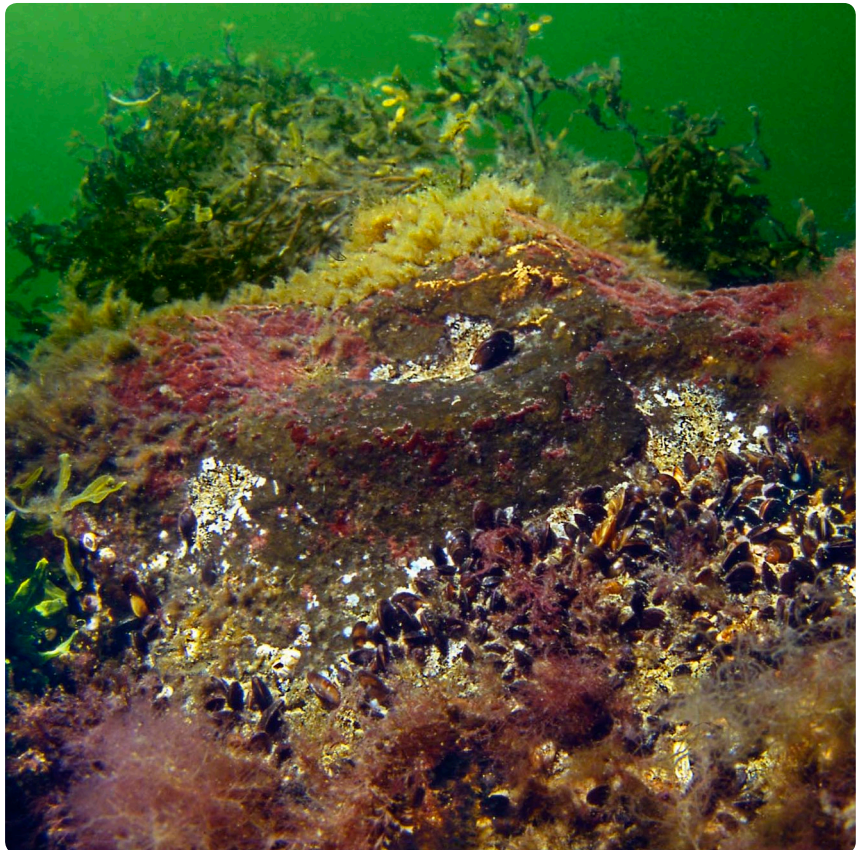
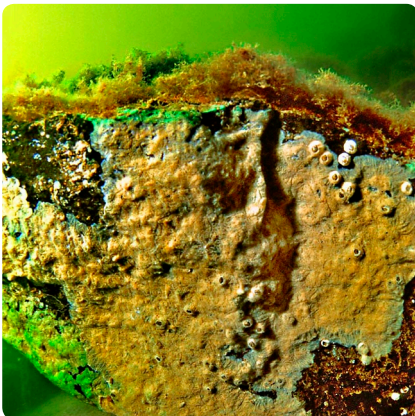


Utbredning av arter och naturtyper på utsjögrund i Östersjön

En modelleringsstudie

RAPPORT 5817 • MAJ 2008



Utbredning av arter och naturtyper på utsjögrund i Östersjön

En modelleringsstudie

NATURVÅRDSVERKET

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: natur@cm.se

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

Internet: www.naturvardsverket.se/bokhandeln

Naturvårdsverket

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

E-post: natur@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 91-620-5817-3.pdf

ISSN 0282-7298

Elektronisk publikation

© Naturvårdsverket 2008

Tryck: CM Gruppen AB

Omslagsfoton: Inge Lennmark Undervattensfoto

Förord

Ett viktigt steg för att tillgodose bevarande och hållbart nyttjande av svenska havsområden är att geografiskt beskriva utbredning av olika livsmiljöer på bottenarna. Naturvårdsverket fick 2004 i uppdrag av regeringen att genomföra inventeringar på utsjögrund både i Östersjön, Skagerrak och Kategatt. I uppdraget ingick beskrivningar av marin geologi, hydrografi och biologi som redovisades 2006 i rapporten *Inventering av marina naturtyper på utsjöbankar* (NV rapport 5576). Som en utveckling av den rapporten presenteras här resultat från analyser och modellberäkningar av inventeringsdata insamlade under utsjöbanksinventeringen åren 2004-2006.

Biologiska data från utsjöbankar i Östersjön har använts i beräkningar, där utbredningen av enskilda arter och habitat predikteras med hjälp av miljöfaktorerna djup och botten substrat. Utifrån modellberäkningarna har heltäckande kartor tagits fram med hjälp av rumslig modellering. Modeller och kartor presenteras för samtliga arter och artgrupper som var vanligt förekommande i inventeringen. Även kartor med sammanlagd täckningsgrad av typiska hårbottenarter (makroalger och fastsittande djur) redovisas. Resultaten presenteras i form av kartor som kan visas i ArcView/ArcGIS (DVD-skiva bifogas i rapporten).

Syftet med kartpresentationerna är att ge en översikt av områdenas livsmiljöer med utbredning av dominerande arter och habitat. Kartorna kan fungera som en hjälp vid avgränsning av vissa Natura 2000 miljöer och som underlag såväl för planering av bevarandearbete som för planering och prövning av exploateringar och annat nyttjande i havsmiljön.

För arbetet med modellberäkningarna och beskrivning av resultaten har en konsult, Sofia Wikström från AquaBiota AB anlitats. Från Naturvårdsverket har Cecilia Lindblad deltagit i arbetet.

Naturvårdsverket i april 2008

Anna Helena Lindahl
Tf direktör Naturresursavdelningen

Innehåll

FÖRORD	3
INNEHÅLL	5
SAMMANFATTNING	7
SUMMARY	8
1. INLEDNING	9
2. METOD	10
2.1 De modellerade grunden	10
2.2 Ingående data	11
2.3 Modellering	15
2.4 Utvärdering av modellerna	16
2.5 Rumslig prediktion	16
3. RESULTAT	17
3.1 Marakallen	17
3.2 Klockgrundet och Tärnans grund	20
3.3 Rata storgrund	23
3.4 Väktaren	26
3.5 Vänta Litets grund	29
3.6 Finngrundens östra bank	33
3.7 Hoburgs bank	37
3.8 Norra Midsjöbanken	43
3.9 Södra Midsjöbanken	47
4. DISKUSSION	51
4.1 Arternas utbredningsmönster	51
4.2 Faktorer som styr utbredningen	52
4.3 Naturvärden på utsjöbankarna	53
4.4 Naturtyper i Natura 2000	55
4.5 Modellernas kvalitet och tillförlitlighet	57
5. REFERENSER	60
BILAGA 1: AREAUPPSKATTNINGAR	61

Sammanfattning

I denna rapport presenteras resultaten från vidare bearbetning av data insamlade under utsjöbanksinventeringen 2003-2005. De biologiska data från inventeringen av grunden i Östersjön har använts för att bygga rumsliga modeller, där utbredningen av enskilda arter och habitat predikteras med hjälp av miljöfaktorer som djup och bottenstrukt. Utifrån dessa modeller har sedan heltäckande kartor tagits fram med hjälp av rumslig modellering. Resultaten presenteras i form av kartor (griddar) som kan visas i ArcView/ArcGIS. Modeller och kartor har tagits fram för samtliga karterade arter och artgrupper, som var tillräckligt vanliga i inventeringen för att kunna modelleras på ett meningsfullt sätt, samt för den sammanlagda täckningsgraden av typiska hårbottenarter (makroalger och fastsittande djur). Den senare kartan kan användas som en indikation på förekomsten av hårt substrat och därmed vara till hjälp för avgränsningen av naturtypen *Rev 1170* enligt Natura 2000.

De framtagna kartorna ger mycket information om utbredningen av enskilda arter, både på Östersjönivå och inom de enskilda grunden. Det stora geografiska mönstret visar att grunden i Bottenviken är mycket lika inbördes med avseende på artsammansättning, arternas djuputbredning och vilka arter som dominerar. På samma sätt är grunden i Egentliga Östersjön generellt mycket lika varandra. Däremot visar GIS-kartorna att totalförekomsterna av olika arter kan skilja sig mycket åt, även mellan närliggande grund, beroende på skillnader i bland annat djupförhållanden och bottenstrukt mellan grunden.

Modelleringen visade att djupet i de flesta fall var den faktor som hade störst inflytande på arters utbredning. På de flesta av grunden går det att urskilja en zonering där olika arter dominerar i olika djupintervall. Gemensamt för alla grund är att alger dominerar i grunda områden och fastsittande, filtrerande djur på större djup. Även bottenstrukt enligt den geologiska kartan hade betydelse i vissa av modellerna. Sammantaget visar modelleringen, att det som huvudsakligen är betydelsefullt för utbredningen av de inventerade arterna är tillgången på hårt substrat på bottenytan (berghällar, block och stora stenar). Förekomsten av hårt substrat visas bara delvis av den geologiska kartan, som inte i första hand är framtagen för att beskriva bottenens ytskikt.

Några av de kriterier som tagits fram för att peka ut marina områden med höga naturvärden är tillämpbara på de modellerade utsjögrunden. Utsjögrunden kan ges ett generellt värde på grund av sin speciella miljö med stor påverkan av vågor och is, men liten påverkan från mänskliga aktiviteter. Tångbälten och blåmusselbottnar, naturtyper som pekats ut som prioriterade för bevarande, förekommer också på några av grunden. Finngrundet Östra banken är unik bland de modellerade grunden i och med den stora förekomsten av tång i grunda områden. Stora mängder blåmusslor hittades främst på grunden i Egentliga Östersjön, men även på Vänta Litets grund i Bottenhavet hittades betydande förekomst av blåmusslor.

Summary

This report presents further analyses of the biological data collected during the inventory of Swedish offshore banks carried out during 2003-2005. Models of the distribution of species and habitats have been built using the biological data and two environmental factors; depth and bottom substratum, for the investigated banks in the Baltic Sea. The models have then been used for spatial predictions of the distribution of species and habitats across the banks, producing maps showing the occurrence of a large number of species and the total cover of species connected to hard substratum. The latter maps can be used as an indication of hard bottom cover, which is important to delimit the Natura 2000 habitat *Reef 1170*. The maps are provided as grid files that can be viewed in ArcView or ArcGIS.

The maps provide much information on the distribution of single species on both a large and small spatial scale. The large geographical pattern shows that adjacent banks overall are very similar in species composition and depth distribution of single species. Accordingly, the three investigated banks in the Bothnian Bay are similar in these aspects, as are the banks in the Baltic Proper. Despite this, the maps show considerable differences in the occurrence of species, even between adjacent banks, due to differences in depth conditions and bottom substratum between the banks.

The models show that the depth in most cases was the most important factor restricting the species' distributions. On most of the banks there was a clear zonation of the benthic communities, with different species dominating in different depth intervals. In common for all banks is that macroalgae are dominating in the shallowest parts, the dominance of sessile, filtering animals increasing with depth. Also the bottom substratum according to geological maps was important for predicting the distribution of some species. The models show that the most important aspect of bottom substratum was the occurrence of stable hard surfaces (bedrock, boulders and large stones). The distribution of such hard surfaces is however only partly captured by the geological maps, which are not primarily produced to show the character of the uppermost sediment layers.

Some of the criteria developed by the Swedish EPA to designate areas as important for conservation are applicable for the investigated banks. The banks can be given a general value due to their special environment with large physical impact from waves and ice, but low impact from anthropogenic activities. Furthermore, bladder wrack communities and blue mussel beds occur on some of the reefs. These biotic communities have been pointed out as prioritised for conservation due to their ecological importance. Well developed belts of bladder wrack occur on Finngrundet – Östra banken. Large occurrence of blue mussels is primarily found on the banks in the Baltic Proper, but a considerable amount is also found on Vänta Litets grund in the Bothnian Sea.

1. Inledning

I takt med ett ökande intresse för att tillgodose ett långsiktigt utnyttjande och bevarande av svenska havsområden, finns ett ökande behov av kunskap om livsmiljöerna under havsytan. För närvarande pågår ett omfattande arbete med att identifiera och skydda särskilt värdefulla områden. Samtidigt finns planer på en utökad exploatering av havsmiljön, bland annat för en utbyggnad av vindkraft till havs. För att möjliggöra en effektiv planering och förvaltning av den svenska havsmiljön behövs en förbättrad kunskap om marina livsmiljöer, som jämfört med motsvarande miljöer på land är mycket bristfälligt beskrivna.

Under 2003-2005 organiserade Naturvårdsverket en första inventering av sammanlagt 20 utsjöbankar runt Sveriges kuster. Inventeringen omfattade marinbiologiska och geologiska inventeringar samt hydrografiska undersökningar och representerar en av de första systematiska kartläggningarna av marina miljöer i Sverige. En del resultat från denna inventering har redan presenterats (Naturvårdsverket 2006), men föreliggande rapport redovisar resultaten från mer detaljerade analyser av framförallt den biologiska informationen. Resultaten från den marinbiologiska inventeringen har använts för att med hjälp av rumslig modellering, ta fram yttäckande kartor av växt- och djursamhället på de flesta av de inventerade utsjöbankarna i Östersjön. Det främsta syftet har varit att ge en översikt av områdenas livsmiljöer och utbredningen av dominerande arter och habitat, som ska kunna ligga till underlag för planering av bevarandearbete och exploatering.

I detta sammanhang är det av stort intresse att identifiera vilka grund eller delar av grund som har höga naturvärden. För närvarande pågår arbete inom Naturvårdsverket med att sätta upp bedömningskriterier för marina naturvärden. Som ett första steg finns nu ett utarbetat ramverk och en del kriterier, exempelvis har ett antal prioriterade naturtyper pekats ut (Naturvårdsverket 2007). De kriterier som är relevanta för de beskrivna grunden tas upp i denna rapport. I samband med den nya utsjöbanksinventering som genomförs under 2008-2010 kommer arbetet med att utarbeta kriterier för naturvärdesbedömning av svenska utsjögrund att gå vidare. Då kommer även en mer fullständig naturvärdesbedömning att göras för de bankar som beskrivs i denna rapport.

2. Metod

De biologiska inventeringarna av utsjögrunden genomfördes längs med transekter utlagda över grunden. Resultaten från dessa transekter har använts för att bygga rumsliga modeller, där utbredningen av enskilda arter och habitat predikteras med hjälp av två miljöfaktorer: djup och bottensubstrat. Utifrån dessa modeller har sedan heltäckande kartor av de biologiska samhällena tagits fram med hjälp av rums-
lig modellering. Resultatet presenteras i form av kartor (griddar) som kan visas i ArcView/ArcGIS.

Följande modeller och kartor har tagits fram:

Utbredning av enskilda arter/artgrupper

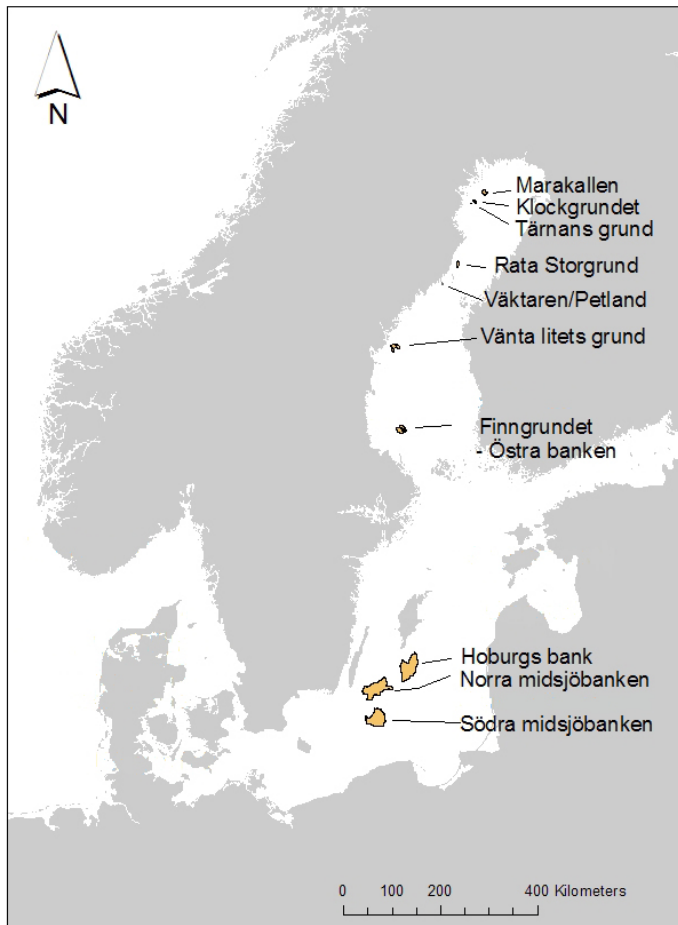
Modelleringen inkluderar samtliga karterade arter och artgrupper som var tillräckligt vanliga i inventeringen för att kunna modelleras på ett meningsfullt sätt. Det kriterium som använts är att arterna ska förekomma i minst 2 % av de inventerade punkterna och i mer än en transekt.

Utbredning av typiska hårbottenväxter och djur

För att få en bild av utbredningen av hårbottenhabitat har även den sammanlagda täckningsgraden av typiska hårbottenarter modellerats (makroalger och fastsittande djur som är knutna till hårt substrat).

2.1 De modellerade grunden

De grund som inkluderas i denna rapport är Marakallen, Klockgrundet och Tärnans grund samt Rata Storgrund i Bottenviken, Väktaren i Norra Kvarken, Vänta Litets grund och Finngrundet – Östra banken i Bottenhavet samt Hoburgs bank och Norra- och Södra Midsjöbankarna i Egentliga Östersjön (Figur 1). Detta motsvarar samtliga grund där biologiska inventeringar genomfördes under utsjöbanksinventeringen utom Storgrundet, Knolls grund och Ölands södra grund. Vid arbetet prioriterades grunden i Bottenhavet och Bottenviken samt de största grunden i Egentliga Östersjön. De två små grunden i Egentliga Östersjön, Knolls grund och Ölands Södra grund, kommer att modelleras senare, i samband med modellering av grunden på västkusten. Storgrundet uteslöts eftersom geologisk kartering inte gjorts på detta grund och data på bottensubstrat saknas.



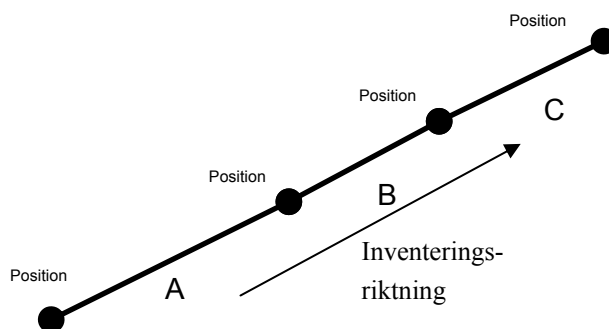
Figur 1. De utsjögrund som modellerats och beskrivs i rapporten.

2.2 Ingående data

Biologiska data

Modelleringen bygger på de översiktliga videoinventeringar som genomförts av UMF, Umeå Marina Forskningscenter (Bottenviken och Bottenhavet) och Stockholms universitet (Egentliga Östersjön) under 2004 och 2005. Bottnarna har videofilmats längs med ett antal transekter, utlagda för att täcka in djupgradienten och alla delar av grunden. Videodata har därefter tolkats med avseende på bottensubstrat, vegetation samt fastsittande och rörliga djur. Till hjälp för tolkningen av videofilmerna gjordes även en detaljerad dykinventering inom några av transekterna.

Principen för transektinventering illustreras i Figur 2. Inventeringen utgår från en startpunkt, där man anger position och djup samt beskriver bottensubstrat och biota. Varje gång då substratet eller biotan förändras anger man en ny position, nytt djup och nya beskrivningar. Transekten är 10 m bred och det är den samlade bilden för hela bredden som beskrivs.



Figur 2. Principen för transektinventering, vilken använts för inventering av biologin på utsjögrunden.

Inventeringen har generellt fokuserat på vegetation och fastsittande djur. Det är därför bara dessa arter som har modellerats och beskrivs i denna rapport. De flesta av dessa arter är knutna till hårda bottenar. Det innebär att modelleringen i huvudsak ger en beskrivning av hårbottenhabitatet, medan vi kan säga mindre om de arter som är knutna till bottenar med rörliga sediment.

Den minsta inventeringsenheten i videoinventeringarna är 10x10 m. Syftet med att välja denna upplösning var att samma skalenheter bedömdes kunna användas även i modelleringen. Genom att använda samma upplösning vid inventering och modellering undviks skaleffekter i modellerna. Inför modelleringen har all inventeringsdata från transekterna omstrukturerats så att täckningsgrad av arter och habitat beskrivs i tiometersintervall. Detta ger ett mer representativt underlag för analyserna och en pågående studie har visat att detta är rimligt att göra i modelleringssammanhang, trots att de enskilda datapunkterna inte är statistiskt oberoende (Sandman et al., in prep.). Modellen förbättras på detta sätt avsevärt och prediktionerna blir mer robusta.

