



LÄNSSTYRELSEN  
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

Rapport 2005:61

# HUMMERREVSPROJEKTET

## Konstgjorda rev i Göteborgs skärgård

delrapport år 2003-2004 (nr 2/4)



[www.o.lst.se](http://www.o.lst.se)



GÖTEBORGS UNIVERSITET



EUROPEISKA UNIONEN  
Fonden för fiskets utveckling



FISKERIVERKET



# HUMMERREVSPROJEKTET

Konstgjorda rev i Göteborgs skärgård  
delrapport år 2003-2004 (nr 2/4)

PRODUKTION Länsstyrelsen i Västra Götalands län | Naturvårdsenheten | Tel. 031-60 50 00

PROJEKTLEDARE Niklas Egriell | Länsstyrelsen i Västra Götalands län | Tel: 031-60 52 75 | E-post: niklas.egriell@o.lst.se

PROJEKTANSVARIG DELPROJEKT A1 Mats Ulmestrand | Fiskeriverkets havsfiskelaboratorium

PROJEKTANSVARIG DELPROJEKT A2 Jan Andersson | Fiskeriverkets kustlaboratorium

PROJEKTANSVARIG DELPROJEKT B Bo Gustafsson | Göteborgs universitet | Kristinebergs marina forskningsstation

PROJEKTANSVARIG DELPROJEKT C Tomas Lundälv, Cilla Erlandsson och Lisbeth Jonsson | Göteborgs universitet | Tjärnö centrum för undervattensdokumentation | Tjärnö marinbiologiska laboratorium

KONTAKTPERSONER SJÖFARTSVERKET Thomas Åhsberg

RAPPORT 2005:61

ISSN 1403-168X

Läs mer om projektet på <http://www.o.lst.se/projekt/hummerrev>

# Innehåll

<b>Förord.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Anläggandet av reven.....</b>	<b>3</b>
1.1 Bakgrund.....	3
1.2 Byggnation av rev.....	3
1.3 Resultat.....	5
<b>2. DELPROJEKT A1. Burprovfiske och märkning av hummer .....</b>	<b>9</b>
2.1 Sammanfattning.....	9
2.2 Material och metoder .....	9
2.3 Resultat.....	12
2.4 Diskussion .....	18
<b>3. DELPROJEKT A2. Provfisken med nät och ryssjor .....</b>	<b>20</b>
3.1 Sammanfattning.....	20
3.2 Material och metoder .....	20
3.3 Resultat.....	23
3.4 Diskussion .....	33
<b>4. DELPROJEKT B Dykundersökningar .....</b>	<b>35</b>
4.1 Sammanfattning.....	35
4.2 Inledning.....	37
4.3 Material och metoder .....	37
4.4 Resultat och diskussion .....	40
4.5 Erkännanden .....	57
<b>5. DELPROJEKT C Dokumentation med ROV-teknik .....</b>	<b>58</b>
5.1 Sammanfattning.....	58
5.2 Inledning.....	59
5.3 Material och metoder .....	59
5.4 Resultat och diskussion .....	66
5.5 Slutsatser.....	86
<b>Appendix 1: .....</b>	<b>87</b>
<b>Appendix 2: .....</b>	<b>88</b>
<b>Appendix 3: .....</b>	<b>89</b>
<b>Appendix 3: .....</b>	<b>90</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>96</b>

# Förord

Denna, den andra delrapporten om de konstgjorda reven i Göteborgs skärgård, redogör för resultaten från de biologiska undersökningar som genomförts, från projektets start hösten 2002, till och med år 2004. Resultaten visar på en positiv trend gällande hummertätheten på reven. Ett alltmer naturligt växtsamhälle tonar fram på reven med bland annat tare och diverse rödalger. Vad som skall bli särskilt intressant framöver är om och i så fall hur den biologiska mångfalden på reven förändras, om den antydning till ansamling av stor torsk som iakttagits utökas, och om taren, som börjat bereda ut sig på de ytligare delarna av vissa rev, utvecklas positivt. Att skaldjuren attraheras av reven är alltmer uppenbart, men fortfarande finns rev som framförallt under försommaren uppvisar en något lägre täthet av hummer än på de närliggande naturliga hårbottenarna.

Ett seminarium som gick av stapeln vintern 2004 rönt stor uppmärksamhet från media. Det finns också ett internationellt intresse för projektet med intressenter från bl.a. Norge och Danmark. Projektet är delvis EU-finansierat och kunskapsspridning, både nationellt och internationellt skall prioriteras framöver.

Projektgruppen vill inte dra några förhastade slutsatser gällande resultaten utan anser att man bör avvakta till år 2007, då projektets samlade resultat sammanställs i en slutrapport, innan man börjar diskutera anläggningar på andra platser. Även om produktionen av vissa arter sannolikt kan öka vid anläggandet av konstgjorda rev så bör man, på samma sätt som i diskussionerna om landmiljöerna, ta hänsyn till havsbottenarnas naturlighet så att inte stora naturliga bottenområden görs om med enbart maximal produktion av hummer som syfte.

**Niklas Egriell**

*Projektledare, Länsstyrelsen i Västra Götalands län*

# 1. Anläggandet av reven

## 1.1 Bakgrund

Miljödomstolen har i dom den 31 augusti 2001 meddelat tillstånd till säkerhetshöjande åtgärder i farlederna in till Göteborgs hamn. Enligt villkor i domen skall upptagna sprängstensmassor i möjligaste mån tillgodogöras. Projekt "Säkrare farleder" medför att vissa reproduktionsområden för hummer, av riksintresse för yrkesfisket, kommer att försvinna då berg sprängs bort för att öka säkerheten för fartygstrafiken in till Göteborgs hamn. Under tillståndsprocessen föreslogs att genom att anlägga konstgjorda rev av sprängstenen kompenstrades de förlorade reproduktionsområden med nya områden. Reven, som är ca 350 meter långa, ca 50 meter breda och 10-15 meter höga, kommer att ge bohålor för hummer och födosöks- och skyddsmiljöer för olika fiskarter som torsk, gråsej och vittling. Reven och områdena runt om är fredat från allt fiske vilket medför att reven kommer att bli frizoner för både fisk och hummer. Tanken är att en del av hummer och fisk som produceras på eller omkring reven skall sprida sig till områden där fiske är tillåtet. Länsstyrelsen har beviljats ett EU-stöd på ca 6 miljoner kronor för att under fem år följa upp de biologiska effekterna av reven.

Lämpliga områden utsågs i samråd med bla SGU (Sveriges geologiska undersökning). Ambitionen var att etablera konstgjorda rev i form av "limpor", med triangulära tvärsnitt och med en viss höjd. Detta krävde i sin tur ett underlag med viss styrka att motstå den påförda lasten. Denna styrka har inte fullt ut kunnat mobiliseras varför vissa limpor tenderat att "flyta ut" och har därför fått avbrytas utan att nå full utbyggnad. Totalt har sju konstgjorda rev anlagts av sprängsten som uppkommit inom projekt "Säkrare farleder".

## 1.2 Byggnation av rev

Sprängstenen muddrades med enskopeverk och transporterades till respektive rev med pråmar (se figur 1 och 2). Sprängstenen fick maximalt ha ett lerinnehåll på 5%, vid större lerinnehåll användes sprängstenen till andra ändamål eller tippades på tippplatsen SSV Vinga, se figur 3 och 4. Revens lokalisering och utformning framgår av bilaga 1 och 2.



Figur 1. Enskopeverk för muddring av sprängstenen (skopvolym max 13 m<sup>3</sup>)



Figur 2. Pråm för transport av sprängsten till reven (pråmvolym 500 m<sup>3</sup>)



Figur 3 och 4. Pråm med sprängsten

Reven anlades i följande ordning och endast två rev samtidigt, rev i område 2, område 4 och sist område 1 (revet i område 4 anlades i två omgångar, se vidare under resultat). Reven indelades i sektioner där varje sektion är ungefär lika stor som en pråm. Varje sektion tilldelades ett nummer i en tippningsplan så att revet kunde byggas på ett systematiskt sätt för att få ett jämnt byggt rev. Reven byggdes upp lager för lager tills revet blev så likt den teoretiska formen som möjligt. Ett exempel på en tipplan för ett rev kan se ut så här:

1. Tippning av ett lager i sektion 1 till 28

1	5	9	13	17	21	25
2	6	10	14	18	22	26
3	7	11	15	19	23	27
4	8	12	16	20	24	28

2. Tippning av tre lager i sektion 2, 3, 6, 7 osv

1	5	9	13	17	21	25
2	6	10	14	18	22	26
3	7	11	15	19	23	27
4	8	12	16	20	24	28

3. Tippning av fyra lager mellan sektion 2-3, 6-7, 10-11 osv

1	5	9	13	17	21	25
2	6	10	14	18	22	26
3	7	11	15	19	23	27
4	8	12	16	20	24	28

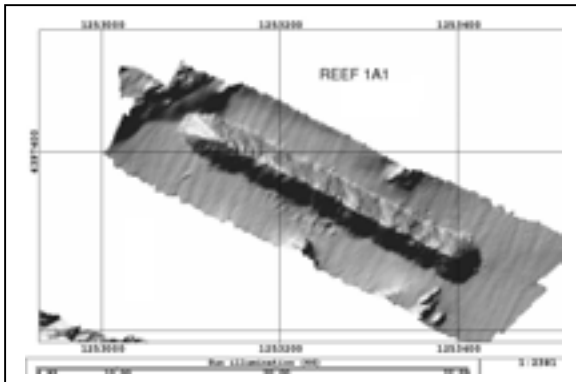


### 1.3 Resultat

De sju reven påbörjades och slutfördes under 2003 och början av 2004. Byggandets start- och slutdatum, totala volymer sten och koordinater för respektive rev sammanställs i tabell 1. Föreskriven utformning av reven verifierades genom ”multibeam”-ekolodning. Batymetriska kartor och tvärsektioner c/c 20 m återfinns i bilaga 3. Utifrån multibeam-ekolodning togs 3D-bilder fram för respektive rev för att tydligt visa resultatet av uppbyggandet av reven. 3D-bilderna ses nedan med kommentarer samt i bilaga 3. Generellt kan nämnas att några rev blev mycket nära den teoretiska utformningen medan vissa andra rev kollapsade pga att underlaget inte var tillräckligt stabilt för den extra tyngd som reven medförde.

*Tabell 1. Koordinater, start- och slutdatum, teoretisk och faktisk volym sten för varje rev. Rev 4A-1 anlades i två olika omgångar då revet till en början anlades till 60% av längden för att prioritera höjden. Om sprängsten fanns kvar när alla reven var anlagda skulle rev 4A-1 kompletteras till 100% av längden vilket utfördes i den andra omgången.*

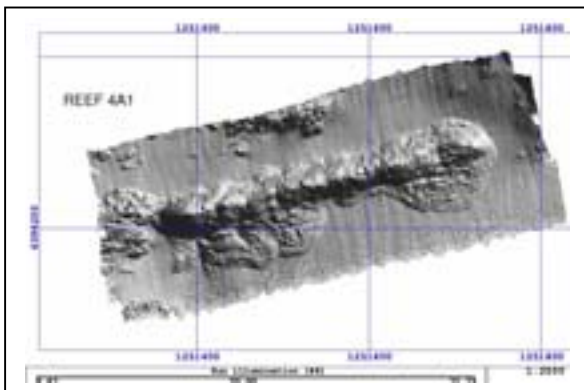
Rev	Koordinater (WGS 84)	Startdatum	Slutdatum	Tippad volym (pråm m <sup>3</sup> )	Beräknad teoretisk volym
2A-1	11 39,057 57 39,169 11 39,299 57 39,088	2003-02-23	2003-05-03	90 260	50 000
2A-2	11 38,953 57 39,075 11 39,309 57 39,039	2003-03-06	2003-05-08	27 200	65 000
4A-1	11 38,561 57 37,331 11 38,928 57 37,391	2003-05-15 2003-11-13	2003-07-03 2004-01-31	189 135	145 000
1B-1	11 39,779 57 37,791 11 40,144 57 37,788	2003-07-03	2003-08-08	132 370	138 000
1A-1	11 40,228 57 38,043 11 40,551 57 37,970	2003-08-08	2003-10-20	145 835	134 000
1C-1	11 39,965 57 37,916 11 39,746 57 37,951	2003-09-19	2003-12-10	110 930	86 000
1C-2	11 39,667 57 37,918 11 39,757 57 37,866	2003-10-22	2003-11-13	38 700	50 000



#### Generell fakta om rev 1A-1

Längd: 350 m  
 Bredd: 45 m  
 Höjd: 14 m (teoretisk höjd - 15 m)

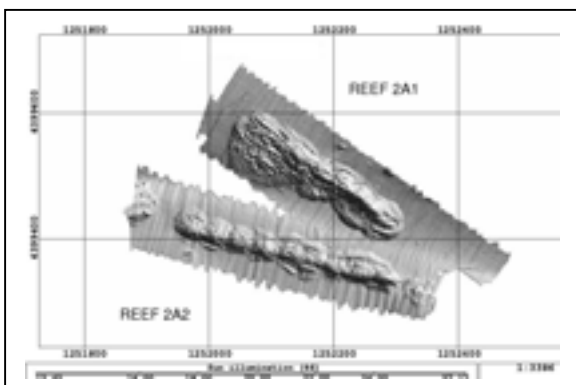
Kommentar: bra bärighet vilket resulterade i en väl utformad limpa.



#### Generell fakta om rev 4A-1

Längd: 380 m  
 Bredd: 45 m  
 Höjd: 13 m (teoretisk höjd - 15 m)

Kommentar: delvis skred



#### Generell fakta om rev 2A-1

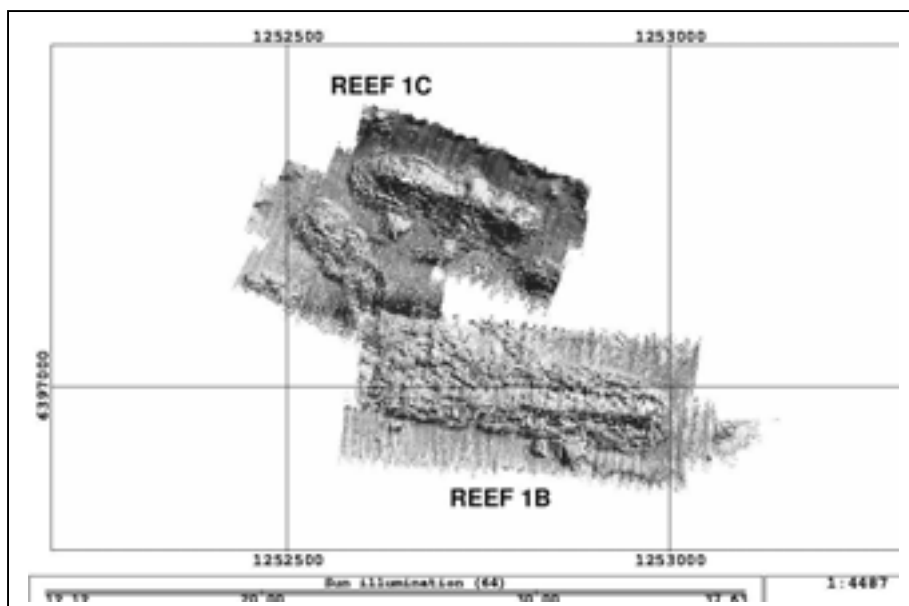
Längd: 280 m  
 Bredd: 30 m  
 Höjd: 6 m (teoretisk höjd - 10 m)

Kommentar: NV ände - marginell bärighet,  
 SV ände - delvis skred

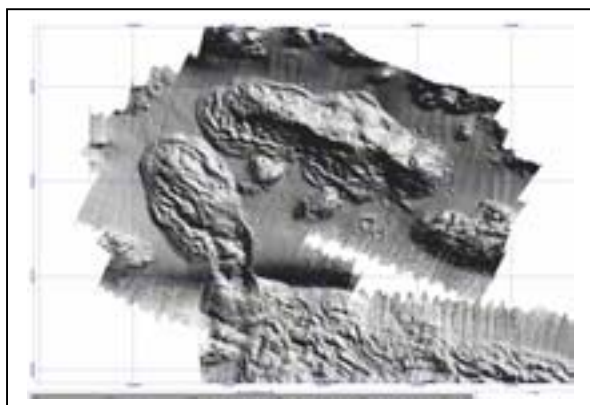
#### Generell fakta om rev 2A-2

Längd: 360 m  
 Bredd: 30 m  
 Höjd: 6 m (teoretisk höjd - 10 m)

Kommentar: delvis skred



Rev 1C-1 (norra revet), 1C-2 och 1B-1 (södra revet), respektive rev presenteras nedan.



#### Generell fakta om rev 1C-1

Längd: 225 m

Bredd: 45 m

Höjd: 10 m (teoretisk höjd - 15 m)

Kommentar: delvis skred

#### Generell fakta om rev 1C-2

Längd: 130 m

Bredd: 45 m

Höjd: 4 m (teoretisk höjd - 15 m)

Kommentar: total kollaps, utbyggnad avbruten

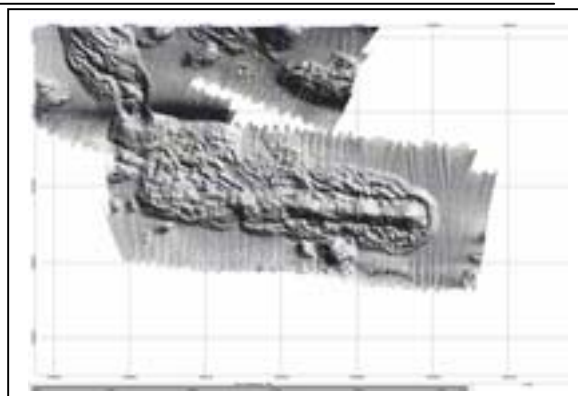
#### Generell fakta om rev 1B-1

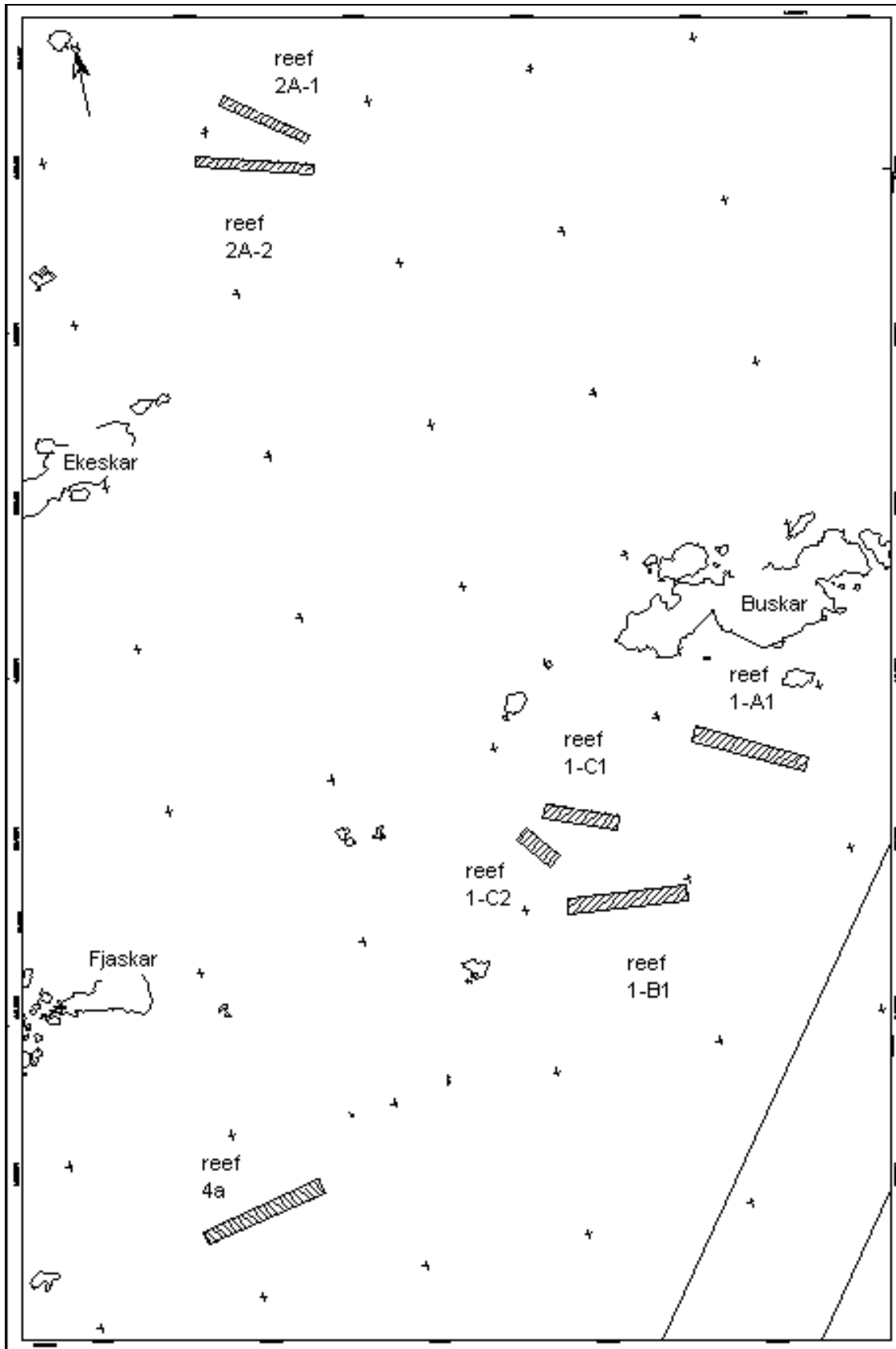
Längd: 360 m

Bredd: 45 m

Höjd: 5 m (teoretisk höjd - 15 m)

Kommentar: västra ände – bärighet hos botten marginell, östra ände – delvis skred, endast på halva revet har höjden uppnåtts





Revens lokalisering.

## 2. DELPROJEKT A1.

# Burprovfiske och märkning av hummer

### 2.1 Sammanfattning.

Under 2003 och 2004 genomfördes provfiske efter hummer och krabba med 20 agnade hummertinor vid två olika tillfällen per år vid konstgjorda rev i Göteborgs skärgård. Kontrollfiske skedde vid naturliga hummerbottnar inom fredade områden runt reven. Alla fångade humrar har könsbestämts, längdmäts, märkts och återutsatts vid fångstplatsen. Krabbor har analyserats liknande men har ej märkts.

Fångst per tindag har använts som mått på beståndstätheten. Under första sommarperioden var fångst per fiskeansträngning signifikant lägre på reven jämfört med kontrollområdena medan fångst per tindag generellt var högre på reven under höstperioden. Kolonisering till reven har skett under sensommarmånaderna

Resultaten hittills tyder på att de konstgjorda reven lockat till sig humrar vilket i sin tur kan tolkas som att tillgången på lämpliga boplatser varit högre på reven jämfört med de naturliga omkringliggande hummerbottnarna. Krabborna har hittills inte koloniserat reven i samma utsträckning, förutom på Buskärsreven innan humrar koloniserat.

### 2.2 Material och metoder

#### *Märk- återfångststudie*

Under 2003 och 2004 har Fiskeriverkets Havsfiskelaboratorium genomfört ett provfiske efter hummer och krabba med 10 hummertinor på de 2 nyetablerade reven (2A-1 och 2A-2) söder om Tanneskär och med 10 hummertinor på omkringliggande naturliga hummerhabitat inom Tanneskärs fredningsområde (se fig 1). De 20 tinorna som användes under 2003 var av svensk cirkulär modell, är ca 120 cm långa med två ingångar, en kammare och saknar flyktöppningar (se figur 1). Under 2004 användes ytterligare 20 tinor men av 90 cm skotsk halvrund modell (se figur 1). Maskstorleken var 50 mm sträckt maska i bägge typer. Huvudsakligen har hårt saltad skrubba använts som agn.

Anläggandet av rev 2A-1 (Tanneskärs nordrev) påbörjades 23 februari 2003 och avslutades den 3 maj medan rev 2A-2 (Tanneskärs sydrev) påbörjades 6 mars 2003 och avslutades den 8 maj. Två ytterligare rev, (1-A1 (Buskär ostrev) och 1-C1 (Buskär västrev)) var färdigetablerade i oktober-november 2003 och provfiskades från och med sommarfisket 2004. En detaljerad beskrivning av revens etablering och utformning finns i annat avsnitt. Deras positioner finns beskrivet i figur 2.

Provfisket vid Tanneskär under 2003 startade ungefär en månad efter reven etablerats och bedrevs under perioderna 3 juni till 7 juli (sommarperioden) samt under allmän hummerfisketid den 24 september till 6 november (höstperioden). Sommarfisket under 2004 startade den 9 juni och avslutades den 29 juli vid både Tanneskärs- och Buskärsreven. Detta innebar att Buskärsreven började provfiskas drygt ett halvår efter

att de var färdiga. Höstfisket under 2004 inleddes strax före hummerpremiären den 23 september och avslutades 29 november.

Vid båda områdena har tio (5 skotska och 5 svenska) tinor använts på reven och tio motsvarande på de fredade kontrollområdena med naturliga hummerhabitat vid respektive område. Detta innebär totalt 20 tinor på de fyra reven och 20 på kontrollområdena. Målsättningen var att dra tinorna två gånger i veckan men på grund av tillfälliga dåliga väderförhållande kunde detta inte utföras under 2004 i det mer utsatta Buskärsområdet.



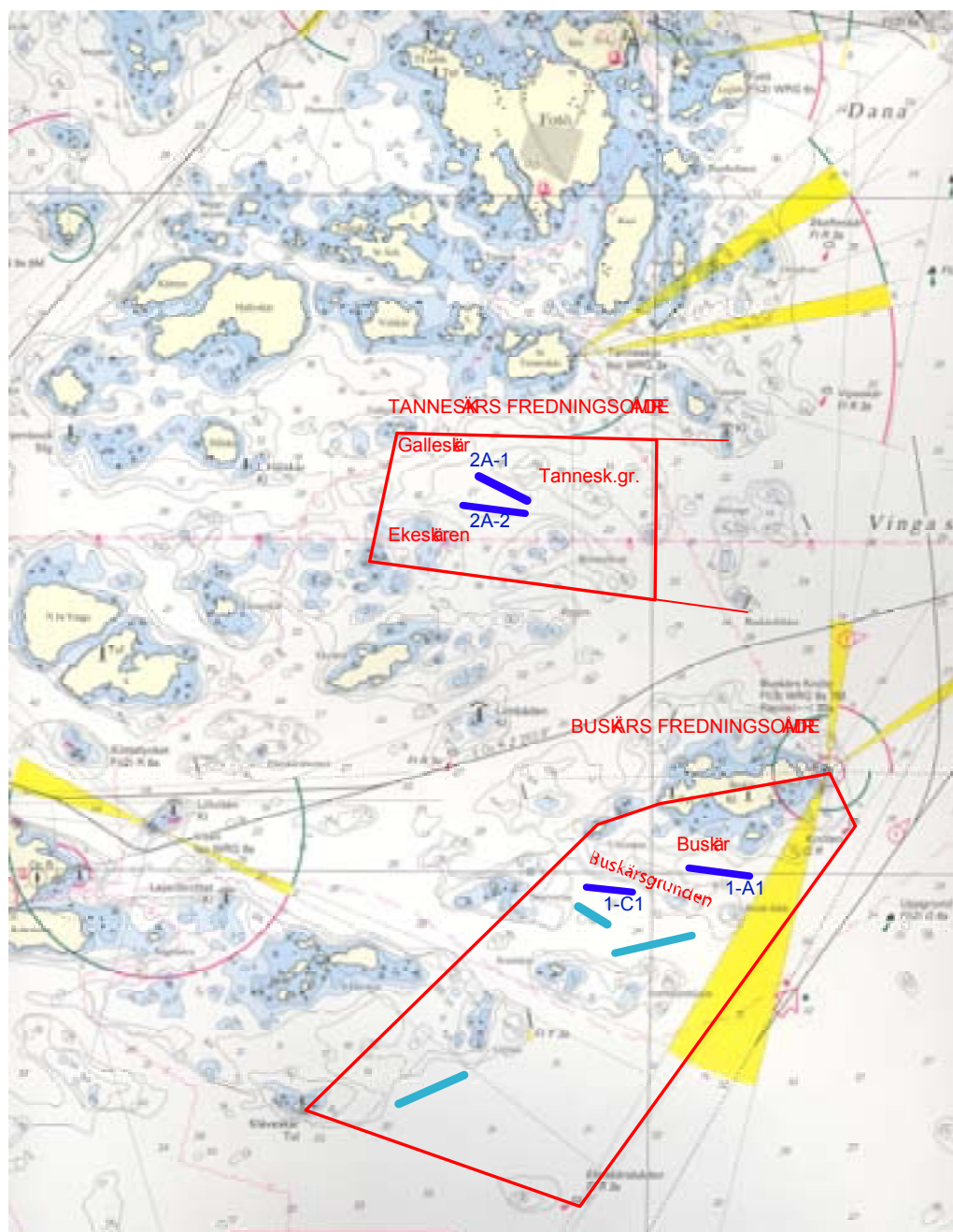
*Figur 1. Skotsk halvrund hummertina (tv) och svensk rund hummertina (th) som (utan flyktöppningar) använts vid provfisket. Den skotska är 90 cm lång och 40 cm bred. Den svenska är 120 cm lång med diameter på 40 cm. Båda har två ingångar och en kammare och en maskstorlek på 25 mm stolpe.*

*Foto: Mats Ulmestrand.*

Fångade humrar könsbestäms, längdmäts, märks med individuella märknummer på Floy Anchor Tags (figur 3) och återutsätts på fångstplatsen. Märket sätts bakom huvudskölden för att sitta kvar efter skalömsning. Märkmetodiken är väl utprovad och har tidigare framgångsrikt använts inom hummerfredningsområdet Kåvra vid Brofjordens mynning (Ulmestrand, 1996). Provfisket vid Kåvraområdet har skett parallellt och använts som kontrollområde tillsammans med de naturliga hårdbottnarna i närområdet till de etablerade reven. Krabbfångster analyseras på liknande sätt men utan märkning.

Återfångster har analyserats med avseende på vandringsmönster och om tillräckligt omfattande återfångstdata erhålles så kan hummerns populationsdynamiska parametrar uppskattas såsom tillväxt och dödlighet. Dessutom ges en bild av beståndets köns- och storlekssammansättning vid koloniseringen av hummer i ett område utan fiskeridödlighet. Märk- återfångstdata kommer också att kunna användas för uppskattningar av beståndens täthet när tillräckligt med data insamlats under projektets slutskede.

Information om belöning och vilken återfångstinformation som önskas vid återfångst av märkt hummer har, tillsammans med kartor över fredningsområdena, informerats i lokala tidningar och uppsatts i närliggande fiskehamnar.



Figur 2. Karta över Tanneskärs och Buskärs fredningsområde, kontrollområden och revens läge. Vid de mörkblå reven och kontrollområden på naturliga hummerhabitat inom fredningsområdena har provfiske och märkning av hummer skett.



