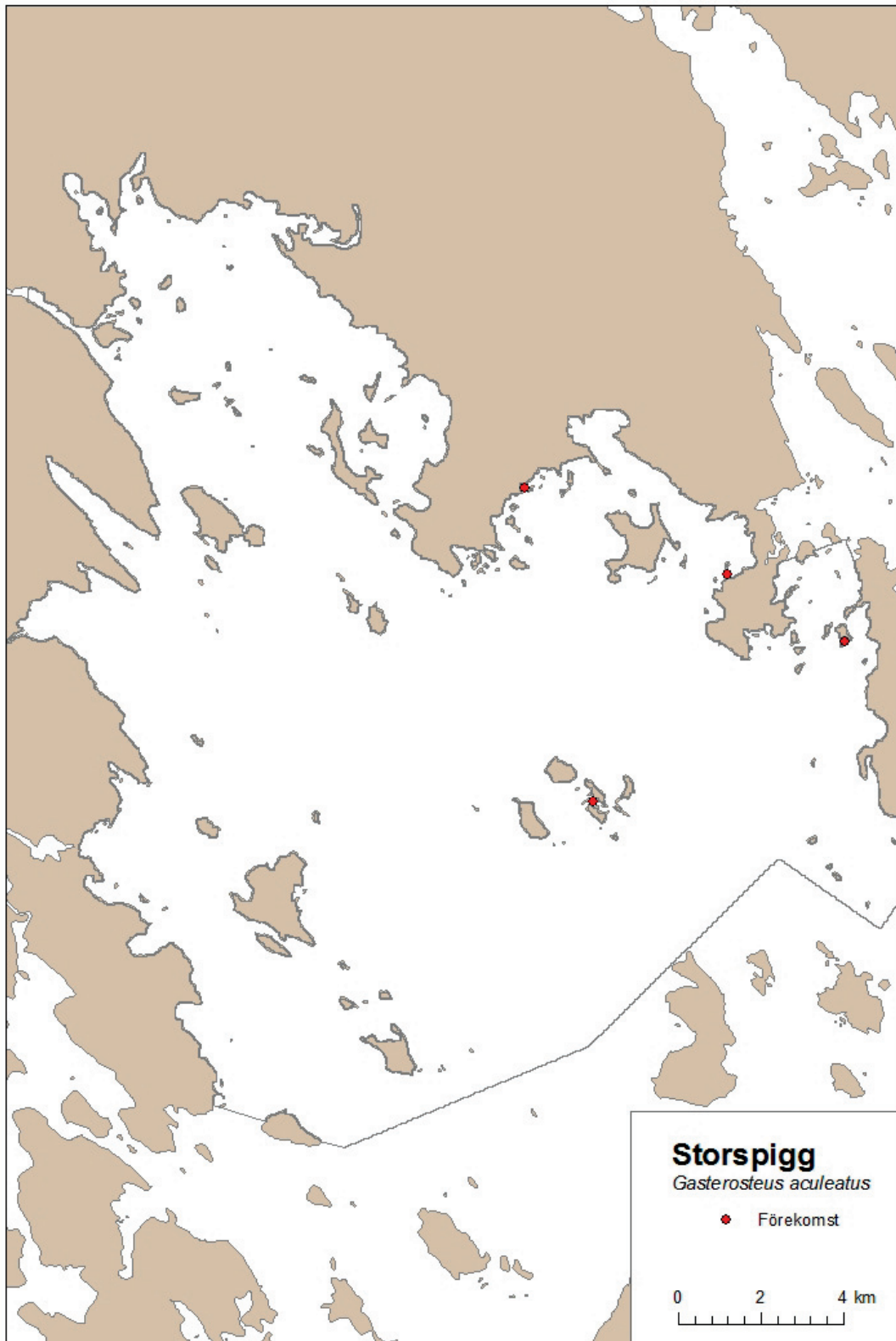




Figur 15. Observerad förekomst av juvenil löja (*Alburnus alburnus*) vid provsprängning efter fisk i Råneå pilotområde.



Figur 16. Observerad förekomst av sandstubb (*Pomatoschistus minutus*) vid provsprängning efter fisk i Råneå pilotområde.



Figur 17. Observerad förekomst av storspigg (*Gasterosteus aculeatus aculeatus*) vid provsprängning efter fisk i Råneå pilotområde.



# Naturtyper på havets botten

RAPPORT 5987

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-5987-3  
ISSN 0282-7298

baserat på art- och habitat modellering

För landmiljön är kartor som visar utbredning av olika vegetations zoner en självklarhet. I havsmiljö däremot är beskrivningen av naturtyper utbredning på havsbotten i ett tidigt utvecklingsstadium.

För att ta fram marina landskapskartor behövs bra information om fysiska faktorer som djup, bottensubstrat, salthalt och vågexponering. Dessa faktorer skapar grundläggande förutsättningar för olika habitat och arters utbredning.

I rapporten ”Naturtyper på havets botten” beskrivs möjligheterna att med hjälp GIS modellering ta fram geografiska kartunderlag användbara för förvaltning och skydd av havsområden. En genomgång görs av de viktigaste fysiska underlagens betydelse för habitatmodellering av fastsittande växter och djur. Exempel på modelleringar visas för tre olika skalnivåer, nationell-, regional- och loka skala.

På den lokala skalan har modelleringarna utförts med tillförlitliga resultat i tre pilotområden: Råneå (Norrbottens län), Gräsö-Singö (Upplands län) och Missjö (Östergötlands län). Här utgör modellerna ett användbart underlag i arbetet med skydd och förvaltning i kustnära havsområden. Däremot på nationell skala är dataunderlagen otillräckliga för att få en tillförlitlig kvalitet på modellerna och de är inte användbara i ett detaljerat förvaltningsarbetet. I rapporten diskuteras behovet av kartor för förvaltning på olika skalnivåer i relation till kunskaps-underlagets kvalitet och vilken typ av mänsklig aktivitet som avses.