Miljövariabler

Utbredningen av enskilda arter och habitat har predikterats med hjälp av en rad miljöfaktorer som beskriver bottenens batymetri och substrat. Dessa faktorer valdes dels för att de kan förväntas påverka utbredningen av bottenlevande växter och djur och dels för att yttäckande mätdata har kunnat tas fram för dessa faktorer, vilket är en förutsättning för GIS-modellering.

Batymetriska data (djup, lutning och lutningsriktning) har tagits fram i ArcGIS 9.0 från sekretessbelagd djupinformation tillhandahållen av SGU och Sjöfartsverket. Djupinformationen för grunden i Bottenviken och Bottenhavet, förutom Finngrundet – Östra banken, kommer från sjökort, medan vi hade tillgång till bättre djupdata, insamlat av SGU i samband med den geologiska karteringen, för Finngrundet – Östra banken samt de modellerade grunden i Egentliga Östersjön. Djupdata användes först för att skapa en digital djupmodell i form av en TIN (Triangular Irre-

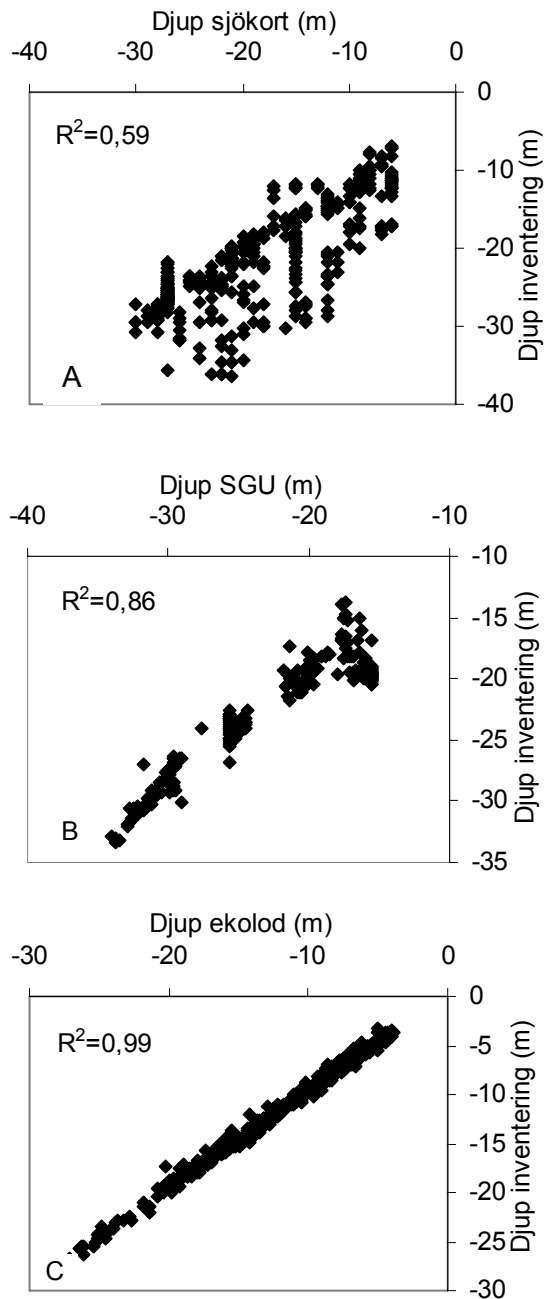
gular Network) över området. Utifrån denna djupmodell beräknades sedan djup, lutning och lutningsriktning för varje punkt på kartan. Lutningen kunde dock inte användas i modellerna för något av grunden, eftersom inventeringsdata omfattade ytterst få (i många fall inga) punkter med hög lutning och variabeln därför gav alltför osäkra prediktioner. Huvudskälet till den låga representationen av ytor med hög lutning i inventeringarna är att de flesta grunden är mycket flacka och nästan helt saknar branta områden. Till detta bidrar en del helt plana ytor på lutningskartorna som är en artefakt av att lutningen tagits fram från en tämligen grovupplöst djupinformation i form av djupkurvor. Eftersom lutningen överlag var svag i de inventerade transekterna uteslöts även lutningsriktningen, som bedömdes ha liten relevans när lutningen är svag.

Under arbetet med modellerna har det framkommit att tillgängliga djupdata i många fall stämmer dåligt överens med det djup som noterades i samband med den biologiska inventeringen (Figur 3). Överensstämmelsen är sämst för några av sjökorten, exempelvis för Vänta Litets grund. Ett skäl till detta är att djupdata i sjökorten samlas in som underlag för navigering, där det är ett större problem om sjökortet visar för djupa än för grunda värden. Detta är troligen anledningen till att djupdata på många av grunden visade systematiskt grundare värden än de som mättes upp i inventeringarna. Ett annat skäl är att djupdata från sjökorten baserar sig på gamla och delvis ofullständiga mätningar. Slutligen beror säkert en del av skillnaderna på att data från den biologiska inventeringen har en högre rumslig upplösning än djupdata. Avvikelsen är generellt lägre på de grund där vi haft tillgång till nyuppmätt batymetri från SGU. Även dessa data avviker dock från vad som uppmätts i den biologiska inventeringen. En jämförelse med djupdata uppmätt med flerstråligt ekolod på Rata Storgrund visar att denna metod ger tillförlitliga djupdata med samma rumsliga upplösningen som djupdata från inventeringen.

För att undvika att introducera dessa fel i modellerna har djupdata från inventeringen använts i modelleringen. Detta skapar en större säkerhet i modellerna, men för prediktionerna måste vi fortfarande använda de heltäckande djupdata som finns att tillgå. För att förbättra även prediktionerna, har vi korregerat för betydande systematiska fel genom att addera interceptet från korrelationen mellan djupdata från sjökortet och den biologiska inventeringen. Korrektionerna redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Korrektion av djupdata för prediktionerna.

	Korr (m)
Marakallen	1.40
Klockgrundet och Tärnan	1.12
Rata Storgrund	0.96
Väktaren	1.00
Vänta Litets grund	1.40
Finngrundet Östra banken	0.59
Hoburgs bank	1.61
Norra Midsjöbanken	1.04
Södra Midsjöbanken	0.13



Figur 3. Överensstämmelsen mellan djupdata från den biologiska inventeringen och djupdata från sjökort på Vänta Litets grund (A), från SGU:s mätningar på Hoburgs bank (B) och från djupdata uppmätt med flerstråligt ekolod på Rata Storgrund (C). I diagrammen anges R^2 -värdet för en linjär korrelation mellan djupmätningarna.

Kartan över bottensubstrat baserar sig på SGU:s maringeologiska undersökningar i samband med utsjöbanksinventeringen. Ursprungsklasserna är omklassade i kategorier som förväntas ha relevans för bottenlevande växter och djur. De nya klasserna utgörs av (i) sand & grus (lätttrörligt substrat), (ii) sten & block, (iii) fast berg samt (iv) blandade jordarter (t ex morän och isälvsmaterial). Den senare innehåller

en blandning av kornstorlekar som varierar både mellan och inom grunden. På några av grunden förekom även mindre ytor med finsediment (lera-silt), genomgående på de djupaste delarna. Denna sedimentklass saknades dock helt i de inventerade transekterna, varför den inte kunde inkluderas i modellerna. För prediktionerna har små ytor med finsediment därför slagits samman med klassen sand-grus. Detta kan anses motiverat eftersom de modellerade arterna nästan uteslutande är knutna till hårda bottenar och förväntas saknas på både sand-grus och finare sediment.

På några av grunden (Rata Storgrund, Hoburgs bank samt norra och södra Midsjöbankarna) saknas heltäckande kartor av bottensubstrat, istället har substratet karterats i parallella transekter tvärs över grunden (som täcker 17-70 % av grunden). För att ändå kunna använda bottensubstrat i modellerna, har vi valt att bara använda de inventeringspunkter där data om bottensubstrat finns tillgängligt, vilket gjort att en del av inventeringsdata tyvärr inte kunnat användas. Detta innebär också att i de fall modellerna inkluderar bottensubstrat som förklaringsvariabel blir de framtagna utbredningskartorna inte fullständiga, utan täcker bara de delar där det finns data om bottensubstrat (se t.ex. Figur 10).

2.3 Modellering

Modelleringen utfördes i GRASP, ett tillägg till statistikprogrammet R (Lehmann et al. 2002). I GRASP används generaliserade additiva modeller (GAM) för att hitta statistiska samband mellan en responsvariabel (förekomst eller täckningsgrad av en art eller ett habitat) och ett antal prediktorvariabler (i detta fall djup och bottensubstrat). Den bästa möjliga modellen valdes med hjälp av Akaike's Information Criterion (AIC). Modellen användes sedan för att göra en rumslig prediktion av responsvariabelns utbredning i ett tillägg till ArcView. Rumslig modellering med GRASP har visat sig vara en bra metod för att prediktera arters utbredning (Yee & Mitchell 1991, Bio et al. 1998). En mer utförlig beskrivning av metoden finns i Lehmann et al. (2002).

Vi har arbetat med två typer av modeller, vilka beskrivs nedan.

Kvantitativa modeller

Den totala täckningsgraden av karaktärsarter för hårbotten har modellerats kvantitativt. Resultatet från dessa modeller är kartsikt som visar hur stor del andel av bottenytan som är täckt av hårbottenarter. Täckningsgraden anges mellan 0 och 1 (0,5 = 50 % täckning, 1 = 100 % täckning).

Förekomstmodeller

För de enskilda arterna/artgrupperna har underlaget i flera fall varit för dåligt för att skapa kvantitativa modeller. För att få jämförbara kartor för alla arter/artgrupper har vi därför valt att modellera förekomst istället för täckningsgrad. Detta resulterar

i kartskikt som visar sannolikheten mellan 0 och 1 för förekomst av en viss art i varje enskild punkt på kartan. Även om kartorna visar sannolikhet för att hitta en viss art, ger de även en god bild av hur vanlig en art är. För att illustrera detta kan vi anta att en arts utbredning uteslutande bestäms av djupet. Hög sannolikhet att hitta en viss art på ett visst djup innebär då att arten har hittats i en stor del av transektpunkterna på detta djup. Däremot är det inte självklart att hög sannolikhet motsvaras av hög täckningsgrad. Vissa arter kan förekomma i många transektpunkter men aldrig ha en hög täckningsgrad, medan andra kan ha hög täckningsgrad där de förekommer men saknas i stora delar av transekterna.

Sannolikhetsmodellering illustrerar att arters utbredning aldrig helt kan fångas in av modellerna. Även om en art normalt är vanlig på ett visst djup kan den saknas fläckvis, kanske för att lämpligt substrat saknas eller för att den inte lyckats sprida sig dit. Det är dock viktigt att notera att denna sannolikhet inte har något med modellens säkerhet att göra. Säkerheten redovisas för hela modellen som cvROC (se nedan) och visar hur stor säkerheten är för skattningen av sannolikheten.

2.4 Utvärdering av modellerna

Utvärdering av modellerna har gjorts genom korsvalidering, det vill säga grupper av de värden som använts för att skapa modellen används även för att kontrollera hur väl modellen stämmer med de observerade värdena. Detta är inte lika starkt som att validera prediktionerna mot ett oberoende inventeringsmaterial. Eftersom ett sådant vanligen saknas är korsvalidering en vanlig och accepterad metod, men det vore av stort värde om framtida inventeringar kunde ta fram ett material att validera modellerna mot.

För kvantitativa data (täckningsgrad) mättes modellens prediktionsförmåga som korrelationen mellan uppmätta och predikterade värden (Spearman's rank correlation coefficient, r_s). För förekomstdata användes istället ROC-testet och resultatet anges som cvROC där 0,5 är ett resultat som kan betraktas som slumpmässigt, och 1,0 är en perfekt prediktion. Värden mellan 0,7 och 0,8 kan betraktas som acceptabla, värden över 0,8 som bra och över 0,9 som utmärkta.

2.5 Rumslig prediktion

Med hjälp av de framtagna modellerna har vi predikterat arternas utbredning i ArcGIS utifrån kartor över de faktorer som använts i modellerna (djup och botten-substrat). Resultatet är heltäckande kartor över täckningsgrad eller sannolikhet för förekomst, vilka kan visas i ArcView och ArcGIS. Kartorna, i projektionen RT90 2,5 gon V, finns med på den CD som distribueras med rapporten. Prediktionerna har gjorts med 10x10 meters upplösning, vilket också är upplösningen på de resulterande kartorna.

3. Resultat

3.1 Marakallen

Inventeringsdata för Marakallen omfattar 14 transekter (Figur 4F), indelade i totalt 2765 tiometerslånga intervall. Transekterna är utlagda över hela grundet och täcker in djupintervallet mellan 1,4 och 20 meter. För modelleringarna användes djup och bottensubstrat. Information om bottensubstrat är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering och är omklassat i två klasser: sand-grus (med några små ytor med finsediment) och isälvsavlagringar.

Utbredning av enstaka arter

Algfloran på Marakallen utgjordes till största delen av fintrådiga grönalger (framförallt grönslick, *Cladophora glomerata* och getraggsalg, *C. aegagrophila*) samt skorpformiga alger (framförallt stenhinna, *Hildenbrandia rubra*). Rödalgens ullsleke (*Ceramium tenuicorne*) förekom glesst i vissa områden. Grönalgerna bildade ofta heltäckande bestånd, det var inte ovanligt med upp till 75 % täckningsgrad, medan stenhinna aldrig hade mer än 10 % täckningsgrad. I grunda områden förekom även stora mängder kiselalger (diatoméer), som delvis växte som en hinna över annan vegetation och kunde täcka upp till 75 % av bottenytan. Den maximala djuputbredningen för skorpalger i inventeringen var drygt 15 m, fintrådiga grönalger förekom ned till 11 m djup.

Två arter av fastsittande djur förekom också allmänt på grundet, sötvattensvamp (*Ephydatia fluviatilis*) och brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia*. Sötvattensvampen var ungefär dubbelt så vanlig som hydroiden men täckte aldrig mer än 10 % av bottenytan, medan hydroiden i vissa områden hade upp till 25 % täckningsgrad.

Modelleringen gav bra eller utmärkta resultat för förekomst av fintrådiga grönalger, skorpalger, sötvattensvamp, brackvattenshydroiden och kiselalger (Tabell 2). Fintrådiga rödalger hade för låg förekomst för att kunna modelleras. Resultatet från modellerna visas i Figur 4A-E och modelluppskattningar av den yta, där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Djup var en viktig faktor i samtliga modeller. Grönalger och kiselalger hade sin huvudutbredning i grunda områden och minskade med djupet, medan skorpalger, sötvattensvamp och hydroider huvudsakligen hittades på större djup. Även bottensubstratet enligt SGU:s kartering kom med i modellerna, men var framförallt betydelsefullt för att förklara utbredningen av de båda djurarterna. För alla de modellerade arterna var förekomsten högst på de bottnar som klassats som isälvsavlagringar.

Förekomst av hårbottenarter

Modelleringen av typiska hårbottenarter gav ett acceptabelt resultat, korrelationen mellan observerad och predikterad täckningsgrad (r_s) var 0,68 vilket motsvarar att knappt hälften av variationen i täckningsgrad förklaras av modellen (Tabell 2). Osäkerheten i modellen beror åtminstone delvis på att bottentyperna är mosaikartat fördelade på en liten geografisk skala, vilket modellen inte lyckas fånga upp. Resultatet av modellen visas i Figur 4F.

Täckningsgraden av hårbottenarter förklarades till stor del av djupet. Den översiktliga bilden som ges av modellen är att hårbotten bara dominerar (>50 % täckningsgrad av hårbottenarter) i de allra grundaste områdena, ned till 3 m djup, varefter mängden hårbotten minskar med djupet. På en mindre skala förekommer dock betydande avvikelser från detta mönster, vilket illustreras av modellens relativt låga förklaringsvärde. Även i grunda områden är täckningsgraden av hårbottenarter lokalt låg, antagligen därför att finare sediment ansamlas i små svackor, och omvänt förekommer områden med >50 % täckningsgrad av hårbottenarter ned till 9 m djup. Bottensubstratet hade lika stort inflytande i modellen som djupet. Som förväntat var täckningsgraden av hårbottenarter högst på bottnar med blandat sediment (isälvsavlagringar).

Tabell 2. Beskrivning av modellerna för Marakallen. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande, samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i ArcView/ArcGIS.

	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårbottenarter ¹	xx	xx	0,68	0,46	hard_art_mk
Förekomst			cvROC		
Fintrådiga grönalger ²	xx	x	0,97		gronalger_mk
Skorpalger ³	xx	x	0,89		skorpalger_mk
Kiselalger	xx	x	0,85		kiselalger_mk
Sötvattenssvamp (<i>Ephydatia fluviatilis</i>)	xx	xx	0,90		svamp_mk
Brackvattenhydroid (<i>Cordylophora caspia</i>)	x	xx	0,86		hydroid_mk

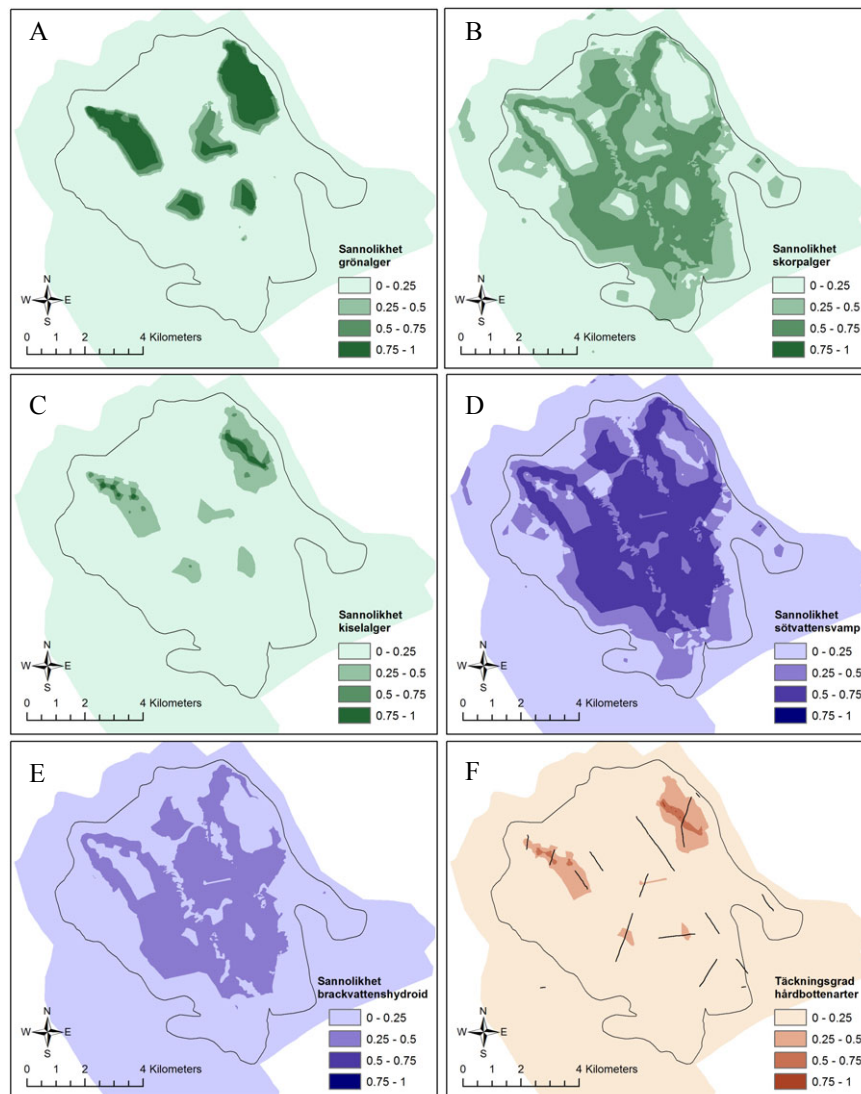
¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårbottenarter (alger och djur)

² Huvudsakligen grönslick (*Cladophora glomerata*) och getraggsalg (*C. aegagrophila*)

³ Huvudsakligen stenhinna (*Hildenbrandia rubra*)

Sammanfattning Marakallen

Marakallen är ett stort flackt grundområde med sin grundaste del i norr. Bottnen består till stor del av isälvmaterial med varierande kornstorlek och utgörs av en mosaik av botten typer. Det översiktliga mönstret är dock att hårbotten (block och stora stenar) dominerar i två små områden i norra delen som är grundare än 3 m, där bottnen utsätts för kraftig vågrörelse och strömmar. Växt- och djursamhället på hårbotten är artfattigt, men man kan ändå se en zonering där grönalger och kiselalger är begränsade till det grundaste området, medan djupare hårda ytor täcks av skorpalger och fastsittande djur (sötvattensvamp och hydroider). Förekomsten av dessa djurarter är betydligt större än på de andra grunden i Bottenviken, vilket sannolikt beror på omfattande fläckvisa förekomster av hårbotten även på större djup.



Figur 4. Sannolikheten för förekomst av de modellerade algerna (A-C) och djuren (D-E) samt täckningsgrad av samtliga hårbottenarter (F) på Marakallen. Den grå heldragna linjen visar den yttre gränsen för grundet, enligt den tidigare rapporten från utsjöbanksinventeringen (Naturvårdsverket 2006). Videotranskterna är inlagda i delfigur F.