*Figur 3. Humrar märkta med gröna Floy ankartag-märken med individuella nummer.  
Foto: Mats Ulmestrand*

## 2.3 Resultat

Kolonisering av hummer vid Tanneskärsreven började redan några veckor efter att reven etablerats i maj 2003. Under sommarfisket, som började 3 juni 2003, fångades och märktes totalt 104 humrar vid Tanneskärs fredningsområde varav 98 humrar inom kontrollområdena och 6 humrar på reven. Under motsvarande höstfiske under 2003 märktes 205 humrar varav 136 på reven och 69 på kontrollområdena. Under sommaren 2004 märktes 43 på reven och 67 på kontrollområdena medan höstfisket gav 138 omärkta humrar på revet och 46 på kontrollen.

Under 2004 fortsatte provfisket alltså under två perioder som under 2003 och omfattade även det första fisket på Buskärsreven samt dess kontrollområden.

Vid Buskärsreven fångades 21 humrar under sommaren 2004 och 130 på kontrollområdena. Under höstperioden gav kontrollfisket 82 humrar medan fångsten på revet ökade till 118 humrar.

I tabell 1 redovisas antalet humrar som märkts och återfångats inom reven respektive kontrollområdena på Tanneskärs fredningsområde under 2003 och 2004 samt på Buskärs fredningsområde under 2004.



Tabell 1. Antal humrar som märkts och återfångats inom kontrollområdena och reven under sommar- och höstfisket 2003 och 2004 på Tanneskärs och Buskärs fredningsområden.

Tanneskärs fredningsområde.

Sommar -03	Antal märkta	Återf1	Återf2	Återf3	Återf4
TANNESK.REVEN	6	2	1	0	0
KONTROLL	98	22	7	2	0
Tot	104	24	8	2	0

Höst -03	Antal märkta	Återf1	Återf2	Återf3	Återf4
TANNESK.REVEN	136	18	1	1	1
KONTROLL	69	8	2	0	0
Tot	205	26	3	1	1

Sommar -04	Antal märkta	Återf1	Återf2	Återf3	Återf4
TANNESK.REVEN	43	15	6	0	0
KONTROLL	67	10	3	1	0
Tot	110	25	9	1	0

Höst -04	Antal märkta	Återf1	Återf2	Återf3	Återf4
TANNESK.REVEN	138	19	2	0	0
KONTROLL	46	6	0	0	0
Tot	184	25	2	0	0

Buskärs fredningsområde.

Sommar -04	Antal märkta	Återf1	Återf2	Återf3	Återf4
BUSK.REVEN	21	9	3	1	0
KONTROLL	130	41	15	7	2
Tot	151	50	18	8	2

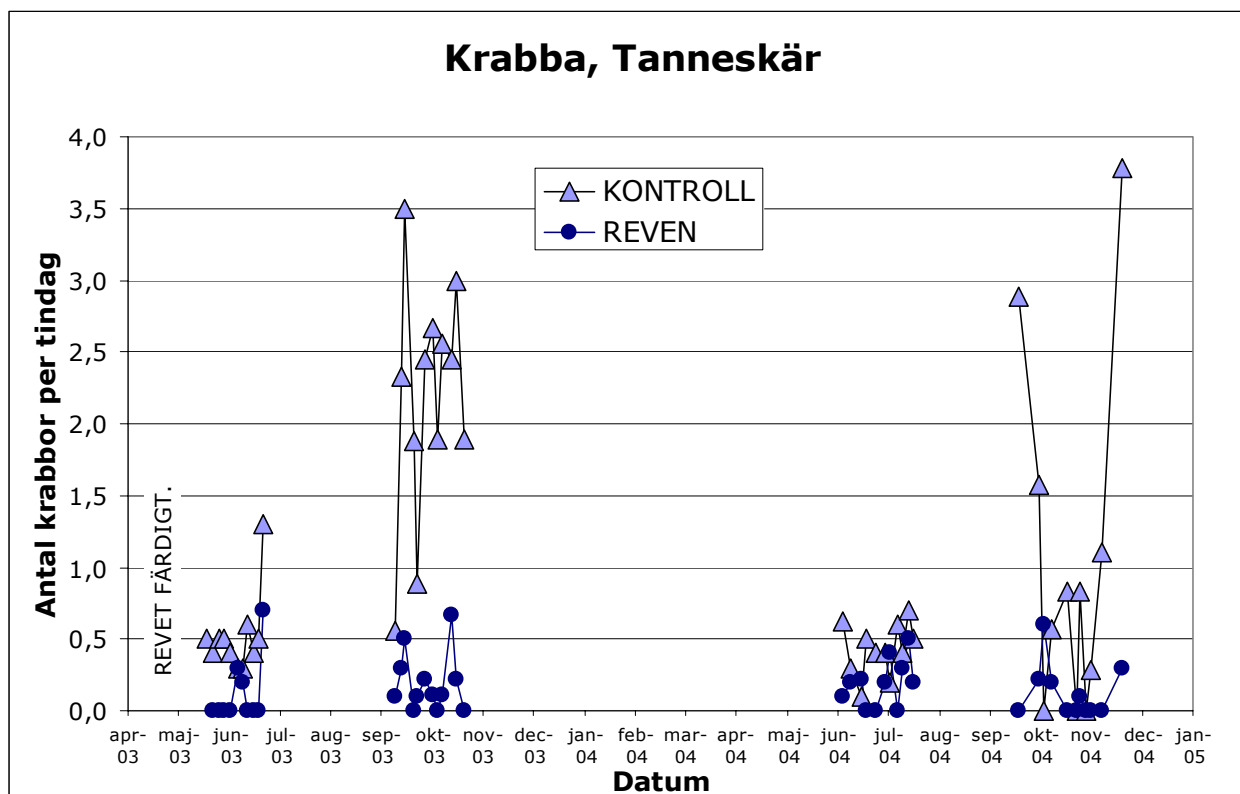
Höst -04	Antal märkta	Återf1	Återf2	Återf3	Återf4
BUSK.REVEN	118	8	0	0	0
KONTROLL	82	3	0	0	0
Tot	200	11	0	0	0

Fångst per fiskeansträngning (antal individer per tindag) brukar användas som mått på beståndets täthet och eventuella skillnader i utbredning under förutsättningen att fångstbarheten inte ändras beroende på t.ex. beteendeförändringar.



### Krabba vid Tanneskärs fredningsområde.

Resultaten från fångst av krabba per tindag visade inte lika snabb kolonisering på de konstgjorda reven. Vid fiske på vilda krabbottnar ses generellt en ökning i fångst per fiskeansträngning under hösten jämfört med sommaren. Under både sommar- och höstperioden var dock tätheten av krabba lägre vid reven jämfört med kontrollområdena både under 2003 och 2004 och resultaten tyder inte på någon aktiv kolonisering av krabba till reven under dessa två år (se figur 5).



Figur 5. Fångst av antal krabbor per tindag för kontrollområdena jämfört med reven under de fyra fiskeperioderna vid Tanneskärs fredningsområde.

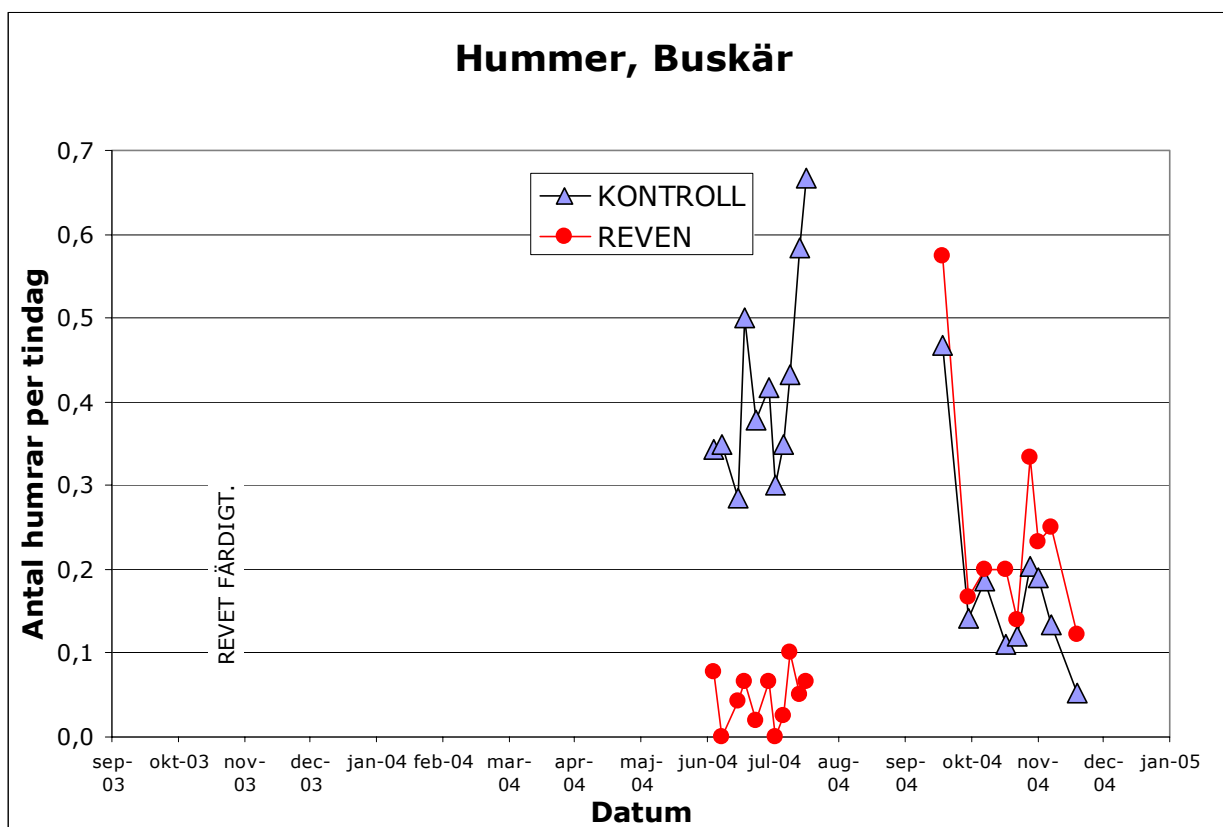
Vandringen av märkta humrar mellan de olika fiskeområdena vid Tanneskärs fredningsområde under 2003 och 2004 finns redovisat i tabell 2. Där kan utläsas att de flesta märkta humrarna (28 st.) återfångats utanför fredningsområdet. Vandringarna inom fredningsområdet har huvudsakligen gått till det sydliga revet (2A-2) vilket har kontakt med naturliga hummerbottnar där kolonisering kan ske ut på revet från närliggande hårbottnar i anslutning till revet (se figur 1).

Tabell 2. Återfångst av märkta humrar inom fredningsområdets fiskeområden och utanför området.

från-till	Galleskär	Skäret	Grunden	Rev: 2A-1	Rev: 2A-2	Utanför
Galleskär		1		2	3	3
Skäret	4			1	7	13
Grunden	2	1		7	2	2
Rev: 2A-1	1	2	4		4	5
Rev: 2A-2	4	4	1	2		5
□	11	8	5	12	16	28

### Hummer vid Buskärs fredningsområde.

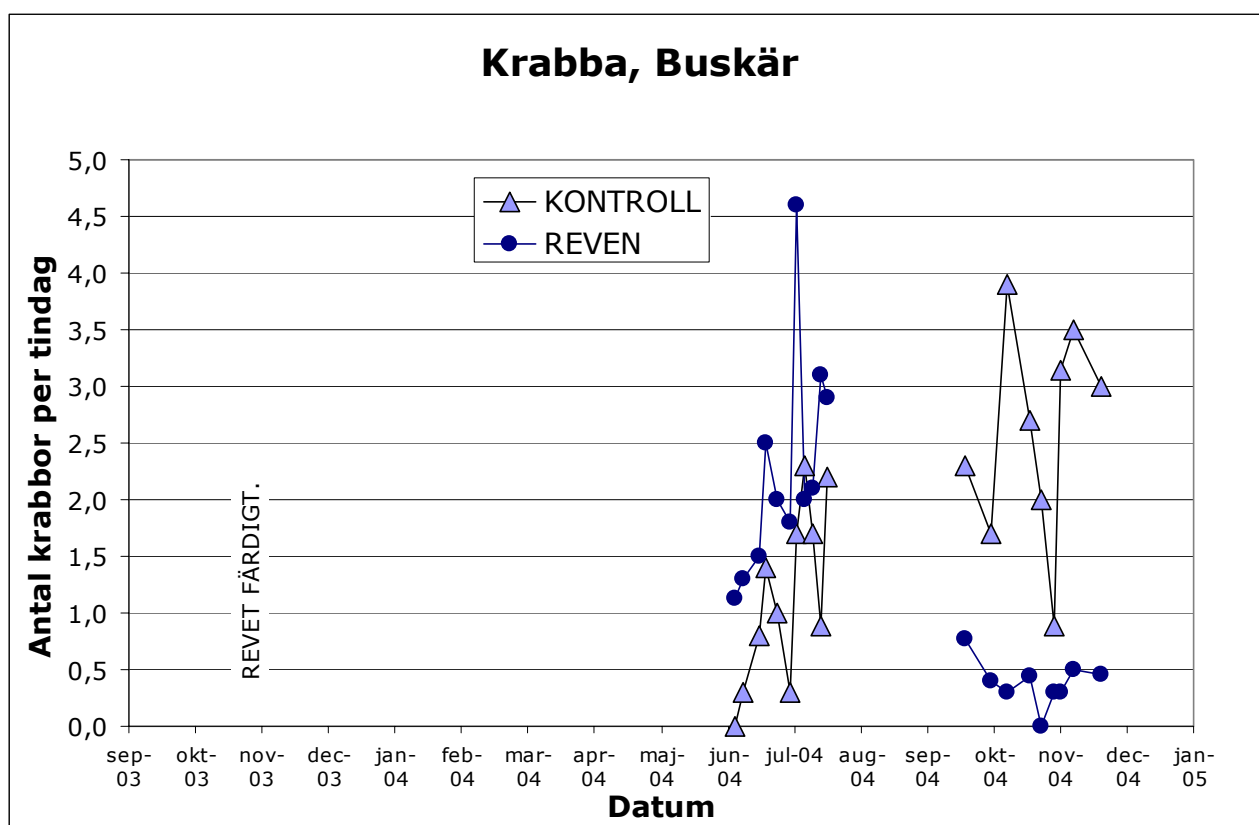
I figur 6 redovisas fångst av fångst av hummer per tindag under de två fiskeperioderna för både kontrollområdena och reven vid Buskärs fredningsområde. Under sommarperioden – 04 var fångst per fiskeansträngning signifikant lägre på reven jämfört med kontrollområdena medan kolonisering ägt rum innan provfisket hösten -03. Resultaten tyder alltså, liksom vid Tanneskärsreven, på att humrarnas aktivitet och kolonisering på reven ökar under sommarmånaderna så att tätheten av hummer ökade mer på reven jämfört med kontrollområdena efter sensommaren.



Figur 6. Fångst av antal humrar per tindag för kontrollområdena jämfört med reven under de två fiskeperioderna vid Bukärs fredningsområde.

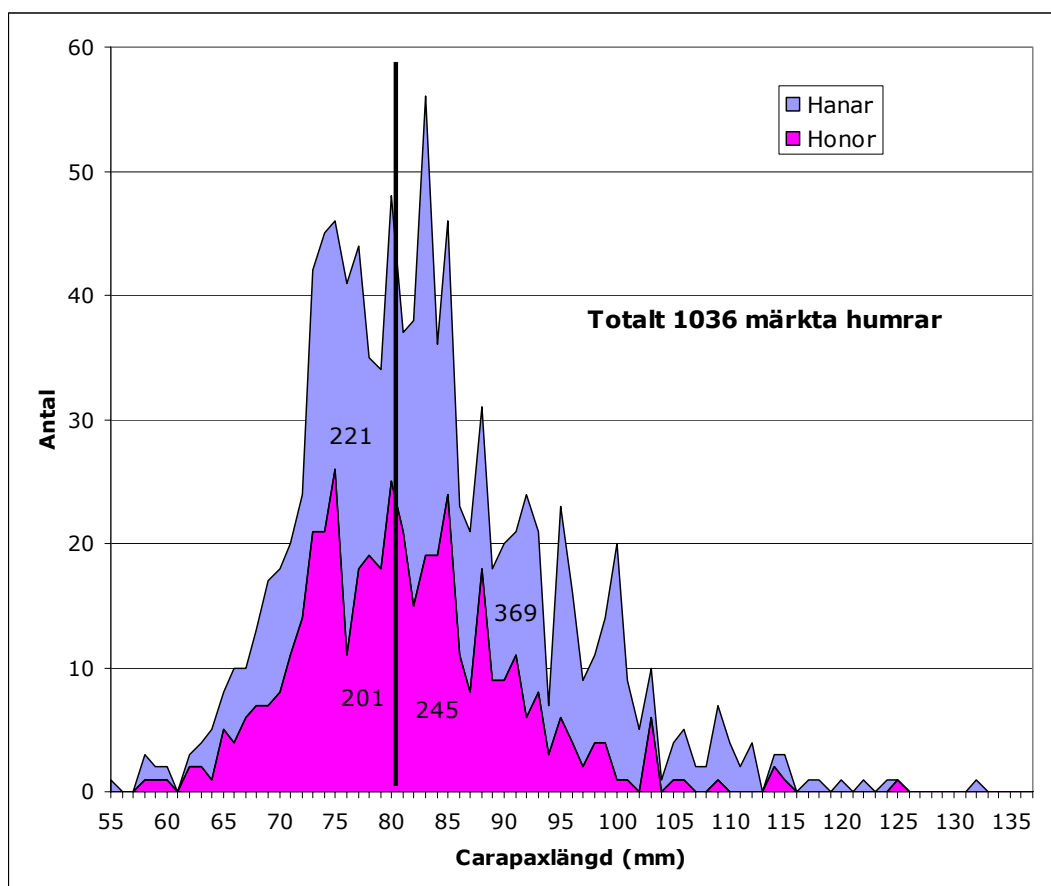
### Krabba vid Buskärs fredningsområde.

Resultaten från fångst av krabba per tindag vid Buskärsreven skiljer sig från Tanneskärsreven och visar på en kolonisering till reven under vinter och vår 2004 (innan den varmare sommarperioden). Under sensommaren hade dock tätheten minskat på reven men ökat på kontrollområdena. Detta kan tydas som att när humrar koloniserade reven på sommaren, flyttade krabborna från reven och tätheten ökade på kontrollområdena (se figur 7).



Figur 7. Fångst av antal krabbor per tindag för kontrollområdena jämfört med reven under de två fiskeperioderna vid Buskärs fredningsområde.

Köns- och storleksfördelningen hos humrar skiljer sig inte signifikant mellan reven och kontrollområdena. 53% av honorna på reven var undermåliga och 52% på kontrollerna. Motsvarande siffror för hanarna var 46 och 39% och tyder på en aning (ej signifikant) större andel fullmåliga hummerhanar på kontrollerna jämfört med reven. Av totalt 1036 fångade humrar var 446 honor (201 undermåliga och 245 fullmåliga) och 590 hanar (221 undermåliga och 369 fullmåliga). Storleksfördelningen finns redovisat i figur 8.



Figur 8. Storleksfördelning hos totala antalet fångade och märkta humrar uppdelat på honor och hanar, fullmåliga och undermåliga. Lodrät linje visar minimimåttet på 80 mm carapaxlängd.

### Slutsats

Sammanfattningsvis tyder resultaten på att de konstgjorda reven lockat till sig humrar vilket i sin tur kan tolkas som att tillgången på lämpliga boplatser varit högre på reven jämfört med de naturliga omkringliggande hummerbottnarna.

## 2.4 Diskussion

Den högre fångsten per fiskeansträngning på reven jämfört med kontrollområdena kan bero på att födotillgången är högre på de naturliga hummerbottnarna och att de agnade tinorna utgjort en större lockelse på reven jämfört med kontrollområdena. Resultaten från denna studies 2- respektive 1-årsperiod bör ses som preliminära. Mönstret i fångst av hummer per fiskeansträngning från första året på Tanneskärsreven upprepades dock vid första årets provfiske vid Buskärsreven.

Resultaten från en studie angående koloniseringen av hummer på ett konstgjort rev i Pool Bay vid engelska sydkusten har visat att kolonisering av hummer skedde inom tre veckor

(Collins, et al. 1992), vilket sammanfaller med denna studie och att de flesta av humrarna var mycket stationära (> 800 dagar på revet) medan några enstaka kunde vandra upp till 16 km bort från revet (Jensen et al. 1994a). Kolonisering av fisk och andra skaldjur ökade kring reven utan att någon påverkan kunde upptäckas på de naturliga intilliggande reven (Jensen et al. 1994b). Anläggande av konstgjorda rev erbjuder nya livsmiljöer (habitat) för hummer och kan långsiktigt öka hummerpopulationens storlek och produktion (Jensen et al. 1994a).

## 3. DELPROJEKT A2.

# Provfisken med nät och ryssjor

### 3.1 Sammanfattning

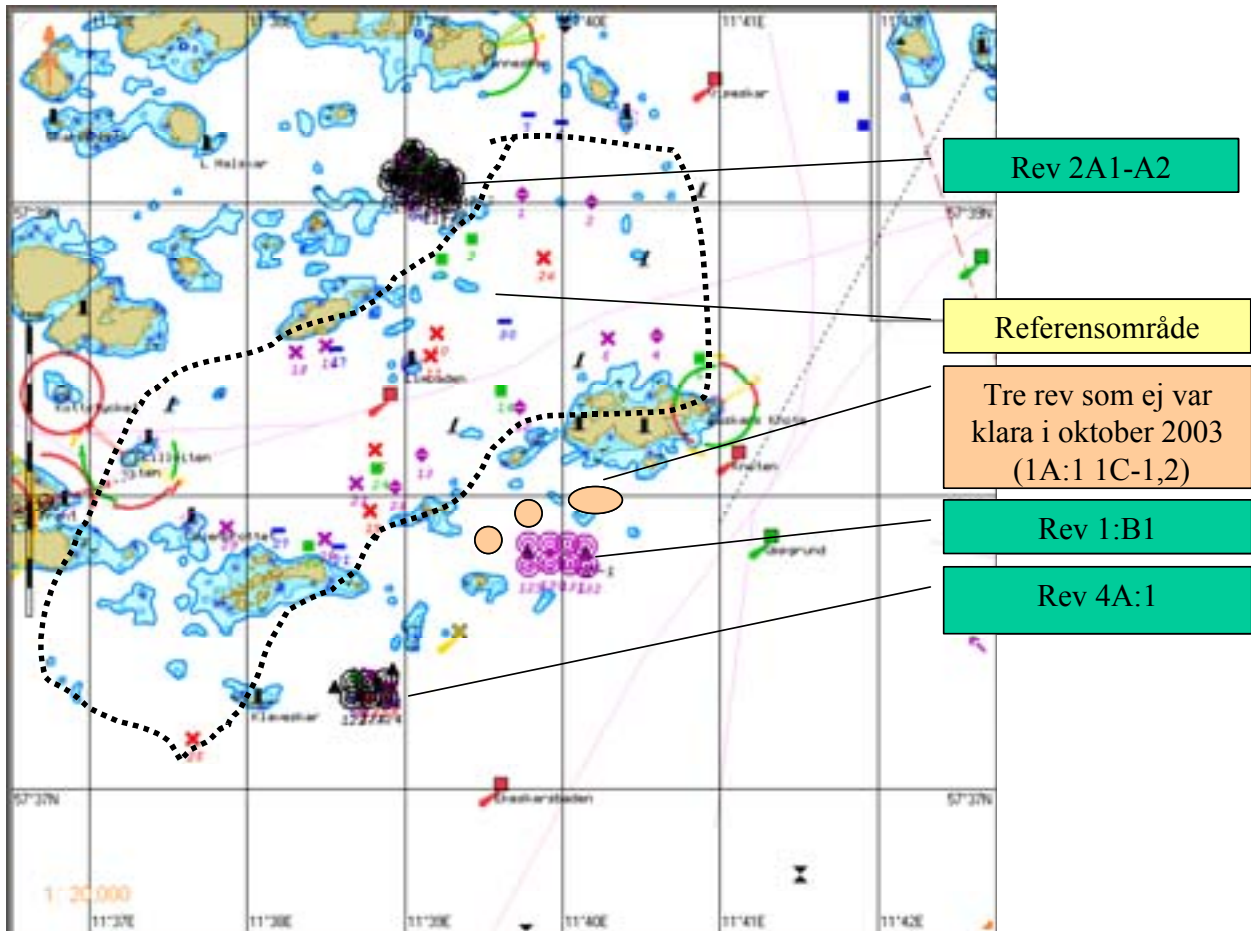
Provfisken med ryssjor genomfördes i oktober 2002 och augusti och oktober 2003 och 2004. De båda senare åren gjordes även nätprovfisken under senhösten. Fiskena utfördes parallellt vid planerade eller anlagda rev och i ett angränsande referensområde. Reven koloniserades snabbt av ett flertal arter av fiskar och kräftdjur, men samtidigt inträffade en ökning av artrikedomen i det opåverkade referensområdet. En generell uppgång för flera kommersiellt intressanta fiskarter noterades mellan 2003 och 2004. Signifikant högre tätheter av torsk och hummer observerades vid reven under 2004, samtidigt som dessa arter var mer storvuxna där. Småvuxna arter av kräftdjur minskade vid reven mellan 2003 och 2004 och dessa var det senare året, tillsammans med plattfiskar och vitling, signifikant vanligare i referensområdet.

### 3.2 Material och metoder

#### **Provfisken med ryssjor**

Fiskeriverkets Kustlaboratorium genomförde under 2002 och 2003 provfisken i anslutning till planerade eller anlagda rev och inom ett närliggande referensområde. Under hösten 2002 genomfördes en pilotundersökning med fiske med sammanlänkade ålryssjor, dels på de platser där anläggning av rev planerats men inte påbörjats, dels inom ett referensområde, beläget i området mellan de nordliga och de sydliga grupperna av rev (karta). Trettio stationer slumpades ut dels i anslutning till reven, dels i referensområdet. Vid slumpningen uteslöts områden med vattendjup utanför intervallet 20-30 m och områden som av andra skäl var olämpliga för fiske, exempelvis genom sin närhet till större farleder.





Figur 1. Karta över undersökningsområdet

De redskap som användes i oktober 2002 var enkla ålryssjor med 55 cm hög halvcirkelformad öppning, strut med tre ingångar och en 5 m lång ledarm. Maskstorleken var 17 mm i arm och 10 mm i innersta fiskhuset. Ryssjorna fiskades länkade arm mot strut i länkar om fem redskap per station. Avsikten var att fiska varje station vid ett tillfälle under en natt, men på grund av hårt väder kom sex av stationerna i respektive område att fiskas över två nätter, vilket, tillsammans med bortfall av en station i referensområdet, innebär att det totala antalet fiskade stationer uppgick till 24 vid reven och 23 i referensområdet.

Provfisken med ryssjor genomfördes återigen under augusti - september 2003. Anläggningsarbete pågick, vilket påverkade valet av fiskeplatser i anslutning till reven. Trettio stationer utslumpades vid de rev som var anlagda vid den aktuella tidpunkten (2A1-2 och 4A1). Redskapens storlek i relation till tillgängligt utrymme innebär att vissa av stationerna vid reven fiskades vid upprepade tillfällen. I referensområdet fiskades samma 30 stationer som utslumpades inför fisket i oktober 2002. Vid reven fiskades sammanlagt 21 stationer, varav vissa vid upprepade tillfällen så att den totala ansträngningen blev densamma som i referensområdet.

Baserat på erfarenheter av fiskets praktiska utförande i oktober 2002 gjordes en förändring av det sätt på vilket ryssjorna fiskades. Ryssjorna var nu länkade arm mot arm och inte arm mot strut, som vid det inledande fisket.

En tredje provfiskeomgång med ryssjor genomfördes i oktober 2003. Ytterligare ett rev (1B1) hade färdigställts vid tillfället och de fiskade stationerna omfattade nu även detta rev. Antalet stationer uppgick till 20, varav vissa fiskades vid upprepade tillfällen så att den totala fiskeansträngningen som vid tidigare tillfällen uppgick till 30. En ansträngning definieras här som fiske med en länk under en natt. I referensområdet fiskades 29 av de tidigare valda stationerna, varav en fiskades vid två tillfällen.

En smärre förändring av redskapet genomfördes genom att ytterligare en ryssja kopplades till länken, som nu kom att omfatta sex ryssjor fiskade arm mot arm.

Fisket i augusti 2004 var det första som genomfördes med samtliga sex rev fullt utbyggda. Nyttillkomna rev var 1A1 och 1C1 SV Buskär. Provtagningsstrategin anpassades till de nya förhållandena genom att fem stationer fiskades vid varje rev. Tidigare fiskade stationer behölls, men fiskades endast vid ett tillfälle och nya stationer utslumpades vid de rev som inte fiskats tidigare. Vid rev 2A2 bortslumpades en av de tidigare fiskade stationerna och vid rev 4 tillkom en ny station. Denna strategi är tänkt att bibehållas tills vidare. Strategin i referensområdet var densamma som under 2003.

I augusti 2004 fiskades 30 ryssjestationer vid reven och lika många i referensområdet. Hårt väder under hösten innebar att fisket försenades till mitten av november och till att antalet fiskade stationer begränsades till 18 per område. Fisket genomfördes i övrigt utan registrerade störningar.

#### **Provfisken med nätlänkar**

Ett första provfiske med nät följde direkt på ryssjeprovfisket i oktober 2003. Fyra sammanlänkade nät med maskstorlekarna 38, 50, 60 och 75 mm fiskades på varje station. Näten var 27 m långa och 1,5 m höga och nätmaskan var av spunnen nylon med garnkvalitén 210/3 (3 trådar om vardera 210 g per 10 000 m). Valet av stationer följde samma principer som vid fisket med ryssjor, men antalet fiskade stationer var (av ekonomiska skäl) lägre.

Fiskestationer i anslutning till reven placerades genomgående så att redskapen sattes parallellt med revet och så nära som bedömdes vara tekniskt möjligt. I referensområdet sattes redskapen med rådande vind- och/eller strömriktning.

Under oktober 2003 fiskades 14 stationer vid reven, varav sex fiskades vid två tillfällen. I referensområdet gjordes 20 fisken fördelade på 18 stationer. Två av dessa fiskades under två nätter på grund av dåligt väder. Störning registrerades för en av stationerna vid reven. Nätfiskena 2004 genomfördes under sista veckan av oktober och första veckan i november. Tjugo stationer fiskades per område. Strategin var densamma som 2003 i referensområdet, medan den vid reven anpassades till full utbyggnad enligt samma princip som för fisket med ryssjor. Minst tre stationer fiskades vid varje rev.

#### **Omgivningsfaktorer**

I samband med fiskena registrerades vindens riktning och styrka samt vattnets temperatur och salthalt samt siktdjup på en central punkt i ytan. Vattentemperaturen vid varje redskap registrerades i samband med sättning och vittjning. För fångsten anges antal individ per station av alla fiskarter och större kräftdjur. Alla individ längdmäts i intervall om 1 cm. För krabbor anges skalets bredd och för hummer anges totallängd.

### **Resultatbearbetning**

Vid bearbetning av resultaten omräknades fångsten från ryssjefisket för varje enskild station till antal fiskar per ryssja och natt och ett medelvärde har därefter bildats för det antal stationer som fiskats vid varje provfiskeomgång. För nätfiskena användes ansträngningsmättet antal per station och natt. Fiskeansträngningar med registrerade störningar har inte medräknats. Fördjupad statistisk bearbetning av resultaten genomförs inte på detta stadium av undersökningarna utan får avvakta resultat från något eller några år med alla rev fullt utbyggda. Provfiskena är inte upplagda för att på god statistisk grund utreda skillnader mellan enskilda rev. Information av denna karaktär kan erhållas från befintliga data, men blir på grund av provtagningens design indikativ. Skillnader för individtäthet mellan områden har testats med enfaktors ANOVA efter rottransformering och homogenitetstest.

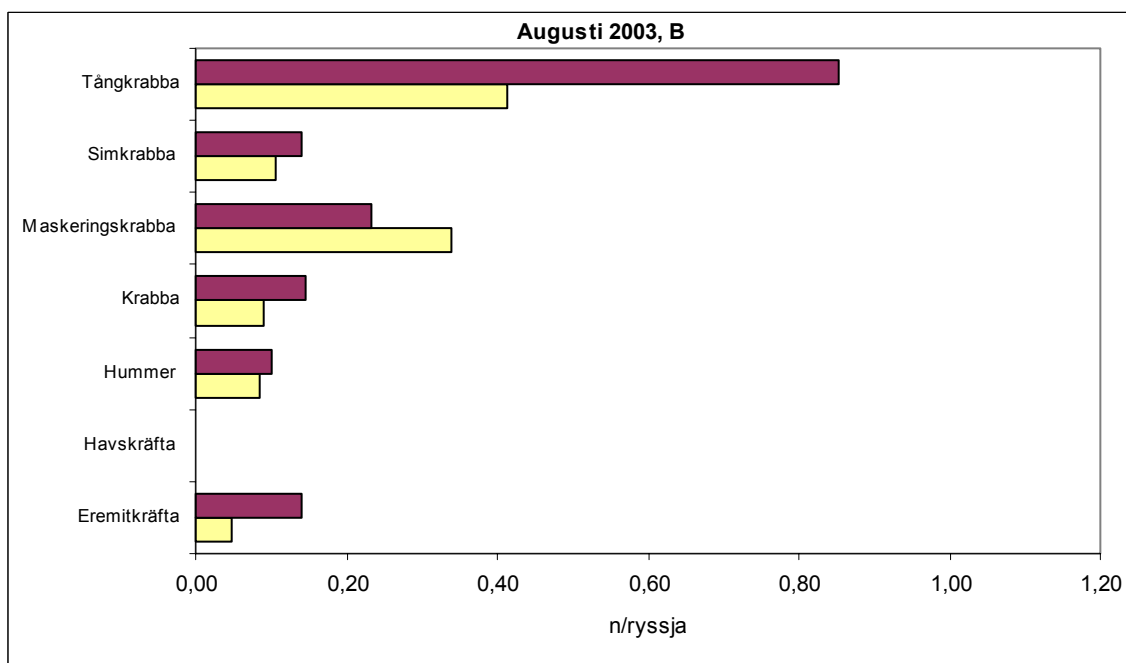
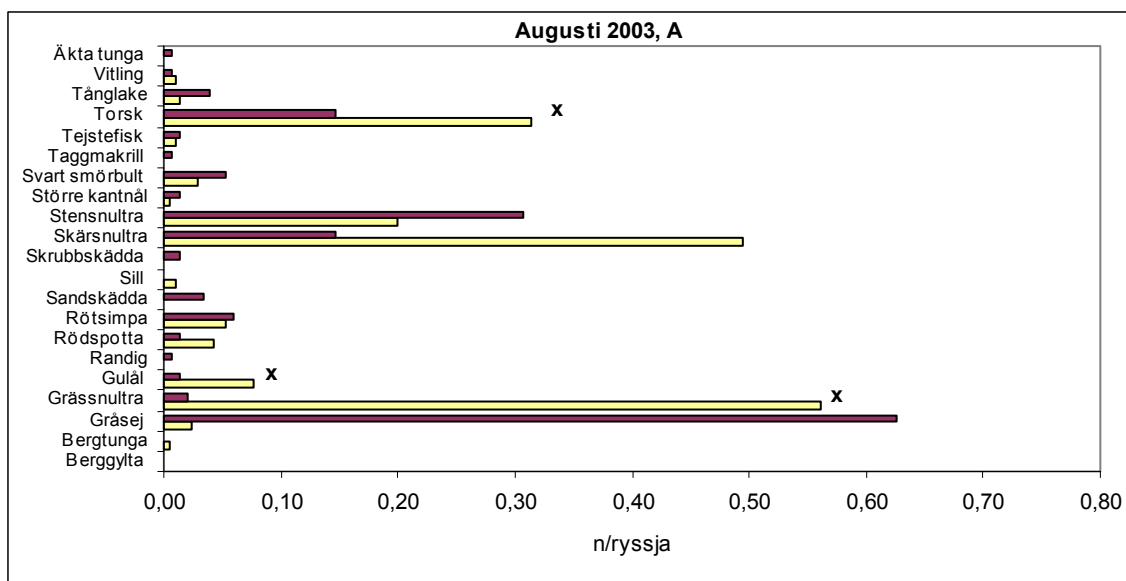
## **3.3 Resultat**

### **Provfisken med ryssjor**

Vid det inledande provfisket i oktober 2002 fångades totalt 15 fiskarter, varav 12 förekom vid reven och 14 i referensområdet. Vid de planerade reven fångades dessutom sex kräftdjursarter och fem av dessa förekom även i referensen.

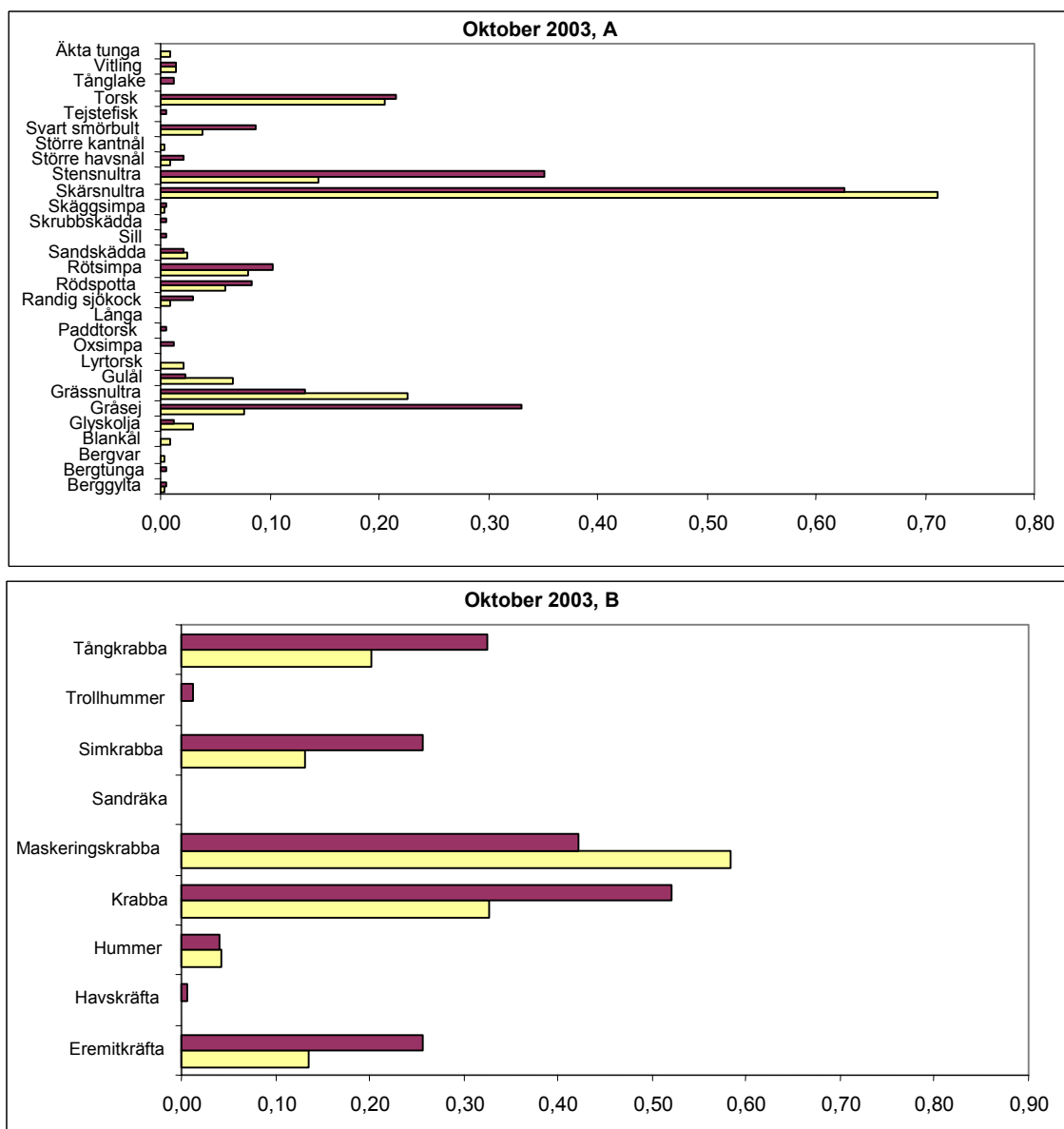
Den enskilt vanligaste arten var maskeringskrabba, med nästan dubbelt så hög täthet vid de planerade reven (bilaga). Även krabba (krabbtaska) hade sin största förekomst vid reven och krabban var den till antalet näst vanligaste kräftdjursarten. Endast en hummer fångades. Fisk förekom mycket sparsamt i fångsten och de dominerande arterna var skärnsultra och stensultra. Den totala torskfångsten uppgick till 11 fiskar.

När fisket upprepades i slutet av augusti och början av september 2003 kunde det genomföras helt utan störningar. För fiskarna hade antalet arter ökat till 20, varav 15 registrerades vid reven och 18 i referensområdet (bilaga). Grässultra var vanligast fiskart vid reven, följd av torsk och skärnsultra, medan gråsej och stensultra dominerade i referensområdet, följda till antalet av skärnsultra och torsk (figur 2). Skillnaden mellan rev och referensområde var signifikant för grässultra, torsk och ål (ANOVA,  $p < 0.05$ ). Sex kräftdjursarter förekom jämnt fördelade i de båda områdena, dock med en övervikt för tångkrabba och eremitkräfta i referensområdet. Hummer var betydligt vanligare än föregående höst, med en totalfångst av 14 humrar vid reven och 15 i referensen.



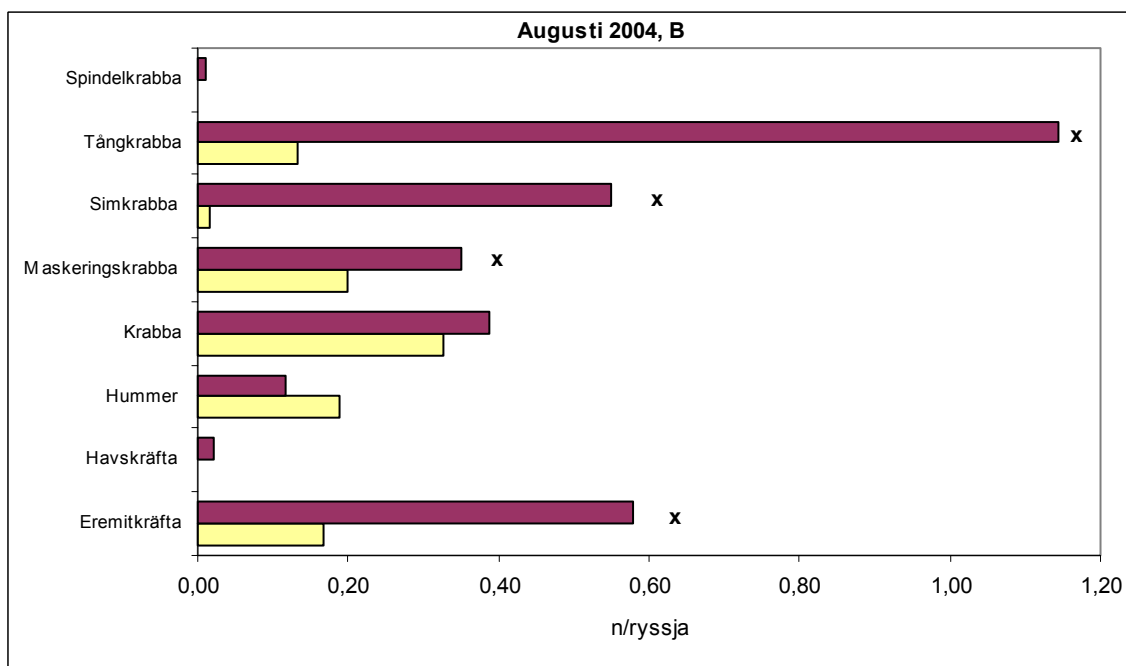
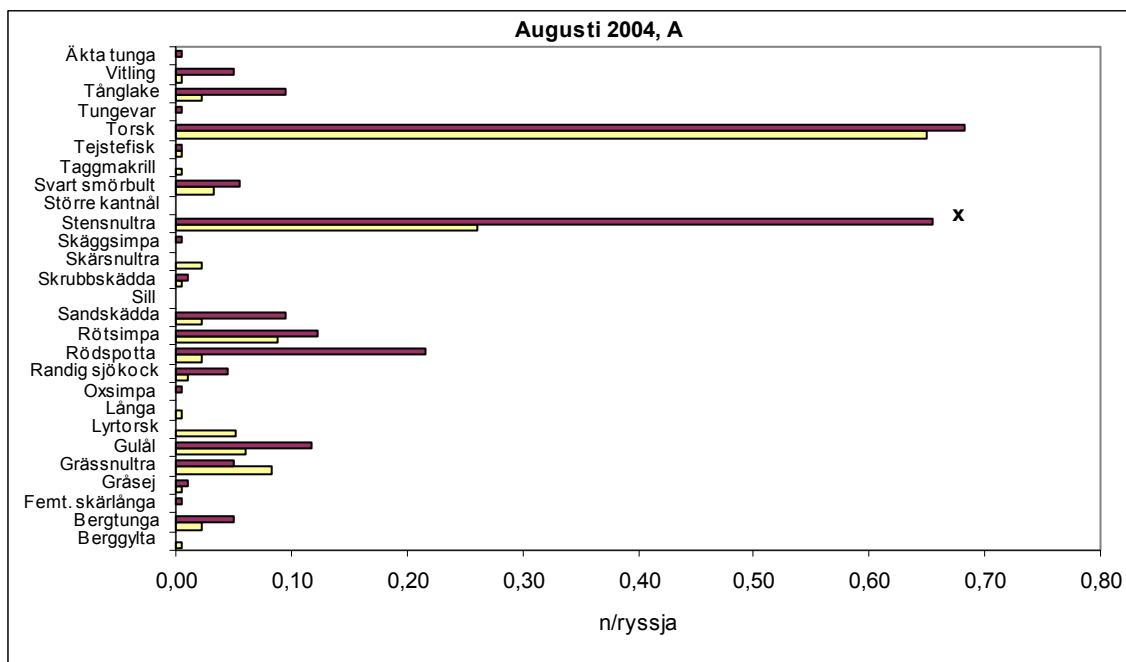
Figur 2. Fångst per fiskeansträngning vid fiske med ryssjor i augusti - september 2003. Antal per ryssja och natt för A fisk och B kräftdjur. Vinröd stapel är referensområdena, gul stapel är revområdena. Signifikanta skillnader markeras med x.

Vid fisket i oktober 2003 hade artlistan för fiskarna vuxit ytterligare till totalt 28 arter (bilaga). Snultror dominerade i båda områdena, tillsammans med gråsej och torsk (figur 3). Liksom i augusti var grässnultran något vanligare vid reven och gråsej, och även stensnultra, tenderade att vara vanligare i referensområdet. Skillnaden mellan områdena var dock inte i något fall signifikant. Dominanter bland fiskarna fördelade sig relativt lika mellan områdena. Åtta kräftdjursarter förekom i fångsten. De nytillkomna arterna var havskräfta och trollhummer, som förekom med ett respektive två exemplar i referensområdet. Tångkrabba, maskeringskrabba och krabbtaska var vanligast. Maskeringskrabban var något vanligare vid reven, medan de båda andra arterna, tillsammans med simkrabba och eremitkräfta, fångades rikligare i referensområdet. Hummerfångsten skiljde sig inte mellan områden och den var mindre än under augustifisket.



Figur 3. Fångst per fiskeansträngning vid fiske med ryssjor i oktober 2003. Antal per ryssja och natt för A fisk och B kräftdjur. Vinröd stapel är referensområdena, gul stapel är revområdena.

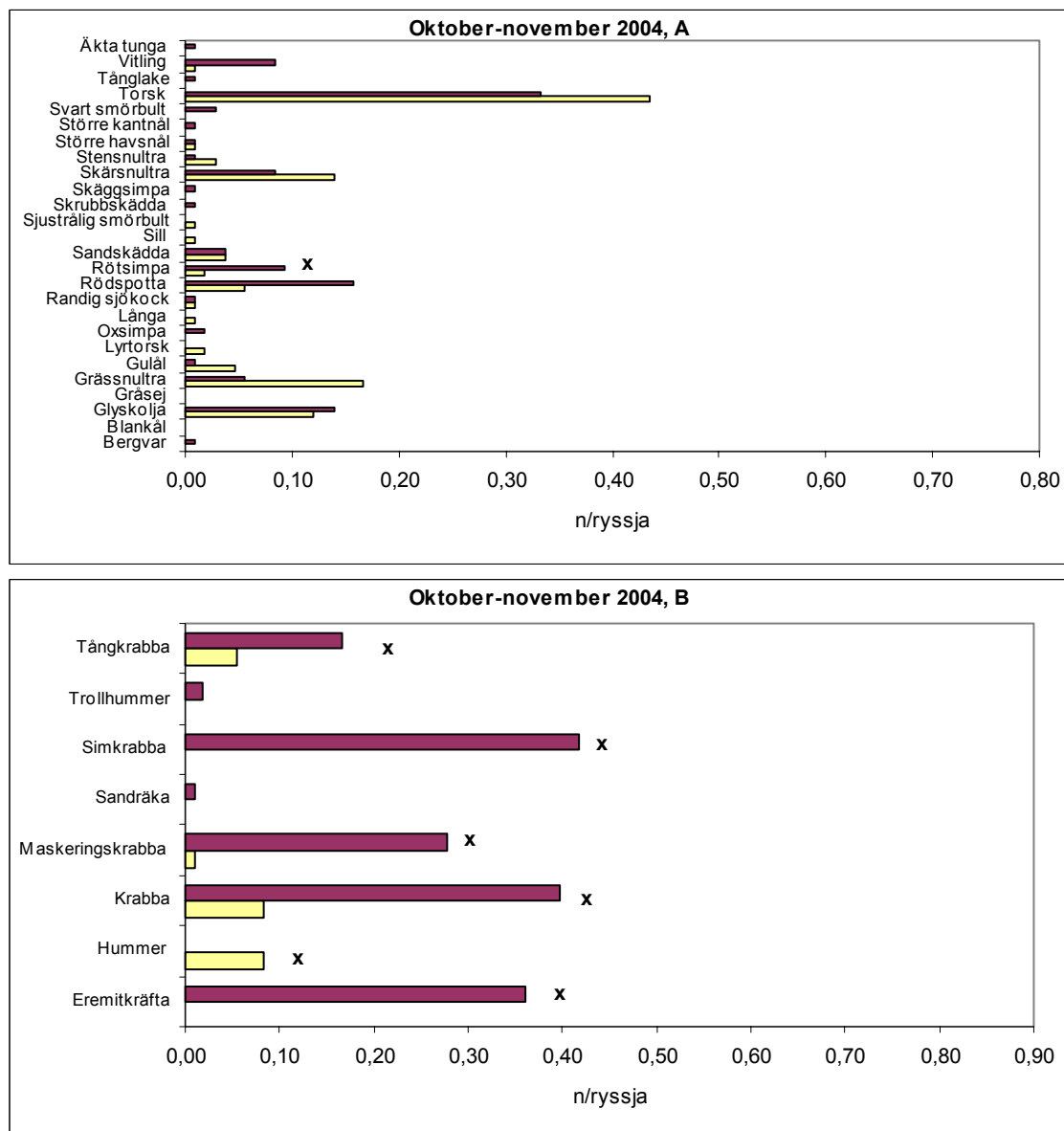
Torsk och stensnultra dominerade starkt i fångsten med ryssjor i augusti 2004 (figur 4). Torsk var tre gånger vanligare än i oktober 2003 och fördelade sig lika mellan områdena. Hummer var något vanligare vid reven och den totala fångsten i båda områdena uppgick till 55 humrar. Stensnultra var, tillsammans med tångkrabba, maskeringskrabba, simkrabba och eremitkräfta, signifikant vanligare i referensområdet (ANOVA,  $p < 0,05$ ). Fisket vid reven fångade sammanlagt 19 fiskarter och 6 arter av kräftdjur. I referensområdet var antalet för motsvarande grupper 20 respektive 8 (bilaga). Artantalet var marginellt högre för fiskar och för kräftdjur i referensområdet.



Figur 4. Fångst per fiskeansträngning vid fiske med ryssjor i augusti 2004. Antal per ryssja och natt för A fisk och B kräftdjur. Vinröd stapel är referensområdena, gul stapel är revområdena. Signifikanta skillnader markeras med x.

Fiskeansträngningen under höstfisket 2004 var mindre och fisket genomfördes senare än motsvarande fiske 2003. Antalet förekommande arter var lägre än under oktober 2003, avseende både fisk och kräftdjur i båda områdena (bilaga). Torsk dominerade starkt bland fiskarna vid reven och i referensen och fångsten per fiskeansträngning var större än under 2003 (figur 5). Bland övriga vanliga fiskarter var skärsnultra något vanligare vid reven, medan vitling, rötsimpa och rödspotta förekom rikligast i referensområdet. Skillnaden var dock endast signifikant för rötsimpa (ANOVA,  $p < 0,05$ ). En jämförelse mellan höstfiskerna 2003 och 2004 avslöjar en markant förändring av förekomsten av kräftdjur, i första hand vid reven. Småvuxna, tidigare vanliga arter hade minskat starkt. Fångsten av krabba minskade

med 75 % vid reven, medan hummern hade ökat något. Skillnaden mellan rev och referensområde var signifikant för de sex vanligaste kräftdjursarterna (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

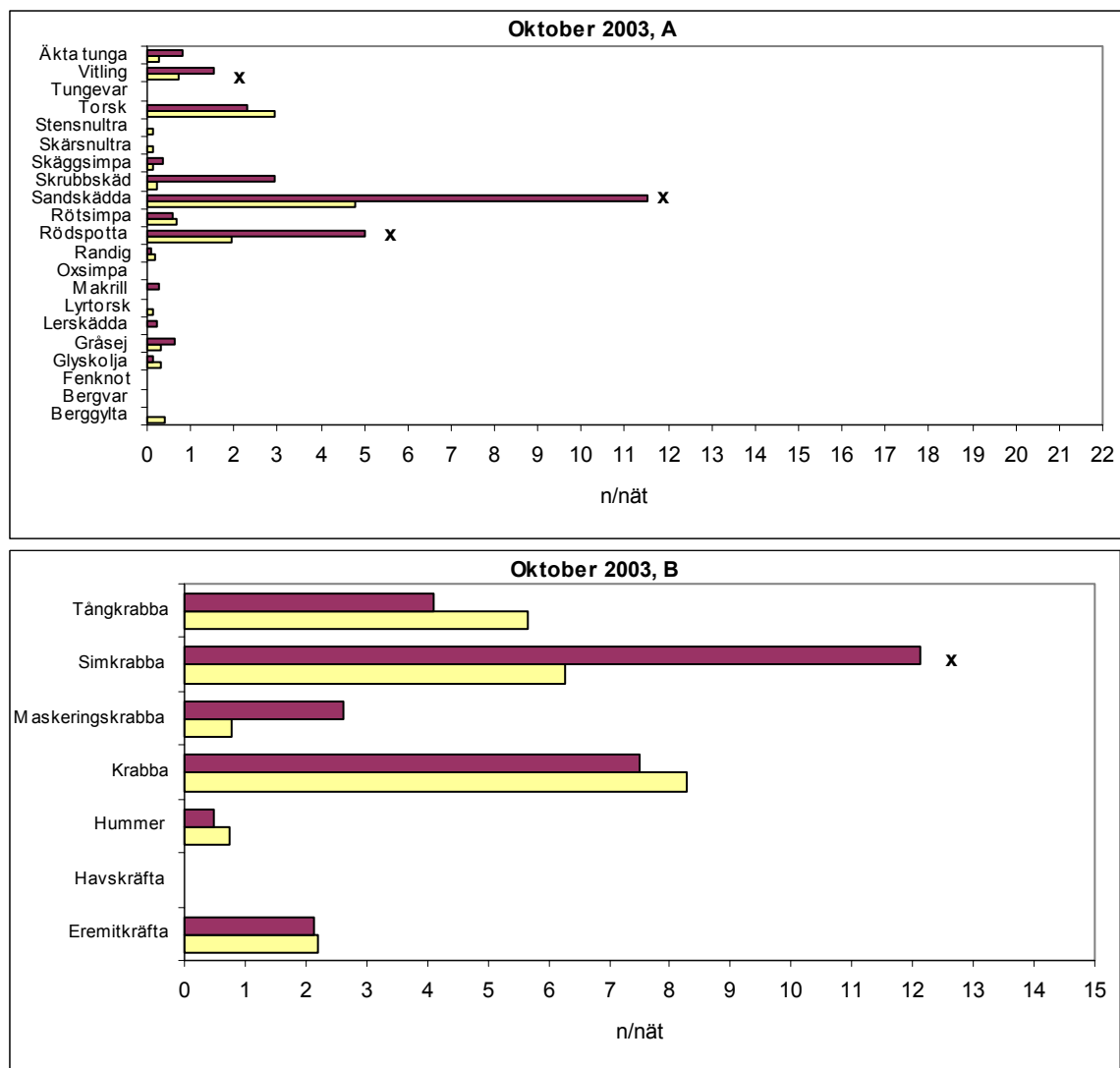


Figur 5. Fångst per fiskeansträngning vid fiske med ryssjor i oktober- november 2004. Antal per ryssja och natt för A fisk och B kräftdjur. Vinröd stapel är referensområdena, gul stapel är revområdena. Signifikanta skillnader markeras med x.

### Provfisken med nätlänkar

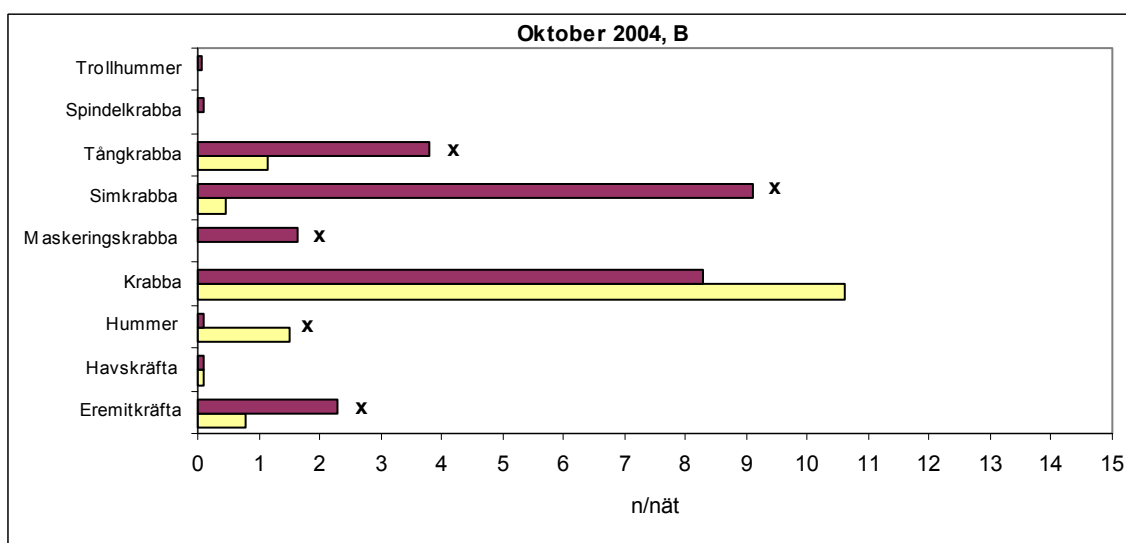
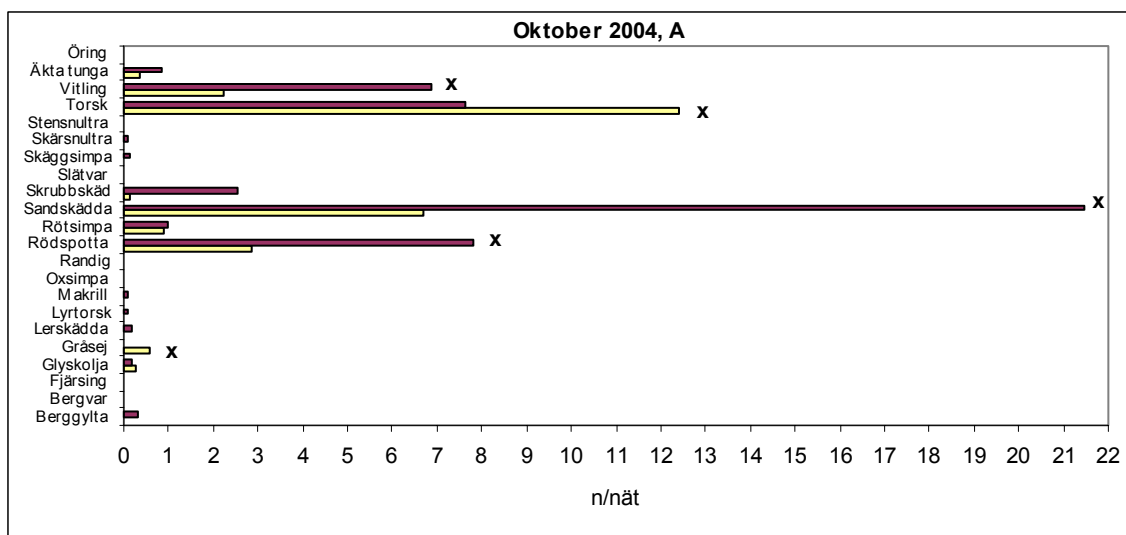
I nätprovfisken hösten 2003 fångades sammanlagt 21 fiskarter - 17 vid reven och 19 i referensområdet (bilaga). Fångstens sammansättning avslöjade en tydlig skillnad relativt provfiskena med ryssjor avseende förekomst av enskilda arter. Snultror förekom endast sparsamt, medan plattfiskar som skrubbskädda, sandskädda och rödspotta var betydligt vanligare i nätfångsterna (figur 6). Dessa plattfiskar var dessutom betydligt vanligare i referensområdet än vid reven (ANOVA,  $p < 0,01$ ). Detsamma gällde för vitling, gråsej och äkta tunga, även om dessa fångades i mindre omfattning. För vitling förelåg en signifikant skillnad (ANOVA,  $p < 0,05$ ). En udda art i fångsten var den relativt sällsynta fenknoten.