3.2 Klockgrundet och Tärnans grund

Inventeringsdata för Klockgrundet och Tärnans grund omfattar 14 transekter (Figur 5F) indelade i totalt 2771 tiometerslånga intervall. Transekterna täcker in djupintervallet mellan 4 och 22 meter och prediktionerna har därför bara gjorts på ytor ned till 22 m djup. För modelleringarna användes djup och bottenstrukt. Information om bottenstrukt är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering och är omklassat i två klasser: sand/grus (med små förekomster av finsediment) och morän/isälvs-material.

Utbredning av enstaka arter

Med avseende på artsammansättningen av växter och djur är Klockgrundet och Tärnans grund mycket lika Marakallen. Algfloran utgjordes huvudsakligen av fintrådiga grönalger (framförallt grönslick, *Cladophora glomerata* och getraggsalg, *C. aegagrophila*), med upp till 50 % täckningsgrad samt skorpformiga alger (framförallt stenhinna, *Hildenbrandia rubra*) med upp till 10 % täckningsgrad. Liksom på Marakallen förekom även spridda och glesa bestånd av ullsleke (*Ceramium tenuicorne*) samt stora mängder kiselalger i grunda områden (upp till 75 % täckningsgrad). Den maximala djuputbredningen för skorpalger var 17 m, medan fintrådiga grönalger bara förekom ned till 7 m djup.

Samma fastsittande djur förekom också, d.v.s. sötvattensvamp (*Ephydatia fluviatilis*) och brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia*. Båda arterna var dock betydligt mer sparsamt förekommande på Klockgrundet och Tärnans grund. Sötvattenssvampen var tämligen vanlig, men hydroiden hittades bara i 3 % av de inventerade tiometerssegmenten. Ingen av arterna hade heller högre täckningsgrad än 5 %.

Modelleringen gav bra eller utmärkta resultat för förekomst av fintrådiga grönalger, skorpalger och kiselalger (Tabell 3). Även sötvattensvamp gav en acceptabel modell, medan modellen för brackvattenshydroiden *C. caspia* blev sämre. Fintrådiga rödalger hade för låg förekomst för att kunna modelleras. Resultatet från modellerna visas i Figur 5A-D. Modelluppskattningar av den yta där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Modellerna blev mycket lika dem för Marakallen. Även här var djup den enskilt viktigaste faktorn i samtliga modeller och förhållandet mellan djup och förekomst var nästan identiskt mellan modellerna för Marakallen och Klockgrundet-Tärnans grund. Även här hade således grönalger och kiselalger sin huvudutbredning i grunda områden och minskade med djupet, medan skorpalger och sötvattensvamp huvudsakligen hittades på större djup. Bottenstruktet var dock mindre betydelsefullt än på Marakallen och bidrog bara i modellerna för kiselalger och svampdjur: förekomsten av båda grupperna var högst på de bottenar som klassats som morän/isälvs-avlagringar.

Tabell 3. Beskrivning av modellerna för Klockgrundet och Tärnans grund. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i Arc-View/ArcGIS.

	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårdbottenarter ¹	xx		0,83	0,69	hard_art_kt
Förekomst					
			cvROC		
Fintrådiga grönalger ²	xx		0,97		gronalger_kt
Skorpalger ³	xx		0,80		skorpalger_kt
Kiselalger	xx	x	0,98		kiselalger_kt
Sötvattenssvamp (<i>Ephydatia fluviatilis</i>)	xx	x	0,78		svamp_kt

¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårdbottenarter (alger och djur)

² Huvudsakligen grönslick (*Cladophora glomerata*) och getraggsalg (*C. aegagrophila*)

³ Huvudsakligen stenhinna (*Hildenbrandia rubra*)

Förekomst av hårdbottenarter

Modelleringen av typiska hårdbottenarter gav ett bra resultat, korrelationen mellan observerad och predikterad täckningsgrad (r_s) var 0,83 (Tabell 3). Resultatet av modellen visas i Figur 5E.

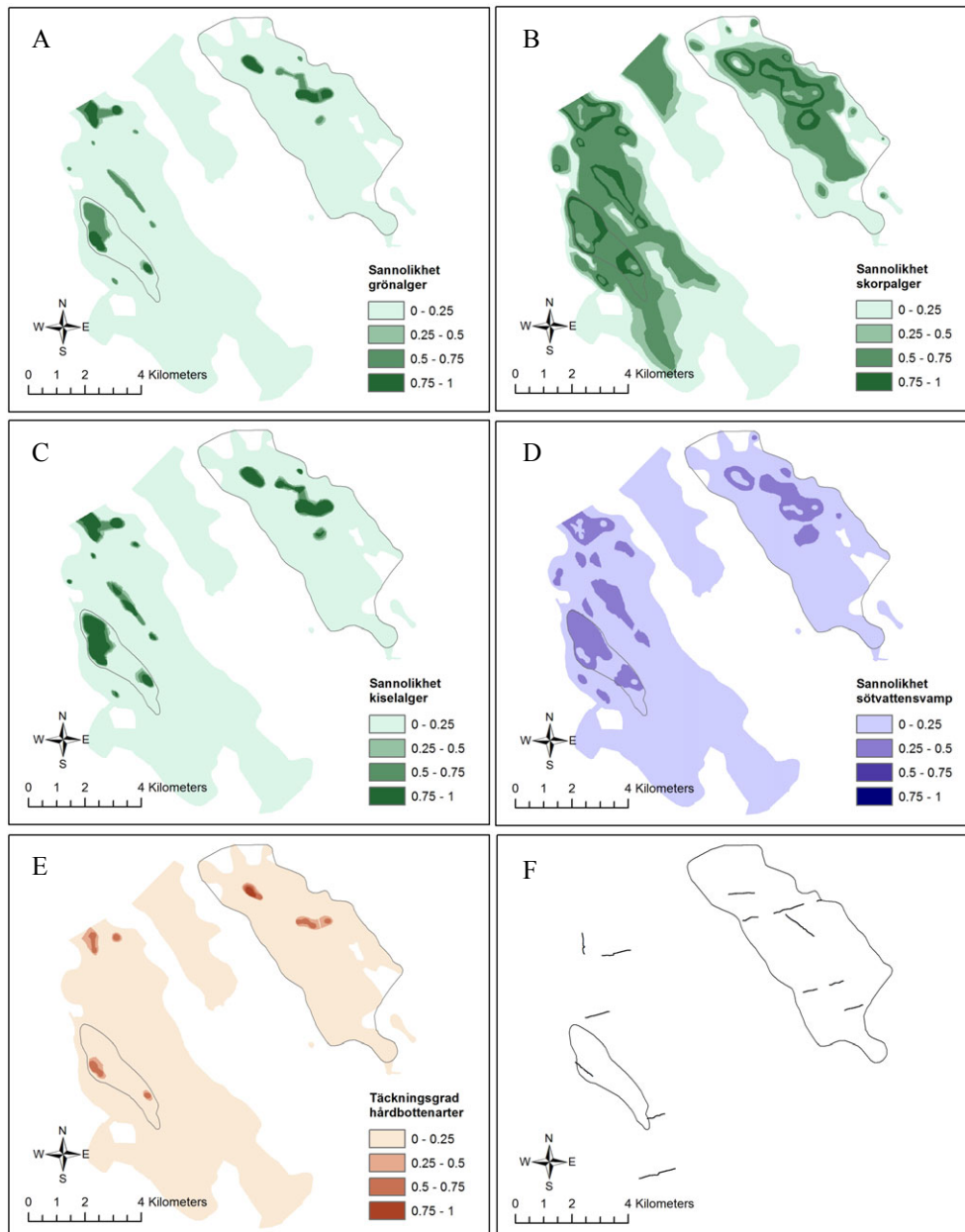
Täckningsgraden av hårdbottenarter förklarades helt av djupet. Den översiktliga bilden som ges av modellen är att hårbotten bara dominerar (>50 % täckningsgrad av karaktärsarter) i de allra grundaste områdena, ned till 7 m djup, varefter mängden hårbotten minskar med djupet. Lokalt förekommer dock områden med >50 % täckningsgrad av hårdbottenarter ned till 11 m djup.

Sammanfattning Klockgrundet och Tärnans grund

Klockgrundet och Tärnans grund är två mindre grundområden som är förbundna med fastlandet genom en serie grunda områden. Botten består av morän och glaci- allera som till stor del är överlagrade av sandiga sediment. Där moränen går i da- gen förekommer dock rikligt med block och sten, speciellt i grunda områden där botten utsätts för vågrörelse och strömmar. Modellen för täckningsgrad av hård- bottenarter indikerar att båda grunden har några små områden där täckningsgraden är 50 % eller högre, men även utanför dessa finns gott om hårdbottenarter i anslut- ning till blockförekomster.

Artsammansättningen på de båda grunden liknar den på Marakallen, men utbred- ningen av flera arter och artgrupper skiljer sig tydligt från Marakallen. Utbredning- en av typiska hårdbottenarter styrs ännu tydligare av batymetrin, vilket antagligen beror på att dessa små grund har tydligt avsatta höjdparter med renspolade block och stenar, omgivna av sandbottnar där hårdbottenarter saknas nästan helt. Detta gör att modellen för hårdbottenarter är säkrare jämfört med motsvarande modell för

Marakallen, och att modellen predikterar sammanhängande områden med dominans av hårbottenarter ned till 7 m djup (jämfört med 3 m på Marakallen). På större djup är däremot mängden hårbotten betydligt lägre än på Marakallen, vilket gör att grunden hyser mindre bestånd av djupt levande fastsittande djur. Exempelvis är ytan med predikterad förekomst av svampdjur på Klockgrundet/Tärnans grund bara en bråkdel av den på Marakallen (Appendix 1).



Figur 5. Sannolikheten för förekomst av de modellerade algerna (A-C) och sötvattensvamp (D), täckningsgrad av samtliga hårbottenarter (E) samt videotranssekterna (F) på Klockgrundet och Tärnans grund. De grå linjerna visar den yttre gränsen för grunden enligt den tidigare rapporten från utsjöbanksinventeringen (Naturvårdsverket 2006) och utgör en förenkling av djupkurvorna för 21 m djup för Tärnans grund och 12 m djup för Klockgrundet.

3.3 Rata Storgrund

Inventeringsdata för Rata Storgrund omfattar 12 transekter (Figur 6F), indelade i totalt 2129 tiometerslånga intervall. Transekterna täcker in djupintervallet mellan 5 och 32 meter. Delar av två transekter ligger dock utanför de delar av grundet där bottensubstratet är beskrivet. För att ändå kunna använda bottensubstrat i modelleringen exkluderade vi de datapunkter där information om bottensubstrat saknas, modellerna är därför baserade på data från 2078 tiometerslånga intervall.

För modelleringarna användes djup och bottensubstrat. Information om bottensubstrat är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering, vilken täcker in 70 % av grundets yta, och är omklassat i tre klasser: sand-grus (med några små ytor med finsediment), morän samt fast berg (kristallin berggrund).

Utbredning av enstaka arter

Karteringen av Rata Storgrund dokumenterade samma arter och artgrupper som hittats på Marakallen och Klockgrundet/Tärnan, med dominans av fintrådiga grönalger och skorpformiga alger samt sötvattensvamp (*Ephydatia fluviatilis*). Förekomsten av rödalgen ullsleke (*Ceramium tenuicorne*) var något större medan brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia* var lika sparsamt förekommande som på Klockgrundet/Tärnan. I grunda områden var vegetationen ofta täckt av kiselalger, som bitvis täckte 100 % av botten. Även täckningsgraden av de olika arterna var i samma storleksordning som på de nordligare grunden, upp till 50 % hos grönalger, till 10 % hos skorp-alger och 1-5 % för övriga arter. Enstaka förekomst av skorp-alger hittades ända ned till 20 m djup och de djupast växande plantorna av grönalger hittades så djupt som 19 m.

Modelleringen gav bra eller mycket bra resultat för förekomst av fintrådiga grönalger, fintrådiga rödalger, skorp-alger, kiselalger och sötvattensvamp (Tabell 4). Modellen för brackvattenshydroiden *C. caspia* blev däremot dålig. Resultatet från modellerna visas i Figur 6A-E och modelluppskattningar av den yta där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Modellerna blev mycket lika dem för Marakallen och Klockgrundet/Tärnan. Liksom för Klockgrundet/Tärnan var djup den enda faktorn som kom med i de flesta modellerna. Som på de andra grunden i Bottenviken hade grönalger och kiselalger sin huvudutbredning i grunda områden och minskade med djupet, medan skorp-alger och sötvattensvamp huvudsakligen hittades på större djup. Då rödalger var vanligare var det möjligt att modellera även dessa, de uppvisade samma generella mönster som grönalgerna men hade över lag lägre sannolikhet för förekomst. Bottensubstratet bidrog endast i modellen för kiselalger, där förekomsten av kiselalger var högre på moränbottnar än på både sand och fast berg.

Förekomst av hårbottenarter

Modelleringen av typiska hårbottenarter gav ett bra resultat, korrelationen mellan observerad och predikterad täckningsgrad (r_s) var 0,84 (Tabell 4). Resultatet av modellen visas i Figur 6F.

Täckningsgraden av hårbottenarter förklarades helt av djupet. Enligt modellen är täckningsgraden minst 50 % ned till drygt 10 m djup, varefter mängden hårbotten minskar med djupet. Lokalt förekommer områden med >50 % täckningsgrad av hårbottenarter ned till drygt 15 m djup.

Sammanfattning Rata Storgrund

Botten på Rata Storgrund utgörs i huvudsak av morän, med några små områden med berghällar i de allra grundaste delarna och sandiga sediment i svackor. Förekomsten av hårbottenarter indikerar att hårbotten dominerar ned till drygt 10 m djup, vilket motsvaras av ett antal små, strödda områden på grundets norra del. Trots att Rata Storgrund ligger betydligt längre söderut är växt- och djurlivet mycket likt det på de nordligare grunden i Bottenviken. Även här slår djupet igenom som den viktigaste variabeln för att förklara arternas utbredning och det finns en viss antydning till zonering genom att fintrådiga alger dominerar i grunda områden, medan skorpalger och djur dominerar på större djup. Alger förekommer ned till ett större djup än på de nordligare grunden, vilket kan bero på en regional skillnad mellan norra och södra Bottenviken, eller på det faktum att Rata Storgrund sträcker sig djupare ned och därmed har mer djup hårbotten.

Tabell 4. Beskrivning av modellerna för Rata Storgrund. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i ArcView/ArcGIS.

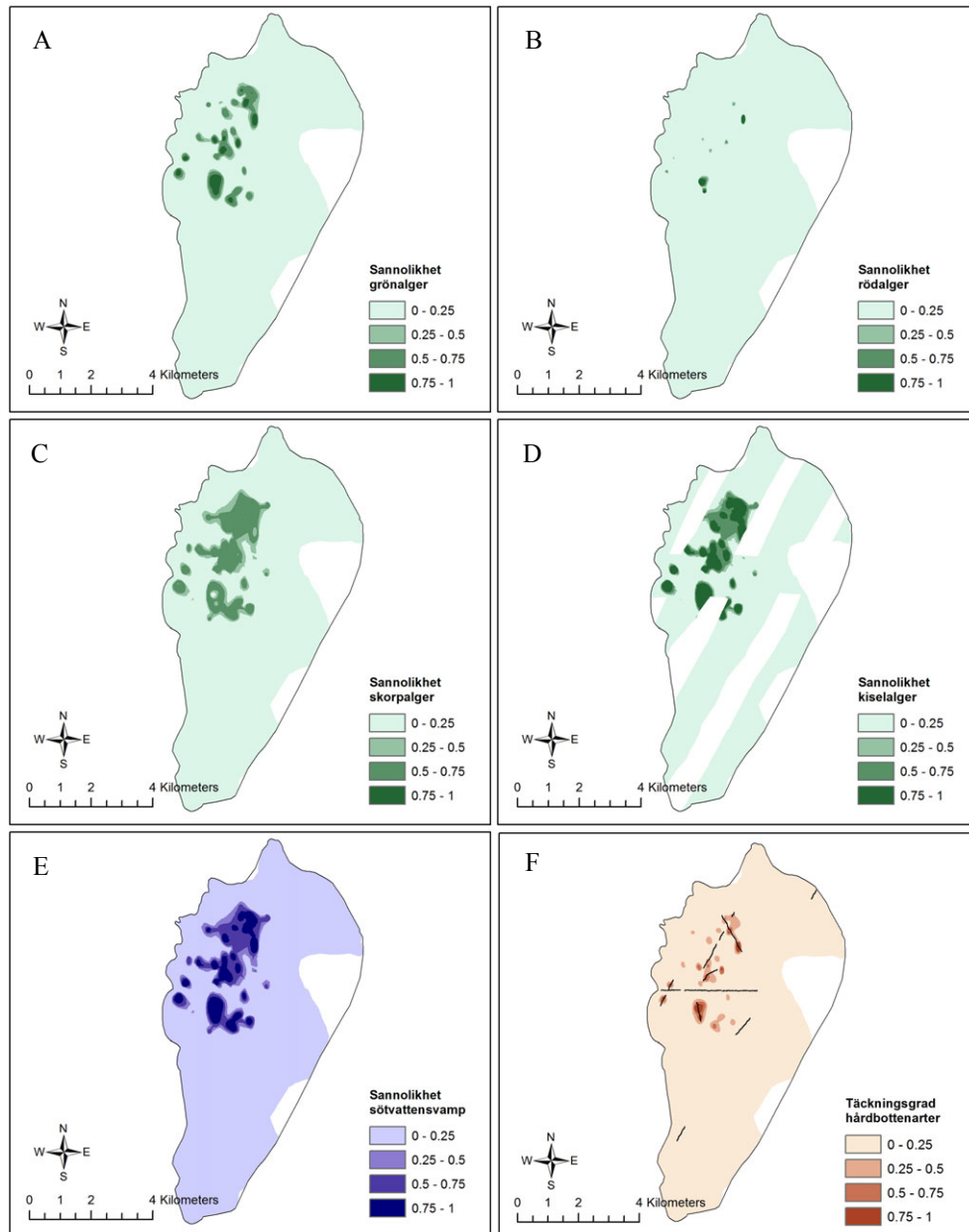
	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårbottenarter ¹	xx		0,84	0,71	hard_art_rs
Förekomst					
			cvROC		
Fintrådiga grönalger ²	xx		0,93		gronalger_rs
Fintrådiga rödalger ³	xx		0,98		rodalger_rs
Skorpalger ⁴	xx		0,90		skorpalger_rs
Kiselalger	xx	x	0,95		kiselalger_rs
Sötvattenssvamp (<i>Ephydatia fluviatilis</i>)	xx		0,90		svamp_rs

¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårbottenarter (alger och djur)

² Huvudsakligen grönslick (*Cladophora glomerata*) och getraggsalg (*C. aegagrophila*)

³ Huvudsakligen ullsleke (*Ceramium tenuicorne*)

⁴ Huvudsakligen stenhinna (*Hildenbrandia rubra*)



Figur 6. Sannolikheten för förekomst av de modellerade algerna (A-D) och sötvattensvamp (E) samt täckningsgrad av samtliga hårdbottenarter (F) på Rata Storgrund. Prediktionen för kiselalger, där bottensubstrat var en viktig faktor i modellen, visas bara för de transekter där det finns information om bottensubstratet. De grå linjerna visar den yttre gränsen för grundet enligt den tidigare rapporten från utsjöbanksinventeringen (Naturvårdsverket 2006) och motsvarar djupkurvan för 19 m djup. Videotranssekterna är inlagda i delfigur F.

3.4 Väktaren

Inventeringsdata från Väktaren omfattar 16 transekter (Figur 7D), indelade i totalt 905 tiometerslånga intervall. Transekterna är utlagda över hela grundet och täcker in djupintervallet mellan 3 och 19 meter. Information om bottensubstrat är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering och är omklassat i tre klasser: sand-grus (med små ytor av finsediment), morän/isälvsavlagringar (huvudsakligen morän) samt fast berg (kristallin berggrund).

Utbredning av enstaka arter

Väktaren ligger i Norra Kvarken, på gränsen mellan Bottenviken och Bottenhavet, vilket avspeglas i växt- och djursamhällena. I många avseenden liknar Väktaren grunden i Bottenviken, men man kan även se påverkan från det något saltare och artrikare Bottenhavet. Inslaget av den fintrådiga rödalgen ullsleke är betydligt större än på grunden i Bottenviken och några nya arter tillkommer: kräkel (*Furcellaria lumbricalis*), ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) och slät havstulpan (*Balanus improvisus*). En annan skillnad är förekomsten av vattenmossor av släktet *Fontinalis*, vilket kan bero på närheten till land och de sötvattenssystem dessa arter huvudsakligen är knutna till. I skydd av öar och skär som sticker upp ur vattnet hittades även kransalgerna glansslinke (*Nitella flexilis*) och havsrufse (*Tolypella nidifica*) samt ålnate (*Potamogeton perfoliatus*).

Liksom på grunden i Bottenviken var fintrådiga grönalger den vanligaste alggruppen och den grupp som hade högst täckningsgrad i inventeringen – upp till 100 % i grunda områden. Skorpalger var däremot betydligt mindre vanliga än på de nordligare grunden. Istället var fintrådiga rödalger (främst ullsleke) vanlig, även om de aldrig förekom med mer än 10 % täckningsgrad. Övriga arter (både alger, mossor och djur) täckte aldrig mer än 5 % av botten. Skorpalger förekom ned till 15 m djup och grönalger ned till 14 m.

Av de fastsittande djuren var slät havstulpan vanligast förekommande i inventeringen. Sötvattensvampen (*Ephydatia fluviatilis*) var mindre vanlig än på de nordliga grunden medan brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia* var lika vanlig som på Marakallen.

Modelleringen gav bra resultat för förekomst av fintrådiga grönalger, fintrådiga rödalger, kräkel och vattenmossa (Tabell 5). Kiselalger, svampdjur, hydror och havstulpan gav däremot dåliga modeller. Resultatet från två av modellerna visas i Figur 7A-B och modelluppskattningar av den yta där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Djup var en viktig faktor i samtliga modeller. Grönalger hittades med mycket stor sannolikhet ned till 10-12 m djup, men under detta djup minskade förekomsten snabbt med djupet. Även rödalger hade sin huvudutbredning i grunda områden och minskade med djupet. Kräkel och vattenmossor var vanligast på något större djup

och hade generellt lägre förekomst än de fintrådiga alggrupperna, ingen av arterna hade en predikterad täckningsgrad på över 25 % på någon del av grundet. Även bottenssubstratet enligt SGU:s kartering bidrog något i alla modeller utom i den för vattenmossor. Grön- och rödalger var vanligast på moränbottnar, medan kräkel var vanligast på sand-grus. Att kräkel främst förekom på sandiga bottnar var oväntat, men beror sannolikt på att arten är vanligare på större djup där denna bottenotyp dominerar, men att arten är knuten till lokal förekomst av block eller hållar.

Förekomst av hårbottenytor

Modelleringen av typiska hårbottenarter gav ett acceptabelt resultat, korrelationen mellan observerad och predikterad täckningsgrad (r_s) var 0,71 vilket motsvarar att hälften av variationen i täckningsgrad förklaras av modellen (Tabell 5). Resultatet av modellen visas i Figur 7C. Djup var den enda förklaringsvariabel som kom med i modellen, vilket visar att utbredningen av hårbotten i hög grad styrs av djupet. Enligt modellen är täckningsgraden av hårbottenarter 50 % eller mer i de områden som är grundare än 10 m.

Bottenssubstratet enligt SGU:s kartering bidrog inte alls till att förklara utbredningen av hårbotten på Väktaren. En jämförelse mellan den geologiska kartan och den angivna bottenotypen i den biologiska inventeringen visar också att den geologiska kartan säger väldigt litet om utbredningen av hårbotten på detta grund. Andelen hårt substrat (håll och block) är visserligen högst på det som är karterat som berg (medel 50 %), men även lokalt högt (upp till 100 %, medel 25 %) på de andra botten typerna. SGU indikerar även i rapporten från utsjöbanksinventeringen (Naturvårdsverket 2006) att bottenssubstratet varit svårt att tolka i detta område och att ”berghällarnas storlek och avgränsning mot omgivande morän får ses som ganska hypotetisk”. Detta kan också vara förklaringen till att flera av de vanligt förekommande arterna inte kunde modelleras.

Tabell 5. Beskrivning av modellerna för Väktaren. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i ArcView/ArcGIS.

	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårbottenarter ¹	xx		0,71	0,50	hard_art_vp
Förekomst					
			cvROC		
Fintrådiga grönalger ²	xx	x	0,89		gronalger_vp
Fintrådiga rödalger ³	xx	x	0,85		rodalger_vp
Kräkel (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)	xx	x	0,82		krakel_vp
Vattenmossa (<i>Fontinalis</i> sp.)	xx		0,87		mossa_vp

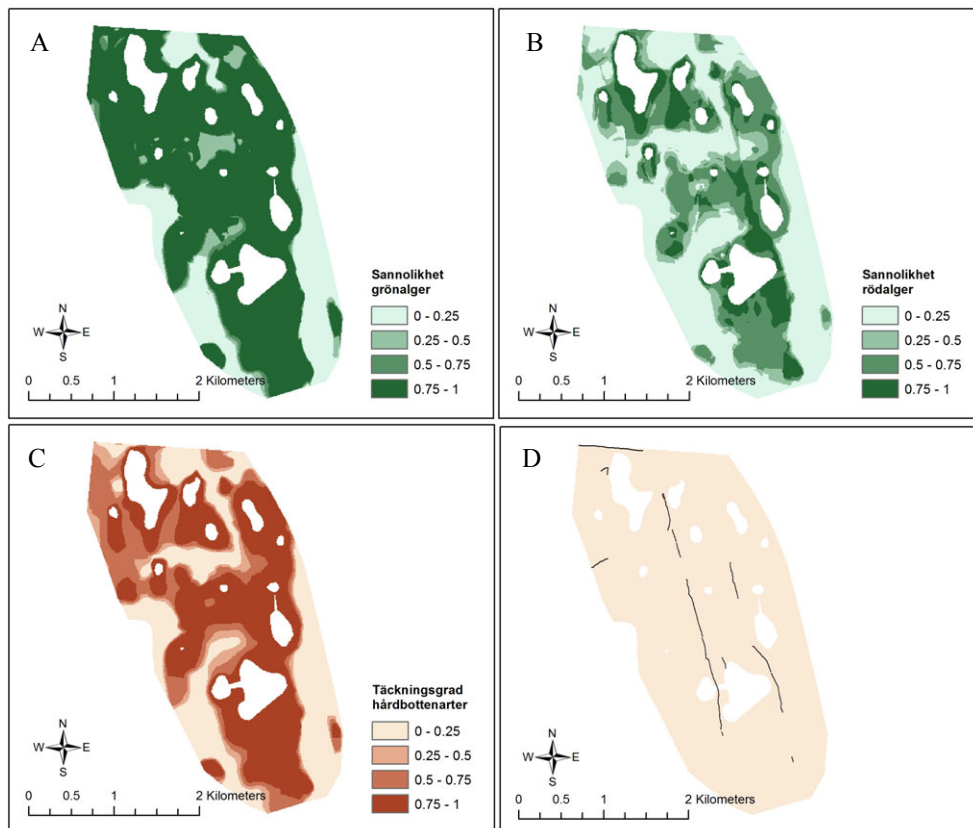
¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårbottenarter (alger och djur)

² Huvudsakligen grönslick (*Cladophora glomerata*) och getraggsalg (*C. aegagrophila*)

³ Huvudsakligen ullsleke (*Ceramium tenuicorne*)

Sammanfattning Våktaren

Våktaren är ett område med grund och små skär som egentligen utgör en utlöpare från kusten snarare än ett utsjögrund. Området består av ett stort antal grunda områden med blockrik, ursvallad morän eller kalspolade berghällar. I svackor mellan de högsta partierna täcks botten istället i hög grad av sandiga sediment. Växt- och djursamhällena på Våktaren präglas dels av att området gränsar till Bottenhavet och dels på närheten till land samt att området innehåller uppstickande öar och skär. Stora delar är så grunda att de hyser välutvecklade alg- och växtsamhällen med hög täckningsgrad och högre artrikedom än utsjögrunden i Bottenviken. Flera av de arter som inte hittas längre norrut har antagligen sin nordutbredning i detta område, medan andra arter, framförallt kransalger och ålnate, är knutna till skyddade miljöer som saknas helt på utsjögrunden. Förekomsten av sötvattensvamp är mer sparsam än på utsjögrunden i Bottenviken, vilket troligen beror på att denna sötvattenart befinner sig nära sydgränsen av sitt utbredningsområde.



Figur 7. Sannolikheten för förekomst av modellerade alger (A-B), täckningsgrad av samtliga hårbottenarter (C) samt videotransekterna (D) på Våktaren. De vita ytorna utgör områden med mindre än 3 m djup, där det inte fanns några inventeringsdata.

3.5 Vänta Litets grund

Inventeringsdata från Vänta Litets grund omfattar 10 transekter (Figur 8J), indelade i totalt 1726 tiometerslånga intervall. Transekterna täcker in djupintervallet mellan 7 och 36 meter. För modelleringarna användes djup och bottensubstrat. Information om bottensubstrat är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering och är omklassat i två klasser: sand-grus (med små ytor finsediment) och morän/isälvsavlagringar (huvudsakligen morän).

Utbredning av enstaka arter

Inventeringen visade att vegetationen på Vänta Litets grund domineras av brunalgerna trådslick (*Pylaiella littoralis*) och ishavstofs (*Sphacelaria arctica*), vilka både hade en omfattande utbredning och fläckvis hög täckningsgrad (upp till 75 respektive 25 %). Grupperna fintrådiga rödalger (främst arten rödris, *Rhodomela confervoides*) och skorpalger var också vanliga, men hade aldrig lika hög täckningsgrad (max 10 respektive 5 %), medan grönalger hade lika låg täckningsgrad och bara förekom i små områden. Fastsittande alger förekom ned till 23 m djup.

Fyra fastsittande djurarter noterades i videoinventeringarna. Av dessa var blåmussla (*Mytilus edulis*) och tångbark (*Electra crustulenta*) vanligast, båda förekom i över 30 % av de karterade tiometersintervallen. Även brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia* var tämligen vanlig medan slät havstulpan (*Balanus improvisus*) förekom glest. Alla djur hade generellt låg täckningsgrad (1-5 %), men lokalt kunde tångbark ha upp till 25 % täckningsgrad. Den ekologiskt viktiga blåmusslan hade oftast 5 % täckningsgrad där den förekom, i enstaka fall upp till 10 %.

Modelleringen gav bra eller utmärkta resultat för förekomst av trådslick, fintrådiga rödalger, ishavstofs, skorpalger, blåmussla, tångbark och brackvattenshydroiden (Tabell 6). Fintrådiga grönalger och slät havstulpan hade för låg förekomst för att kunna modelleras. Resultatet från modellerna visas i Figur 8A-G och modelluppskattningar av den yta, där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Djup var en viktig faktor i samtliga modeller, vilket visar att utbredningen av de karterade arterna i hög grad styrs av topografin. De framtagna utbredningskartorna visar att algsamhällena är tydligt zonerade i djupled. Brunalgen trådslick förekom bara i grundare områden där den ofta var den dominerande arten, medan fintrådiga rödalger och ishavstofs nådde djupare. Ishavstofs saknades i de grundaste områdena men är i gengäld den trådalga som hittas djupast. Skorpalger förekom framförallt på större djup. Fastsittande hårdbottendjur uppvisade också en viss zonering, där tångbark var vanligast i grunda områden medan blåmusslor och brackvattenshydroider var vanligast runt 15-20 m djup.

Även bottensubstratet enligt SGU:s kartering var betydelsefull i vissa av modellerna, framförallt för arter som förekommer djupare i zoneringsgrader. Förekomsten av de modellerade arterna var genomgående låg på sand- och grusbottenar.

Eftersom blåmusslan anses vara en ekologiskt mycket viktig art modellerade vi även täckningsgraden av denna art med en kvantitativ modell. Resultatet var en modell av acceptabel kvalitet, där modellen förklarar 38 % av variationen i täckningsgrad (Tabell 6). Den kvantitativa modellen blev mycket lik förekomstmodellen, täckningsgraden var högst på 15-20 m djup och högre på morän än på sand- och grusbottenar (Figur 8H). Den predikterade täckningsgraden blev dock aldrig hög, som högst 3,5 %, trots att upp till 10 % täckningsgrad noterades vid enstaka tillfällen i inventeringen. Den låga modelluppskattningen beror på att arten har en fläckig utbredning, betraktat över en större yta är täckningsgraden under 5 % även om något högre täckningsgrad förekommer lokalt.

Förekomst av hårbottenarter

Modelleringen av typiska hårbottenarter gav ett mycket bra resultat, över 70 % av variationen i täckningsgrad förklaras av modellen (Tabell 6). Resultatet av modellen visas i Figur 8I. Djup var den enda förklaringsvariabel som kom med i modellen, vilket visar att utbredningen av hårbotten i hög grad styrs av djupet. I områden grundare än 10 m var täckningsgraden av hårbottenarter 50 % eller mer, vilket visar att botten domineras av hårda ytor. På större djup var täckningsgraden generellt lägre, även om mindre områden med över 50 % täckningsgrad av hårbottenarter hittades ned till 19 m djup i inventeringen.

Tabell 6. Beskrivning av modellerna för Vänta Litets grund. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande, samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i ArcView/ArcGIS.

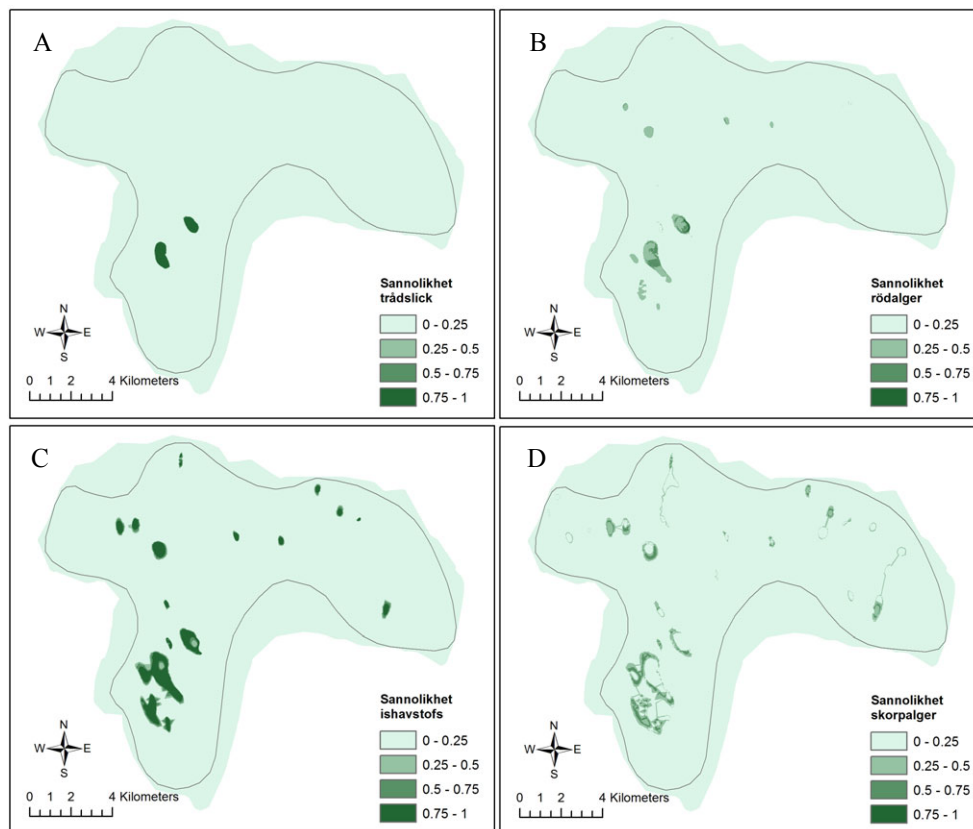
	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårbottenarter ¹	xx		0,85	0,72	hard_art_vl
Blåmussla (<i>Mytilus edulis</i>)	xx	x	0,62	0,38	blamuss_kv_vl
Förekomst					
			cvROC		
Trådslick (<i>Pylaiella littoralis</i>)	xx		1,00		tradslick_vl
Fintrådiga rödalger ²	x	xx	0,92		rodalger_vl
Ishavstofs (<i>Sphacelaria arctica</i>)	xx	x	0,99		ishavstofs_vl
Skorpalger ³	x		0,95		skorpalger_vl
Blåmussla (<i>Mytilus edulis</i>)	xx	x	0,88		blamussla_vl
Tångbark (<i>Electra crustulenta</i>)	xx	x	0,96		tangbark_vl
Brackvattenhydroid (<i>Cordylophora caspia</i>)	xx	x	0,87		hydroid_vl

¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårbottenarter (alger och djur)

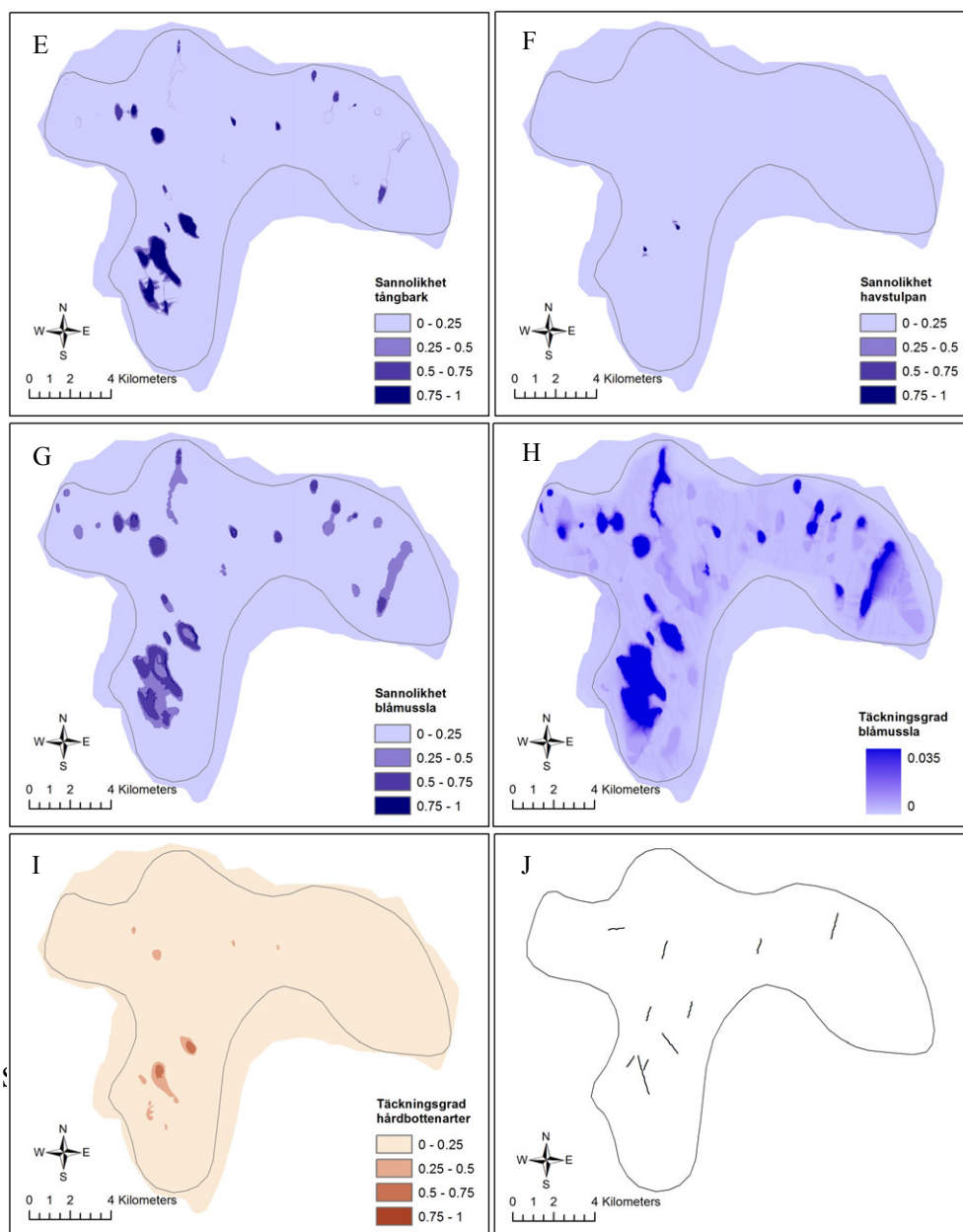
² Främst rödris (*Rhodomela confervoides*); ³ Främst stenhinna (*Hildenbrandia rubra*).

Sammanfattning Vänta Litets grund

Vänta Litets grund har en varierad botten-topografi med flera små grund som sticker upp tämligen brant från omgivande botten. Områden grundare än 10 m med dominerande hårbotten förekommer bara på två av dessa smågrund i södra delen av det karterade området. Området karaktäriseras av en tydlig zonering av alg- och djursamhällena. Algsamhället är mer artrikt än på nordligare grund men mindre artrikt än på Finngrundens i söder. Det mest utmärkande för Vänta Litets grund är dock den rika förekomsten av blåmusslor, som inte hade någon motsvarighet på de andra inventerade grunden i Bottenhavet. Blåmusslor är en viktig nyckelart i Östersjön, som skapar livsmiljö för många andra växter och djur. Musselbottnar betraktas därför som en prioriterad naturtyp för bevarande (Naturvårdsverket 2007).



Figur 8. Sannolikheten för förekomst av modellerade makroalger på Vänta Litets grund. Den grå heldragna linjen visar gränsen för 30 m djup, vilket föreslagits som yttre begränsning för grundet.



Figur 8 forts. Sannolikheten för förekomst av modellerade djurarter (E-G), täckningsgrad av blåmussla (H) och samtliga hårbottenarter (I) samt videotranssekterna (J) på Vänta Litets grund. Observera att skalan för täckningsgrad av blåmussla skiljer sig från de övriga. Den grå heldragna linjen visar gränsen för 30 m djup, vilket föreslagits som yttre begränsning för grundet.