Bland sju observerade kräftdjursarter förelåg en klar dominans för tångkrabba, simkrabba och krabbtaska. Tydliga skillnader mellan områden fanns för simkrabba och maskeringskrabba, som båda var vanligare i referensen. Skillnaden var signifikant för simkrabba (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Figur 6. Fångst per fiskeansträngning vid fiske med nät i oktober 2003. Antal per station och natt för A fisk och B kräftdjur. Vinröd stapel är referensområdena, gul stapel är revområdena. Signifikanta skillnader markeras med x.





Figur 7. Fångst per fiskeansträngning vid fiske med nät i oktober-november 2004. Antal per station och natt för A fisk och B kräftdjur. Vinröd stapel är referensområdena, gul stapel är revområdena. Signifikanta skillnader markeras med x.

## Storleksfördelning

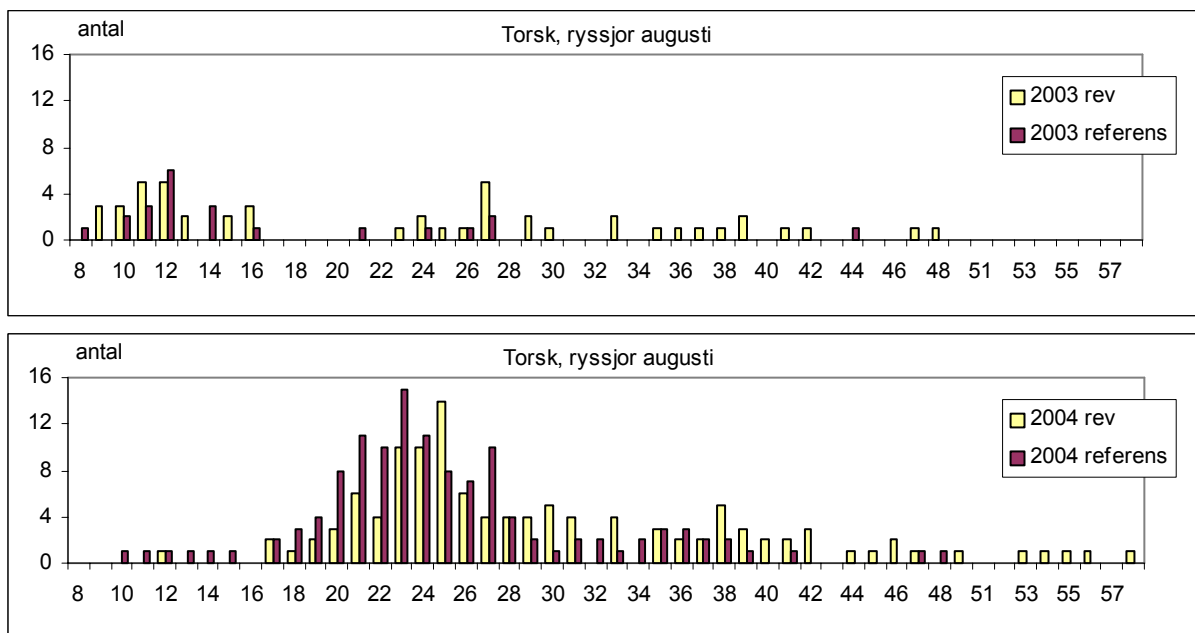
Storleksfördelning för ett urval av i första hand kommersiellt intressanta arter presenteras här för fångster från augusti och oktober 2003 och 2004.

### Torsk

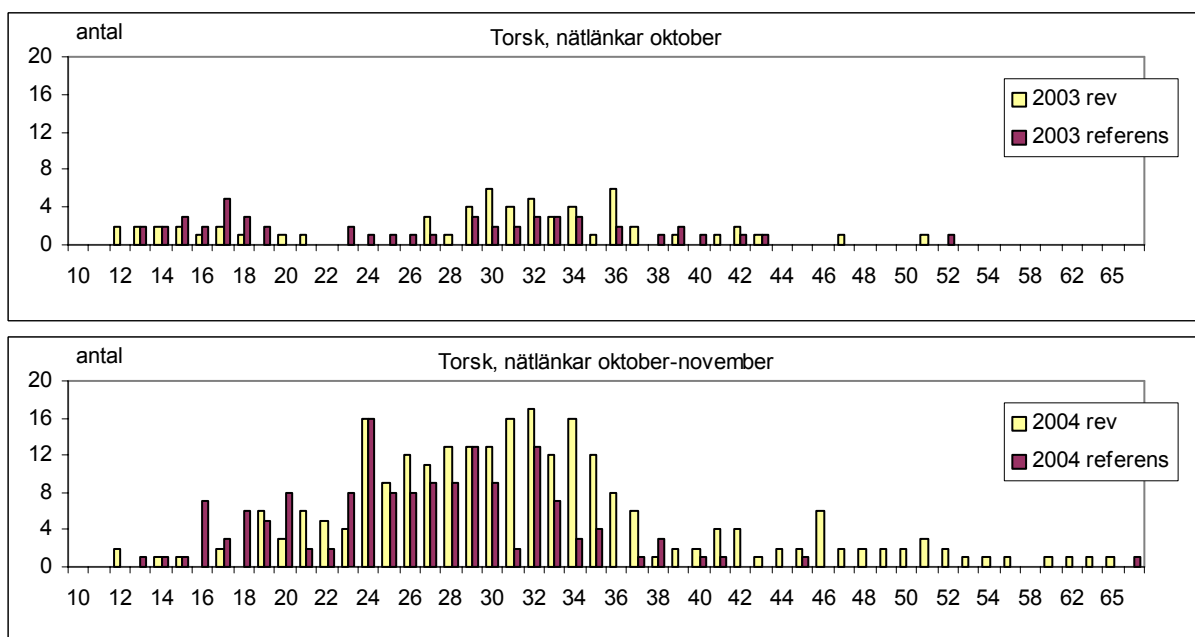
Augustifisket gav små fångster i augusti 2003 med en spridning av storlekar mellan intervallet 8-48 cm och en viss övervikt för större torsk vid reven (figur 8). Samma fiske 2004 dominerades av storlekar mellan 20 och 30 cm, sannolikt födda 2003. Större torsk var något vanligare och större än året innan och tendensen till en övervikt för de största torskarna vid reven kvarstod.

Torskens storleksfördelning i nätfisket i oktober 2003 påminner om den från ryssjorna i augusti samma år, både avseende längdspridning och grupperingar (figur 9). Koncentrationen vid storlekar mellan 10 och 20 cm och mellan 25 och 40 cm var dock något tydligare. Det bör noteras att nätens maskstorlek innebär att fångstbarheten för den mindre gruppen var låg och att fisket därmed underskattade den verkliga representationen för denna

grupp. Detta framgår tydligt av storlekssammansättningen i fisket med ryssjor vid samma tid (ej i figur). Nätfisket i oktober-november 2004 gav signifikant större fångster vid reven och en jämförelse med storleksfördelningen i referensområdet visar en tydlig övervikt för stor torsk vid reven. Den största torsken vid reven var 65 cm 2004, vilket kan jämföras med 51 cm åter innan. Den största torsken fångades dock i referensområdet och var 76 cm lång.



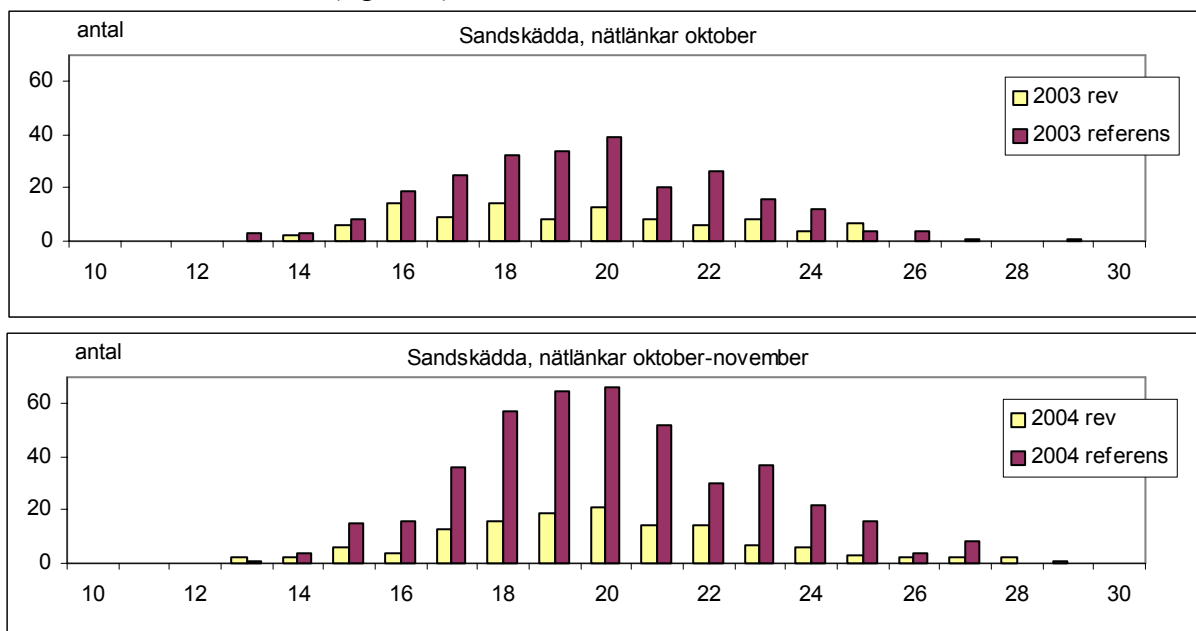
Figur 8. Längdfördelning hos torsk från fiske med ryssjor i augusti 2003 och 2004 (undre gräns för cm-klasser anges).



Figur 9. Längdfördelning hos torsk från fiske med nätlänkar i oktober 2003 och 2004 (undre gräns för cm-klasser anges).

### Sandskädda

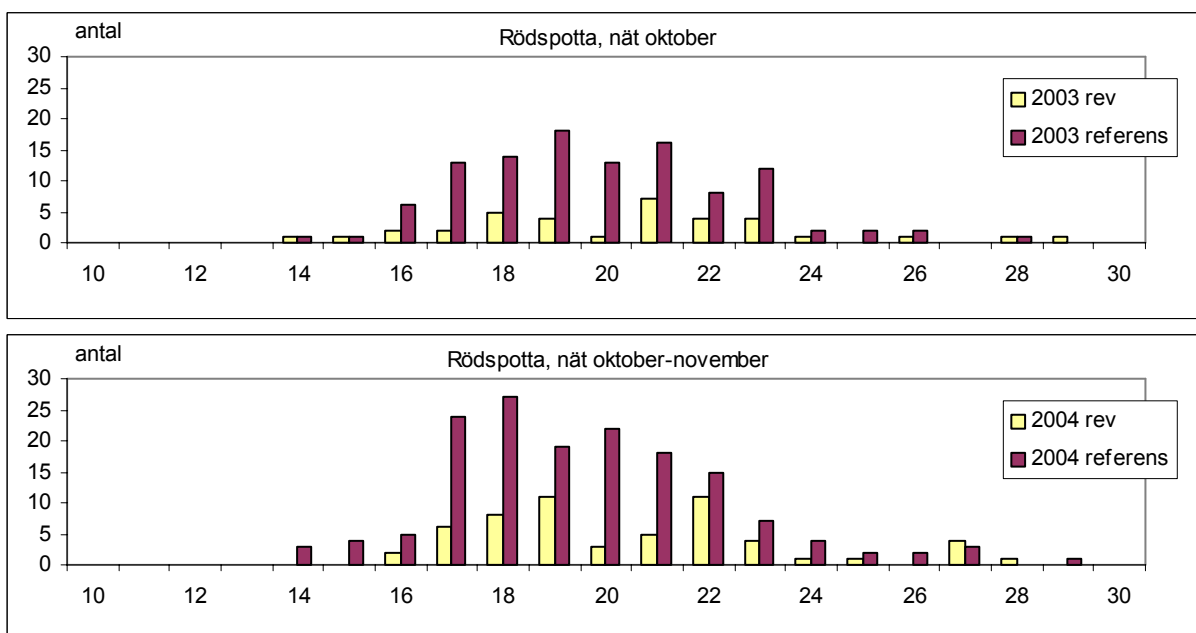
Sandskädda förekom huvudsakligen i nätfiskena i oktober och fångsterna i referensområdet var båda åren betydligt större än vid reven. Storlekarna var i det närmaste normalfördelade runt en medellängd nära 20 cm och storleksintervallet var i stort sett detsamma i båda områden under båda åren (figur 10).



Figur10. Längdfördelning för sandskädda i nätprovfisken i oktober 2003 och 2004 (undre gräns för cm-klasser anges).

### Rödspotta

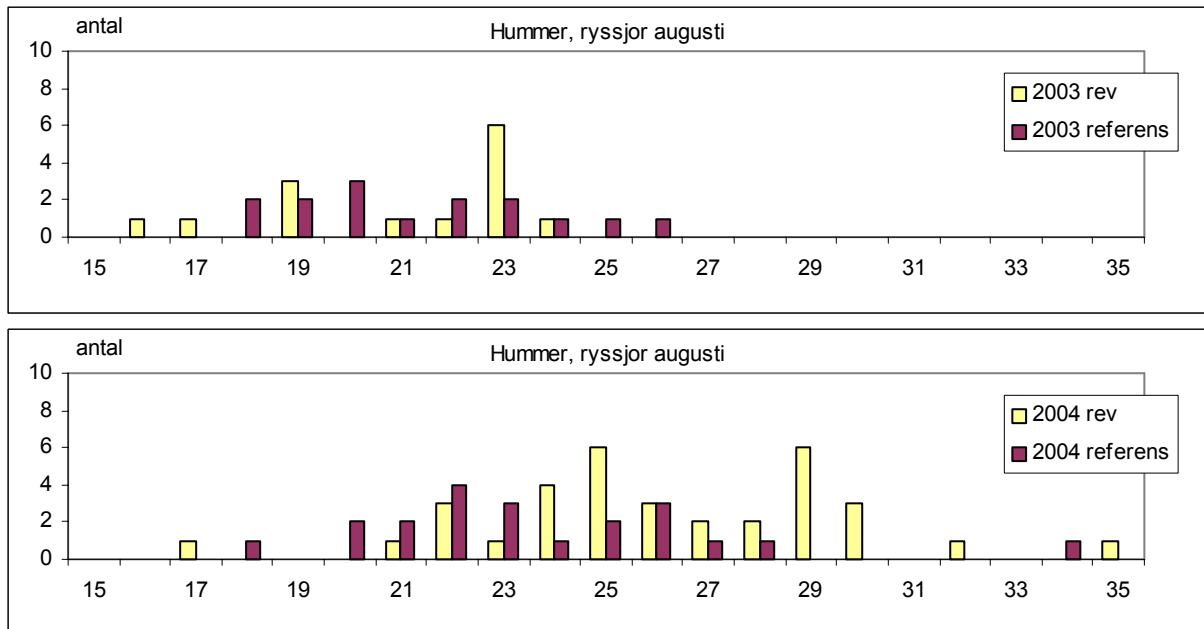
Även för rödspotta fanns tydliga likheter mellan åren för storleksfördelningen i nätfiskena (figur 11). Den ökade förekomsten 2004 kan främst tillskrivas en uppgång för mindre storlekar (17-19 cm).



Figur11. Längdfördelning för rödspotta i nätprovfisken i oktober 2003-2004 (undre gräns för cm-klasser anges).

### Hummer

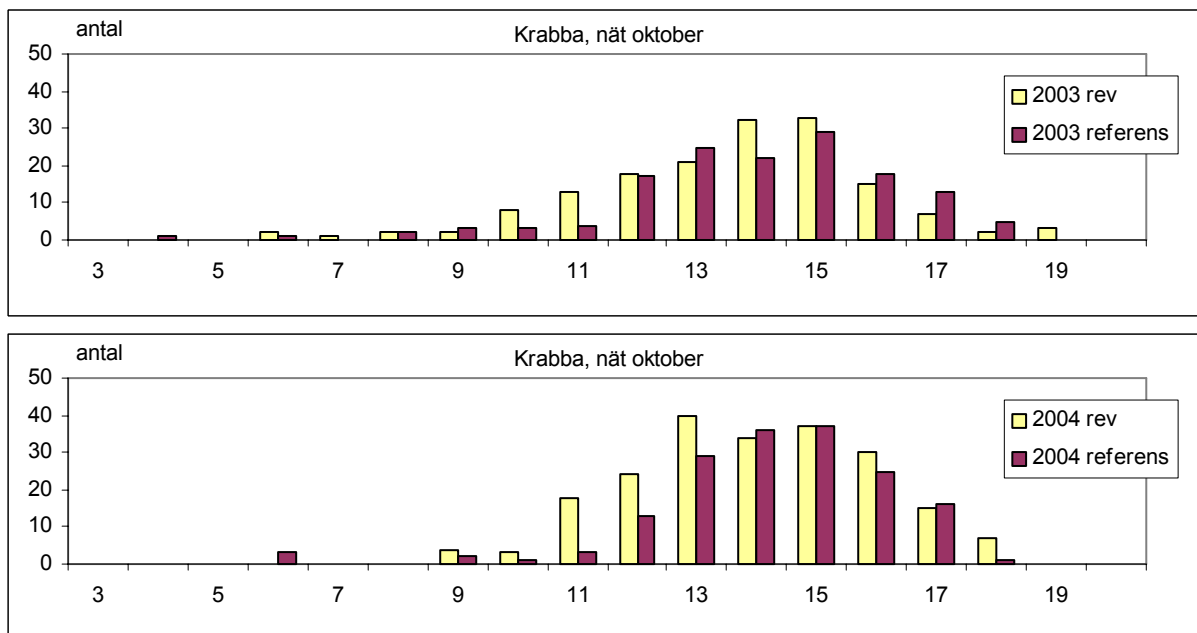
De största fångsterna av hummer togs med ryssjor i augusti och den totala fångsten i båda områdena hade i det närmast fördubblats mellan 2003 och 2004. Hummer var vanligast vid reven 2004 och storleksfördelning avslöjar en tendens till att de även var större där än i referensområdet och att humrarna generellt var större 2004 än 2003 (figur 12).



Figur 12. Längdfördelning för hummer i provfisken med ryssjor i augusti 2003 och 2004 (undre gräns för cm-klasser anges).

### Krabba

Nätfisket under senhösten gav de i särklass största fångsterna av krabba (krabbtaska). Krabborna hade en likartad storleksfördelning i de båda områdena, även om mindre krabbor tenderade att vara vanligare vid reven 2004 (figur 13). Sköldens bredd varierade detta är mellan 6 och 18 cm och de vanligaste bredderna var 13-15 cm. Skillnaden mellan åren var obetydlig.



Figur 13. Storleksfördelning (skalets bredd) för krabba i provfiske med nät och ryssjor hösten 2003 (undre gräns för cm-klasser anges).

### 3.4 Diskussion

Målsättningen med provfiskena är att dokumentera vad anläggandet av de konstgjorda reven har för effekt på art- och individrikedom hos de berörda fisk- och skaldjurssamhällena. Undersökningarna belyser även storleksfördelningen i de olika bestånden av fiskar och kräftdjur som förekommer i området och är fångstbara med de redskap som används. Då resultaten tolkas måste hänsyn tas till eventuella skillnader som uppkommer mellan reven och referensområdet både kan vara effekter av reven i sig och av att reven är avlysta från allt fiske.

Trots att undersökningarna hittills endast omfattar ett år med samtliga rev fullt utbyggda ses redan resultat som visar en snabb etablering av flera arter av fisk och kräftdjur på reven. Antalet arter ökade betydligt mellan 2002 och 2003, men man bör notera att ökningen skedde både vid reven och i referensområdet. Förändringarna för artantalet var små mellan 2003 och 2004 i alla delundersökningar. Torsk och gråsej och olika arter av snultror var vanligast bland fiskar i fångst med ryssjor 2003 och av dessa var torsk och grässnultra signifikant vanligare vid reven i augusti. I ryssjefisket därefter har nästan alla signifikanta skillnader avsett en övervikt för referensområdet. Det enda undantaget var en signifikant övervikt för hummer vid reven i oktober 2004. Både hummer och torsk förekom med högre tätheter i fiskena 2004 och en analys av storleksfördelningarna ger en klar indikation om att större individer varit vanligare vid reven. En sådan effekt kan tolkas som en reveffekt, men även som en effekt av fredning.

En anmärkningsvärd förändring mellan 2003 och 2004 är att i stort sett samtliga småvuxna kräftdjursarter gått tillbaka kraftigt vid reven, samtidigt som förändringarna i referensområdet var relativt små och i flera fall positiva. Denna utveckling skulle kunna tolkas som en effekt av ett ökat tryck från predatorer som torsk och hummer.

Artsammansättningen i nätfisket skiljer sig från den i fisket med ryssjor främst genom en större dominans för plattfiskar och ett betydligt mindre inslag av de småvuxna snultrorna. Bakom denna skillnad ligger i första hand de olika redskapens selektivitet. I oktober 2003 gällde alla signifikanta skillnader en övervikt för referensområdet och berörda arter var rödspotta, sandskädda, vitling och simkrabba. Dessa skillnader kvarstod i oktober-november 2004 och nu var även flera andra mindre kräftdjur signifikant vanligare i referensområdet. En tillbakagång för små kräftdjur vid reven registrerades i nätfisket på samma sätt som i fisket med ryssjor och en tänkbar orsak berörs ovan. Tre arter, torsk, gråsej och hummer, var signifikant vanligare vid reven hösten 2004. Torsk och hummer tenderade dessutom att vara större vid reven. Liknande observationer gjordes även i ryssjefisket och observationerna tillsammans stärker hypotesen om att dessa för människan värdefulla arter har anlockats till reven och funnit skydd där.

Även om vissa mönster börjar framträda redan inom ett år efter revens etablering måste man utgå ifrån att de effekter som ses hittills endast kan tolkas som effekter av anlockning till en ny livsmiljö. Detta innebär att de fiskar och kräftdjur som sökt sig till reven har gjort så på bekostnad av andra områden. En anlockning och kolonisering utgör dock en förutsättning för att mera långsiktiga effekter skall komma till stånd. Sådana effekter kan vara förbättrade förutsättningar för produktion, både genom att reproduktion och tillväxt gynnas och kanske även genom att ökat skydd gynnar överlevnaden. En annan förväntad effekt är att reven som habitat erbjuder förutsättningar för ett djursamhälle med hög biodiversitet. Om och i så fall hur snabbt dessa effekter uppkommer kommer förhoppningsvis att framgå av en fortsatt uppföljning.

## 4. DELPROJEKT B

### Dykundersökningar



*Foto över del av anlagt rev.*

#### 4.1 Sammanfattning

Dykundersökningar ingår i det biologiska uppföljningsprogrammet av de artificiella reven som anlades under 2003 i Göteborgs mellersta skärgård. Kolonisering och succession av den biologiska utvecklingen dokumenteras med fotografering av hårbottenytor (flora och epibentisk fauna) samt linjetaxering av mobil fauna (inkl. hummer, krabba och fisk). Provtagningarna görs både på artificiella- och naturliga rev i två områden (Buskärs fredningsområde och Tanneskärs fredningsområde) samt på naturliga rev i ett kontrollområde sydväst om Ekeskär.

Åtta provtagningsomgångar genomfördes under 2002-2004. Hösten 2002 genomfördes en förundersökning av naturliga rev och efterhand som de artificiella reven blivit byggda under 2003 har även de provtagits. De artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde besöktes vid alla tillfällen 2003. Rev 4A-1 och 1B-1 i Buskärs fredningsområde besöktes i augusti och oktober. Rev 1A-1 i Buskärs fredningsområde besöktes i oktober 2003. Samtliga rev besöktes under 2004 vid tre tillfällen.

Fisk koloniserade de artificiella reven inom 2 månader med avseende på antal arter i jämförelse med naturliga rev. Med avseende på abundansen av fisk är de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde koloniserade efter 5½ månad i jämförelse med naturliga rev i området. Först hösten 2004 är de artificiella reven i Buskärs fredningsområde koloniserade med avseende på abundansen av fisk. Förutom i juni 2003 då årsyngel av torsk dominerar de

artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde är sjustrålig smörbult, stubb (*Pomatoschistus* spp.) och stensnultra de dominerande fiskarterna oavsett revtyp och område under 2003. Grässnultra är vanlig i oktober 2003 på båda revtyperna i Buskärs fredningsområde. Våren 2004 är abundansen av fisk låg i samtliga områden och revtyper, vilket bl a beror på liten förekomst av sjustrålig smörbult. Sensommaren och hösten 2004 är abundansen av fisk högre för de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde än vid motsvarande tidpunkter 2003. Abundansen är densamma sensommaren och hösten 2003 som 2004 för de artificiella reven i Buskärs fredningsområde. Sjustrålig smörbult, stubb (*Pomatoschistus* spp.) och stensnultra är de dominerande fiskarterna oavsett revtyp och område under 2004. Grässnultra är vanlig i oktober 2004 på de artificiella reven i Buskärs fredningsområde. Torsk är vanligare 2004 än 2003, speciellt på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde. Leopardfläckig smörbult (*Thorogobius ephippiatus*) påträffades på 10 lokaler under augusti- och oktober provtagningarna 2003 samt 2004 på naturliga rev. Första noteringen av sjurygg gjordes våren 2004 på ett artificiellt rev i Buskärs fredningsområde. Totalt har 39 fisktaxa noterats.

Hummer (*Homarus gammarus*) noterades för första gången på de artificiella reven i augusti 2003 inom båda fredningsområdena. I efterföljande provtagningar t o m 2004 har i genomsnitt 0.2 till 0.7 individ/lokal påträffats på de artificiella reven per provtillfälle.

Krabbtaska (*Cancer pagurus*) noterades för första gången i maj och augusti 2003 på de artificiella reven i Tanneskärs- resp. Buskärs fredningsområde. I efterföljande provtagningar t o m 2004 har i genomsnitt 0.1 till 1.1 och 0.4 till 4.8 individ/lokal påträffats på de artificiella reven i Tanneskärs- resp. Buskärs fredningsområde per provtillfälle.

40 taxa av evertebrater (rygggradslösa djur) har noterats på och i anslutning till de artificiella reven t o m 2004. Här är kräftdjur och hydroider de största grupperna med avseende på artrikedom. Den dominerande arten på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde är dock tarmsjöpfung *Ciona intestinalis*, vilken först påträffas i juni 2003 och har sitt maximum våren 2004 för att därefter minska i täckningsgrad. På de artificiella reven i Buskärs fredningsområde är kölad havstulpan (*Balanus crenatus*) dominerande art våren 2004 och ersätts av tarmsjöpfung (*C. Intestinalis*) samt brunalgen skräppetare (*Laminaria saccharina*) som dominerande arter på sensommaren och hösten 2004. Koloniseringen av de djupa delarna av reven (>24 m) är begränsad.

Endast få fynd av makroalger gjordes på de artificiella reven under 2003. Fynden gjordes i augusti i Tanneskärs fredningsområde och bestod av tre kortlivade arter. Under 2004 sker ett genombrott för makroalgerna och det främst på de artificiella reven i Buskärs fredningsområde, där sedimentations- och ljusförhållanden verkar vara mer gynnsamma än vid de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde. Totalt har 18 arter, varav 14 rödalger och 4 brunalger, noterats på de artificiella reven t o m 2004. Det är endast brunalgen skräppetare (*Laminaria saccharina*) som finns i någon större täckningsgrad.

Cyanobakterier påträffades i juni och augusti 2003 samt i maj och augusti 2004 på de artificiella reven.

Fläckar av svavelväte noterades på ett av de naturliga reven under oktober 2003 och på ett av de artificiella reven under augusti 2004 i Tanneskärs fredningsområde.



## 4.2 Inledning

Syftet med delprojektet är att på de artificiella reven dokumentera kolonisering och succession av flora och stationär fauna med fotografering samt mobil fauna (inkl. hummer, krabba och fisk) med linjetaxering. Förutom att följa de artificiella rens koloniseringsförlopp studeras även naturliga rev, vilket möjliggör jämförelser mellan de två revtyperna. De två områden där de artificiella reven är anlagda är fredade från fiske (FIFS 2002:34). Därav tas även prover på naturliga rev i ett ofredat kontrollområde, detta för att kunna urskilja effekten av fredande.

## 4.3 Material och metoder

### 4.3.1 Fältarbete

*Utförda provtagningar* (Fig. 1 och Tab. 1)

Hösten 2002 gjordes en förundersökning av naturliga rev (se Gustafsson 2003). Totalt besöktes 20 lokaler varav 10 st i Buskärs fredningsområde, 5 st i Tanneskärs fredningsområde och 5 st i ett kontrollområde sydväst om Ekeskär. Fotografering utfördes vid 4 av lokalerna (N8, N10, N11 och N12) i Buskärs fredningsområde, 2 av lokalerna (N3 och N9) i Tanneskärs fredningsområde och 2 av lokalerna (N19 och N20) i kontrollområdet. Linjetaxering gjordes vid samtliga lokaler.

Under 2003 genomfördes fyra provtagningsomgångar: 7-18 maj, 25-28 juni, 18-27 augusti, 17-24 oktober. De naturliga reven (8 lokaler) som fotograferades 2002 fotograferades vid alla tillfällen även 2003, förutom i juni. Linjetaxering av naturliga rev gjordes vid 8 lokaler i Buskärs fredningsområde (förutom i maj och oktober då 7 lokaler besöktes), vid 4 lokaler i Tanneskärs fredningsområde samt vid 4 lokaler i kontrollområdet vid alla tillfällen. De två artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde har varsin lokal (A1 och A2) som fotograferades vid alla tillfällen 2003. Vidare gjordes linjetaxering på 12 lokaler vid alla tillfällen förutom i augusti då 10 lokaler besöktes. De artificiella reven 4A-1 och 1B-1 i Buskärs fredningsområde provtogs (fotografering och linjetaxering) fr o m augusti och har varsin fotograferingslokal (A41 och A18). Linjetaxering gjordes på 6 lokaler i 4A-1 och 4 lokaler inom 1B-1. Rev 1A-1 blev färdigbyggt i oktober 2003 där linjetaxering utfördes på två lokaler.

Under 2004 genomfördes tre provtagningsomgångar: 2-16 maj, 16-24 augusti och 18 oktober -7 november. De naturliga reven (8 lokaler) fotograferades vår och höst 2004. Linjetaxering av naturliga rev gjordes vid 8 lokaler i Buskärs fredningsområde (förutom på hösten då 7 lokaler besöktes), vid 4 lokaler i Tanneskärs fredningsområde (förutom på sensommaren då 3 lokaler besöktes) samt vid 4 lokaler i kontrollområdet vid alla tre tillfällen 2004. De två fotograferings-lokalerna (A1 och A2) på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde fotograferades vid alla tillfällen 2004. Vidare gjordes linjetaxering på 11 lokaler vid alla tillfällen förutom i augusti då 9 lokaler besöktes. De artificiella reven i Buskärs fredningsområde har fyra fotograferings-lokaler (A41, A18, A25 och A31) som fotograferades vid alla tillfällen 2004. Linjetaxering gjordes på 11 lokaler vid alla tillfällen förutom på våren då 12 lokaler besöktes.

GPS-navigatör och ekolod användes vid positionering av lokaler.

Tabell 1. Provtagningschema – en översikt av de besökta lokalerna på vilka samtliga linjetaxering gjordes. \* lokalen har fotograferats.