3.6 Finngrundet Östra banken

Inventeringsdata för Finngrundet Östra banken omfattar 22 transekter (Figur 9J), indelade i totalt 3123 tiometerslånga intervall. Transekterna täcker in djupintervallet mellan 5 och 28 meter. För modelleringen användes djup och bottenstrukt. Information om bottenstrukt är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering och är omklassat i tre klasser: sand-grus, morän samt fast berg (sedimentär berggrund).

Utbredning av enstaka arter

Finngrundet Östra banken var det enda av de modellerade grunden i Östersjön där tång påträffades i inventeringen. Grundet hyste utbredda, välutvecklade bestånd av blåstång (*Fucus vesiculosus*) och smaltång (*F. radicans*), med en täckningsgrad på upp till 100 %. Algfloran var även i övrigt artrik och hade en mer marin karaktär än de andra inventerade grunden i Bottenviken och Bottenhavet. Förutom tången dominerades algfloran av brunalgerna trådslick (*Pylaiella littoralis*) och ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) samt fintrådiga grönalger (framförallt bergborsting, *Cladophora rupestris*) och rödalger (framförallt fjäderslick, *Polysiphonia fucoides*, och rödris, *Rhodomela confervoides*). Även dessa arter förekom i rika bestånd lokalt, med upp till 25 % täckningsgrad för röd- och grönalgerna, 50 % för ishavstofs och 75 % för trådslick. Algsamhället var väl utvecklat även under 10 m djup och de djupast växande algerna hittades på 21 m djup.

Djursamhället innehöll samma arter som Vänta Litets grund, men de täta bestånden av blåmusslor (*Mytilus edulis*) saknades helt. Blåmusslor hittades bara i låga antal. Den vanligaste djurarten var istället tångbark (*Electra crustulenta*). Även slät havstulpan (*Balanus improvisus*) var tämligen vanlig, medan brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia* förekom glest. Alla djur hade generellt låg täckningsgrad (1-5 %), men lokalt kunde tångbark ha upp till 25 % täckningsgrad.

Modelleringen gav bra resultat för förekomst av tång, trådslick, rödplysch (*Rhodochorton purpureum*), fintrådiga grön- och rödalger, ishavstofs, havstulpan och tångbark, samt förekomst av tångbälte (>25 % täckningsgrad av tång) (Tabell 7). Skorpartade alger, kräkel (*Furcellaria lumbricalis*), blåmussla och brackvattenshydroiden *C. caspia* hade för låg förekomst för att kunna modelleras. Resultatet från modellerna visas i Figur 9 och modelluppskattningar av den yta där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Djup var en viktig faktor i samtliga modeller, vilket visar att utbredningen av de karterade arterna i hög grad styrs av topografin. Algsamhällena uppvisade en tydlig zonering i djupled. De grundaste områdena dominerades av tång och brunalgerna trådslick. Välutvecklade tångbälten (25-100 % täckningsgrad) fanns bara i den allra grundaste delen (Figur 9B). Enstaka noteringar av bältesbildande tång förekom ned till 10 m djup i inventeringen, men bara i områden grundare än 5 m var sannolikheten att hitta ett tångbälte >75 %. Enstaka tångplantor hittades dock betydligt

Tabell 7. Beskrivning av modellerna för Finngrundet. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i ArcView/ArcGIS.

	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårdbottenarter ¹	xx	x	0,71	0,50	hard_org_fg
Förekomst					
			cvROC		
Tång (<i>Fucus</i> sp.) ²	xx	x	0,97		tang_fg
Tångbälte (>25 % täckningsgrad)	xx	x	0,91		tang25_fg
Trådslick (<i>Pylaiella littoralis</i>)	xx	x	0,98		tradslick_fg
Fintrådiga grönalger ³	xx	x	0,90		gronalger_fg
Fintrådiga rödalger ⁴	xx	x	0,86		rodalger_fg
Rödplysch (<i>Rhodochorton purpureum</i>)	xx	x	0,83		rodplysch_fg
Ishavstofs (<i>Sphacelaria arctica</i>)	xx	x	0,90		ishavstofs_fg
Tångbark (<i>Electra crustulenta</i>)	x	xx	0,82		tangbark_fg
Havstulpan (<i>Balanus improvisus</i>)	xx	x	0,81		havstulpan_fg

¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårdbottenarter (alger och djur);

² *Fucus radicans* eller *F. vesiculosus*; ³ Främst bergborsting (*Cladophora rupestris*);

⁴ Framförallt fjäderslick (*Polysiphonia fucooides*) och rödris (*Rhodomela confervoides*)

djupare, på 8-9 m djup var sannolikheten fortfarande >75 % att hitta tång och enstaka plantor hittades ned till 11 m djup i inventeringen. Även rödplysch hade sin maximala utbredning i de grundaste områdena, men den hade en mer fläckvis utbredning och aldrig hög täckningsgrad (maximalt 5 %).

I djupare områden dominerade fintrådiga alger, varav ishavstofs hade sin maximala förekomst något djupare (runt 14 m) än de fintrådiga grön- och rödalger (10-12 m). Även filtrerande djur (havstulpaner och tångbark) förekom med låg täckningsgrad från de grundaste områdena och ned till åtminstone 15 m djup.

Även bottensubstratet enligt SGU:s kartering var betydelsefull i vissa av modellerna. Förekomsten av de modellerade arterna var genomgående låg på sand- och grusbotten, även i grundare områden. Några av makroalger (fintrådiga rödalger, trådslick och ishavstofs) förekom dessutom i större utsträckning på fast berg än på moränbotten, medan båda de modellerade djurarterna (havstulpan och tångbark) förekom i lägre utsträckning på håll än på moränbotten. Den lägre förekomsten av djur på bergbotten var förvånande, men kan möjligen bero på konkurrens med trådformiga alger.

Förekomst av hårdbottenarter

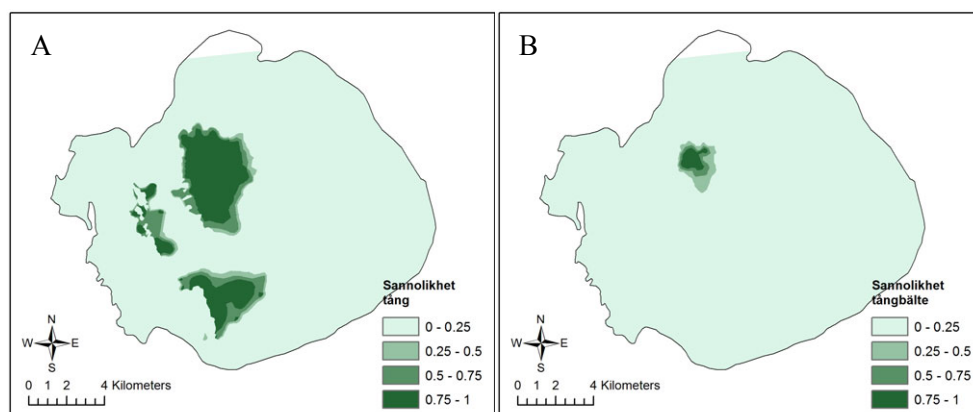
Modelleringen av täckningsgrad för typiska hårdbottenarter gav ett bra resultat, korrelationen mellan observerad och predikterad täckningsgrad (r_s) var 0,72. Detta innebär att drygt hälften av variationen i täckningsgrad förklaras av modellen (Tabell 7). Osäkerheten i modellen beror på att sten och block är ojämnt fördelade

över botten och inte nödvändigtvis styrs av faktorer som är möjliga att modellera. Resultatet av modellen visas i Figur 9J.

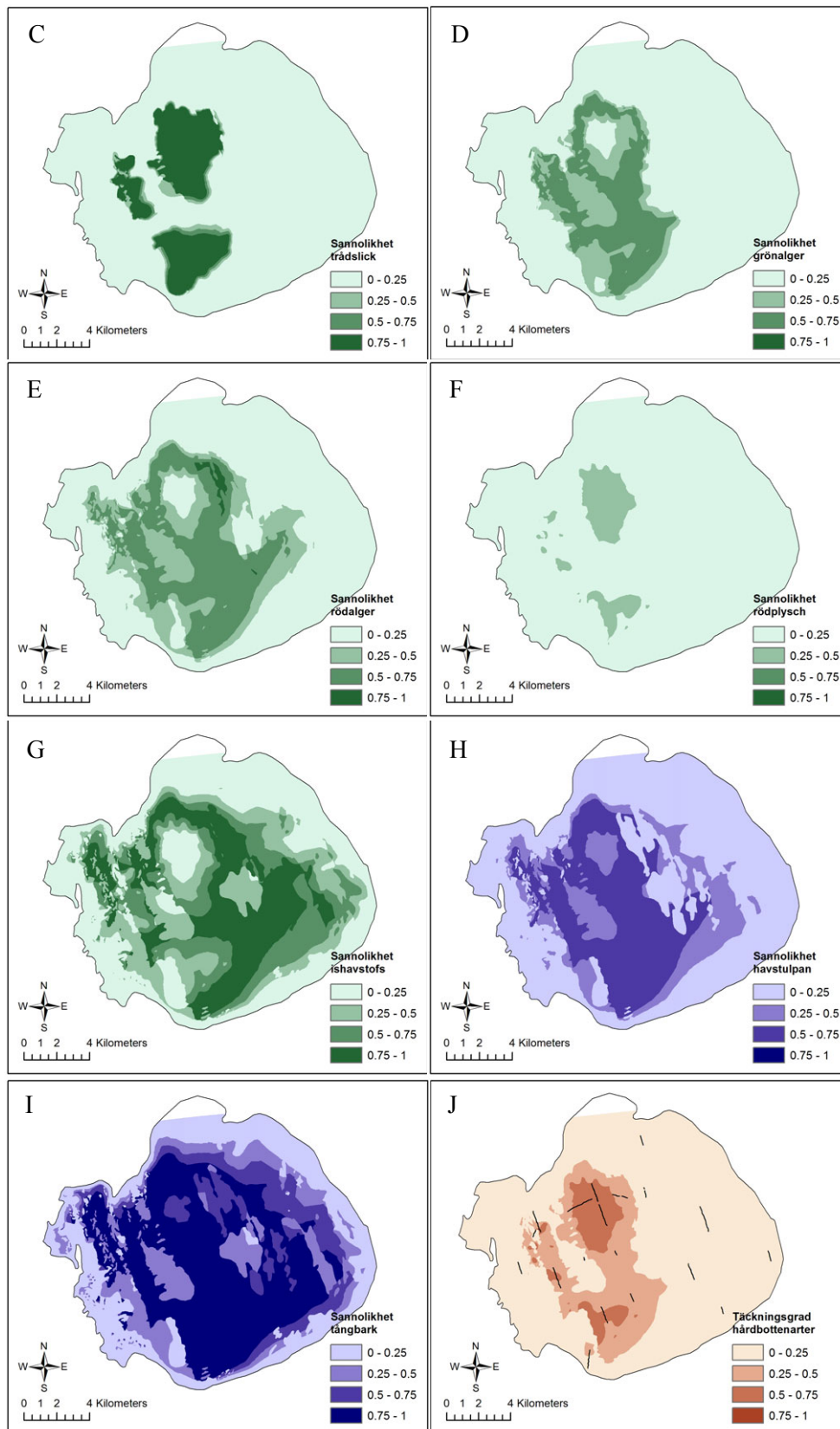
Täckningsgraden av hårbottenarter förklarades till stor del av djupet. Modellen indikerar att grunda områden dominerades av hårbotten ned till omkring 10 m djup, varefter mängden hårbotten minskade med djupet. Även bottensubstratet från SGU:s kartering bidrog i modellerna: täckningsgraden av hårbottenarter var genomgående låg på sand-grus även i grundare områden. Det är värt att notera att täckningsgraden av hårbottenarter inte skilde sig mellan fast berg och morän i modellen. Det som karterats som fast berg är ofta täckt av ett lager av finare sediment, speciellt i djupare områden, medan moränbotten i grundare områden utsatts för omfattande vågsvall som sköljt bort finare sediment och lämnat kvar sten och block.

Sammanfattning Finngrundet Östra banken

Östra bankens botten domineras av svallad morän och fast berggrund, med ett större inslag av sand och grus i den västra delen. I grunda områden (ned till ca 10 m djup) domineras botten av hårda ytor, vilket ger gynnsamma förhållanden för hårbottenlevande arter. Östra banken hyser också en artrik algflora med ett för regionen stort inslag av arter som normalt har sin huvudutbredning längre söderut i Östersjön. Det mest påfallande är dock den rika förekomsten av blåstång (*Fucus vesiculosus*) och smaltång (*F. radicans*), som saknar motsvarighet bland de inventerade grunden. Förekomsten av tång anses indikera ett högt naturvärde eftersom tången är ekologiskt mycket betydelsefull i Östersjön genom att skapa livsmiljö för många andra arter. Rika tångbestånd förekommer även i det yttre kustbandet innanför Finngrundet, men avståndet till kusten gör att Östra banken kan antas hysa ett tångbestånd som är mindre påverkat av lokala föroreningar. Detta visas inte minst av den stora djuputbredningen av både tång och flera andra algarter.



Figur 9 Sannolikheten för förekomst av tång (A) och tångbälte (B) på Finngrundet Östra banken. Områdets yttre begränsning sammanfaller med tidigare föreslagna gränsen för grundet, vilken motsvarar gränsen för 30 m djup.



Figur 9 forts. Sannolikheten för förekomst av makroalger (C-G) och modellerade djur (H-I) samt täckningsgrad av samtliga hårbottenarter (J) på Fingrundet Östra banken. Områdets yttre begränsning sammanfaller med tidigare föreslagna gränsen för grundet, vilken motsvarar gränsen för 30 m djup. Videotranssekterna är inlagda i delfigur J.

3.7 Hoburgs bank

Inventeringsdata för Hoburgs bank omfattar 20 transekter (Figur 10J), indelade i totalt 3860 tiometerslånga intervall. Transekterna täcker in djupintervallet mellan 16 och 33 meter och prediktionerna är därför bara gjorda ned till 33 m djup. Några av transekterna ligger helt eller delvis utanför de korridorer där bottensubstrat karterats. För att kunna använda bottensubstrat i modelleringen exkluderades de datapunkter där information om bottensubstrat saknas, modellerna är därför baserade på data från 18 transekter och 2541 tiometerslånga intervall.

För modelleringen användes djup och bottensubstrat. Information om bottensubstrat är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering och omklassades initialt i tre klasser: sand-grus (med något finsediment), grus-sten och block. Klassen block hade dock mycket låg förekomst generellt och representerades bara av ett lågt antal punkter i de inventerade transekterna. Vi testade därför att modellera med två olika indelningar av bottensubstratet, en med block som en egen klass och en där block fördes samman till grus-sten. De senare modellerna (med två sedimentklasser) blev betydligt stabilare utan att förlora mycket i förklaringsgrad, varför endast dessa redovisas nedan.

Utbredning av enstaka arter

I videoinventeringarna noterades 10 algarter och 6 arter av fastsittande djur. Alg-samhället dominerades till stor del av rödalger. Rödblåd (*Phyllophora pseudoceranoides*) och rödris (*Rhodomela confervoides*) var de vanligaste arterna, båda förekom i över 40 % av de karterade tiometersintervallen. Täckningsgraden av båda arterna varierade mellan 1-10 %, i ett fall förekom 25 % täckningsgrad av rödris. Täckningsgraden för övriga algarter varierade mellan 1-5 %, med undantag för trådslick (*Pylaiella littoralis*), fjäderslick (*Polysiphonia fucooides*) och ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) som lokalt hade upp till 25 % täckningsgrad. Makroalger hittades ända ned till 33 m djup, d.v.s. så djupt som videoinventeringen sträckte sig.

De vanligast förekommande djuren var brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia* och blåmussla (*Mytilus edulis*), vilka förekom i över 50 respektive över 70 % av tiometersintervallen. Båda dessa arter hade lokalt mycket hög täckningsgrad, upp till 75 % för hydroiden och 100 % för blåmussla, även om medeltäckningsgraden bara var mellan 10 och 20 %. För övriga djurarter varierade täckningsgraden mellan 1-5 %.

Modelleringen gav bra resultat för förekomst av trådslick, fjäderslick, rödris, rödblåd, brackvattenshydroiden *C. caspia* och havsborstmasken *Pygospio elegans* (Tabell 8). Även modellerna för ishavstofs, blåmussla och östersjömussla (*Macoma balthica*) blev acceptabla. Kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) och tångbark (*Electra crustulenta*) gav däremot dåliga modeller och övriga inventerade arter hade för låg förekomst för att kunna modelleras. Resultatet från modellerna visas i Figur 10 och

modelluppskattningar av den yta där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Djup var en viktig faktor i samtliga modeller, vilket visar att utbredningen av de karterade arterna i hög grad styrs av topografin. Algsamhällena uppvisade en tydlig zonering i djupled. Trådslick förekom huvudsakligen i de allra grundaste områdena. Fjäderslick, rödris och ishavstofs hade sin huvudutbredning något djupare (runt 18-24 m enligt modellerna) och allra djupast växte rödblåd. De djur som huvudsakligen är knutna till hårda bottenar (brackvattenhydroid och blåmussla) var också vanligast förekommande på större djup (runt 25 m). De två arter som främst är knutna till sandbotten (östersjömussla och *Pygospio*) var vanligast i de allra djupaste delarna.

Även bottensubstratet enligt SGU:s kartering var betydelsefull i vissa av modellerna. Bottensubstratet kom med i alla modeller, men hade främst stor betydelse för de arter som förekommer djupast i zoneringen (rödblåd, brackvattenhydroid, blåmussla, östersjömussla och *Pygospio*). Förekomsten av alla alger samt brackvattenhydroid och blåmussla var genomgående låg på sand- och grusbottenar, även i grundare områden. Östersjömussla och *Pygospio* förekom däremot huvudsakligen på sand- och grusbottenar, vilket stämmer väl med vad man känner till om deras ekologi.

Eftersom blåmusslan anses vara en ekologiskt mycket viktig art gjordes även ett försök att modellera täckningsgraden av denna art med en kvantitativ modell. Denna modell blev dock mycket dålig, vilket visar att täckningsgraden av blåmussla på Hoburgs bank inte går att modellera med befintligt underlagsdata. Därmed kan det bara sägas att blåmusslor förekommer över en stor del av banken (Figur 10G) med lokalt upp till 70 % täckningsgrad.

Täckningsgrad av hårbottenarter

Modelleringen av täckningsgrad för typiska hårbottenarter gav ett svagt resultat, korrelationen mellan observerad och predikterad täckningsgrad (r_s) var bara 0,45. Detta innebär att bara 20 % av variationen i täckningsgrad förklaras av modellen (Tabell 8). Osäkerheten i modellen beror till stor del på att den geologiska kartan över bottensubstrat stämmer dåligt överens med det substrat som noterats i den biologiska inventeringen. Detta visas exempelvis av bristen på samstämmighet mellan områden som karterats som blockbotten på den geologiska kartan och områden med hög täckningsgrad av block (50 % eller mer) i den biologiska inventeringen. Enligt den biologiska inventeringen dominerade block bara på 45 % av de ytor som klassats som blockbotten på den geologiska kartan. Omvänt prickade geokartan bara in 6 % av områdena med dominans av block enligt den biologiska inventeringen. När blockförekomsten från den biologiska inventeringen inkluderades i modellen ökade r_s till 0,88 och förklaringsgraden (r^2) till 77 %, vilket visar att med bra bakgrundsdata kan djup och bottensubstrat tillsammans ge en mycket stark modell för att förutsäga täckningsgraden av hårbottenarter.

Resultatet av modellen för typiska hårbottenarter visas i Figur 10J. Den svaga modellen, tillsammans med tveksamheten om hur väl den geologiska kartan presenterar den verkliga förekomsten av hårt substrat, gör dock att denna karta måste läsas med försiktighet och bara kan antas vara en grov avbildning av den verkliga utbredningen av hårbottenarter.

Täckningsgraden av hårbottenarter förklarades av en kombination av djup och bottensubstrat. Detta visar att trots att den geologiska kartan bitvis stämmer dåligt överens med karterat substrat bidrar den ändå avsevärt i modellen och ökar modellens förklaringsgrad jämfört med en modell som bara innehåller djup. Modellen indikerar att täckningsgraden av hårbotten är störst i de grunda delarna och minskar med djupet, men på bottnar med grus-sten och block förekommer >25 % täckningsgrad av hårbottenarter i hela djupgradienten.

Inventeringen visar att täckningsgraden av hårbottenarter lokalt kan vara upp till 100 % i grunda områden och upp till 50 % ända ned till 29 m djup, i anslutning till lokala blockförekomster. Områden med hög täckningsgrad är dock små och osammanhängande och fångas inte upp av de miljöfaktorer som använts i modellerna, delvis på grund av den grova kartan över bottensubstrat. Detta gör att ingen del av Hoburgs bank har 50 % täckningsgrad av hårbottenarter enligt modellen.

Tabell 8. Beskrivning av modellerna för Hoburgs bank. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande, samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i ArcView/ArcGIS.