	Tanneskärs fredningsområde		Buskärs fredningsområde		Kontrollområde
	Artificiella rev	Naturliga rev	Artificiella rev	Naturliga rev	Naturliga rev
<b>Tillfälle</b>					
Höst2002 (30 okt. -27 nov.)		N3*, N9*, N13, N14, N18		N1, N2, N5, N6, N7, N8*, N10*, N11*, N12*, N15	N4, N16, N17, N19*, N20*
Vår2003 (7 – 18 maj)	A1*, A2*, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12	N3*, N9*, N14, N18		N2, N5, N6, N8*, N10*, N11*, N12*	N16, N17, N19*, N20*
Sommar2003 (25 – 28 juni)	A1*, A2*, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12	N3, N9, N14, N18		N2, N5, N6, N7, N8, N10, N11, N12	N16, N17, N19, N20
Sensommar2003 (18 – 27 augusti)	A1*, A2*, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12	N3*, N9*, N14, N18	A41*, A42, A43, A44, A45, A46, A15, A16, A17, A18*	N2, N5, N6, N7, N8*, N10*, N11*, N12*	N16, N17, N19*, N20*
Höst2003 (17 – 24 oktober)	A1*, A2*, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12	N3*, N9*, N14, N18	A41*, A42, A43, A44, A45, A46, A15, A16, A17, A18*, A20, A21	N2, N5, N7, N8*, N10*, N11*, N12	N16, N17, N19*, N20*
Vår2004 (2 – 16 maj)	A1*, A2*, A3, A4, A5, A6, A7, A9, A10, A11, A12	N3*, N9*, N14, N18	A41*, A46, A47, A15, A18*, A20, A21, A22, A25*, A31*, A32, A33	N2, N5, N6, N7, N8*, N10*, N11*, N12*	N16, N17, N19*, N20*
Sensommar2004 (16 – 24 augusti)	A1*, A2*, A3, A4, A7, A9, A10, A11, A12	N3, N9, N14	A41*, A46, A47, A15, A18*, A21, A22, A25*, A31*, A32, A33	N2, N5, N6, N7, N8, N10, N11, N12	N16, N17, N19, N20
Höst2004 (18 okt. –7 nov.)	A1*, A2*, A3, A4, A5, A6, A7, A9, A10, A11, A12	N3*, N9*, N14, N18	A41*, A46, A47, A15, A18*, A21, A22, A25*, A31*, A32, A33	N2, N5, N6, N8*, N10*, N11*, N12*	N16, N17, N19*, N20*

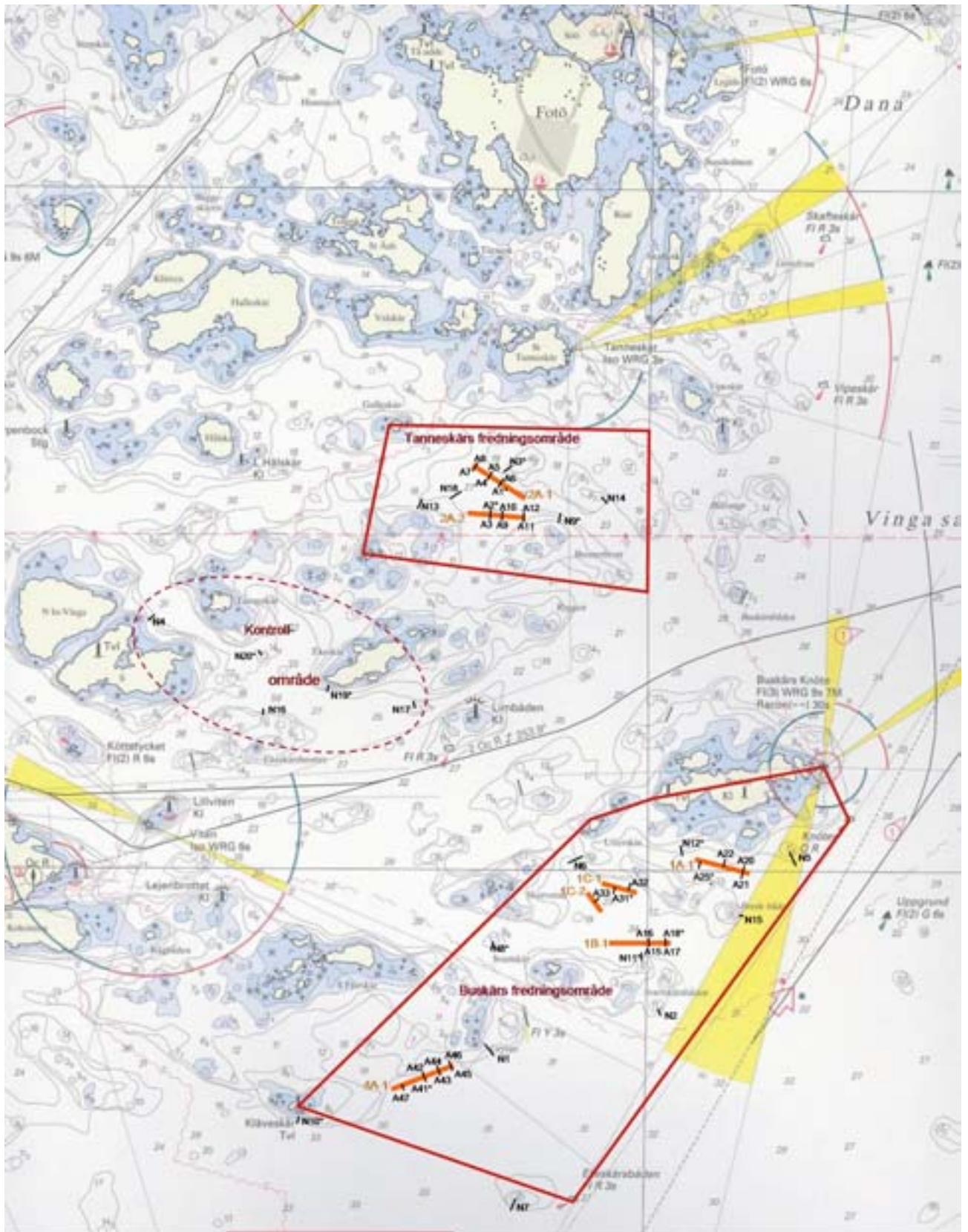


Fig. 1. Karta över de tre undersökningsområdena i Göteborgs mellersta skärgård. De båda revtyperna artificiell och naturlig har lokalbeteckningarna A resp. N. \* lokalen fotograferas. Fotografering av hårbottenytor – dokumentering av flora och epibentisk fauna

Fotograferingen utfördes av dykare med hjälp av en fotorigg, dvs en ram med fastmonterad kamera, där en yta på 0,25 m<sup>2</sup> avfotograferas. Vid varje lokal fotograferades fem bilder (inom lokalens bredd på 30 m) på följande djup: 30, 28, 26, 24, 22, 20, 18, 16, 14, 12, 10 meter om möjlighet gavs. Metoden är vedertagen och används inom övervakningsprogram av hårbotten längs den svenska västkusten (Andersson och Tunberg 1992, Karlsson 1997). Svårbestämda arter samlades in för artbestämning med hjälp av stereolupp och/eller ljusmikroskop i lab.

#### *Linjetaxering*

Dykare simmar från grunt (minimum 10 m) till djupt (maximum 30 m) vatten längs transekter och räknar samt artbestämmer fisk som befinner sig inom 0,5 m avstånd på båda sidor om transekterna och i vattenmassan upp till 1 m ovan botten (Jansson et al. 1985). Ytterligare fiskarter påträffade utanför den beskrivna zonen, noteras kvalitativt. Transekterna läggs ut vinkelrätt mot respektive djupkurvor och slumpas inom varje lokal (vid varje lokal görs 2 linjetaxeringar). Transekternas längd varierar mellan 25-100 meter. Räkning av hummer (*Homarus gammarus*), krabbtaska (*Cancer pagurus*), valthornsnäcka (*Buccinum undatum*) och neptunsnäcka (*Neptunea antiqua*) sker inom 2,5 m avstånd på båda sidor om transekten, således en 5 m bred zon.

### **4.3.2 Bildanalys**

Bildanalyser genomförs genom att projicera diabilder direkt ned på ett digitaliseringsbord med hjälp av en vertikalt monterad diaprojektor med högupplösningslins. På digitaliseringsbordet ringas olika taxonomiska grupper areor in med hjälp av en s k cursor. Dataprogrammet *NIH Image 1.67* används för inläsning av de olika gruppernas täckningsgrad. Även eventuella mörka områden orsakade av skuggeffekter inläses. Detta görs för att kompensera den analyserbara delen av bilden, så att den utgör 100 % av den totala täckningsgraden. När en bild innehåller ett mycket stort antal individer av en art används en s k point sampling-teknik (Andersson och Tunberg 1992) för att underlätta analysarbetet.

## **4.4 Resultat och diskussion**

### **4.4.1 Beskrivning av de artificiella reven**

Rev 2A-1 (uppbyggt under perioden 23 februari - 3 maj 2003) består av stora block (upp till 5 m i diameter) från ett krön på ca 15-17 m djup ner till ca 20 m djup. Krönet är tillplattat vilket gör att gränsen mellan de olika sidorna av revet är otydlig. På revets nordsida utgörs övergången till orörd mjukbotten (ca 21-22 m djup) av en blockslänt med en lervall (ca 3-5 dm hög) utanför. Liknande bottenpografiska förhållande gäller för den östra delen av revets sydsida. Däremot är den västra delen av sydsidan mer dramatisk. Där ett betydande lerskred har inträffat mellan 20 – 26 m djup med följd att lera i stora mängder har pressats upp och stora gropar bildats. Ur leran sticker även block upp (Fig. 2). I framkanten av lerskredet finns en ca 2 m hög lervall.

Rev 2A-2 (uppbyggt under perioden 6 mars - 8 maj 2003) består av stora block. Den östra delen av revet har även ett visst inslag av mindre block och sten. Vidare har den östra delen en tydlig ryggås på ca 12 m djup och skarpa kanter mot mjukbotten både åt norr (20,5 m djup) och åt söder (18 m djup). I revets västra del är ryggåsen tillplattad med ett djup på ca 14-17 m. Vidare uppvisar den västra delen av revet lerskredstendenser åt såväl den södra som den norra sidan om revet i övergången till mjukbotten på ca 20-21 m djup.

Rev 4A-1, där första etappen uppbyggdes under perioden 15 maj - 3 juli 2003, består av stora block med inslag av mindre block och sten. I den västra delen av revet finns en markant ryggås som ligger på 17 m djup. Österut blir åsryggen mer avrundad och har ett djup av 20 m. Ett lerskred har inträffat på den östra delen av revets sydsida där block glidit ut och en lervall har bildats. I övrigt är revet tydligt avgränsat mot omgivande mjukbotten som ligger på ca 29-30 m djup på sydsidan och ca 27-28 m djup på nordsidan. Förlängning av Rev 4A-1 gjordes under perioden 13 november 2003 - 31 januari 2004 åt väster. Den nya etappen liknar den ovan beskrivna västra delen av revet, men är grundare (14 m).

Rev 1B-1 (uppbyggt under perioden 3 juli - 8 augusti 2003) har i det närmaste totalt kollapsat. På grund av detta har revet ingen tydlig ryggås. Dock finns där två enskilda blockhögar som sträcker sig från ca 25 m djup ner till djup större än 30 m, vilket är det maximala undersökningsdjupet.

Rev 1A-1 (uppbyggt under perioden 8 augusti - 20 oktober 2003) är exemplariskt med avseende på dess teoretiska form med ett tydligt krön på 13,5 m djup. Avgränsningen på ca 26 m djup mot omgivande mjukbotten är helt opåverkad och mycket distinkt.

Rev 1C-1 (uppbyggt under perioden 19 september - 10 december 2003) är välbyggt med ett tillplattat krön på ca 14-15 m djup och avgränsas på sydsidan vid ca 26 m djup samt på nordsidan vid ca 23 m djup. Revet består mestadels av sten och grus med inslag av block.

Byggnationen av rev 1C-2 påbörjades 22 oktober och avbröts, på grund av kollaps, 13 november 2003. Revet bildar en ostrukturerad blockbotten på djup 23-27 m.



*Fig. 2. Ett uppstickande block ur mjukbotten i det område i västra delen av rev 2A-1 där ett lerskred ägt rum. Djup ca 22 m.*

#### 4.4.2 Rygggradslösa djur och makroalger

Kolonisering av de artificiella reven samt förändringar av de naturliga reven med avseende på rygggradslösa djur och makroalger presenteras här nedan. De taxa som är noterade för respektive provtagningstillfälle, revtyp och område är redovisade i tabell 2 och 3.

##### *Kolonisering av de artificiella reven*

Rev 2A-1 och 2A-2 i Tanneskärs fredningsområde anlades under tidsperioden 23 februari - 8 maj 2003 och har uppvisat en likartad biologisk utveckling. I maj 2003 noterades 8 taxa, av vilka havstulpaner (*Balanus* sp.) och hydroider är fastsittande organismer. Speciellt i östra delen av rev 2A-2 var hydroiderna vanligt förekommande och 1 cm höga. Eremitkräfta (*Pagurus* sp.), vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*), maskeringskrabba (*Hyas* sp.), valthornssnäcka (*Buccinum undatum*) och krabbtaska (*Cancer pagurus*) är mobila arter som vandrat in på reven (Fig. 3). De fyra förstnämnda arterna påträffades främst i revens nedre delar medan samtliga 5 noterade individer av krabbtaska återfanns väl synliga uppe på revkrönet. På mjukbotten alldeles söder om östra delen av rev 2A-2 påträffades havsborstmasken *Ophiodromus flexuosus* i rikliga mängder.

Vid årets andra provtagning, i slutet av juni 2003, har kalkrörsmaskar (Serpulidae) bottenfällt på reven. Vidare påträffades simkrabbor (*Liocarcinus* sp.) och några stora havsnejlikor (*Metridium senile*) vilka båda är mobila. På rev 2A-2 påträffades små mängder med cyanobakterier, vilka bildar röda hinnor i myntstorlek på djup grundare än 16 m.

Vid den tredje provtagningen, andra halvan av augusti 2003, noterades de största händelserna. En massiv invasion av tarmsjöpungen (*Ciona intestinalis*) har inträffat och dominerar nu på båda reven på djup grundare än 20 m (Fig. 5). Även vårtig sjöpunng (*Asciidiella aspera*) och sträv sjöpunng (*Asciidiella scabra*) har etablerat sig vid samma djupintervall. Första hummern (*Homarus gammarus*) noteras nu på Rev 2A-2. Vidare finns även ishavssjöstjärna (*Marthasterias glacialis*). Det enda tillfället under året då makroalger observerades var i augusti. Inslaget på reven var dock blygsamt och fynd gjordes i princip bara på östra delen av rev 2A-2, på djup grundare än 16 m. Där enstaka exemplar av rödalgen havsdun (*Pterothamnion plumula*) (Fig. 4) påträffades. Ett exemplar av vardera brunalgen tofsslick (*Ectocarpus* sp.) och rödalgen violett fjäderslick (*Polysiphonia fibrillosa*) påträffades också. Antalet funna taxa var nu också som störst med 18 taxa.



Fig. 3. 18 maj 2003. En vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*) vandrar upp på revet. Till höger om den, syns en hydroidkoloni som funnit sig till rätta på rev 2A-2.



Fig. 4. 27 augusti 2003. Havsdun (*Pterothamnion plumula*) på rev 2A-2, 15 m djup.

Vidare hade cyanobakterierna nått sitt maximum under augusti, för att helt saknas i oktober. Tarmsjöpfung, vårtig sjöpfung och sträv sjöpfung har alla vuxit till i storlek sedan augusti. Vid den sista provtagningen, i slutet av oktober, noteras inga nya arter. Förutom brett bladmossdjur (*Flustra foliacea*) som noterades på ett enskilt block. Detta block har antagligen medföljande påväxt från sin ursprungsplats. Brett bladmossdjur har således inte etablerat sig på blockets nuvarande plats.

Rev 4A-1 i Buskärs fredningsområde anlades under perioden 15 maj - 3 juli 2003. Den lilla mängd fastsittande organismer som koloniserat revet hittills, har föredragit revkrönet på 17-18 m djup. Organismerna utgörs av små havsanemoner (*Actinaria* indet.), ca 1 cm i diameter, och enstaka buskar av hydroiderna *Tubularia larynx* samt stor röropolyp (*Tubularia indivisa*). Även hydroiderna fin fjäderpolyp (*Kirchenpaueria pinnata*) och Laomedea/Obelia påträffades. Vidare har kalkrörsmaskar (*Serpulidae*) bottenfällt och finns i liten mängd på djup ner till 26 m, förutom på vertikala eller överhängande blocktytor där de är talrika. De mobila djur som vandrat in var 3 arter av sjöstjärnor och 4 arter av kräftdjur. Här kan nämnas att både hummer och krabbtaska påträffades vid första besöket (augusti) på revet. Söder om revet påträffades en sjöpenna (*Pennatula phosphorea*) på den anslutande mjukbotten. Generellt kan sägas att inga påtagliga skillnader noterades mellan augusti- och oktoberprovtagningarna 2003.

Rev 1B-1 i Buskärs fredningsområde anlades under perioden 3 juli - 8 augusti 2003. Endast 3 arter (hummer, krabbtaska och ishavssjöstjärna) noterades 2003. Här kan påpekas att hummer noterades redan i augusti 2003.

Rev 1A-1 i Buskärs fredningsområde anlades under perioden 8 augusti - 20 oktober 2003. Endast ett besök (24 oktober) har gjorts 2003 och inga ryggradslösa djur noterades.

Under år 2004 fortsätter reven 2A-1 och 2A-2 i Tanneskärs fredningsområde att ha en likartad biologisk utveckling. På våren har tarmsjöpfungen (*Ciona intestinalis*) uppnått sin maximala längd (ca 20 cm) (Fig. 6). Även vårtig sjöpfung (*Asciadiella aspera*) har vuxit till sig ytterligare. En ny sjöpfungsart för rev 2A-1 och 2A-2 är parallellsidig sjöpfung (*Corella parallellogramma*) som påträffas i enstaka exemplar och endast vid detta tillfälle. Även några enstaka nakensnäckor är tillfälliga besökare. De kortlivade rödalgerna havsdun (*Pterothamnion plumula*) och violett fjäderslick (*Polysiphonia fibrillosa*), vilka påträffades på sommaren förra året (2003), noteras i år redan på våren. Vidare görs det första fyndet av en flerårig rödalga, nämligen ribbeblad (*Delesseria sanguinea*). Vid provtagningen på sensommaren 2004 noteras ytterligare sex rödalger, varav två fleråriga (ekbladsalg (*Phycodrys rubens*) och långsträckt rödslick (*P. elongata*)). Fast det mest påtagliga vid det här provtillfället är tarmsjöpfungen (*C. intestinalis*) kraftiga nedgång (Fig. 6). De flesta individer är i dåligt skick, endast uppe på krönet finns livskraftiga individer kvar. I övrigt är den större mängden sediment och små fläckar med svavelväte iögonfallande sensommaren 2004. Här måste påtalas att iakttagelsen av svavelväte efter en period med högtrycksbetonat väder (lugnt väder) ofta görs i instängda områden nuförtiden. Vid efterföljande provtillfälle (hösten 2004) är dessa fläckar med svavelväte försvunna från reven, även cyanobakterierna saknas nu. När det gäller makroalgerna är det endast de fleråriga rödalgerna som återstår hösten 2004, dvs ribbeblad (*D. sanguinea*), ekbladsalg (*P. rubens*) och långsträckt rödslick (*P. elongata*). Vidare har vårtig sjöpfung (*A. aspera*) fått en mer framträdande plats i och med att tarmsjöpfungen (*C. intestinalis*) gått tillbaka ytterligare (Fig. 6). Det första fyndet av

den långlevande stor sjöpfung (*Ascidia mentula*) görs hösten 2004 på djup över 17 m i den östra delen av rev 2A-2. Noterbart är även fyndet av sjöstjärnan (*Henricia* sp.).

Samtliga fem rev i Buskärs fredningsområde besöktes under år 2004 vid alla tillfällen, två av reven (1C-1 och 1C-2) för första gången. De tre reven 1A-1, 1C-1 och 4A-1 vilka bygger på höjden och är som grundast ca 14 m uppvisar en betydande kolonisering av både flora och fauna på djup grundare än ca 20(24) m. På våren 2004 är kölad havstulpan (*Balanus crenatus*) dominerande på rev 1A-1 och 1C-1, där en massiv settling inträffat på djup grundare än 22 m (Fig. 7). På rev 4A-1 finns ingen lika påtaglig dominant, dock är hydroider framträdande på revkrönet och nedanför (18-24 m) är cyanobakterier iögonfallande. Små individer av tarmsjöungen (*Ciona intestinalis*) noteras också från revkrönet ner till ca 24 m på de tre reven 1A-1, 1C-1 och 4A-1. Noterbart är även en ensam blåmussla (1 cm längd) som påträffades på rev 4A-1 (28 m) och förekomsten av svampdjur (Porifera indet.) på rev 1A-1 och 1C-1. Glädjande är att fem taxa av makroalger, varav fyra fleråriga, har etablerat sig våren 2004 på de tre reven 1A-1, 1C-1 och 4A-1. Två arter är de bladformiga rödalgern ribbeblad (*Delesseria sanguinea*) och ekbladsalg (*Phycodrys rubens*) vilka är i ett tidigt stadium med lamina (bladskiva) på ca 1 cm längd på djup mellan 14-20 m. Även den fleråriga brunalgen skräppetare (*Laminaria saccharina*) var nyetablerad med lamina på ca 4-5 mm längd på djup mellan 14-18 m.

Nästa provtillfälle, sensommaren 2004, har betydande händelser inträffat på de tre reven 1A-1, 1C-1 och 4A-1 i det grunda djupintervallet. Framförallt har tarmsjöungen (*Ciona intestinalis*) (14-24 m) och skräppetare (*Laminaria saccharina*) (14-18 m) vuxit till och är nu dominerande arter (Fig. 7). Här kan nämnas att skräppetare (*L. saccharina*) har lamina (bladskiva) på 28 cm längd på rev 1A-1. Samtidigt har stora delar av bestånden av kölad havstulpan (*Balanus crenatus*) dött av. Vidare noteras följande mossdjur: *Alcyonidium* sp., *Securiflustra securifrons*, *Membranipora membranacea* och *Electra pilosa*, de två sistnämnda som påväxt på skräppetare (*L. saccharina*) samt ekbladsalg (*Phycodrys rubens*). Nio nya arter av makroalger påträffas, varav sju rödalger och två brunalger.

Hösten 2004 har inga dramatiska händelser inträffat på de tre reven 1A-1, 1C-1 och 4A-1. De dominerande arterna är desamma, tarmsjöungen (*Ciona intestinalis*) och skräppetare (*Laminaria saccharina*). Noterbart är fyndet av hoppmussla (*Aequipecten opercularis*) och havsnejlika (*Metridium senile*). Endast fleråriga arter av makroalger är kvar. Vidare har cyanobakterierna försvunnit.

Koloniseringen av de djupa reven 1B-1 och 1C-2 går långsamt. Det är endast hydroider som finns i någon större mängd på topparna av rev 1B-1 på ca 24 m och det vid senaste provtagningen hösten 2004. På samma rev har räkor noterats mellan blocken.

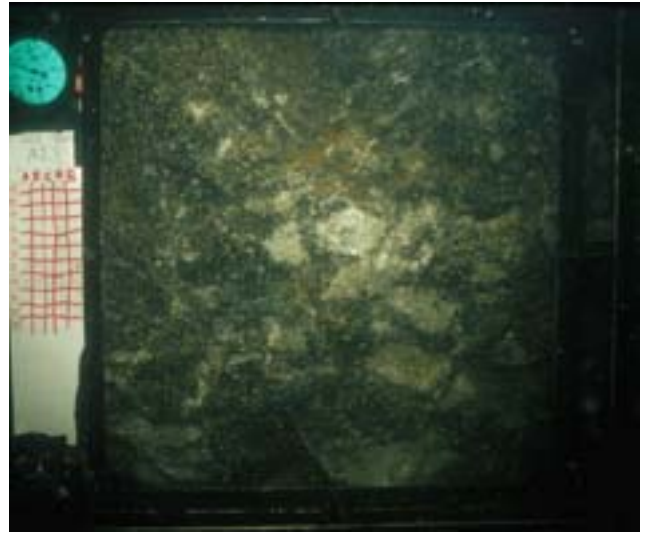




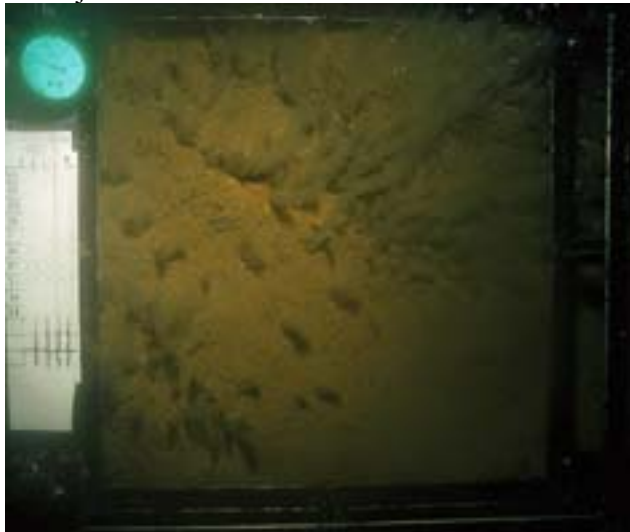




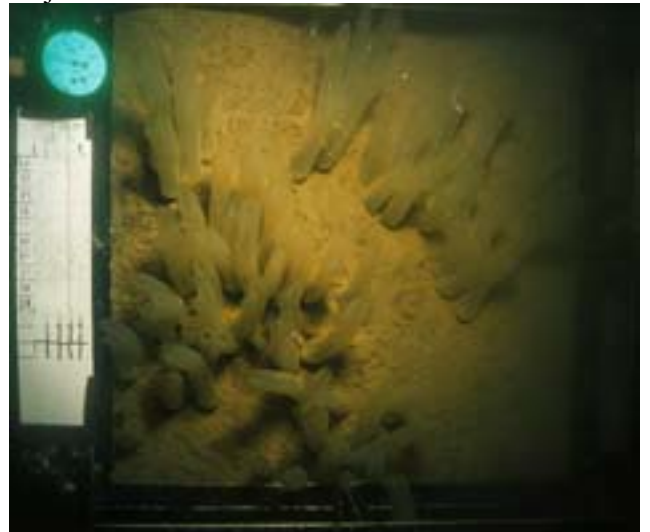
10 maj 2003



25 juni 2003

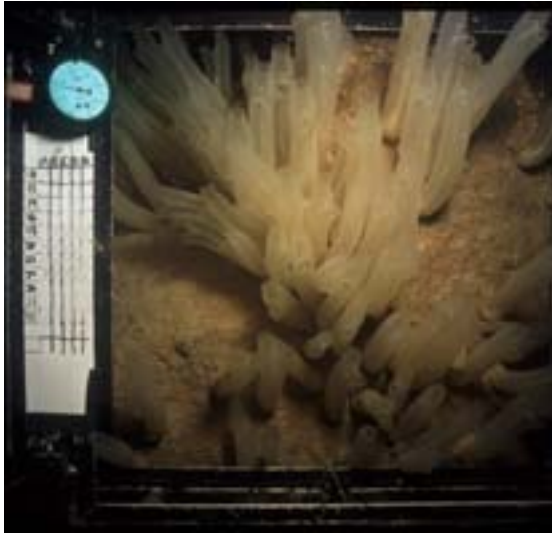


26 augusti 2003



20 oktober 2003

*Fig. 5. Lokal A1 (18 m djup) fotograferad vid fyra tillfällen: 10 maj, 25 juni, 26 augusti och 20 oktober 2003. Här ser man etableringen av tarmsjöpungen (*Ciona intestinalis*) fr o m augusti.*



5 maj 2004



22 augusti 2004



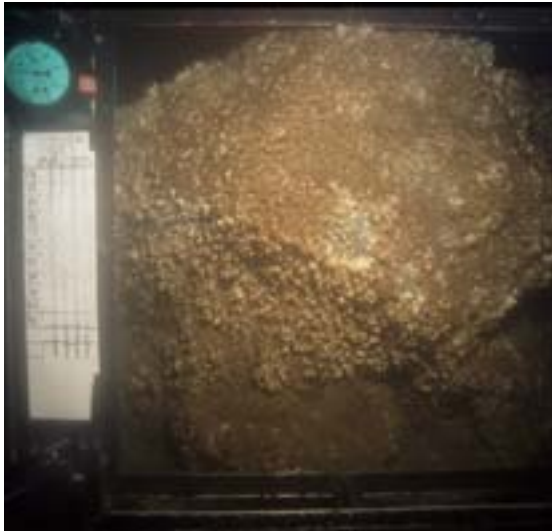
27 oktober 2004

Fig. 6. Lokal A1 (18 m djup) fotograferad vid tre tillfällen: 5 maj, 22 augusti och 27 oktober 2004. Här ser man nedgången av tarmsjöpungen (*Ciona intestinalis*) fr o m augusti.

#### *Förändringar av naturliga hårbottensamhällen*

En redovisning av betydande förändringar eller andra intressanta iakttagelser av de naturliga reven inom de båda fredningsområdena samt de naturliga reven i kontrollområdet görs här nedan. För en mer fullständig redovisning av de naturliga hårbottensamhällena hänvisas till förundersökningen (Gustafsson 2003).

Tarmsjöpung (*Ciona intestinalis*) står för den mest dramatiska händelsen. Från att inte noterats alls vid de tre första provtagningarna var den en av de dominerande arterna i augusti- och oktoberprovtagningarna 2003. Detta är i sig inte konstigt, tarmsjöpungen är en opportunistisk art som är känd för att variera kraftigt i förekomst mellan åren (Adolfsson och Tunberg 1994). Längs hela Bohuskusten har stora kvantiteter tarmsjöpung observerats under 2003 (Bo Gustafsson *pers obs.*). Samtliga lokaler i kontrollområdet och lokal N8 i Buskärs fredningsområde har höga täckningsgrader (relativt sett) av tarmsjöpung i djupintervallet 13 till 20 m. Lägre täckningsgrader



10 maj 2004



16 augusti 2004



19 oktober 2004

Fig. 7. Lokal A25 (16 m djup) fotograferad vid tre tillfällen: 10 maj, 16 augusti och 19 oktober 2004. Här ser man dominansen av kölad havstulpan (*Balanus crenatus*) i maj och av tarmsjöpungen (*Ciona intestinalis*) och skräppetare (*Laminaria saccharina*) fr o m augusti.

av tarmsjöpfung har lokalen N11 i Buskärs fredningsområde. Även lokalerna N3 och N9 i Tanneskärs fredningsområde har lägre täckningsgrader.

Två arter med tydliga säsongsvariationer är parallellsidig sjöpfung (*Corella parallellogramma*) och mossdjuret *Bugula* sp, vilka båda påträffades rikligt i maj 2003. Parallellsidig sjöpfung påträffades från 14 m men var i högst abundans inom djupintervallet 22-28 m. Vidare noterades parallellsidig sjöpfung på samtliga fotograferingslokaler i Buskärs fredningsområde och kontroll-området, vilket inte gjordes på fotograferingslokalerna i Tanneskärs fredningsområde. En förklaring till detta kan vara det begränsade djupet (max 20 m) för fotograferingslokalerna i Tanneskärs fredningsområde. Även *Bugula* sp. påträffades på samtliga fotograferingslokaler i Buskärs fredningsområde och kontrollområdet, men saknades i Tanneskärs fredningsområde. Detta har sannolikt samma förklaring som för parallellsidig sjöpfung dvs djupet är för grunt i Tanneskärs fredningsområde. *Bugula* sp. påträffades i de andra två områdena inom djupintervallet 18-28 m.