	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårbottenarter ¹	xx	xx	0,45	0,20	hard_art_hb
Förekomst			cvROC		
Trådslick (<i>Pylaiella littoralis</i>)	xx	x	0,89		tradslick_hb
Fjäderslick (<i>Polysiphonia fucooides</i>)	xx	xx	0,87		fjaderslick_hb
Rödris (<i>Rhodomela confervoides</i>)	xx	xx	0,87		rodris_hb
Rödblåd (<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>)	xx	x	0,88		rodblad_hb
Ishavstofs (<i>Sphacelaria arctica</i>)	xx	x	0,76		ishavstofs_hb
Hydroid (<i>Cordylophora caspia</i>)	xx	x	0,88		hydroid_hb
Blåmussla (<i>Mytilus edulis</i>)	x	xx	0,79		blamussla_hb
Östersjömussla (<i>Macoma balthica</i>)	xx	x	0,75		macoma_hb
Havsborstmask (<i>Pygospio elegans</i>)	x	xx	0,85		pygospio_hb

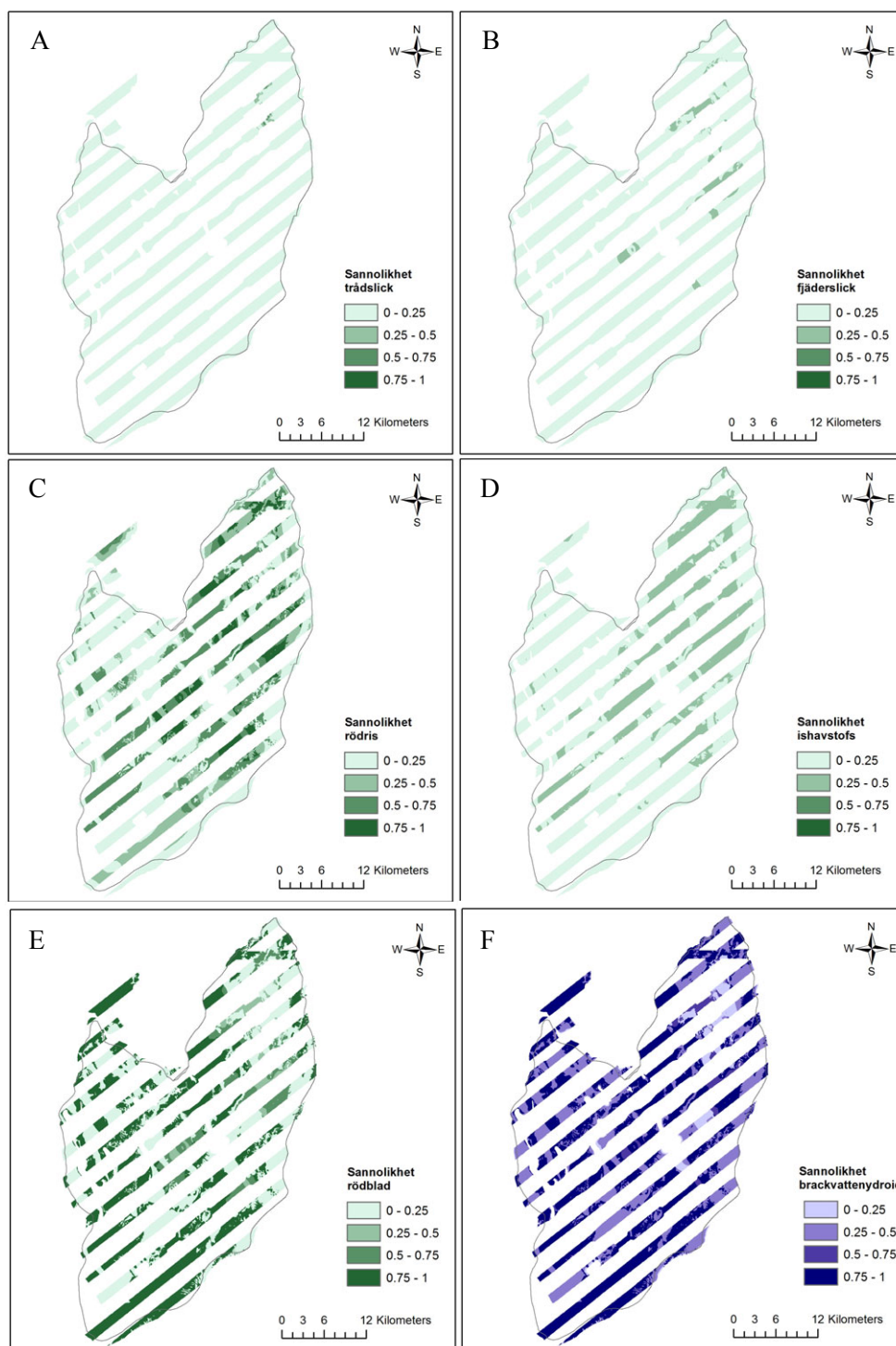
¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårbottenarter (alger och djur)

Sammanfattning Hoburgs Bank

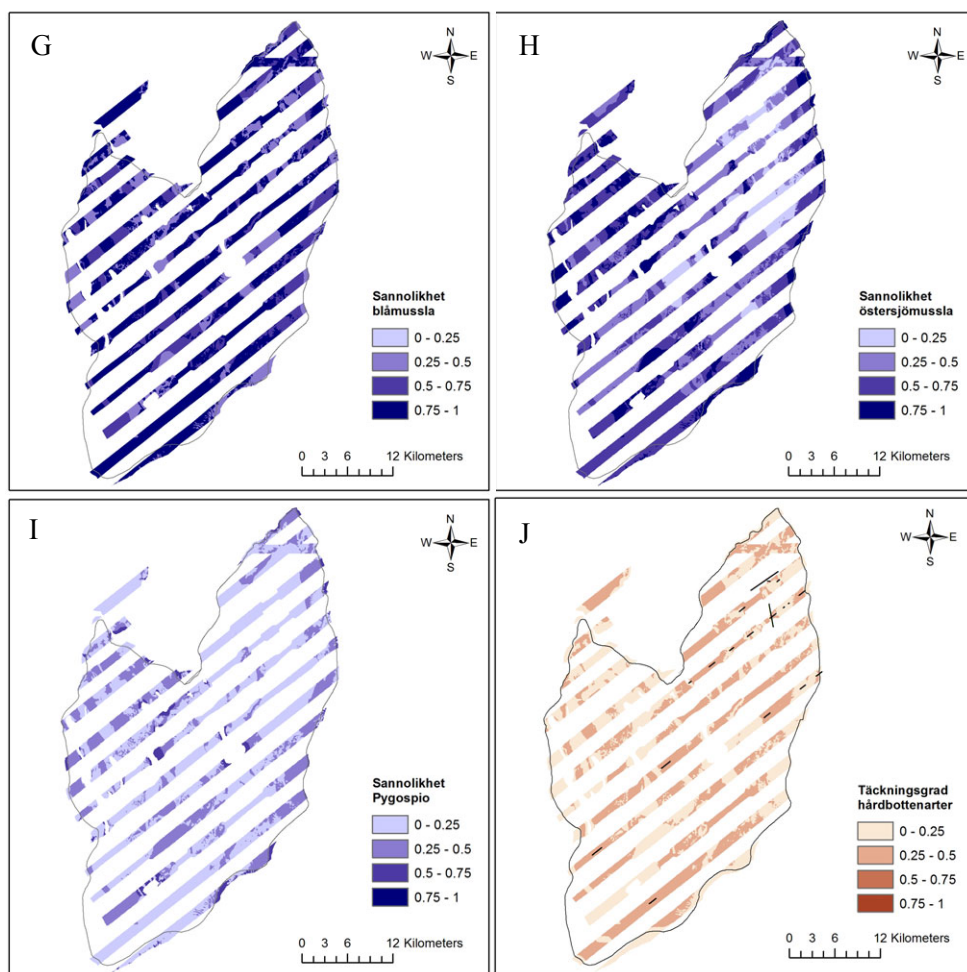
Hoburgs Bank är ett stort grundområde där botten utgörs av en blandning av grova sediment främst sand, grus, sten och block. Lokalt förekommer större och mindre områden med hög täckningsgrad av sten och block. Blockförekomsten är störst i de grundaste delarna, men även på stora djup förekommer fläckvis mycket block. I anslutning till block och stora stenar finns ett artrikt och välutvecklat hårbotten-samhälle, lokalt med mycket hög täckningsgrad. Områden med mycket hårbottenarter omges dock av stora sandytor med mycket liten förekomst av dessa arter och inga delar av grundet har därför en predikterad täckningsgrad av hårbottenarter på 50 % eller mer.

Algsamhället domineras av rödalger och uppvisar en tydlig zonering i djupled. Liksom på de andra grunden i Egentliga Östersjön är artrikedomen av alger hög och alger hittades ända ned till över 30 m djup. Detta är exceptionellt i jämförelse med kustlokaler i Östersjön och visar att algsamhällena på utsjögrunden är betydligt mindre utsatta för antropogen påverkan. Liksom de andra grunden i Egentliga Östersjön karaktäriseras Hoburgs Bank även av en rik förekomst av blåmusslor, även om förekomsten generellt är mindre än på Norra Midsjöbanken. Dessa blåmusselbottnar representerar sannolikt ett högt naturvärde på grund av blåmusslans stora ekologiska betydelse.

Flera av modellerna för Hoburgs Bank blev inte så bra, vilket kan bero på att den geologiska kartan ger en dålig representation av förekomsten av hårt substrat. Det är också viktigt att komma ihåg att även för de modeller som blev tillräckligt bra för att presenteras i denna rapport så beror tillförlitligheten hos de framtagna kartorna på hur väl den geologiska kartan stämmer i de delar som ligger utanför transekterna. Detta gäller framförallt för de arter där bottensubstratet hade en stor betydelse i modellen. Utbredningskartorna för dessa arter bör tolkas med en viss försiktighet.



Figur 10. Sannolikheten för förekomst av modellerade makroalger (A-E) och brackvattenhydroiden *C. caspia* (F) på Hoburgs Bank. Den grå heldragna linjen visar den föreslagna yttre begränsningen för grundet.



Figur 10 forts. Sannolikheten för förekomst av modellerade djur (G-I) samt täckningsgrad av samtliga hårbottenarter (J) på Hoburgs Bank. Den grå heldragna linjen visar den föreslagna yttre begränsningen för grundet. Videotranssekterna är inlagda i delfigur J.

3.8 Norra Midsjöbanken

Inventeringsdata för Norra Midsjöbanken omfattar 23 transekter (Figur 11H), indelade i totalt 4895 tiometerslånga intervall. Transekterna täcker in djupintervallet mellan 9 och 34 meter och prediktionerna är därför bara gjorda ned till 34 m djup. Några av transekterna ligger dock helt eller delvis utanför de korridorer där botten-substrat karterats. För att kunna använda botten substrat i modelleringen exkluderas de datapunkter där information om botten substrat saknas, modellerna är därför baserade på data från 22 transekter och 3401 tiometerslånga intervall.

För modelleringen användes djup och botten substrat. Information om botten substrat är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering och omklassades i tre klasser: sand-grus, grus-sten och block.

Utbredning av enstaka arter

I videoinventeringarna noterades 6 algarter och 6 arter av fastsittande djur. Den vanligast förekommande arten var rödris (*Rhodomela confervoides*), vilken förekom i över 50 % av de karterade tiometersintervallen med upp till 10 % täckningsgrad. En annan tämligen vanlig art var trådslick (*Pylaiella littoralis*), vilken inte var lika utbredd men ofta hade en hög täckningsgrad där den förekom (upp till 25 %). Täckningsgraden för övriga algarter varierade mellan 1-5 %. Makroalger hittades ända ned till 33 m djup, d.v.s. nästan så djupt som videoinventeringen sträckte sig.

De vanligast förekommande djuren var brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia* och blåmussla (*Mytilus edulis*), vilka förekom i över 60 respektive över 90 % av tiometersintervallen. Blåmussla hade även en relativt hög täckningsgrad, i genomsnitt 10 % där den förekom och lokalt upp till 100 %. För hydroiden varierade täckningsgraden mellan 1-25 % (medel 4 %), för övriga djurarter mellan 1-5 %.

Modelleringen gav mycket bra eller bra resultat för förekomst av sudare (*Chorda filum*), kräkel (*Furcellaria lumbricalis*), trådslick, rödris, rödblåd (*Phyllophora pseudoceranoides*), ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) och brackvattenshydroiden *C. caspia* (Tabell 9). Även modellen för östersjömussla (*Macoma balthica*) blev acceptabel. Modellen för blåmussla blev dålig, men eftersom denna art förekom i över 90 % av de inventerade tiometerssegmenten är sannolikheten att hitta denna art generellt hög på Norra Midsjöbanken. Även tångbark (*Electra crustulenta*) och havsborstmasken *Pygospio* gav alltför dåliga modeller. Övriga inventerade arter hade för låg förekomst för att kunna modelleras. Resultatet från några av modellerna visas i Figur 11 och modelluppskattningar av den yta där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Modellerna blev generellt mycket lika dem för Hoburgs bank. Även här var djup en viktig faktor i samtliga modeller och alg- och djursamhällena uppvisade en tydlig

zonering i djupled. Brunalgerna trådslick, sudare och ishavstofs förekom huvudsakligen i de allra grundaste områdena. Ishavstofs, som är den djupast växande trådalgen på grunden i Bottenviken och Bottenhavet, hade här sin maximala utbredning på 16 meters djup och var mycket mindre vanlig än på nordligare utsjögrund. Rödris och kräkel gick djupare (förekomsten avtog runt 25 m enligt modellerna) och allra djupast växte rödblåd. Båda de modellerade djurarterna (hydroiden *C. caspia* och östersjömussla) ökade i förekomst med djupet i hela den inventerade gradienten, men hydroiden hade hög sannolikhet för förekomst över en stor del av grundet.

Även bottensubstratet kom med i samtliga modeller, för flera algarter (sudare, kräkel och ishavstofs) var denna variabel viktigare än djupet för att förklara utbredningen. Samtliga alger utom rödblåd hade högre förekomst på grövre bottenar (grus-sten) än på sandbottenar och trådslick var allra vanligast på blockbottenar. Rödblåd uppvisade ett delvis annat mönster genom att främst förekomma på sand- och blockbottenar. Den höga förekomsten av rödblåd på sandbottenar beror antagligen på att arten är vanligast på de allra djupaste delarna av grundet, där sandbotten dominerar och att den där är knuten till lokala förekomster av block och större sten. Liksom de flesta algerna var hydroiden *C. caspia* vanligare på grus-sten och blockbottenar än på sandbottenar, medan östersjömusslan tvärtom var tydligt knuten till sandbottenar.

Som på Hoburgs bank och Vänta Litets grund modellerade vi även täckningsgraden av den ekologiskt viktiga blåmusslan med en kvantitativ modell. Modelleringen gav ett bra resultat, modellen förklarar nästan hälften av variationen i täckningsgrad (Tabell 9, Figur 11F). Enligt modellen styrs täckningsgraden av blåmussla av en kombination av djup och bottensubstrat, täckningsgraden var störst i grunda områden och i områden med blockbotten. I Östersjön är blåmusslor i hög grad knutna till hårda bottenar. Kartan visar att täckningsgraden är högst i grunda områden, där täckningsgraden av hårbotten också är högst.

Förekomst av hårbottenytor

Modelleringen av täckningsgrad för typiska hårbottenarter gav ett mycket bra resultat, korrelationen mellan observerad och predikterad täckningsgrad (r_s) var 0,81 vilket innebär att två tredjedelar av variationen i täckningsgrad förklaras av modellen (Tabell 9). Modellen blev mycket lik den för Hoburgs bank och anledningen till att den blev så mycket bättre i utvärderingen var, att blockförekomsten enligt geokartan stämde bättre överens med de områden som hade mycket block i inventeringen. Resultatet av modellen visas i Figur 11G.

Täckningsgraden av hårbottenarter förklarades till stor del av djupet. Modellen visar att täckningsgraden var högst i grunda områden och minskade kraftigt med djupet. Enligt modellen var täckningsgraden av hårbottenarter 50 % eller mer i områden ned till strax under 15 m djup och 25 % mellan 15 och 18 m djup. På vissa delar av grundet uppmättes lägre djup i inventeringen än på sjökortet, så

det är troligt att områdena med 50 % hårbotten är något större i verkligheten. Även bottensubstratet från SGU:s kartering bidrog i modellerna: täckningsgraden av hårbottenarter var genomgående låg på sandbottenar och hög på blockbottenar.

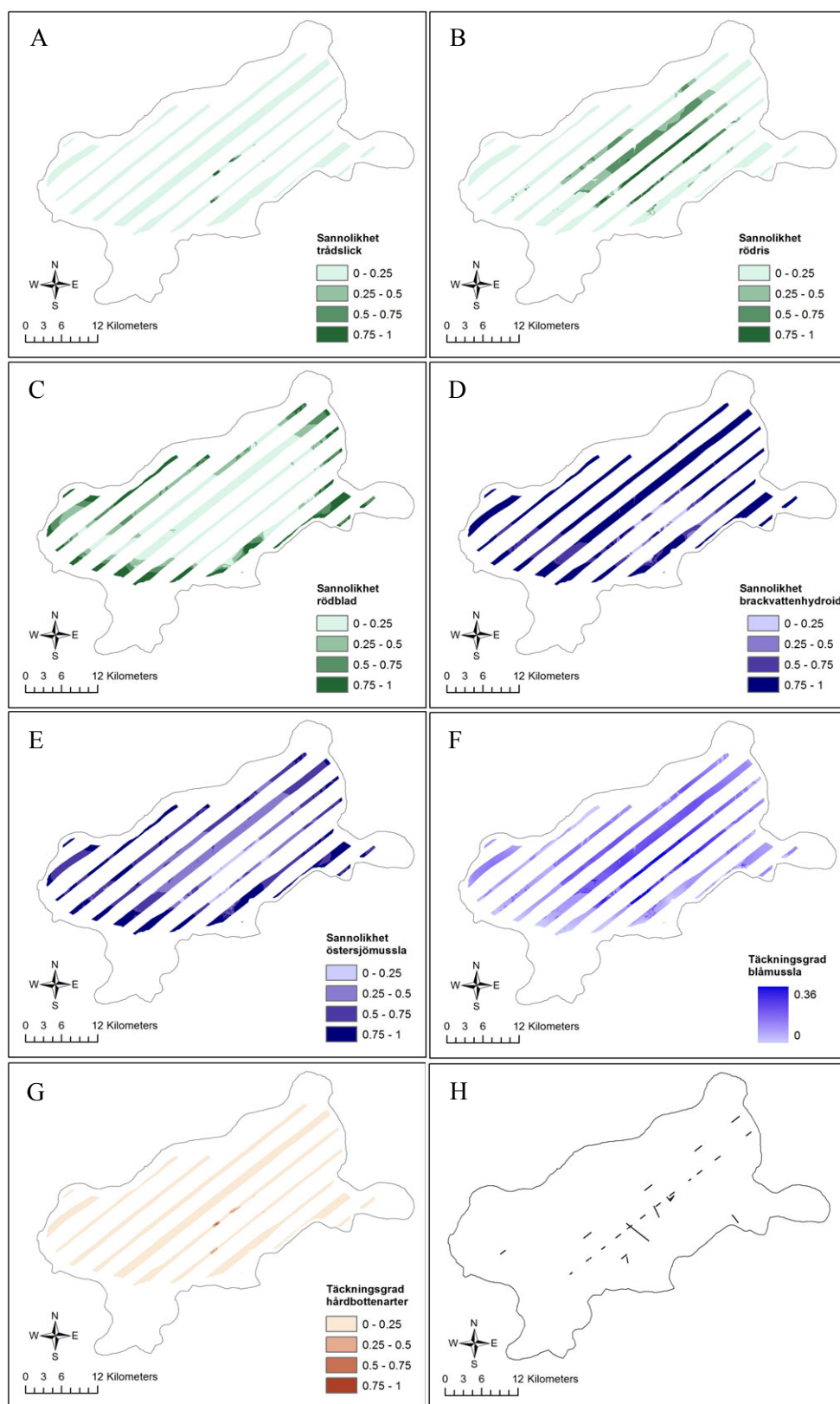
Sammanfattning Norra Midsjöbanken

Liksom på Hoburgs bank utgörs botten på Norra Midsjöbanken av en blandning av sand, grus, sten och block. Både den biologiska inventeringen och den geologiska kartan indikerar att mängden block är lägre än på Hoburgs bank. I anslutning till block och stora stenar finns ett artrikt och välutvecklat hårbottensamhälle, lokalt med mycket hög täckningsgrad. Precis som på Hoburgs bank är blockförekomsten mosaikartad, vilket gör att den predikterade täckningsgraden av hårbottenarter blir låg. Till skillnad från Hoburgs bank har dock Norra Midsjöbanken några områden som är grundare än 15 m, där den predikterade täckningsgraden av hårbottenarter var 50 % eller mer. Även alg- och djursamhället liknar det på Hoburgs bank, med dominans av rödalger och blåmusslor och med en tydlig zonering i djupled. Förekomsten av blåmusslor var större än på Hoburgs bank och Södra Midsjöbanken och representerar en naturtyp med ett högt naturvärde som anses prioriterad för bevarande (Naturvårdsverket 2007).

Tabell 9. Beskrivning av modellerna för Norra Midsjöbanken. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i ArcView/ArcGIS.

	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårbottenarter ¹	xx	xx	0,45	0,20	hard_art_nm
Blåmussla (<i>Mytilus edulis</i>)	xx	x	0,69	0,48	blamuss_kv_nm
Förekomst					
			cvROC		
Sudare (<i>Chorda filum</i>)	xx	xx	0,95		sudare_nm
Kräkel (<i>Furcellaria lumbricalis</i>)	x	xx	0,87		krakel_nm
Trådslick (<i>Pylaiella littoralis</i>)	xx	x	1,00		tradslick_nm
Rödris (<i>Rhodomela confervoides</i>)	xx	x	0,83		rodris_nm
Ishavstofs (<i>Sphacelaria arctica</i>)	xx	xx	0,97		ishavstofs_nm
Hydroid (<i>Cordylophora caspia</i>)	xx	x	0,82		hydroid_nm

¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårbottenarter (alger och djur)



Figur 11. Sannolikheten för förekomst av några modellerade makroalger (A-C) och djur (D-E), täckningsgrad av blåmussla (F) och samtliga hårbottenarter (G), samt videotranssekterna (H) på Norra Midsjöbanken. Den grå heldragna linjen visar den föreslagna yttre begränsningen för grundet. Observera att skalan för täckningsgrad av blåmussla skiljer sig från övriga delfigurer.

3.9 Södra Midsjöbanken

Inventeringsdata för Södra Midsjöbanken omfattar 28 transekter (Figur 12D), indelade i totalt 4896 tiometerslånga intervall. Transekterna täcker in djupintervallet mellan 13 och 33 meter och prediktionerna är därför bara gjorda ned till 33 m djup. Några av transekterna ligger helt eller delvis utanför de korridorer där bottensubstrat karterats. För att kunna använda bottensubstrat i modelleringen exkluderades de datapunkter där information om bottensubstrat saknas. Dessutom exkluderades en transekt där djupvärdena var osäkra på grund av ett trasigt ekolod, modellerna är därför baserade på data från 26 transekter och 4016 tiometerslånga intervall.

För modelleringen användes djup och bottensubstrat. Information om bottensubstrat är hämtat från SGU:s maringeologiska kartering och omklassades i tre klasser: sand-grus, grus-sten och block.

Utbredning av enstaka arter

I videoinventeringarna noterades 7 algarter och 6 arter av fastsittande djur. Precis som på Norra Midsjöbanken var den vanligast förekommande arten rödris (*Rhodomela confervoides*), vilken här förekom i över 60 % av de karterade tiometersintervallen med upp till 10 % täckningsgrad. Även här var trådslick (*Pylaiella littoralis*) också vanlig, med mindre utbredning men ofta högre täckningsgrad där den förekom (upp till 25 %). Övriga algarter var mindre vanliga och hade generellt låg täckningsgrad (1-5 %), även om kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) lokalt förekom med upp till 10 % täckningsgrad. Makroalger hittades ända ned till drygt 30 m djup.

Även djursamhället var mycket likt det på Norra Midsjöbanken med stor dominans av brackvattenhydroiden *Cordylophora caspia* och blåmussla (*Mytilus edulis*), vilka förekom i 50 respektive över 80 % av tiometersintervallen (d.v.s. något mindre än på Norra Midsjöbanken). Även här hade blåmussla en relativt hög täckningsgrad, i genomsnitt över 10 % där den förekom och lokalt upp till 100 %. För hydroiden varierade täckningsgraden mellan 1-25 % (medel 3 %), för övriga djurarter mellan 1-5 %.

Modelleringen gav mycket bra eller bra resultat för förekomst av trådslick, rödris och ishavstofs (*Sphacelaria arctica*) (Tabell 10). Däremot gav kräkel, rödblåd (*Phyllophora pseudoceranoides*), mjukt kärringhår (*Desmarestia viridis*), brackvattenhydroiden (*Cordylophora caspia*), tångbark (*Electra crustulenta*), östersjömussla (*Macoma balthica*) och havsborstmasken *Pygospio* alltför dåliga modeller. Även modellen för blåmussla blev dålig, men eftersom denna art förekom i över 80 % av de inventerade tiometerssegmenten är sannolikheten att hitta denna art generellt hög på Södra Midsjöbanken. Övriga inventerade arter hade för låg förekomst för att kunna modelleras. Resultatet från modellerna visas i Figur 12 och modelluppskattningar av den yta där sannolikheten är minst 50 % för förekomst av de modellerade arterna finns sammanställd i Appendix 1.

Modellerna var mycket lika dem från Norra Midsjöbanken. Djup var en viktig faktor i alla modeller. Algsamhällena uppvisade en zonering i djupled där trådslick och ishavstofs huvudsakligen förekom i de grundaste områdena, medan rödris och kräkel gick djupare (förekomsten avtar runt 24 m enligt modellerna). Bottensubstratet kom med i modellen för ishavstofs, arten var vanligare på grus-sten och blockbottnar än på sandbottnar.

Vi gjorde även ett försök att modellera täckningsgraden av den ekologiskt viktiga blåmusslan med en kvantitativ modell, men modellen blev alltför dålig. Utifrån befintligt underlag går det därför inte att beskriva mönstret för täckningsgrad av blåmussla på Södra Midsjöbanken.

Förekomst av hårbottenarter

Modelleringen av täckningsgrad för typiska hårbottenarter gav ett svagt resultat, korrelationen mellan observerad och predikterad täckningsgrad (r_s) var bara 0,44. Detta innebär att bara 20 % av variationen i täckningsgrad förklaras av modellen (Tabell 10). Liksom på Hoburgs bank kan det bero på att hårbottenarterna är knutna till blockförekomster och att dessa inte beskrivs tillräckligt väl av den geologiska kartan.

Resultatet av modellen för typiska hårbottenarter visas i Figur 12C. Täckningsgraden av hårbottenarter förklarades av en kombination av djup och bottensubstrat. Modellen indikerar att täckningsgraden av hårbotten är högst i de grunda delarna och minskar med djupet och är som högst på blockbottnar och lägst på sand-grus. Precis som på Hoburgs bank visade inventeringen att täckningsgraden av hårbottenarter lokalt kan vara upp till 100 % i grunda områden och upp till 50 % ända ned till 29 m djup, i anslutning till lokala blockförekomster. Områden med hög täckningsgrad är dock små och osammanhängande och fångas inte upp av de miljöfaktorer som använts i modellerna. Detta gör att ingen del av Södra Midsjöbanken har 50 % täckningsgrad av hårbottenarter enligt modellen och bara de områden som klassats som blockbotten på den geologiska kartan har 25-50 % täckningsgrad.

Den biologiska inventeringen visar dock att den faktiska blockförekomsten är betydligt större än vad den geologiska kartan visar, vilket gör att förekomsten av områden med mycket hårbottenarter antagligen är större än vad Figur 12C visar. Den svaga modellen, tillsammans med tveksamheten om hur väl den geologiska kartan presenterar den verkliga förekomsten av hårt substrat, gör att denna karta måste läsas med försiktighet.

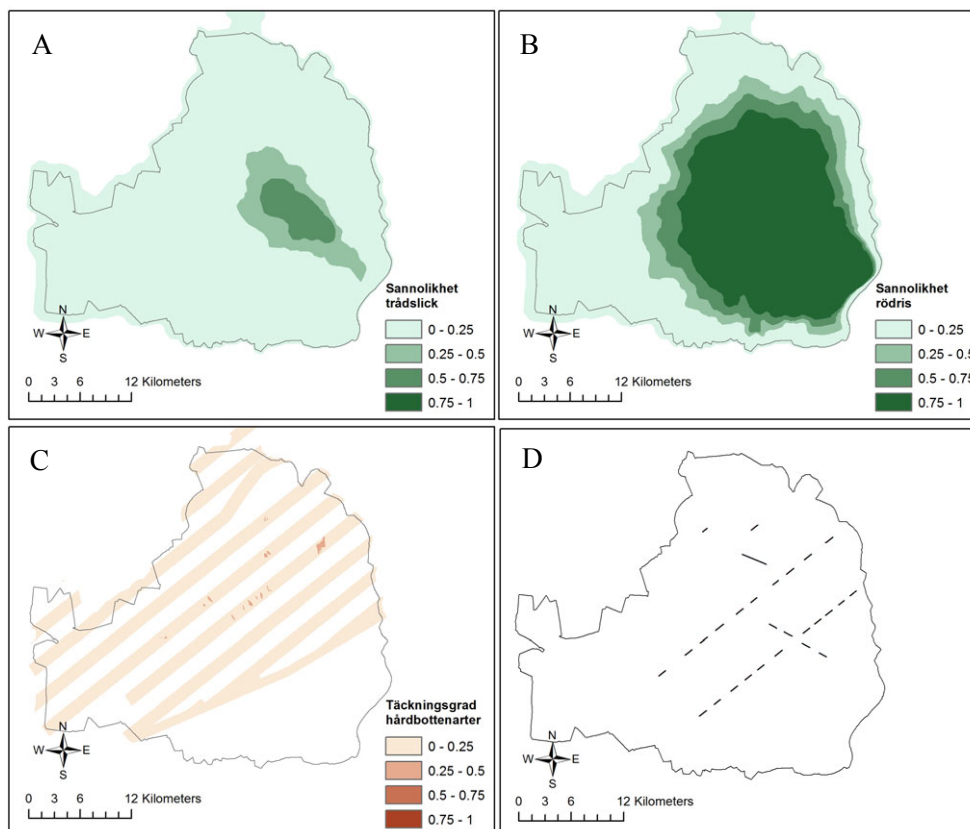
Tabell 10. Beskrivning av modellerna för Södra Midsjöbanken. Tabellen visar ingående förklaringsvariabler (utvalda med AIC), där x betyder att variabeln har ett litet inflytande och xx att den har ett stort inflytande samt valideringsvärden; r_s (korrelationskoefficienten) och r^2 (modellens förklaringsgrad) för täckningsgradsmodellerna och cvROC för förekomstmodellerna. Resultatfilen är en gridd med prediktioner som kan läsas i ArcView/ArcGIS.

	Djup	Botten	r_s	r^2	Resultatfil
Täckningsgrad					
Hårdbottenarter ¹	xx	xx	0,44	0,19	hard_art_sm
Förekomst					
			cvROC		
Trådslick (<i>Pylaiella littoralis</i>)	xx			0,91	tradslick_sm
Rödris (<i>Rhodomela confervoides</i>)	xx			0,81	rodris_sm
Ishavstofs (<i>Sphacelaria arctica</i>)	xx	xx		0,87	ishavstofs_sm

¹ Sammanlagd täckningsgrad av typiska hårdbottenarter (alger och djur)

Sammanfattning

Liksom på de andra grunden i Egentliga Östersjön utgörs botten på Södra Midsjöbanken av en blandning av sand, grus, sten och block. Mängden block är ungefär lika stor som på Norra Midsjöbanken. I anslutning till block och stora stenar finns ett artrikt och välutvecklat hårbottensamhälle, lokalt med mycket hög täckningsgrad, men på grund av den fläckvisa utbredningen av block har ingen del av grundet en predikterad täckningsgrad av hårdbottenarter på 50 % eller mer. Artsammansättningen av alger och djur är mycket lik den på Norra Midsjöbanken. Även här domineras algsamhället av rödalger som går ända ned till drygt 30 m djup medan blåmusslan är den vanligaste djurarten. Blåmusslor finns spridda över hela grundet med i genomsnitt 10 % täckningsgrad och lokalt förekommer mycket tät bestånd. Med befintligt underlag har det dock inte varit möjligt att i kartform beskriva vilka delar av grundet som har de största koncentrationerna av denna art.



Figur 12. Sannolikheten för förekomst av två modellerade makroalger (A-B), täckningsgrad av samtliga hårbottenarter (C) på Södra Midsjöbanken, samt videotranssekterna (D). Den grå hel-dragna linjen visar den föreslagna yttre begränsningen för grundet.

4. Diskussion

4.1 Arternas utbredningsmönster

De framtagna kartorna ger mycket information om utbredningen av enskilda arter, både på Östersjönivå och inom de enskilda grunden. Det stora geografiska mönstret visar att grunden i Bottenviken är mycket lika inbördes med avseende på artsammansättning, arternas djuputbredning och vilka arter som dominerar. På samma sätt är grunden i Egentliga Östersjön generellt mycket lika varandra. De två modellerade grunden i Bottenhavet är också lika inbördes, men medan Vänta Litets grund har mycket gemensamt med grunden i Bottenviken har det sydligare Finngrundet Östra banken inslag av arter som annars förekommer på grunden i Egentliga Östersjön.

Ett viktigt skäl till detta mönster är naturligtvis salthaltsgradienten. Grunden i Bottenviken domineras av arter med sötvattenursprung och andelen arter med marint ursprung ökar när man går söderut i Östersjön. Många arter förekommer eller dominerar bara i en del av salthaltsgradienten. Några exempel är sötvattensvampen (*Ephydatia fluviatilis*) som bara hittades ned till Norra Kvarken och blåmusslan som inte förekommer i Bottenviken och är vanligast på grunden i Egentliga Östersjön.

Den nord-sydliga gradienten i Östersjön påverkar även klimatet, med längre och kallare vintrar och mer påverkan av is i norr. Isskrap är antagligen en viktig störningsfaktor på grunden i Bottenviken och Bottenhavet. Ett exempel på en art vars utbredning antagligen beror på klimatet är kallvattensarten ishavstofs (*Sphacelaria arctica*), som dominerar på större djup på grunden i Bottenhavet men inte förekommer i Bottenviken och är betydligt mindre vanlig i Egentliga Östersjön.

Medan artsammansättning och arternas djuputbredning är mycket lika mellan närliggande grund, visar GIS-kartorna att de totala förekomsterna av olika arter kan skilja sig mycket åt. Dessa skillnader beror dels på att grunden skiljer sig kraftigt i djupförhållanden. Medan Marakallen går ända upp till en dryg meter under havsytan ligger de grundaste delarna av Hoburgs bank på 16 m djup. Alla grunden i Bottenviken och Bottenhavet har betydande partier som är grundare än 10 m, medan grunden i Egentliga Östersjön ligger djupare. Det gör att medan de nordliga grunden omfattar hela zoneringen, med både arter knutna till grunda och djupa områden, så representerar algfloran på de tre grunden i Egentliga Östersjön bara de djupa rödalgsbältena och djursamhällena. Även inom de olika havsområdena finns betydande skillnader, vilket exempelvis avspeglas av att arter som är knutna till riktigt grunda områden såsom grönalger och trådslick har en större utbredning på grund med stora, riktigt grunda områden.

Även skillnader i bottensubstrat kan förklara olikheter mellan grunden. De geologiska kartorna uppvisar betydande skillnader mellan grunden, där några domineras av isälvsmaterial och andra av morän och där blottad berggrund bara förekommer

på några av grunden. Den stora likheten i modellerna mellan olika grund inom samma område antyder dock, att dessa skillnader kanske inte är avgörande för utbredningen av de hårbottenlevande arter som står i fokus i denna rapport. Dessa arter är knutna till förekomst av hårt substrat, d.v.s. berghällar, block eller stora stenar. Resultaten från de biologiska inventeringarna visar tydligt, att stora mängder block och sten förekommer på samtliga utsjögrund, speciellt koncentrerat till de grundaste delarna där de svallats fram.

På en mindre skala (inom enskilda grund) visar modelleringen att arternas utbredning till stor del styrs av djupet och tillgången på hårt substrat. På de flesta av grunden går det att urskilja en zonerings där olika arter dominerar i olika djupintervall, men zoneringsen var tydligast på grunden i Bottenhavet och Egentliga Östersjön. Gemensamt för alla grund är att alger dominerar i grunda områden där ljusstillgången är god. När algerna tunnas ut med djupet blir inslaget av fastsittande, filtrerande djur större. Precis samma mönster återfinns i kustnära områden, men på flera av utsjögrunden var den maximala djuputbredningen av alger betydligt större än på kustnära lokaler. Detta beror sannolikt på en bättre vattenkvalitet i utsjön, men en bidragande faktor kan också vara en större tillgång på hårt substrat på stora djup.

4.2 Faktorer som styr utbredningen

Av de fyra miljövariabler som fanns att tillgå i form av heltäckande data kunde bara två användas i modelleringen (djup och bottensubstrat). Både lutning och lutningsriktning uteslöts, eftersom inventeringstransekterna saknade punkter med hög eller halvhög lutning (se 2.2). Både lutning och lutningsriktning kan annars förväntas ha betydelse för utbredningen av bottenlevande arter. Lutningen påverkar kanske framförallt bottensubstratet, branta ytor ansamlar exempelvis mindre sediment än plana, men på en liten skala kan lutningen även påverka etableringen av organismer direkt (Qvarfordt et al. 2006). Lutningsriktningen kan påverka mängden inkommande ljus (en nordslutning ligger ofta i skugga), men även exempelvis påverkan från vågor och is, om grundet har en exponerad och en mer skyddad sida. Det är möjligt att varken lutning eller lutningsriktning har någon större betydelse för arters utbredning på utsjögrunden på den skala vi har modellerat (10x10m). Grunden är ofta relativt flacka på denna skala, medan det finns en stor variation på en mycket liten skala genom förekomsten av block med delvis branta väggar.

Av de variabler som kunde användas, var djupet den absolut viktigaste faktorn i de flesta av modellerna. För flera arter var djup den enda faktorn som bidrog till att förklara utbredningen på åtminstone något av grunden. Många av de modeller där djup var den enda, eller den absolut viktigaste förklaringsvariabeln, gav ändå mycket bra resultat i utvärderingen, vilket tydligt visar att djup är en viktig faktor för utbredningen av många arter på utsjögrunden. Detta är inte unikt för denna miljö, otaliga studier i marina miljöer har visat att djup är en av de viktigaste fakto-

rerna som styr arters utbredning och att många arter bara förekommer i ett distinkt djupintervall.

Djupets betydelse beror på att djupet hänger samman med en rad andra faktorer, som ljusinstrålning, vågpåverkan, botten temperatur och salthalt, vilka alla har en direkt påverkan på bottenlevande organismer. Två av dessa faktorer är uppenbart viktiga på utsjögrunden. Många alger begränsas nedåt av tillgången på ljus och zonerings av algarter styrs i huvudsak av skillnader i anpassning till låga ljusnivåer. Den andra faktorn, som påverkar både djur och växter, är vågpåverkan, som i sin tur påverkar tillgången på hårt substrat. Vågpåverkan är störst i grunda och uppstickande områden, vilket får till följd att fint material (lera och sand) sköljs bort från dessa områden och istället avsätts i svackor på större djup. De flesta av de modellerade arterna är knutna till förekomsten av block och större stenar, vilken i sin tur i hög grad är styrd av djupet.

Bottensubstratet enligt den geologiska kartan var också betydelsefullt i flera modeller, speciellt på några av grunden. Som tidigare diskuterats fångas en del av mönstren i hårbottenförekomst upp av djupfaktorn, men information om bottensubstratet förbättrade ändå modellerna i vissa fall. Bottensubstratet hade generellt störst betydelse för arter som förekom på större djup, vilket antagligen hänger samman med att förekomsten av hårt substrat varierar mer på större djup och att denna variation åtminstone till en del fångas upp av den geologiska kartan.

I detta modelleringsarbete har vi bara haft tillgång till djup och bottensubstrat som miljövariabler, men det är tänkbart att andra faktorer också är viktiga för arters utbredning inom och mellan grund. Exempel på faktorer som skulle kunna vara betydelsefulla inom grund är strömmar och vågexponering vid botten, vilka både påverkar förekomsten av hårt substrat och tillförseln av föda till fastsittande djur. I en annan modelleringsstudie av ett utsjögrund där vågexponeringen vid botten kunde inkluderas, föll den ut som en viktig faktor i flera av modellerna (I. Carlén & M. Isaeus, opublicerade data). Skillnader mellan grunden kan styras av faktorer som salinitet, haloklinens djup och isförhållanden. Dessa faktorer är viktiga att ta hänsyn till, om man vill använda resultaten från de här framtagna modellerna för att prediktera utbredningen av arter på andra utsjögrund i Östersjön.

4.3 Naturvärden på utsjöbankarna

Några av de kriterier som tagits fram för att peka ut marina områden med höga naturvärden (Naturvårdsverket 2007) är tillämpbara på de modellerade utsjögrunden. Det gäller exempelvis förekomsten av tångbälten och blåmusselbottnar, som klassas som prioriterade naturtyper för bevarande. Vad gäller tångbälten är Finngrundet Östra banken unik bland de modellerade grunden i och med den stora förekomsten av tång i grunda områden. På de andra grunden saknades tång helt. Avsaknaden av tångarter på grunden i Bottenviken kan förklaras av den låga salthalten

och grunden i Egentliga Östersjön är till största delen för djupa för att hysa tångvegetation. Det är inte klart varför ingen tång hittades på det andra grundet i Bottenhavet (Vänta Litets grund), eftersom rika tångbestånd förekommer vid kusterna i detta område. Det är möjligt att miljön på detta grund är så hård, med stor påverkan från vågor och drivas, att de fleråriga tångplantorna inte överlever. Avsaknad av tång på utsjögrunden skulle också kunna bero på att tångarter är dåliga på att sprida sig långa sträckor, men förekomsten av tång på Finngrundet visar att det inte är omöjligt för dessa arter att sprida sig till områden långt från kusten.