Förutom *Bugula* sp. noterades två nya fastsittande arter under majprovtagningen 2003. Den ena var mossdjuret *Eucratea loricata*, vilken påträffades på lokalen N12 på djup grundare än 16 m. Den andra var den kolonibildande sjöpungen *Synoicum pulmonaria* vilken bildar gelatinösa decimeterstora klumpar på djup mellan 20-28 m vid lokalen N8.

Stor kammussla (*Pecten maximus*) har vid de fyra första provtagningarna endast noterats i Buskärs fredningsområde och då vid samtliga provtagningar. Vid den femte provtagningen (oktober 2003) påträffades även en individ vid lokalen N19 i kontrollområdet. Detta visar på att miljöförhållanden för stor kammussla är passande även i kontrollområdet.

En mindre glädjande iakttagelse var att fläckar med svavelväte påträffades i oktober 2003 vid lokal N9 i Tanneskärs fredningsområde. Det är dock ganska vanligt att hitta fläckar med svavelväte på hösten.

Under 2004 är minskningen av tarmsjöpungen (*Ciona intestinalis*) den mest betydande händelsen. Parallellsidig sjöpfung (*Corella parallellogramma*) är vanlig våren 2004 liksom våren 2003. Vidare ökar mossdjuret *Alcyonidium diaphanum* på några av lokalerna. En hoppmussla (*Aequipecten opercularis*) noteras på en lokal i kontrollområdet sensommaren 2004.

#### 4.4.3 Skaldjur

Första noteringen av hummer (*Homarus gammarus*) på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde gjordes i augusti 2003. Dock inte i något stort antal (0.1 individ/lokal) i jämförelse med naturliga rev i området (1 individ/lokal) (Fig. 8). På de artificiella reven i Buskärs fredningsområde påträffades hummer vid första besöket (augusti 2003). Men inte heller här i några stora mängder (0.2 individ/lokal) i jämförelse med naturliga rev i området (2.25 individ/lokal). Under 2004 fanns en tendens till mer hummer på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde, men vid höstprovtagningen 2004 var genomsnittet ungefär desamma som hösten 2003 (ca 0.2 individ/lokal). För de artificiella reven i Buskärs fredningsområde var genomsnittet ungefär desamma 2004 som 2003 (ca 0.2-0.4 individ/lokal). Noterbart för de naturliga reven var att våren 2004 har en tendens till högre antal hummer än våren 2003. Generellt sett var våren och sensommaren 2004 de tillfällen då flest observationer av hummer gjordes, 43 respektive 40 individer.

Krabbtaska (*Cancer pagurus*) påträffades redan vid första besöket på de artificiella reven i resp. område. Liksom för hummer påträffades genomgående färre individer av krabbtaska på de artificiella reven under 2003 i jämförelse med naturliga rev i resp. område (Fig. 9). Vid sensommarprovtagningen 2004 var genomsnittet av krabbtaska desamma (ca 1 individ/lokal) för båda rev-typerna (naturlig och artificiell) i Tanneskärs fredningsområde. Vid vårprovtagningarna i maj 2003 och 2004 var de flesta krabbtaskorna väl synliga. Istället för att ligga mellan block eller sitta i klippsprickor, återfanns de uppe på toppen av block eller ute på klippväggar. Värt att uppmärksamma är att 39 individer påträffades vid en och samma lokal i kontrollområdet våren 2004.

Valthornssnäcka (*Buccinum undatum*) noterades till 2 individer/lokal på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde vid första besöket (maj 2003) (Fig. 10). Därefter noterades bara enstaka individer. Förutom vid förundersökningen 2002 då ca 12 individer/lokal noterades på de naturliga reven i Tanneskärs fredningsområde, har bara maximalt ca 4 individer/lokal noterats på de naturliga reven. Först sensommaren 2004 påträffades

valthornssnäcka vid de artificiella reven i Buskärs fredningsområde, dock endast i 2 exemplar.

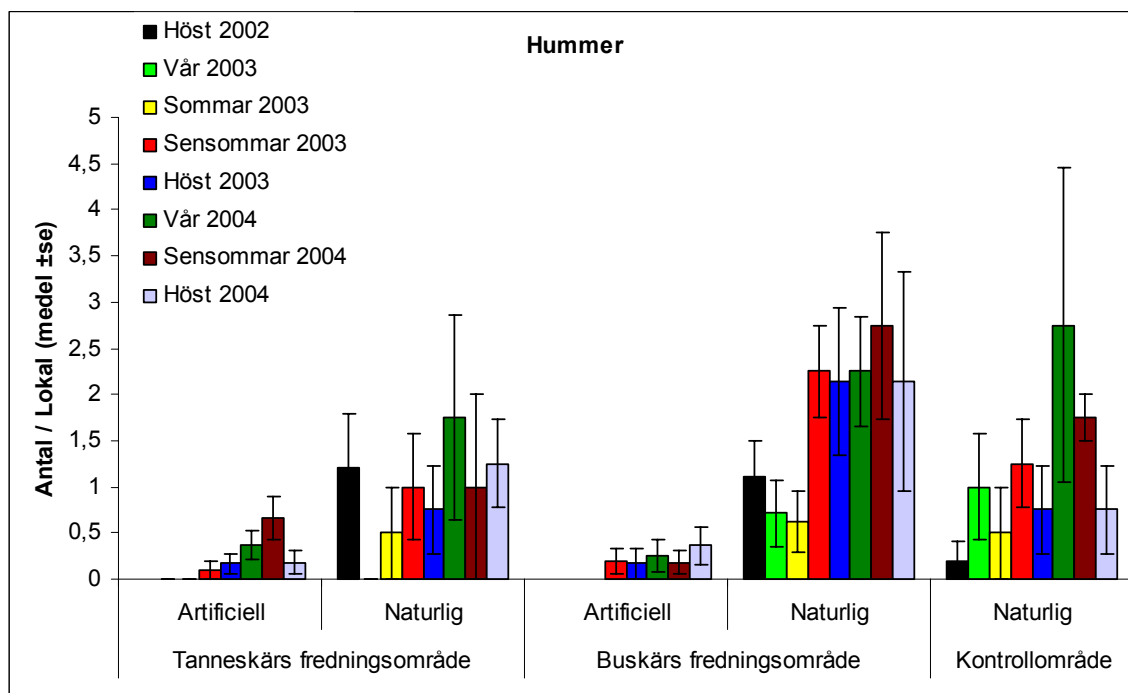


Fig. 8. Jämförelse av det genomsnittliga antalet hummer (*Homarus gammarus*) per lokal mellan tre områden och två revtyper i Göteborgs mellersta skärgård vid åtta tillfällen 2002-2004.

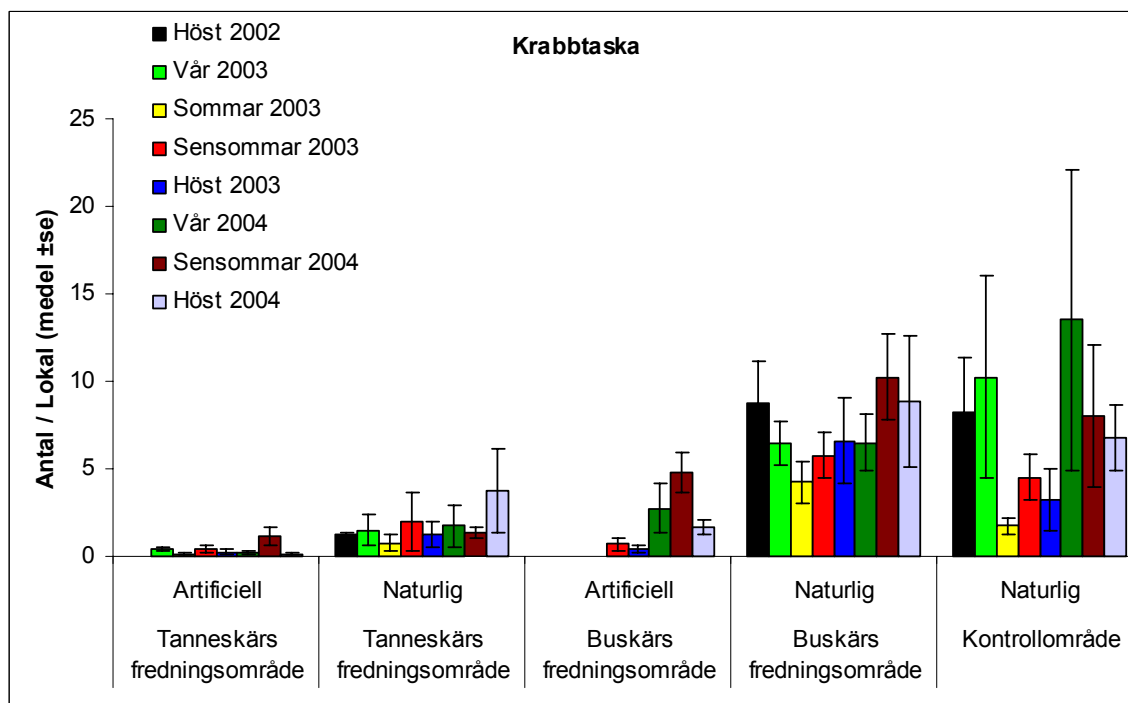


Fig. 9. Jämförelse av det genomsnittliga antalet krabbtaska (*Cancer pagurus*) per lokal mellan tre områden och två revtyper i Göteborgs mellersta skärgård vid åtta tillfällen 2002-2004.

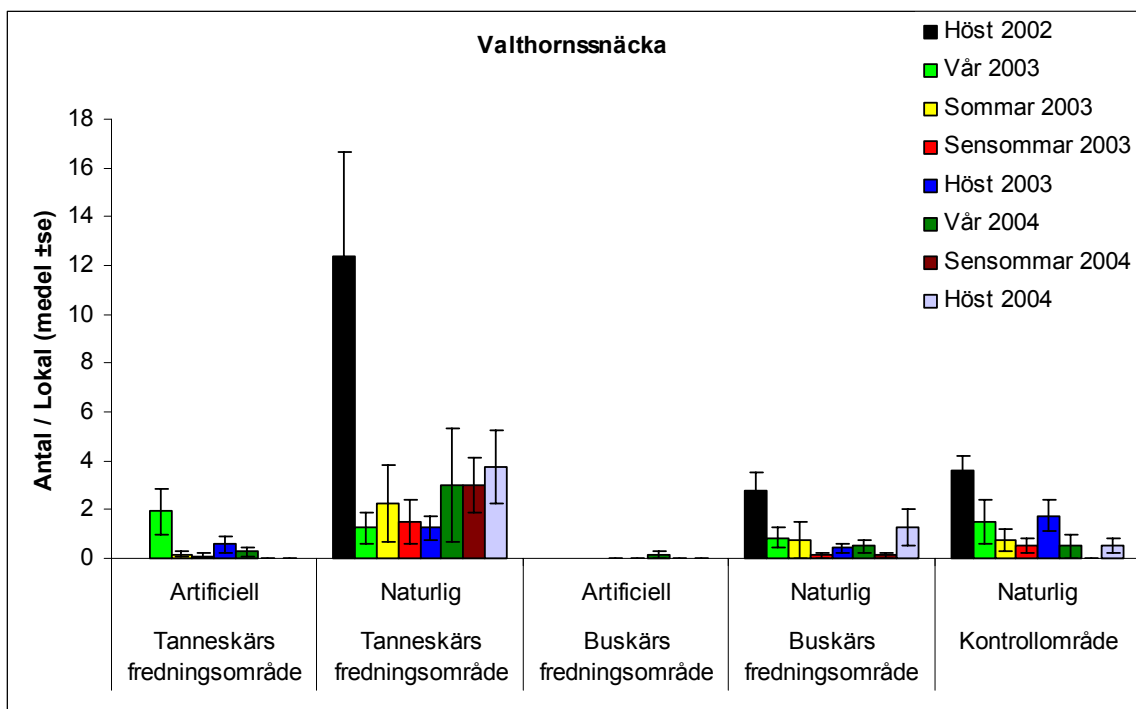


Fig. 10. Jämförelse av det genomsnittliga antalet valthornssnäcka (*Buccinum undatum*) per lokal mellan tre områden och två revtyper i Göteborgs mellersta skärgård vid åtta tillfällen 2002-2004.

#### 4.4.4 Fisk och Fisksamhällen

Totalt noteras 39 taxa av fisk, varav 32 taxa vid linjetaxeringen och 7 taxa kvalitativt, vid de åtta provtagningstillfällena (Tab. 4). På områdesnivå har Buskärs fredningsområde störst antal taxa (35 st) följt av kontrollområdet med 33 taxa och Tanneskärs fredningsområde med 30 taxa. I Tanneskärs fredningsområde har 24 och 23 taxa noterats på de artificiella resp. naturliga reven. Dock skiljer sig artsammansättningen åt (Tab. 4). Redan första året (2003) har koloniseringen av de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde kommit långt med avseende på artantal (Fig. 11). Fördelningen i Buskärs fredningsområde av antal taxa mellan de båda revtyperna, artificiell och naturlig är 19 resp. 28 fram till år 2003. Noterbart är att vid första provtagningstillfället (sensommaren 2003) för de artificiella reven i Buskärs fredningsområde är artantalet desamma (15 st) som för de naturliga reven. För hela provtagningsperioden är antalet taxa nästan identiskt för de båda revtyperna, artificiell och naturlig, 29 resp. 30 (Tab. 4).

Koloniseringen av Rev 2A-1 och 2A-2 i Tanneskärs fredningsområde börjar svagt i början av maj (Vår 2003) med ca 2 individer/lokal (Fig. 12). De taxa som påträffas uppe på reven är sjustrålig smörbult, stensnultra och stubb (*Pomatoschistus* spp.) övriga arter (3 st) finns i anslutning till revet. På de naturliga reven i samtliga tre områden är sjustrålig smörbult mycket vanlig (ca 50 individer/lokal i Tanneskärs fredningsområde, 24 individer/lokal i Buskärs fredningsområde och 17 individer/lokal i kontrollområdet i genomsnitt). Även stensnultra är en dominerande art (ca 17 individer/lokal i Tanneskärs fredningsområde, 19 individer/lokal i Buskärs fredningsområde och 10 individer/lokal i kontrollområdet i genomsnitt).

I slutet av juni (sommar 2003) är abundansen betydligt större på Rev 2A-1 och 2A-2 med ca 30 individer/lokal i genomsnitt, vilket förklaras av det stora antalet årsyngel av torsk ca 24





delen av årsyngel. De artificiella reven (4A-1 och 1B-1) i Buskärs fredningsområde besöks nu för första gången och abundansen är ca 52 individer/ lokal i genomsnitt, alltså samstämmig med de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde (Fig. 12). Även sammansättningen av dominerande fisktaxa stämmer överens. På de naturliga reven är abundansen betydligt högre (ca 107 individer/lokal i Tanneskärs fredningsområde, 143 individer/ lokal i Buskärs fredningsområde och 91 individer/lokal i kontrollområdet i genomsnitt) och förutom sjustrålig smörbult och stubb (*Pomatoschistus* spp.) är även stensnultra en dominerande art i samtliga områden.

I oktober (höst 2003) är abundansen på samma nivå för de båda revtyperna i Tanneskärs fredningsområde. De naturliga reven har minskat till ca 47 individer/lokal i genomsnitt och de artificiella reven har ökat till ca 57 individer/lokal i genomsnitt. Men i Buskärs fredningsområde består skillnaden i abundans (ca 51 individer/lokal i genomsnitt på artificiella rev och 120 individer/ lokal i genomsnitt på naturliga rev). Dominerande fisktaxa i oktober är i princip detsamma som för augusti. Emellertid har andelen stensnultra ökat något på de artificiella reven medan de minskat på de naturliga reven i samtliga områden (Fig. 13). Dock är abundansen av stensnultra fortfarande högre på de naturliga reven. Stubb (*Pomatoschistus* spp.) tenderar dock till att ha minskat i antal sedan augusti. I oktober noteras även ett relativt stort antal glasbult (ca 11 individer/lokal i genomsnitt) på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde (Fig. 14). Speciellt påtagliga är de i västra delen av Rev 2A-1. En annan art som är relativt vanlig i oktober på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde är svart smörbult (ca 3 individer/lokal i genomsnitt). På de naturliga reven har svart smörbult sitt maximum i augusti. Vidare är grässnultra relativt vanlig på båda revtyperna i Buskärs fredningsområde i oktober.

Stora sillstim påträffades på de artificiella reven i båda fredningsområdena samt på de naturliga reven i Buskärs fredningsområde under augusti och oktober 2003.

Våren 2004 är abundansen låg för de artificiella reven, ca 4 individer/lokal i genomsnitt i Buskärs fredningsområde och 9 individer/lokal i genomsnitt i Tanneskärs fredningsområde (Fig. 12). Även de naturliga reven har låg abundans 2004 (13-29 individer/lokal i genomsnitt) jämfört med 2003 (28-75 individer/lokal i genomsnitt) i samtliga tre områden. Ingen skillnad föreligger mellan revtyperna i Tanneskärs fredningsområde, vilket det däremot gör i Buskärs fredningsområde. Förklaringen till de lägre abundanserna 2004 är den lägre förekomsten av sjustrålig smörbult, vilket antagligen beror på en låg temperatur i bottenvattnet (ca 5° C). Den dominerande fiskarten våren 2004 är stensnultra vilken förekommer i likartade mängder som 2003 (Fig. 12 och 13). Stim med vitling observerades på de artificiella reven och ett av de naturliga reven. En sjurygg (hane) noterades för första gången, detta på rev 1A-1 där den vaktade sin äggsamling.

Sensommaren 2004 har abundansen tredubblats (146 individer/lokal i genomsnitt) i jämförelse med sensommaren 2003 (50 individer/lokal i genomsnitt) på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde (Fig. 12). Det är framförallt sjustrålig smörbult och stubb (*Pomatoschistus* spp.) som står för ökningen. Torsk är mer vanligt förekommande sensommaren 2004 än vid tidigare provtagningar på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde, samma sak gäller för de naturliga reven i Buskärs fredningsområde. Vid de artificiella reven i Buskärs fredningsområde är abundansen ungefär densamma sensommaren 2004 (56 individer/lokal i genomsnitt) som sensommaren 2003 (52 individer/lokal i genomsnitt). Noterbart är att gråsej är vanligt förekommande vid rev 4A-1 sensommaren 2004. För de naturliga reven är det endast i kontrollområdet som någon

betydande förändring inträffat. Där har abundansen nästan fördubblats mellan sensommaren 2003 (91 individer/lokal i genomsnitt) och sensommaren 2004 (170 individer/lokal i genomsnitt). Det är sjustrålig smörbult som står för ökningen. Vidare är grässnultra relativt sett vanlig på de naturliga reven i Buskärs fredningsområde och kontrollområdet sensommaren 2004.

Hösten 2004 är abundansen högre (90 individer/lokal i genomsnitt) på de artificiella reven i Tanneskärs fredningsområde jämfört med hösten 2003 (57 individer/lokal i genomsnitt) (Fig. 12). Det är framförallt sjustrålig smörbult som står för ökningen. Även de artificiella reven i Buskärs fredningsområde är en aning högre hösten 2004 (59 individer/lokal i genomsnitt) jämfört med hösten 2003 (51 individer/lokal i genomsnitt). Detta förklaras med en ökning av grässnultra, skärsnultra och stensnultra. Det omvända gäller för de naturliga reven där abundansen är mindre hösten 2004 jämfört med hösten 2003 i samtliga tre områden. En halvering har inträffat i Buskärs fredningsområde (från 120 till 61 individer/lokal i genomsnitt) och i kontrollområdet (från 84 till 46 individer/lokal i genomsnitt). Det beror framförallt på en minskning av sjustrålig smörbult. Endast en marginell minskning noteras i Tanneskärs fredningsområde (från 47 till 37 individer/lokal i genomsnitt).

Leopardfläckig smörbult (*Thorogobius ephippiatus*) vars utbredning är dåligt känd påträffades under augusti och oktober 2003 på lokalerna: N8 (Buskärs fredningsområde), N18 (Tanneskärs fredningsområde) och N16 samt N19 (kontrollområdet) mellan 10-20 m djup. Under augusti och oktober 2004 påträffades Leopardfläckig smörbult (*T. ephippiatus*) förutom på ovanstående lokaler även på: N2, N5, N6 och N10 (Buskärs fredningsområde), N3 (Tanneskärs fredningsområde) och N20 (kontrollområdet).

#### 4.4.5 Övriga observationer

- 26 juni 2003 kom oljeklumpar (utsläppet från Skarvikshamnen) flytande mellan 0-2 m djup under pågående dykning vid en lokal på rev 2A-2.
- 27 juni 2003 observerades tumlare väst om Tanneskärs fredningsområde.

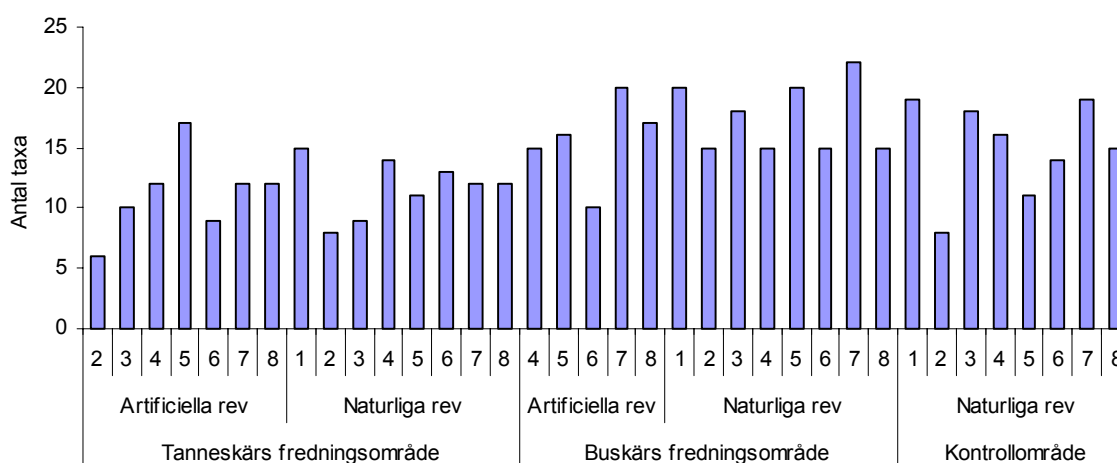


Fig. 11. Fiskdiversitet - antal taxa i tre områden och två revtyper i Göteborgs mellersta skärgård vid åtta tillfällen 2002-2004. (1 = Höst 2002, 2 = Vår 2003, 3 = Sommar 2003, 4 = Sensommar 2003, 5 = Höst 2003, 6 = Vår 2004, 7 = Sensommar 2004 och 8 = Höst 2004).

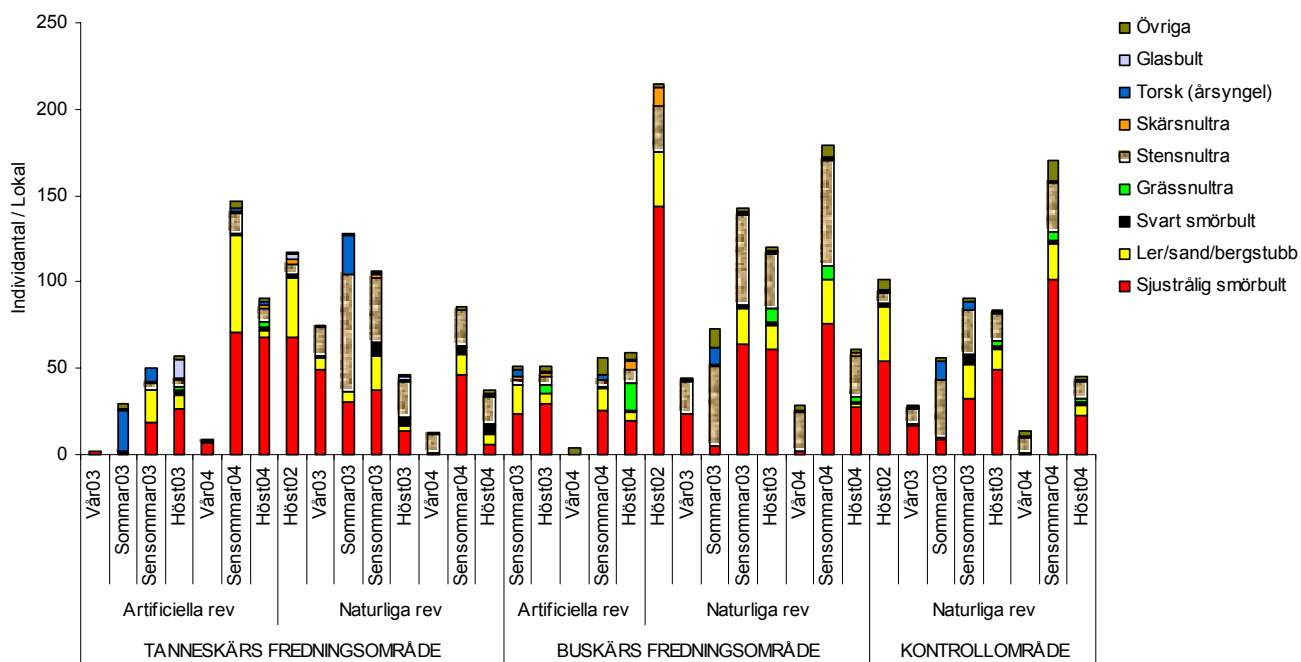


Fig. 12 Jämförelse av det genomsnittliga antalet fiskindivider per lokal mellan tre områden och två revtyper i Göteborgs mellersta skärgård vid åtta tillfällen 2002-2004. De åtta taxa som dominerande, av totalt 39 taxa, är enskilt representerade.

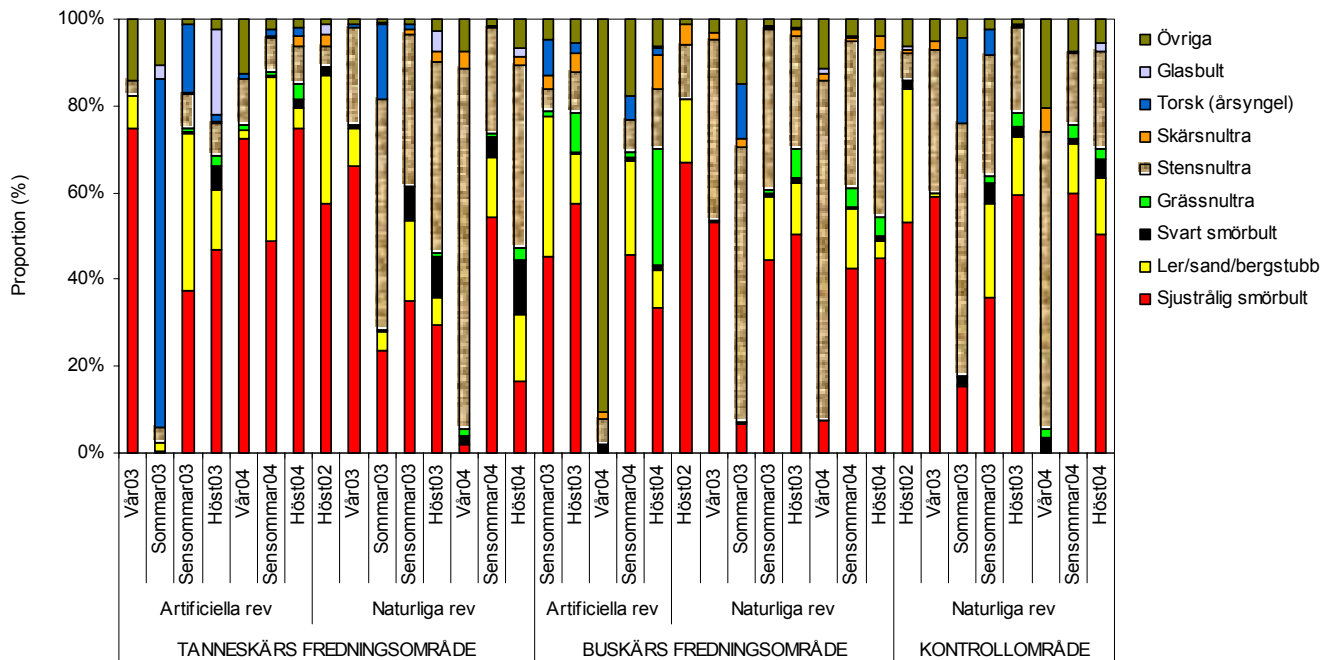


Fig. 13. Jämförelse av proportionen av åtta dominerande fisktaxa och gruppen övriga mellan tre områden och två revtyper i Göteborgs mellersta skärgård vid åtta tillfällen 2002-2004.

## 4.5 Erkännanden

Ett stort tack riktas till David Börjesson, Björn Gustavsson, Mats Ivarsson, Ewa Lawett, Jonas Stenström och Kentaroo Tryman för hjälp med fältarbetet (jag tänker då speciellt på arbetet med att hala upp ankaret). Även till Stefan Fransson, som tillhandahållit en ypperlig dykbåt samt givit värdefulla tips, riktas ett stort tack. Likaså tackas familjen Alderblad som upplåtit sin gäststuga för välbehövlig sömn samt tillflyktsort under blåsiga dagar. Dykarklubben Öckerödorarna och alla dess tillmötesgående medlemmar som givit oss tillgång till ”boa” för luftfyllning tackas

## 5. DELPROJEKT C

### Dokumentation med ROV-teknik



(Foto: Hans Ellmén)

#### 5.1 Sammanfattning

I samband med Farledsprojektet har *artificiella rev* av sprängsten anlagts i Tanneskärs- och Buskärs fiskevårdsområden öster om Vinga. På uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götaland inleddes ett femårigt uppföljningsprogram 2003, där bl a ROV (*Remotely Operated Vehicle*), en fjärrstyrd undervattensfarkost, använts för att undersöka utvecklingen på reven.

I maj 2003 dokumenterades det första artificiella revet i Tanneskär. Det unga revet (0,5 mån) bestod av sprängsten med obetydlig kolonisation av mobila marina arter. Den enda fastsittande arten som observerades var trekantmask (*Pomatoceros triqueter*). Dokumentationen av planerade revområden visade på en för området normal marin fauna och flora, med inslag av arter som kräver stabila marina förhållanden på lite större djup. I området fanns relativt täta fiskpopulationer, vilka dominerades av olika plattfiskarter.

Vid återbesök i januari 2004 var samtliga rev i huvudsak färdigställda. De yngsta (2,5 resp. 6 mån) och djupare belägna reven i Buskär uppvisade fortfarande en mycket begränsad nykolonisation. De äldsta reven i Tanneskär (9 mån) uppvisade en mycket riklig kolonisation av ett begränsat antal opportunistiska arter, främst tarmsjöpunger (*Ciona intestinalis*), andra ettåriga sjöpunger (*Asciadiella spp*), hydroider (kolonibildande nässeldjur), trekantmask och havstulpaner (*Balanus sp.*).