Stora mängder blåmusslor hittades främst på grunden i Egentliga Östersjön. Som ofta i Östersjön är blåmusslorna huvudsakligen knutna till hårt substrat, och bildar därför ingen ytterligare revstruktur, men täta förekomster av blåmusslor är ändå ekologiskt betydelsefulla genom att skapa en livsmiljö för många andra arter. På Norra Midsjögrund, där täckningsgraden av blåmusslor var möjlig att modellera, var täckningsgraden högst i grunda områden där förekomsten av hårbotten var störst. Detta mönster var inte lika tydligt på de andra grunden, vilket kan bero på att förekomsten av hårt substrat inte var lika tydligt kopplad till djupet (se 3.7) eller möjligen på att mönstret störs av att alfågel och andra dykänder äter upp en stor del av musslorna i vissa områden. Generellt var dock förekomsten av blåmusslor hög på alla dessa grund.

Även på Vänta litets grund i Bottenhavet hittades betydande förekomst av blåmusslor. Fläckvis fanns täta förekomster, men utslaget på en större yta var täckningsgraden betydligt lägre än på grunden i Egentliga Östersjön. Trots detta representerar blåmusselförekomsten på Vänta litets grund ett betydande värde eftersom så stor förekomst av blåmusslor är ovanlig i Bottenhavet.

Utsjögrunden kan även ges ett generellt värde på grund av sin speciella miljö med stor påverkan av vågor och is men liten påverkan från mänskliga aktiviteter. Både miljöns unikhet och naturlighet (d.v.s. frånvaro av exploatering eller mänsklig störning) är kriterier för skyddsvärda miljöer. Det finns inga äldre studier som kan visa i vilken grad miljön på utsjögrunden har förändrats under det senaste århundradet, men det finns anledning att tro att dessa miljöer är skyddade från många typer av störning genom sitt läge långt ut från kusten. Ett tecken på detta är den maximala djuputbredningen av alger generellt är större på utsjögrunden än på kustnära lokaler, vilket tyder på en mindre påverkan av kustnära övergödning eller (främst i Bottenviken) av brunt, humusrikt älvvatten.

Grunden i Bottenviken har naturligt färre arter och saknar helt förekomst av både tång och blåmusslor på grund av den låga salthalten. Den art som sannolikt till stor del fyller samma ekologiska funktion som blåmusslan är istället sötvattenssvampen (*Ephydatia fluviatilis*). Studier i sötvattenmiljöer har visat att denna och andra liknande svampdjursarter är effektiva filterare som kan förbättra vattenkvaliteten genom att ta upp plankton och organiskt material. Det är därför intressant att notera

att förekomsten av sötvattensvampen var betydligt högre på Marakallen än på de andra grunden i Bottenviken.

De naturvärdesbedömningar som diskuteras här grundar sig enbart på bottenvegetation och bottenlevande ryggradslösa djur och huvudsakligen på arter som är knutna till hårt substrat. Flera av grunden som beskrivs i denna rapport har även betydande värden kopplade till andra djurgrupper. Ett exempel är Hoburgs bank som är en känd övervintringslokal för en stor del av alfågelpopulationen i Eurasien. Marakallen är en viktig koloni för den rödlistade sälarten vikare. Utsjögrunden anses även vara viktiga lek- och uppväxtområden för många fiskarter. Det är också möjligt att det kan finnas naturvärden kopplade till mjuka bottenar, även om förekomsten av denna botten typ generellt är låg på grunden. En mer fullständig naturvärdesbedömning av de här beskrivna utsjögrunden kommer att göras i samband med den nya utsjöbanksinventeringen som genomförs under 2008-2010, där ett av målen är att utarbeta generella kriterier för naturvärdesbedömning av utsjömiljöer.

4.4 Naturtyper i Natura 2000

De naturtyper som förekommer på utsjöbankarna är *Rev 1170* och *Sublittorala sandbankar 1110*. Enligt EU-definitionen utgörs rev av stabilt hårt substrat (berggrund, block eller sten) som höjer sig över omgivande botten och karaktäriseras av makroalgssamhällen och hårbottendjur som blåmusslor, svampdjur och mossdjur¹. Sublittorala sandbankar ska enligt EU-definitionen huvudsakligen bestå av sandiga sediment, även om grövre (sten och block) och finare (lera) kornstorlekar även kan förekomma. Enligt Naturvårdsverkets tolkning av EU-definitionen avgränsas rev mot omkringliggande botten ”där revbildningen övergår med mer än 50 % i mjukbotten” (Naturvårdsverket 2007). En rimlig tolkning av detta är att avgränsade grundområden där täckningsgraden av hårbotten är 50 % eller mer klassas som rev, medan områden med en lägre täckningsgrad av hårbotten klassas som sublittorala sandbankar så länge inte inslaget av finsediment (silt och lera) blir för stort.

I tidigare försök att dela in utsjöbankarna i naturtyper har man använt sig av SGU:s kartering av botten substrat. Områden med fast berggrund har klassats som rev, medan alla andra botten typer har klassats som sublittorala sandbankar. På de flesta utsjögrunden i Östersjön utgörs dock botten till stor del av morän eller isälvs material som kan innehålla betydande mängd hårbotten (sten och block) uppblandat med finare kornstorlekar. Beskrivningarna av botten substratet som gjorts i video-transekterna visar att täckningsgraden av sten och block ofta varierar från några få procent till 100 % inom ett och samma grund.

För att skapa en bättre klassning av naturtyper har vi här modellerat den sammanlagda täckningsgraden av arter som är knutna till hårbotten, vilka kan ses som

¹ DOC.HAB. 06-09/03

karaktärsarter för naturtypen *Rev 1170*. Fördelen med att använda organismer som indikatorer på hårbotten är att det ger en biologiskt relevant klassning av botten-substratet. En sådan klassning fångar exempelvis in att halvstora stenar kan utgöra ett stabilt hårt substrat på bottnar skyddade från vågsvall, men utgör ett rörligt substrat på vågexponerade bottnar. Utifrån kartan över täckningsgrad av hårbottenarter är det möjligt att hitta ytor där täckningsgraden av hård botten är minst 50 %.

Nackdelen med att använda hårbottenarter som indikatorer för hårbottenförekomst är att 100 % av den befintliga ytan inte alltid är täckt av alger och djur. Detta gäller speciellt på litet större djup i Bottenviken och norra Bottenhavet, där täckningsgraden kan vara låg även då det finns mycket block och sten. Täckningsgraden av hårbottenarter ger därför en något försiktig uppskattning av mängden hårbotten, de indikerar var förekomsten av hårt substrat *åtminstone* är 50 %. Det är även möjligt att titta i större detalj på data från ett visst grund och bedöma om det finns anledning att dra gränsen mellan 1170 och 1110 vid en lägre procentsats av fastsittande djur för att få en rimlig bild av mängden hårbotten.

Att sätta en naturtypsgräns vid just 50 % täckningsgrad av hårbotten är en pragmatisk lösning och det är viktigt att inte glömma att det egentligen är svårt att hitta några skarpa gränser mellan de båda naturtyperna på utsjögrunden. I själva verket sker det generellt en gradvis övergång från vad som helt självklart är ett rev (stor dominans av hårbotten) till vad som självklart är en sandbank (stor dominans av sand och grus).

Om man använder sig av den modellerade täckningsgraden av hårbottenarter som indikator på naturtypen *Rev 1170* så förekommer denna naturtyp på samtliga utsjögrund utom Hoburgs bank och Södra Midsjöbanken. Mer än 50 % täckningsgrad av hårbottenarter förekommer framförallt i de allra grundaste delarna, ned till några få meters djup på de nordligaste grunden, till 10 m djup på många av grunden i Bottenhavet och Bottenviken och till 15 m djup på Norra Midsjöbanken i Egentliga Östersjön. Det är dock viktigt att komma ihåg att täckningsgraden av hårbottenarter lokalt är hög även på betydligt större djup och även på Hoburgs bank och Södra Midsjöbanken. Zoneringen av hårbottenarter sträcker sig också betydligt djupare än det som strikt klassas som rev. De naturvärden som är förknippade med hårt substrat är därför inte nödvändigtvis begränsade till det som avgränsas som rev enligt denna klassning.

Väktaren utgör ett specialfall bland de inventerade grunden. Eftersom området inte utgör en topografiskt avskild enhet och eftersom en del skär sticker upp över vattenytan faller ingen del av området inom definitionen för habitatklasserna *Rev 1170* eller *Sublittoral sandbankar 1110*.

4.5 Modellernas kvalitet och tillförlitlighet

Utvärderingarna av modellerna visade ett stort spann, från utmärkt (modellen kan nästan exakt återskapa de observerade mönstren) till mycket svagt. De modeller som redovisas i denna rapport gav acceptabla resultat i utvärderingen, men även här finns en stor variation från de bästa till de sämsta modellerna. Kunskap om modellernas kvalitet är naturligtvis av stor vikt när man vill använda modellerna i planering, men kan även säga något om vilka arter som tydligt styrs av de miljöfaktorer som ingår i modellerna och vilka som kanske även styrs av andra faktorer. En utvärdering av modellerna är även central för att bedöma vilket underlag som behövs för att ta fram den här typen av utbredningskartor utifrån inventeringstransekter.

Först en kommentar om utvärderingsmetoden. När man bedömer modellernas kvalitet är det viktigt att komma ihåg att all utvärdering inom detta projekt är gjord med samma data som använts för att bygga modellen, eller närmare bestämt ett slumpmässigt urval ur denna datamängd (korsvalidering). Detta ger ingen oberoende utvärdering av modellerna, för en sådan krävs en annan datamängd att utvärdera modellerna med. Sådana data finns tyvärr inte att tillgå för utsjögrunden idag, men det vore mycket värdefullt att i framtiden kunna utvärdera de framtagna modellerna mot oberoende data. För att minska risken för att skapa missvisande prediktioner har vi därför, med erfarenhet från tidigare utvärderingsstudier, använt få (2) frihetsgrader i GAM-modelleringen. Något som talar för modellernas kvalitet är att modellerna för enskilda arter i de flesta fall blir mycket lika mellan närliggande grund, vilket tyder på att de fångar upp ett generaliserbart mönster och inte är beroende av exakt hur transekterna lagts ut.

På många av grunden var det framförallt eller enbart algerna som gav bra modeller och djupet var i stort sett alltid den viktigaste faktorn för att förklara utbredningen. Detta visar att alger som grupp fungerar bra att modellera även med ett begränsat antal faktorer, så länge djupet finns med. På de flesta grund gav alla modellerade alger bra eller tillräckligt bra modeller. Det var bara på två av grunden i Egentliga Östersjön som enskilda arter (kräkel på Hoburgs bank och kräkel, rödblåd och mjukt kärringhår på Södra Midsjöbanken) inte kunde modelleras. Orsaken till detta är sannolikt att underlagsdata varit för dåligt, men det kan även vara en effekt av att arterna styrs av faktorer som inte är med i modellerna eller helt enkelt har en fläckvis utbredning i de områden där de skulle kunna förekomma.

Bland algerna var det ofta de grundast växande arterna (grönalger och/eller trådslick) som gav de allra bästa modellerna. Detta kan förklaras med att tillgången på hårt substrat är genomgående hög i grunda områden och dessa arter därför hittas överallt inom sitt djupintervall. I djupare områden är förekomsten av hårbotten mer mosaikartad, vilket gör att djupare växande arter har en fläckvis utbredning som inte helt fångas upp av modellerna. Det är betecknande att det var på de två

djupast liggande grunden (Hoburgs bank och Södra Midsjöbanken) som några av algarterna inte gav bra modeller.

För djuren var modelleringsframgången mer varierande. Modellerna för djuren var överlag svagare än de bästa algmodellerna och på flera av grunden kunde inte alla djurarter modelleras med tillräcklig träffsäkerhet. Kvaliteten på modellerna skiljde sig både mellan arter och mellan områden. Några arter var överlag svåra att modellera, exempelvis brackvattenshydroiden *Cordylophora caspia* för vilken bara två av fem modeller blev tillräckligt bra och blåmussla (*Mytilus edulis*) som där två av fyra modeller blev bra. På några av grunden gav få eller inga arter tillräckligt bra modeller. Varken på Väktaren eller Södra Midsjöbanken kunde någon av djurarterna modelleras och på Hoburgs bank och Norra Midsjöbanken var det flera arter som inte gick att modellera.

Svårigheterna med många av djurmodellerna indikerar att dessa arter inte styrs lika entydigt av djupet. Det är möjligt att andra miljöfaktorer är viktiga för att bestämma utbredningen för dessa arter. Bottensubstratet är antagligen en viktig faktor som bara delvis fångas upp av djupet och substratklassningen i den geologiska kartan. De grund som gav sämst modeller var dels de djupa grunden i Egentliga Östersjön, där djupet kan förväntas förklara mindre av hårbottenförekomsten och dels Väktaren, där den geologiska kartläggningen av hårbottenförekomst var mycket osäker på grund av svårigheter att kartera detta grunda område.

Även andra faktorer, som inte ingått i dessa modeller, kan vara viktiga för utbredningen av bottendjur. Alla de modellerade djurarterna utom östersjömusslan (*Macoma balthica*) är filtrerare, för vilka tillgången på mat hänger samman med vattenrörelser (exempelvis vågexponering och strömmar). I framtida modellering av utsjögrund vore det därför värdefullt att ta fram heltäckande kartunderlag för dessa faktorer. I vissa fall är det även möjligt att utbredningen av arter påverkas starkt av biotiska interaktioner. Ett exempel på detta kan vara blåmusselbestånden på Hoburgs bank, som visade tydliga tecken på att vara kraftigt ätna av alfvigel. Detta skulle kunna förklara dels varför täckningsgraden av blåmusslor inte kunde modelleras på denna bank och dels att förekomsten av denna art var lägre än på Midsjöbankarna.

I denna rapport presenteras genomgående resultaten från förekomstmodeller av de olika arterna, även om även täckningsgradsmodeller presenteras för blåmusslor på de grund där de förekom i tillräckligt antal. Anledningen till att vi inte redovisar täckningsgradsmodeller för alla arter är att det bara var ett fåtal av dessa modeller som blev tillräckligt bra. En trolig orsak till att det var så svårt att få bra täckningsgradsmodeller är att underlagsdata är alltför dåligt. En annan modelleringsstudie av ett utsjögrund i Bottenhavet (Storgrundet) gav över lag bra täckningsgradsmodeller för bottenlevande alger och djur (Carlén & Isaeus, opublicerade data). Denna modellering byggde på samma typ av biologiska data (videotranssektinventeringar), men studien kunde utnyttja mer högupplösta batymetriska och geologiska data,

samt data på vågexponeringen vid bottnen. Detta visar att det går att ta fram kvantitativa modeller om underlaget för miljövariablerna är tillräckligt bra.

5. Referenser

- Bio, A.M.F., Alkemade, R., Barendregt, A., 1998. Determining alternative models for vegetation response analysis: a non parametric approach. *Journal of Vegetation Science* 9, 5-16.
- Lehmann A., Overton J.C. and Leathwick, J.R., 2002. GRASP: Generalized regression analysis and spatial predictions. *Ecological Modelling* 157, 189-207.
- Naturvårdsverket 2006. Inventering av marina naturtyper på utsjöbankar. Rapport 5576.
- Naturvårdsverket 2007: Manual för basinventering av marina naturtyperna 1110, 1130, 1140 och 1170. Version 6.0 (utbildningsversion juni 2007).
- Naturvårdsverket 2007: Skydd av marina miljöer med höga naturvärden. Rapport 5739.
- Qvarfordt, S., Kautsky, H. & Malm, T. 2006: Development of fouling communities on vertical structures in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67: 618-628.
- Sandman, A., Isæus, M., Kautsky, H. (in prep), Spatial predictions of Baltic phyto-benthic communities: Measuring robustness of GAM models based on transect data.
- Yee, T.W., Mitchell, N.D., 1991. Generalized additive models in plant ecology. *Journal of Vegetation Science* 2, 587-602.

Bilaga 1: Areauppskattningar

Areauppskattningar för de modellerade utsjögrunden. Tabellen visar grundets totala yta (enligt tidigare genomförd avgränsning), modelluppskattningar av den sammanlagda arean med dominans av hårdbotten respektive rörliga sediment, samt modelluppskattningar av den yta där sannolikheten är minst 50% för förekomst av de modellerade arterna. Ett kryss markerar att arten förekom sällsynt men inte modellerats. Två kryss markerar att arten var tillräckligt vanlig för att modelleras men att modellen blev dålig. Samtliga ytor är angivna i km².

För de grund där heltäckande kartor av bottensubstrat saknas och bottensubstratet visade sig vara viktig i modellerna grundar sig ytuppskattningen på prediktioner inom de korridorer där bottensubstratet karterats (indikeras i tabellerna). De framtagna värdena har räknats om till grundets hela yta för att ge möjlighet att jämföra grunden. Dessa värden är dock mer osäkra eftersom de bygger på antagandet att de karterade korridorerna ger en perfekt representation av djup- och bottenförhållandena på hela grundet.

Väktaren klassades inte som utsjöbank i utsjöbanksinventeringen eftersom området inte utgör en topografiskt avskild enhet och eftersom en del skär sticker upp över vattenytan. De ytor som anges i tabellen baserar sig på den yta som omfattas av den geologiska kartan.

Ytuppskattningar (km²) för grunden i Bottenviken och Bottenhavet

	Marakallen	Klock/Tärnan	Rata	Väktarn	Vänta litet	Finngrundet
Total yta	61.3	27.5	49.2	7.6	151.4	231.6
Yta där hårbottenarter dominerar ¹	0.6	0.5	0.4	4.7	0.4	14.6
Yta med förkomst ² av:						
Tång						25.5
Tång25						1.9
Trädslick					1.0	35.2
Grönalger	9.3	2.1	1.7		x	35.9
Rödalger	x	x	0.1	3.1	0.6	51.6
Ishavstofs				5.5	5.7	93.0
Kräkel				xx		
Skorpalger	20.9	12.9	3.4	x	1.3	x
Vattenmossa				xx		
Blåmussla					6.4	x
Tångbark					4.7	123.9
Svampdjur	25.2	0.0	3.8	xx		
Hydror	0.0	x	x	xx	0.0	x
Havstulpan				xx	0.1	58.5
Kiselalginna	1.3	2.9	4.5 ³	xx		

¹ Minst 50% täckningsgrad av hårbottenarter. ² Det angivna värdet är ytan där sannolikheten för förekomst är minst 50%.

³ Ytuppskattningen grundar sig på prediktioner inom de korridorer där bottensubstratet karterats och har räknats om till grundets hela yta.

Ytuppskattningar (km²) för grunden i Egendliga Östersjön

	Hoburg ³	N Midsjö ³	S Midsjö
Total yta (km2)	1245.4	1264.8	1008.8
Yta där hårbottenarter dominerar ¹	0.0	1.9	0.0
Yta med förekomst ² av:			
Trådslick		10.2	37.8
Fjäderslick			
Rödris	424.9	266.9	486.4
Rödblåd	662.3	426.7	
Kräkel			
Ishavstofs			
Blåmussla	982.0		
Tångbark		180.5	
Hydror	700.5	1199.4	
Havstulpan			
Östersjömussla	731.2	847.6	
Pygospio	27.9		

¹ Minst 50% täckningsgrad av hårbottenarter.

² Det angivna värdet är ytan där sannolikheten för förekomst är minst 50%.

³ Ytuppskattningarna grundar sig på prediktioner inom de korridorer där bottensubstratet karterats och har räknats om till grundets hela yta.

Utbredning av arter och naturtyper på utsjögrund i Östersjön

En modelleringsstudie

RAPPORT 5817

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 978-91-620-5817-3
ISSN 0282-7298

Denna rapport bygger på de biologiska fakta som framkom vid inventeringen av marina naturtyper på utsjöbankar 2006 (NV rapport 5576).

Resultaten från inventeringen har använts för att göra modellberäkningar, där enskilda arter och habitat på hårda bottenar predikteras (beräknas) med hjälp av miljöfaktorerna djup och bottensubstrat.

I rapporten ger de framtagna kartorna information om utbredningen av olika arter inom de enskilda grunden. I Egentliga Östersjön är artsammansättningen på grunden generellt lika varandra, liksom grunden i Bottenviken är mycket lika inbördes. Däremot visar analyserna att den totala förekomsten av olika arter på närliggande grund kan skilja sig åt väsentligt, beroende på skillnader i djupförhållanden och bottensubstrat.

Att dessa grund visar sig ha höga naturvärden beror framför allt på avståndet från land, vilket innebär en mindre påverkan från mänskliga aktiviteter på land.

Resultaten kan användas som ett underlag vid val av skyddsvärda områden eller lokalisering av vindkraftsanläggning.