Efter dessa två första besök jämfördes: (1) *rev av olika ålder*, samt (2) *rev, naturliga hårdbottnar* och *naturliga mjukbottnar*. Multivariat statistik (klusteranalys och multi-dimensionell skalering), visade bl a att de äldsta reven i Tanneskär skiljde ut sig från de andra reven och de naturliga bottarna.

Vid det tredje besöket i juli 2004 (revålder 6-15 mån) märktes en betydande nykolonisation av fastsittande ryggradslösa djur och alger (även på de senast anlagda reven), samt riklig förekomst av fisk på samtliga rev. Torsk (*Gadus morhua*) påträffades på alla rev i Buskär och Tanneskär. Läppfiskar, främst stensnultra (*Ctenolabrus rupestris*), skärsnultra (*Symphodus melops*) och grässnultra (*Ctenolabrus exoletus*), var särskilt rikligt företrädna i Buskärsområdet. På de lite äldre reven i Buskär, samt på ett rev i Tanneskärsområdet observerades hummer (*Homarus gammarus*) för första gången. Krabbtaska (*Cancer pagurus*) observerades på samtliga rev, men i särskilt stort antal på de grundare reven i Buskärsområdet med riklig förekomst av havstulpaner. Stora mängder brunalger (främst

skräppetare, *Laminaria saccharina*) och rödalger hade främst koloniserat de grundaste (< 15 m) delarna av reven i Buskärsområdet.

Vid det senaste återbesöket i november 2004 (revålder 13-18 mån) hade kolonisationen av främst fisk ökat ytterligare, medan flera av de tidigaste kolonisatorerna bland fastsittande organismer var på stark tillbakagång, särskilt på de tidigast anlagda reven.

Ett litet antal fastsittande arter med ”*opportunistisk*” livsstrategi (bl a förmåga att producera en stor mängd avkomma) hade återkommit som tidiga kolonisatorer på samtliga rev, men till en del rev med varierande ordningsföljd och med stora skillnader mellan reven i tid för första kolonisation. Detta är sannolikt en följd av kopplingen mellan årstiden för olika revs färdigställande och fortplantningstiden för dessa tidiga kolonisatorer. Olika djupnivåer på reven uppvisar också stora skillnader i artsammansättning och hastighet på kolonisationen. Allmänt kan sägas att djup runt ca 20 m förefaller att utgöra en viktig gräns, under vilken kolonisationen har ett betydligt långsammare förlopp och initialt omfattar ett mindre antal arter.

## 5.2 Inledning

För att få en heltäckande bild av utvecklingen på de artificiella reven, användes förutom provfiske och dykning även videodokumentation med ROV (*Remotely Operated Vehicle*), en fjärrstyrd undervattensfarkost. Fördelarna med att använda ROV är bl a att det går att videodokumentera större områden av havsbotten, även på stora djup där det är svårt att genomföra en dykundersökning.

Videomaterialet är användbart, t ex i kombination med GIS (*Geografiska Informations System*) för att erhålla en översikt av olika *biotoper* (områden med enhetlig miljö och organismsammansättning) och arters utbredning, samt för att illustrera (med film) hur artsammansättningen förändras med tiden på de nyetablerade artificiella reven. Den främsta begränsningen är att det endast är större (>1 cm) och relativt karakteristiska arter som går att identifiera till art från video.

Syftet med delprojektet har varit att *dokumentera nykolonisation och succession av frilevande och fastsittande organismer* (fiskar, ryggradslösa djur och alger) på de olika artificiella reven.

## 5.3 Material och metoder

### 5.3.1 Fartyg

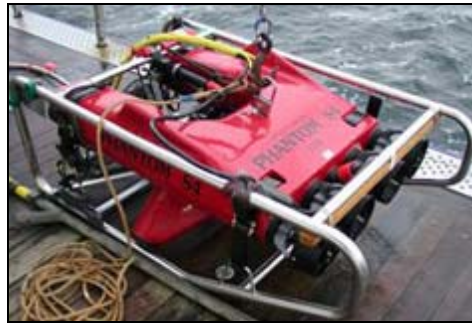
Fältarbetet utfördes ombord på R/V Lophelia, ett mindre fartyg (12 m) speciellt anpassad för att arbeta med ROV. Fartyget var bl a utrustat med en *transducer* (mottagare), som användes för akustisk kommunikation med ROV:n. Position bestämdes med *dGPS* (GBS Pro), som gav en noggrannhet på < 1 m.

För att bygga upp en batymetrisk bild av bottenpografin, användes *dubbelfrekvenskolod* (38- och 200 KHz, Simrad ES 60) och navigationsprogrammet *Olex*. För att få en ännu mer detaljerad bild av bottenpografin vid fältarbetet, användes även *batymetriska data* (djup, latitud och longitud) från multistråleekolod (multibeam) från Marin Mätteknik AB.

### 5.3.2 ROV (Remotely Operated Vehicle)

För att videofilma transekter (0,5 m breda) användes ROV, en fjärrstyrd undervattensfarkost (Figur 1) som får sin strömförsörjning från fartyget via en lång kabel (300 m). De två ROV:s (*Phantom S4* och *Phantom XTL*) som användes var bl a utrustade med *transponder*

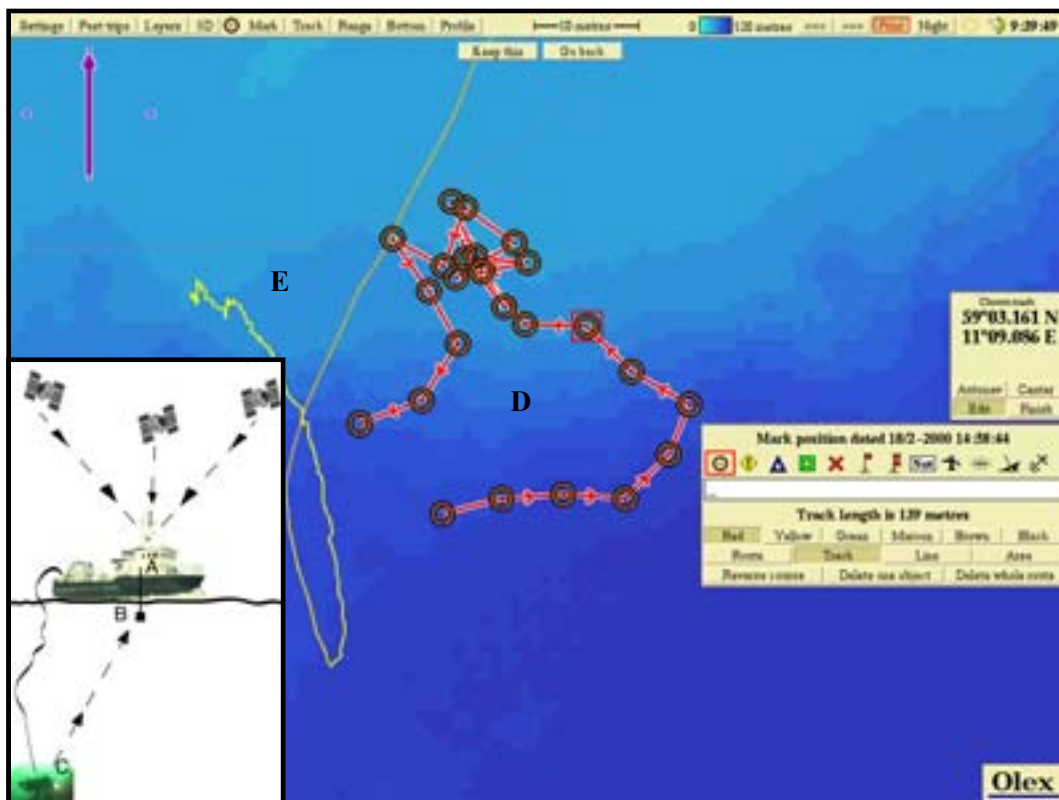
(sändare), strålkastare (150W) och S-VHS videokamera (Sony EVI 331 med 12x zoomoptik och vidvinkeladapter).



**Figur 1.** ROV:n (Remotely Operated Vehicle) Phantom S4 (Foto: Cilla Erlandsson).

Position bestämdes med ett USBL (Ultra Short Baseline) positioneringssystem av typen Simrad HPR 410P. ROV:ns position och rörelser studerades i realtid, genom att en transponder på ROV:n sände ut akustiska signaler till en transducer (mottagare) på fartyget. Noggrannheten var cirka 2 % av avståndet mellan fartyg och ROV, dvs cirka 2-4 m.

ROV:ns position och rörelser lagrades i form av ett "ROV-spår" i ett digitalt sjökort med hjälp av navigationsprogrammet Olex. Varje "ring" i ett ROV-spår, innehåller information om position och djup vid en exakt tidpunkt (Figur 2).



**Figur 2.** ROV-spår lagras i Olex (navigationsprogram) med hjälp av kommunikation mellan en transducer på fartyget och en transponder på ROV:n. Infällda lilla bilden: (A)=GPS-navigering och Olex, (B)=Transducer - nedsänkt i vattnet, (C)=ROV med transponder. Stora bilden: (D)=ROV-spår och (E)=Spår efter fartygets rörelser.



### 5.3.3 Videoanalys

Ombord på fartyget bandades videon på *S-VHS-format*, för att sedan kopieras till det digitala formatet *DV-CAM* före analys. Vid inspelningen på fartyget, lagrades automatiskt tid och djup (i form av text) på videofilmen.

Videoanalysen koncentrerades till den nedre halvan av videobilden på monitorn (närmast kameran), vilket motsvarade en transektbredd på cirka 0,5 m. Tiden på videofilmen synkroniserades med tiden i ROV-spåret, vilket gjorde att position (latitud och longitud) och djup kunde kopplas till observationer från videomaterialet utefter ROV-spåret.

Observationerna (t ex fauna och substrat), fördes in i en databas i Excel. När observationer gjordes vid en tidpunkt som inte var registrerad i ROV-spåret (dvs mellan två ”ringar”), saknades djup och position. För dessa tidpunkter användes det specialskrivna programmet *Approximation* (av S. Wigzell 2003) för att approximera nyinsatta djup och positioner.

### 5.3.4 Databas

För att få fram topografiska kartor över havsbotten exporterades uppmätta batymetriska data (latitud, longitud och djup) från Olex till en databas i *Excel*. Batymetriska data och tidpunkt från ROV-spåren matades in manuellt i databasen. De geografiska koordinaterna transformerades till decimalform.

Förutom batymetriska data från ROV-spår, innehåller databasen information om transekter, organismer, sedimentation och substrat (sten, sand osv.). *Habitatklassificeringen* (indelning i t ex rev och hårdbotten) följer *EUNIS* (European Nature Information System) och skräp har registrerats enligt *OSPAR-konventionen* ([www.ospar.org](http://www.ospar.org)). Databasen är tänkt att utgöra en grund för kommande analyser och dokumentation.

### 5.3.5 GIS (Geografiska Informations System) och Fledermaus (3D-visualisering)

I *ArcView 8.3* konverterades alla data till GIS-filer (sh, shx och dbf) m.h.a *ArcCatalog* för att kunna visas på en karta i *ArcMap*. Arternas utbredning analyserades och plottades på olika kartor. WGS84 (kartdatum) användes tillsammans med UTM 32N (projektion där längd och bredd anges i kilometer). Ett mål var att sammanfoga GIS-filer (med arternas utbredning) och digitala sjökort med 3D-kartor, för att få en bättre förståelse av de observerade arternas utbredning.

*Fledermaus* användes för att ta fram detaljerade 3D-kartor över botten-topografin och reven, med hjälp av multibeamdata från Sjöfartsverket. En stor fördel med *Fledermaus* (som används för att validera, redigera, analysera och visualisera multibeamdata), är att det klarar att hantera väldigt stora datamängder.

### 5.3.6 Multivariat analys

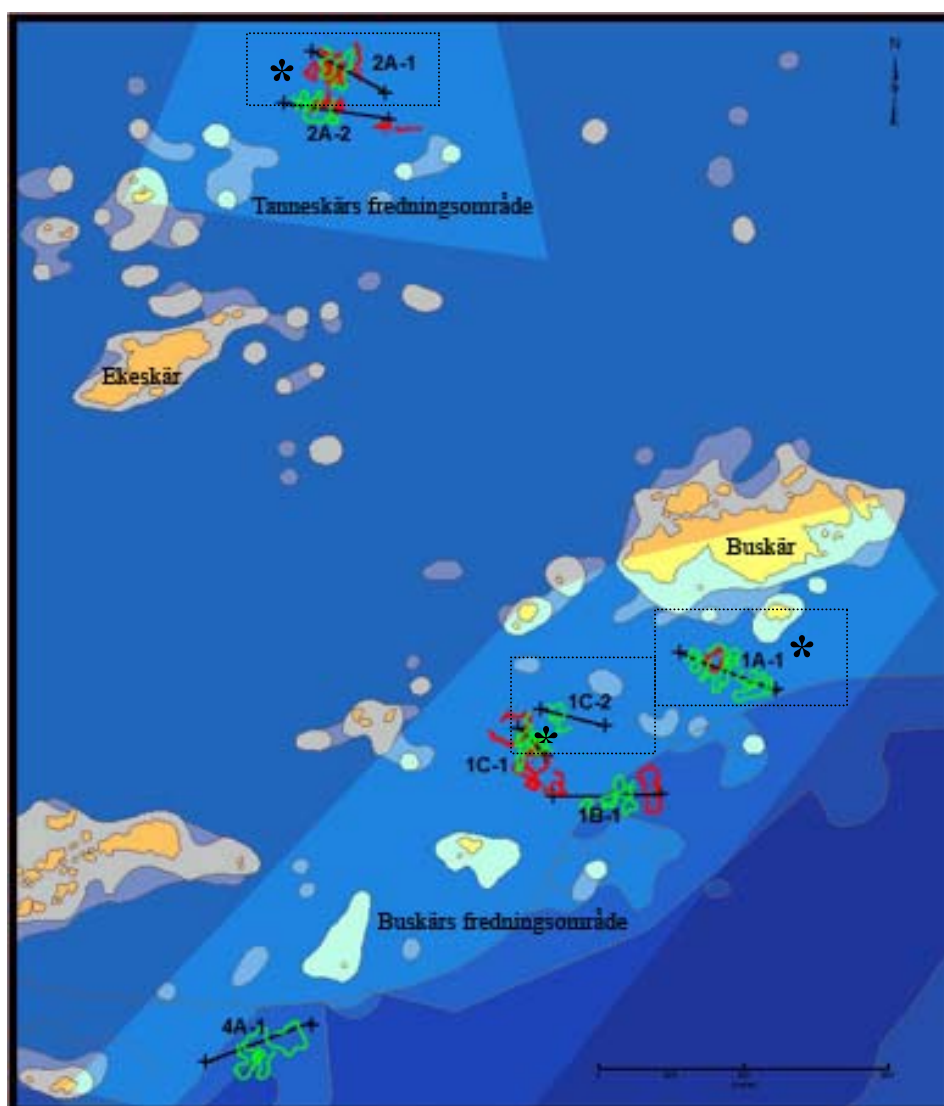
*Primer* (ett icke-parametriskt multivariat statistikprogram) användes för att undersöka *likhet i artsammansättning och individantal* för de transekter som filmades vid de två första besöken (maj 2003 och jan 2004) i habitat: (1) *artificiella rev*, (2) *mjukbotten* och (3) *hårdbotten*. Av dessa data bildades en likhetsmatris. Genom att fjärderotstransformera alla data i matrisen, reducerades betydelsen av dominerande arter medan ovanliga arter fick ökad betydelse (Clarke & Warwick, 2001; Jonsson et al., 2000). *Klusteranalys* användes för att visa *likhet mellan eller inom grupper*, vilket återges i form av ett dendrogram där närliggande grenar har stor likhet jämfört med grenar som ligger långt från varandra (se

Figurer 8 och 9). För att visa *samtliga grupperns likhet som relativa avstånd* (dvs ju mindre avstånd desto större likhet), användes ”*non-metric Multi-Dimensional Scaling*” (nMDS). Detta är en multidimensionell modell som skalas ner till en 2-dimensionell grafisk bild (*MDS-plot*). Vid nerskalningen från multidimensionell till 2-dimensionell anger stress-faktorn felprojiceringen, som bör vara  $< 0,2$  (se Figur 10).

### 5.3.7 Videodokumentation

Under 2003-2004 har ROV-teknik använts för att dokumentera *naturliga bottnar och artificiella rev* i Buskärs- och Tanneskärs fredningsområde.

I Buskärsområdet videodokumenterades naturlig mjuk- och hårbotten i tre områden där de planerade reven: 1A-1, 1B-1 och 1C-2, skulle anläggas. I Buskär filmades även fem artificiella rev (1A-1, 1B-1, 1C-1, 1C-2 och 4A-1). Två artificiella rev (2A-1 och 2A-2) dokumenterades i Tanneskärsområdet (Figur 3).



**Figur 3.** Buskärs- och Tanneskärs fredningsområde, där transekter på de artificiella reven videodokumenterades i maj 2003 och januari 2004 (röda), samt i juli och november 2004 (gröna). \*= Områden där naturlig hård- och mjukbotten dokumenterades i maj 2003 före anläggandet av de artificiella reven (Kartproduktion: Cilla Erlandsson).

### Transekter

Vid videofilmning av transekter (0,5 m breda) har vi försökt att köra ROV:n 1-2 dm ovanför havsbotten. Totalt har 29 transekter dokumenterats, som täcker både naturliga havsbottenar och 0,5-18 månader gamla artificiella rev (Tabell 1). Fältarbete har utförts vid fyra tillfällen:

- 15-16 maj 2003 (transekt 1-6)
- 28-29 januari 2004 (transekt (7-13))
- 29-30 juli 2004 (transekt 14-22)
- 5-7 november 2004 (transekt 23-29)

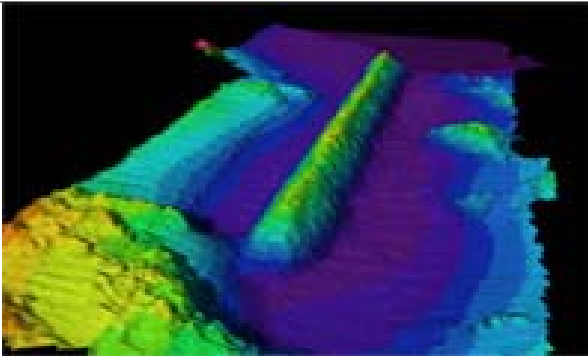
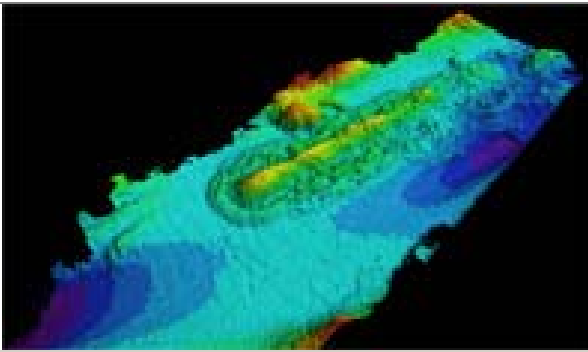
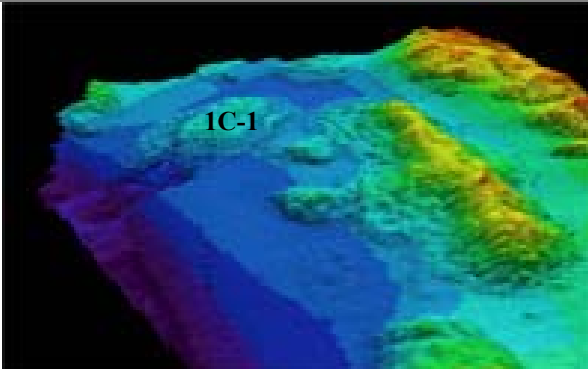
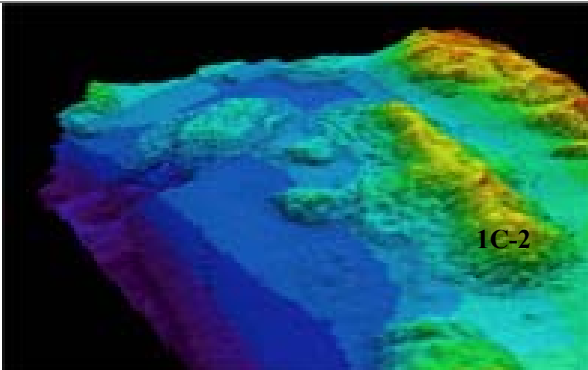
**Tabell 1.** Transekter som videofilmats under 2003 till 2004. "Revålder" är den tid ett färdigt artificiellt rev legat på havsbotten. (Tr)= Transekt, (K)= Kontrollområde, (A)=Artificiella rev och (NB)= Naturlig botten.

År	TR	K	Buskär				Tanneskär		Artificiellt rev	Revålder	
			1A-1	1B-1	1C-1	1C-2	4A-1	2A-1			2A-2
2003 (maj)	1	1C-2				K			-	-	
	2	1B-1		K					-	-	
	3	1C-2				K			-	-	
	4	1A-1	K						-	-	
	5	-						A/NB	2A-1	0,5 mån	
	6	-						A/NB	2A-1	0,5 mån	
2004 (jan)	7	-						A/NB	2A-1	9 mån	
	8	-						A/NB	2A-2	9 mån	
	9	-						A/NB	2A-2	9 mån	
	10	-						A/NB	2A-1	9 mån	
	11	-						A/NB	2A-2	9 mån	
	12	-				A/NB			1C-2	2,5 mån	
	13	-		A/NB					1B-1	6 mån	
2004 (juli)	14	-	A						1A-1	9 mån	
	15	-					A		4A-1	6 -13 mån	
	16	-						A	2A-2	15 mån	
	17	-		A					1B-1	12 mån	
	18	-			A				1C-1	9,5 mån	
	19	-	A						1A-1	9 mån	
	20	-				A			1C-2	8,5 mån	
	21	-						A	2A-1	15 mån	
	22	-							2A-2	15 mån	
2004 (nov)	23	-						A	2A-2	18 mån	
	24	-						A	2A-2	18 mån	
	25	-	A						1A-1	12 mån	
	26	-	A						1A-1	12 mån	
	27	-		A					1B-1	15 mån	
	28	-			A				1C-1	12,5 mån	
	29	-					A		4A-1	9-16 mån	
	Totalt	29	K =	1	1	-	2	-	-	-	7
A =			4	3	2	2	2	5	7		

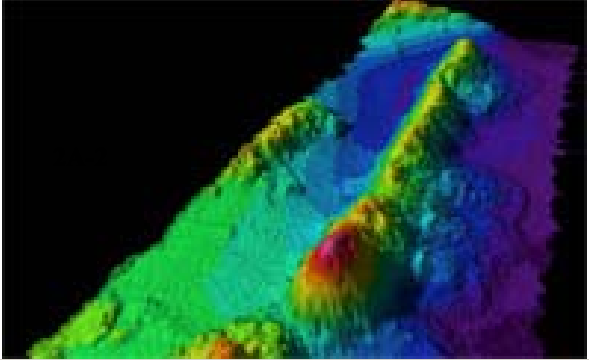
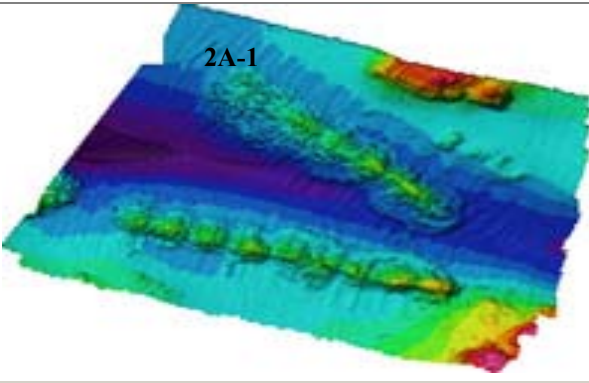
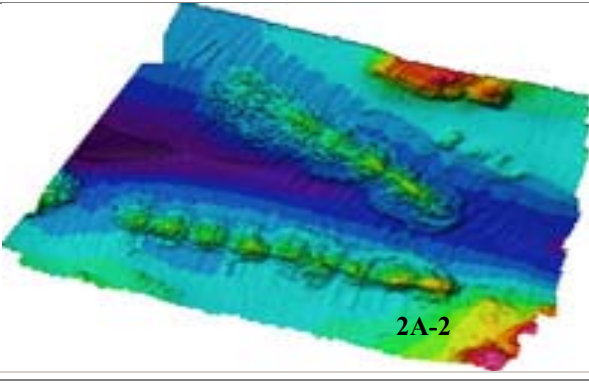
### Artificiella rev

Observationer från ROV-transekterna visade att de sju artificiella reven (Figur 4a och 4b) skiljer sig åt från varandra bl a då det gäller form och storlek på sprängsten, samt det minsta

respektive det största djupet (som ändras om revet sjunker längre ner i sedimentet).

<b>Buskärs fredningsområde</b>	
<b>1A-1</b>	
	<p><i>Substrat:</i> Mycket rikligt med stora Sblock. Även block och sten på djupare ställen. Skal vid revkant.</p>
	<p><i>Övrigt:</i> Bra form (kallas för "Toblerone-revet") och djupintervall.</p>
	<p><i>Djup:</i> 11 – 24 m</p>
<b>1B-1</b>	
	<p><i>Substrat:</i> Mestadels Sblock, samt enstaka block och sten. På större djup även lera.</p>
	<p><i>Övrigt:</i> Revet är till stora delar nedsjunket i omgivande sedimentbotten. Mycket sediment vid 27-30 m.</p>
	<p><i>Djup:</i> 25 - 38 m</p>
<b>1C-1</b>	
	<p><i>Substrat:</i> Många Sblock, blandat med partier där det även fanns block och sten.</p>
	<p><i>Övrigt:</i> Revet är till stora delar nedsjunket i omgivande sedimentbotten. Vid revkanten är block täckta av ett tjockt lager sediment</p>
	<p><i>Djup:</i> 24 – 30 m (platt rev)</p>
<b>1C-2</b>	
	<p><i>Substrat:</i> Består av Sblock, block och sten. Vid revkanten i de djupaste områdena fanns enstaka skal.</p>
	<p><i>Övrigt:</i> Revet är till stora delar nedsjunket i omgivande sedimentbotten.</p>
	<p><i>Djup:</i> 16 – 25 m</p>

Substratindelning baseras på EUNIS (*European Nature Information System*).

<b>4A-1</b>					
	<i>Substrat:</i> Många Sblock och block, samt enstaka partier med sten.				
	<i>Övrigt:</i> Delvis skred.				
	<i>Djup:</i> 14 – 28 m				
<b>Tanneskärs fredningsområde</b>					
<b>2A-1</b>					
	<i>Substrat:</i> Sblock och många stora block, samt sten och småsten. Enstaka lokaler med grus och sand.				
	<i>Övrigt:</i> Revet är delvis nedsjunket i den omgivande sedimentbotten.				
	<i>Djup:</i> 14 – 26 m				
<b>2A-2</b>					
	<i>Substrat:</i> Många stora Sblock, block och småsten.				
	<i>Övrigt:</i> Flera partier där substratet är helt övertäckt av ett tjockt lager sediment.				
	<i>Djup:</i> 13 – 26 m				
<b>Indelning och benämning av Substrat</b>					
<b>Benämning</b>	<b>Sblock</b>	<b>Block</b>	<b>Sten</b>	<b>Grus</b>	<b>Sand</b>
<b>Storlek (≈ cm)</b>	> 100	25 - 100	1,5 - 25	0,5 - 1,5	< 0,5

**Figur 4.** Kortfattad beskrivning av de artificiella reven (1A-1, 1B-1, 1C-1, 1C-2, 4A-1, 2A-1 och 2A-2) med utgångspunkt från substrat, utifrån observationer med ROV från maj 2003 till november 2004. Storleksindelning och benämning av substrat baseras på EUNIS (Kartproduktion: Cilla Erlandsson).

## 5.4 Resultat och diskussion

### 5.4.1 Transektlängd i olika habitat

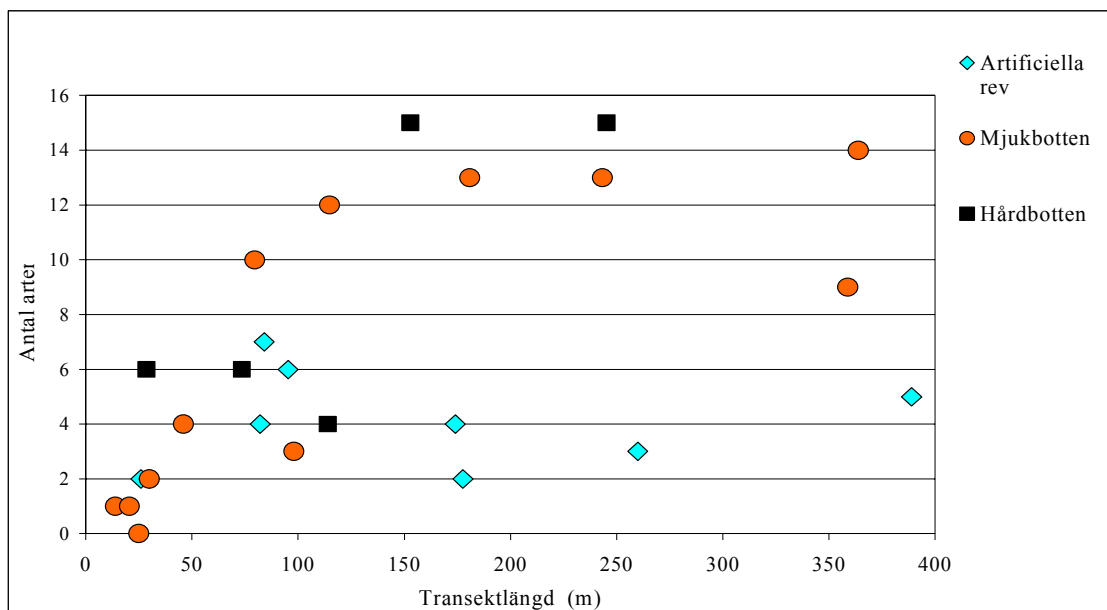
Under 2003 och 2004 har 29 transekter videofilmats vid fyra tillfällen. Av den totala ytan (cirka 4400 m<sup>2</sup>) utgörs 3340 m<sup>2</sup> av artificiella rev, 787 m<sup>2</sup> av mjukbotten och 307 m<sup>2</sup> av hårbotten (Tabell 2). Antalet transekter per rev och deras längd varierar, beroende på praktiska problem samt revens ålder och tillgänglighet. Vid kommande analyser kommer lika långa transekter (slumpmässigt utplockade från längre transekter) att jämföras.

Vid en viss transektlängd har man hittat de flesta arter i ett område. Den optimala transektlängden varierar beroende på t.ex. typ av *habitat* (organismernas levnadsmiljö). För att undersöka sambandet mellan transektlängd och antal arter i olika habitat, delades transekterna från de två första dokumentationerna (maj 2003 och januari 2004) in i habitat: (1) artificiella rev, (2) naturlig hårbotten och (3) mjukbotten - efter typ av substrat (t.ex. berg, sand eller nysprängd sten).

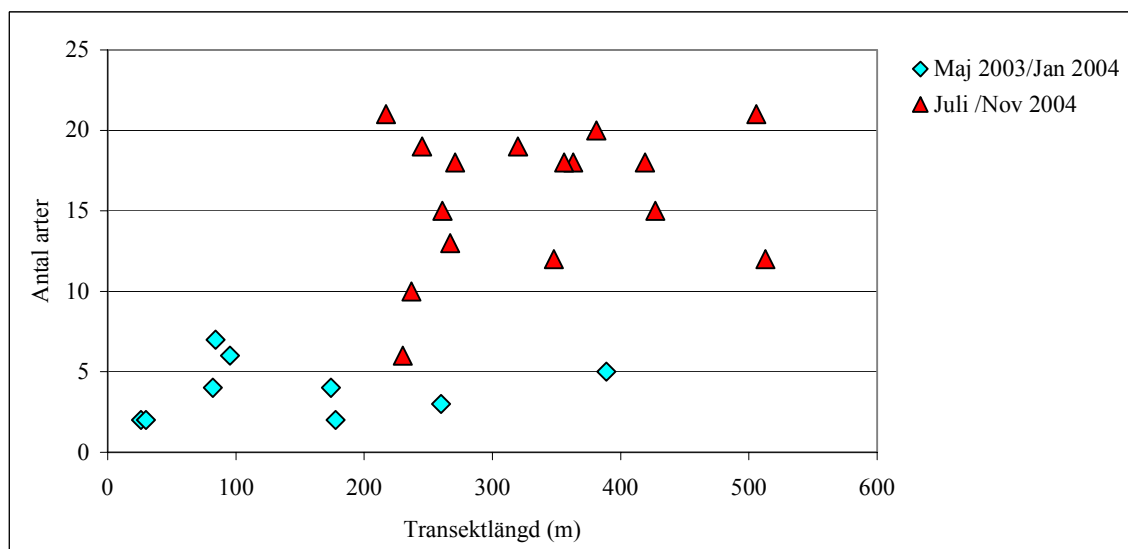
**Tabell 2.** Översikt av transekter från maj 2003 och januari 2004 och deras uppdelning i habitat: (1) artificiella rev, (2) mjukbotten och (3) hårbotten, samt transekternas yta (m<sup>2</sup>).

Datum	Transekt	Revområde	Artificiella rev (m <sup>2</sup> )	Mjukbotten (m <sup>2</sup> )	Hårbotten (m <sup>2</sup> )	Totalt (m <sup>2</sup> )
<b>2003</b> (15-16 maj)	1	1C-2	-	90,4	76,5	167
	2	1B-1	-	181,9	-	182
	3	1C-2	-	57,4	122,6	180
	4	1A-1	-	121,7	-	122
	5	2A-1	130,0	179,4	-	309
	6	2A-1	15,0	39,8	14,3	69
<b>2004</b> (28-29 jan)	7	2A-1	47,7	10,3	-	58
	8	2A-2	13,0	7,0	-	20
	9	2A-2	194,5	12,5	-	207
	10	2A-1	41,1	15,0	-	56
	11	2A-2	42,0	-	57,0	99
	12	1C-2	87,0	49,0	-	136
	13	1B-1	88,8	23,0	36,8	149
<b>Totalt 2003</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>≈ 659</b>	<b>≈ 787</b>	<b>≈ 307</b>	<b>≈ 1753</b>
<b>2004</b> (29-30 juli)	1	1A-1	190,5	-	-	191
	2	4A-1	181,5	-	-	182
	3	2A-2	160,0	-	-	160
	4	1B-1	108,5	-	-	109
	5	1C-1	178,0	-	-	178
	6	1A-1	118,5	-	-	119
	7	1C-2	135,5	-	-	136
	8	2A-1	253,0	-	-	253
	9	2A-2	256,5	-	-	257
<b>2004</b> (6-7 nov)	10	2A-2	133,5	-	-	134
	11	2A-2	115,0	-	-	115
	12	1A-1	130,5	-	-	131
	13	1A-1	122,5	-	-	123
	14	1B-1	174,0	-	-	174
	15	1C-1	213,5	-	-	214
	16	4A-1	209,5	-	-	210
<b>Totalt 2004</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>≈ 2681</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>≈ 2681</b>
<b>Totalt 2003-04</b>	<b>29</b>	<b>-</b>	<b>≈ 3340</b>	<b>≈ 787</b>	<b>≈ 307</b>	<b>≈ 4434</b>

I Figur 5 har antalet arter i olika habitat (artificiella rev, mjukbotten och hårbotten) från transekter (maj 2003 och januari 2004) med olika transektlängd plottats. På mjuk- och hårbotten (ej på artificiella rev) syntes ett samband *mellan fler arter och ökande transektlängd*. Då transekterna var 100-150 m långa, ökade inte antalet arter med ökande transektlängd, vilket indikerar att transektlängden bör ligga i detta intervall.



**Figur 5.** Antal arter på transekter (maj 2003 och januari 2004) av olika längd för de tre habitaterna: (1) Artificiella rev, (2) Mjukbotten och (3) Hårdbotten.



**Figur 6.** Antal arter på transekter (maj 2003 till november 2004) av olika längd för habitatet: (1) Artificiella rev.

I Figur 6 har transektlängderna och antalet observerade arter från samtliga transekter på de artificiella reven plottats. Transekterna har mycket varierande längder (26-513 m) och artantal (2-21), och det går inte att se något samband mellan antal arter och transektlängd. Detta kan bero på att de artificiella reven (som habitat) har en mycket komplicerad struktur och då kan slumpen i hög grad avgöra hur många arter som råkar observeras på de olika transekterna och vid de olika tillfällena.

### 5.4.2 Kartor och Film

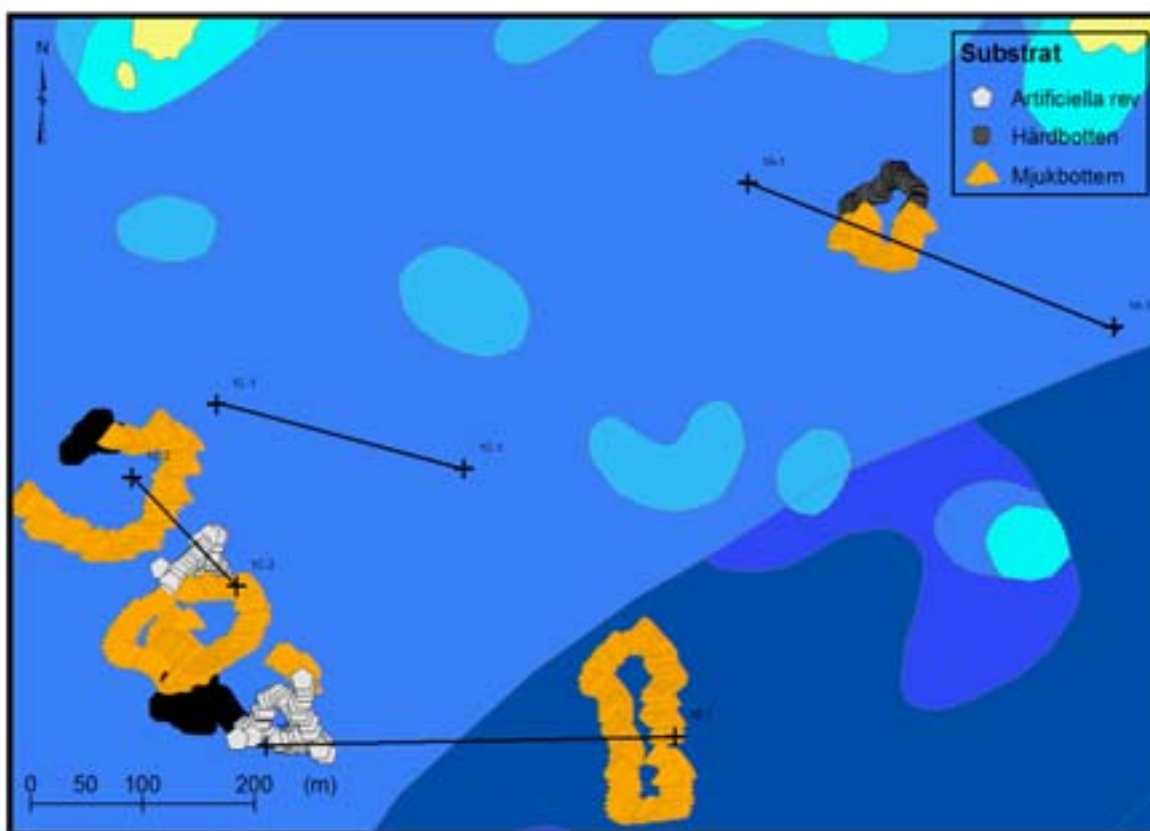
ArcView kunde inte hantera den stora mängden batymetriska data (beror även på hårdvara), därför gjordes topografiska 3D-kartor av reven i *Fledermaus*. Kartorna färgkodades efter djup (grunda partier är röda och de djupaste lila) Djupvärdena är inte exakta, eftersom reven bl a har förändrats av skred.

Från det samlade videomaterialet har en film sammanställts, som illustrerar huvudtyperna av bottnar i det undersökta området, samt följer utvecklingen på de artificiella reven.

### 5.4.3 Habitatanalys för maj 2003 och jan 2004

I maj 2003 och januari 2004 filmades 13 transekter (659 m<sup>2</sup> artificiella rev, 307 m<sup>2</sup> hårdbotten och 787 m<sup>2</sup> mjukbotten) inom djupintervallet 11-38 m (Figur 7). *Multivariat statistik* användes för att jämföra artsammansättning och abundans (individantal) för habitatet:

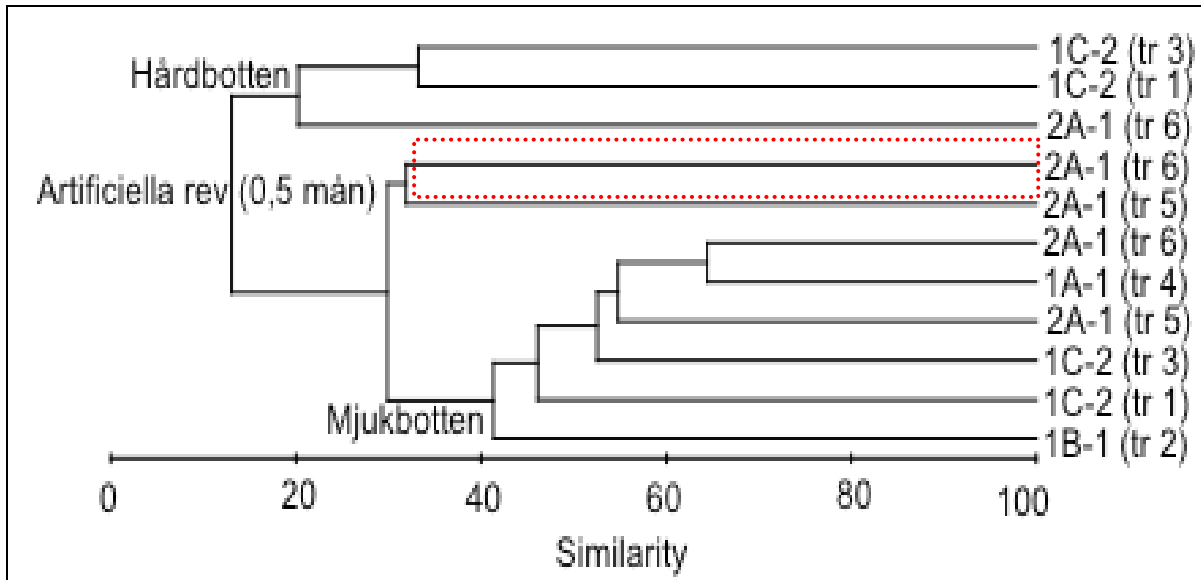
- Artificiella rev
- Hårdbotten
- Mjukbotten



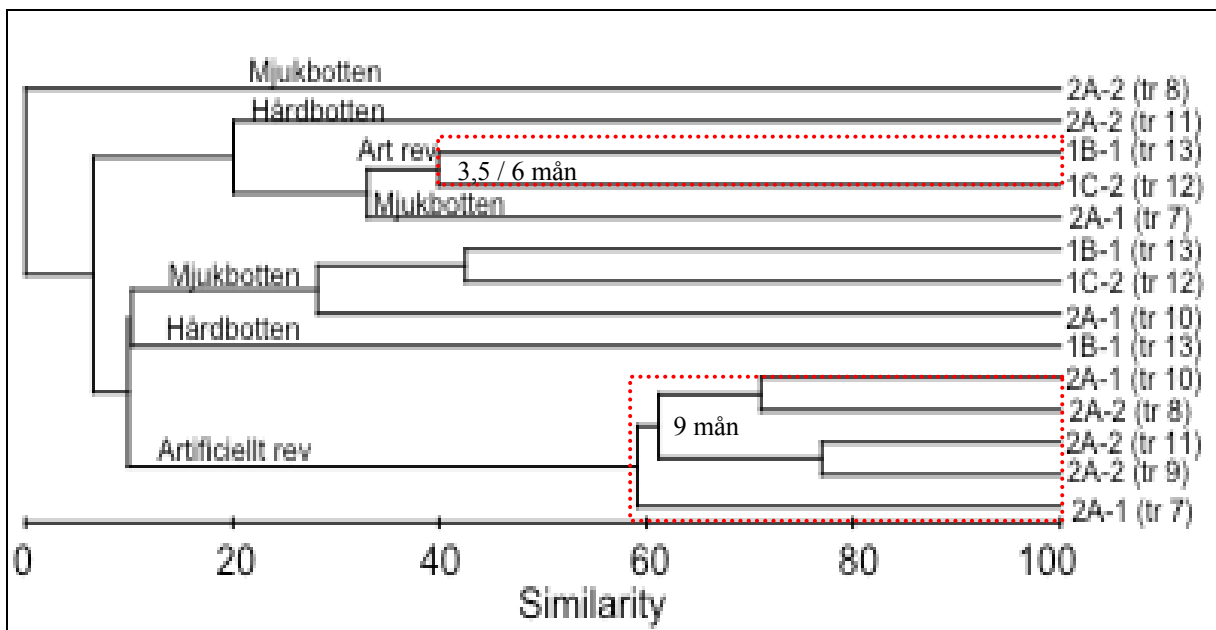
**Figur 7.** Huvudtyper av habitat: (1): Artificiella rev, (2) Hårdbotten och (3) Mjukbotten, utefter ROV-transekterna från maj 2003 och januari 2004 i Buskär (Kartproduktion: Cilla Erlandsson).

I Figur 8 (maj 2003) och Figur 9 (jan 2004) visas resultaten av en *klusteranalys*, som jämför likhet mellan eller inom grupper, från analyserade transekter uppdelade efter habitat. Jämförelserna är delvis tveksamma, beroende på stora skillnader i transektlängd och revålder, men ger ändå en uppfattning om skillnader mellan olika habitat.





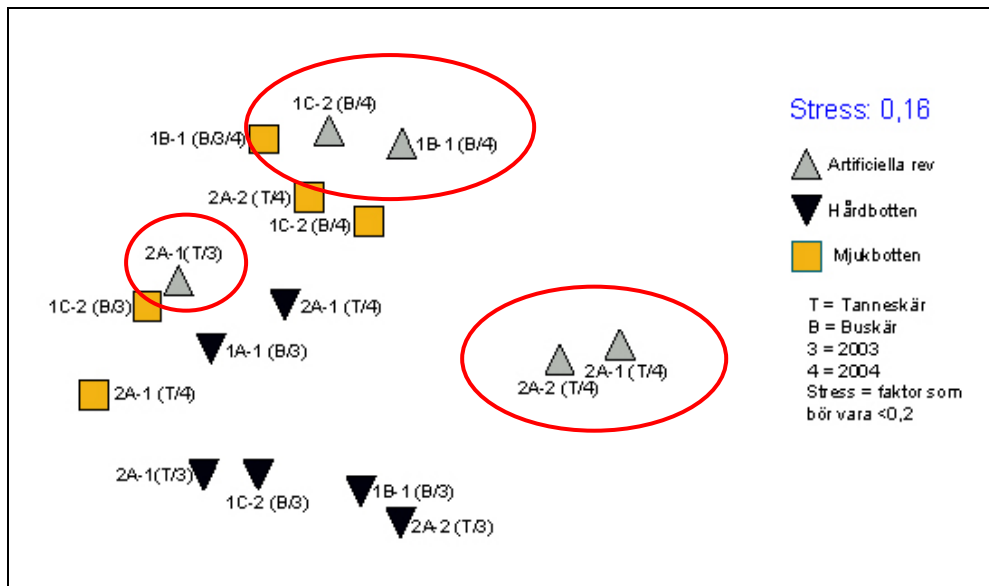
**Figur 8.** Klusteranalys (transekter från maj 2003) som visar likhet mellan och inom habitatet: (1) Artificiella rev, (2) Mjukbotten och (3) Hårdbotten (Tr=Transekt och Similarity = likhet).



**Figur 9.** Klusteranalys (transekter från januari 2004) som visar likhet mellan och inom habitatet: (1) Artificiella rev, (2) Mjukbotten och (3) Hårdbotten (Tr=Transekt och Similarity = likhet).

Transekterna från de tre undersökta habitattyperna från 2003 (Figur 8), föll ut i tre relativt välavgränsade grupper. Transekterna från januari 2004 (Figur 9) föll inte ut i samma klara grupperingar. År 2003 ingick ett relativt omfattande material från alla habitattyperna, medan endast små områden av naturliga mjuk- och hårbottenar dokumenterades i januari 2004 - vilket möjligen kan förklara den mera fragmenterade uppdelningen.

Däremot bildade transekterna (januari 2004) från de äldsta (9 mån) artificiella reven (transekt 7-11) en klart avgränsad grupp från de övriga transekterna. De yngsta (2,5 respektive 6 mån) artificiella reven (transekt 12 och 13) uppvisade däremot stora likheter med transekterna från både mjuk- och hårbotten (Figur 8).



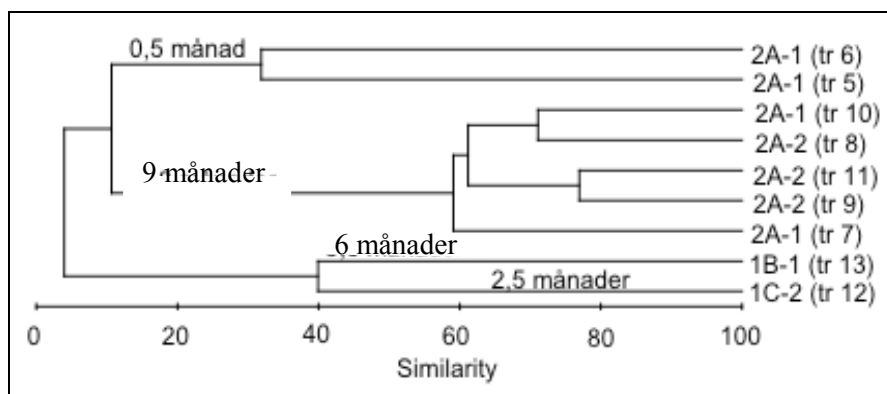
**Figur 10.** MDS-plot (över transekter från maj 2003 och januari 2004) som visar skillnader mellan olika typer av habitat (som relativa avstånd (Tr=Transekt)).

I Figur 10 åskådliggörs skillnader mellan olika typer av habitat (från maj 2003 och januari 2004) med hjälp av en MDS-plot, där skillnader mellan grupper visas som relativa avstånd (dvs ju längre avstånd desto större skillnad).

Alla transekterna från de tre habitaterna bildar väl avgränsade grupper, med undantag av transekten från det artificiella revet 2A-1 (markerad med röd ring i figur 10) från Tanneskär 2003, som ligger bland mjukbottenstransekterna. Detta kan bero på att när denna transekt filmades var revet endast 0,5 månader gammalt.

De unga (2,5 respektive 6 mån) artificiella reven 1C-2 och 1B-1 (markerad med röd ring i figur 10) från Buskär 2004, uppvisade störst likhet med mjukbotten - dvs i båda habitaterna hittades få arter. De äldre (9 mån) artificiella reven 2A-1 och 2A-2 från Tanneskär 2004, bildar en egen grupp. Här hittades flest arter, vilket kan bero på att opportunistiska arter (arter som snabbt koloniserar ledigt substrat) ännu inte konkurrerats ut av mer långsiktigt konkurrenskraftiga arter.

I Figur 11 visas en klusteranalys (maj 2003 och januari 2004), som jämför likhet mellan och inom gruppen artificiella rev. Av denna framgår det att artificiella rev av olika åldrar indelar sig i klart avgränsade grupper, vilket tydligt visar att en succession av olika arter sker.



**Figur 11.** Klusteranalys (över transekterna från 2003 och januari 2004) som visar likhet mellan och inom artificiella rev av olika åldrar (Tr=Transekt och Similarity = likhet).

#### 5.4.4 Artanalys 2003 - 2004

##### *Naturliga havsbottnar och artificiella rev*

Analysen av de första transekterna från maj 2003 visar att de naturliga bottenarna (hård- och mjukbotten) i Buskär (revområdena 1A-1, 1B-1 och 1C-2) hade en art- och individrik marin fauna och flora.

Revområde 1C-2 var speciellt artrikt (28 taxa), jämfört med 1A-1 (15 taxa) och 1B-1 (14 taxa). Sjöpenna (*Pennatula phosphorea*) och liten piprensare (*Virgularia mirabilis*) observerades i område 1C-2 och 1B-1. I område 1C-2 påträffades även de långsamväxande arterna bågarkorall (*Caryophyllia smithii*) och röd hornkorall (*Swiftia rosea*), vilket indikerar stabila marina förhållanden. Ett relativt rikt fiskbestånd (främst plattfisk) fanns i samma område.



**Figur 12.** Mycket riklig förekomst av trekantsmask (*Pomatoceros triqueter*). Foto: Lars-Ove Loo.

Analysen från maj 2003 visade även att kolonisationen nyligen börjat på det nyutlagda revet (0,5 mån) i revområde 2A-1. Den första och enda arten som påträffades på det artificiella revet 2A-1 var trekantsmask (*Pomatoceros triqueter*), en opportunistisk art som snabbt koloniserar lediga substrat (Figur 12).

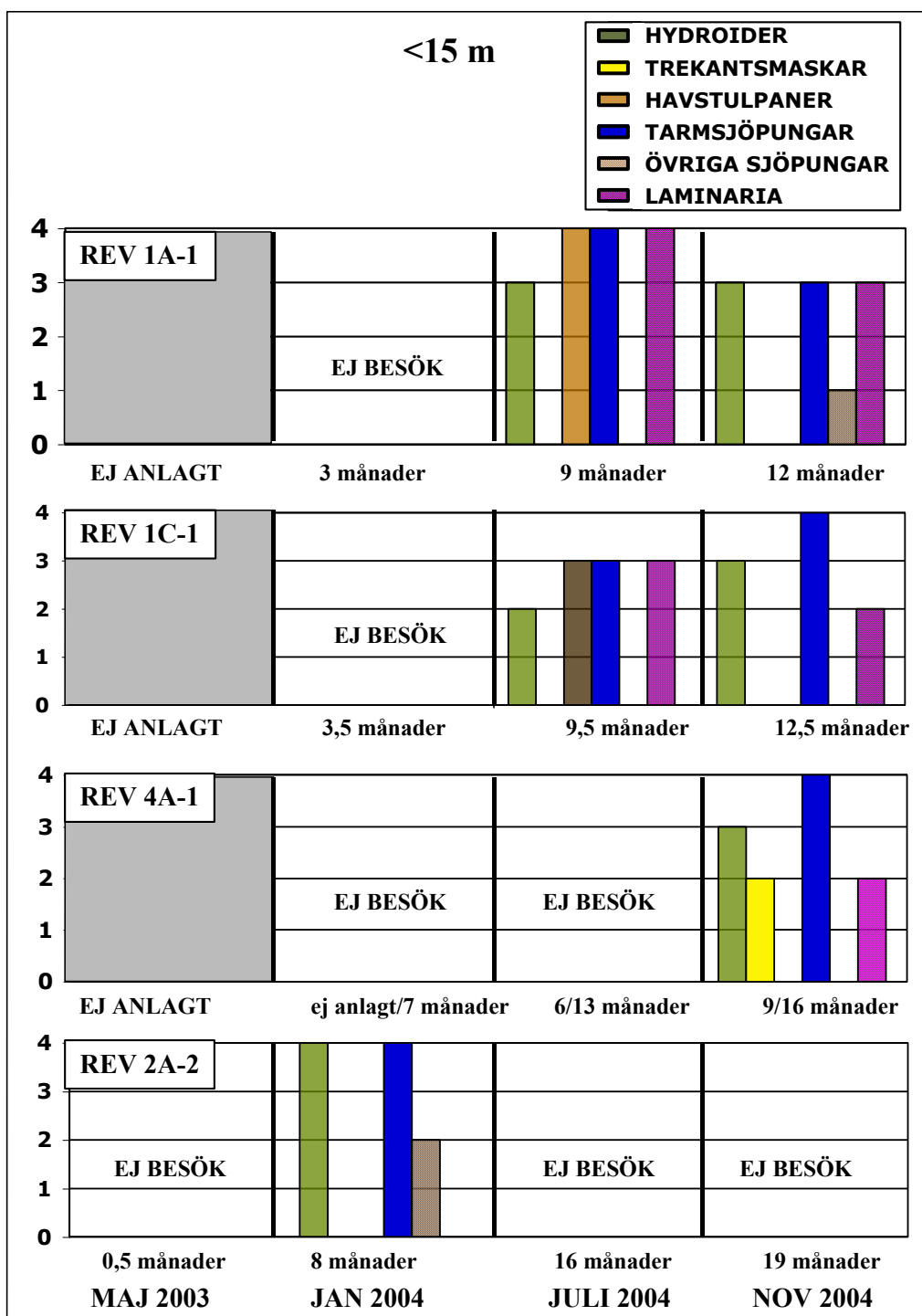
##### **Artificiella rev**

För några intressanta taxa undersöktes utbredning och antal närmare på fyra olika djupintervall (på samtliga rev och vid alla fyra filmningstillfällena). De utvalda taxa som studerades var: (1) hydroider (Hydroida), (2) trekantsmaskar (*Pomatoceros triqueter*), (3) havstulpaner (4) (*Balanus* spp), (5) tarmsjöpunger (*Ciona intestinalis*) och (6) övriga sjöpunger (Ascidiacea), samt brunalgen (7) skräppetare (*Laminaria saccharina*).

Förekomsten av de olika taxa delades in i fyra grupper: (1) *enstaka*, (2) *vanliga*, (3) *mycket vanliga* och (4) *dominerande*. Gruppindelningen byggde på resultat från artanalysen och kunskap om de enskilda organismernas naturliga förekomst. Djupintervallen var <15 m, 15-20 m, 20-25 m och >25 m. En del av djupintervallen kunde inte filmas och alla rev filmades inte vid de fyra tillfällena, vilket gör att data saknas (Tabell 4).

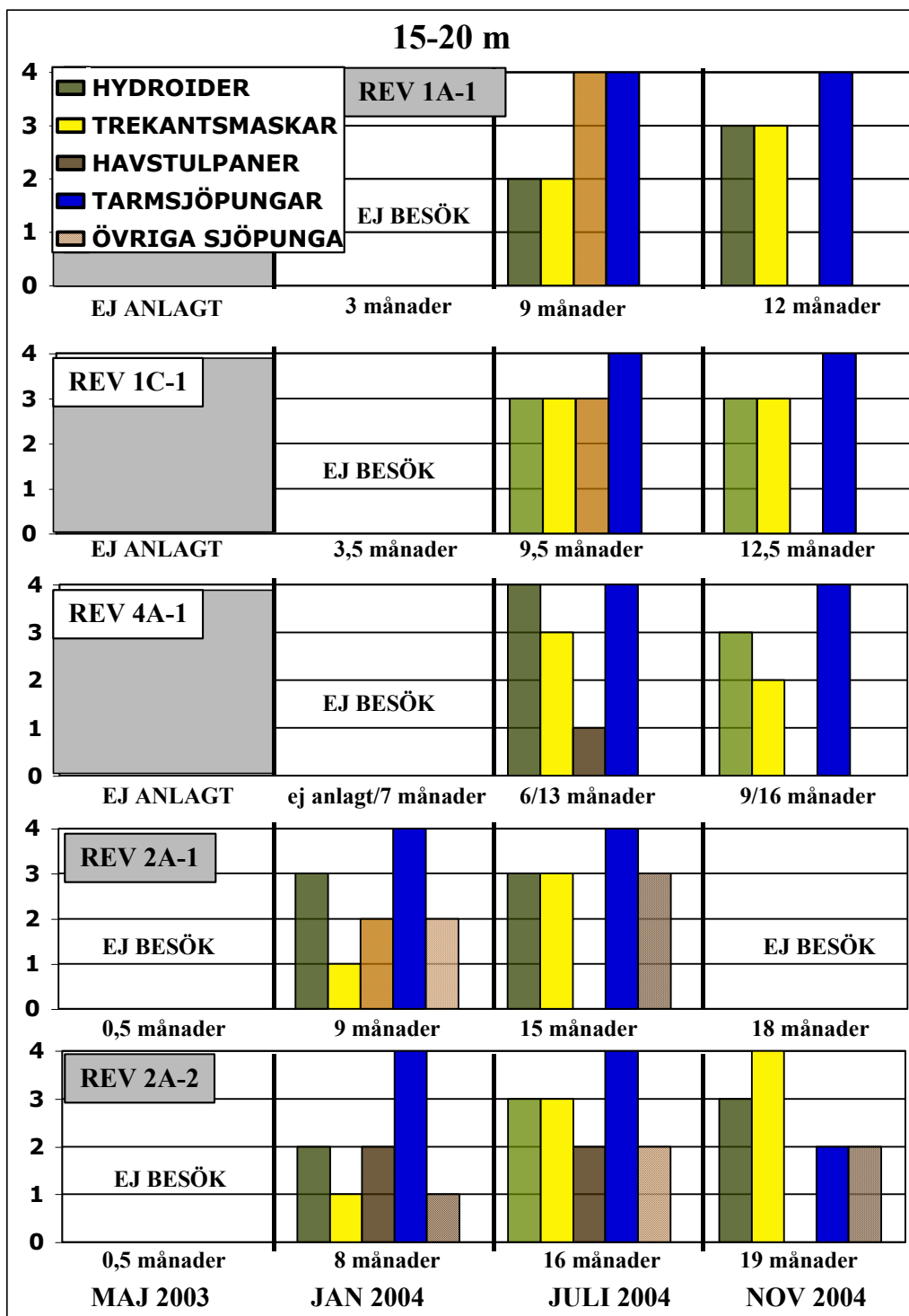
**Tabell 4.** Revålder, djupintervall och tillfälle då reven dokumenterades: (1) = maj 2003, (2) = januari 2004, (3) = juli 2004 och (4) = november 2004.

Artificiellt rev	1C-1	1A-1	4A-1	2A-1	2A-2	1B-1	1C-2
Tillfälle för besök	3 och 4			1 till 3	2 till 4	3 och 4	2 och 3
Djupintervall (m)	24-30	11-24	14-28	14-26	13-22	25-38	16-25
Revålder (mån)	10 och 13		6/12 och 9/15	0,5, 8 och 16	8, 16 och 19	5,5-16	2,5-10



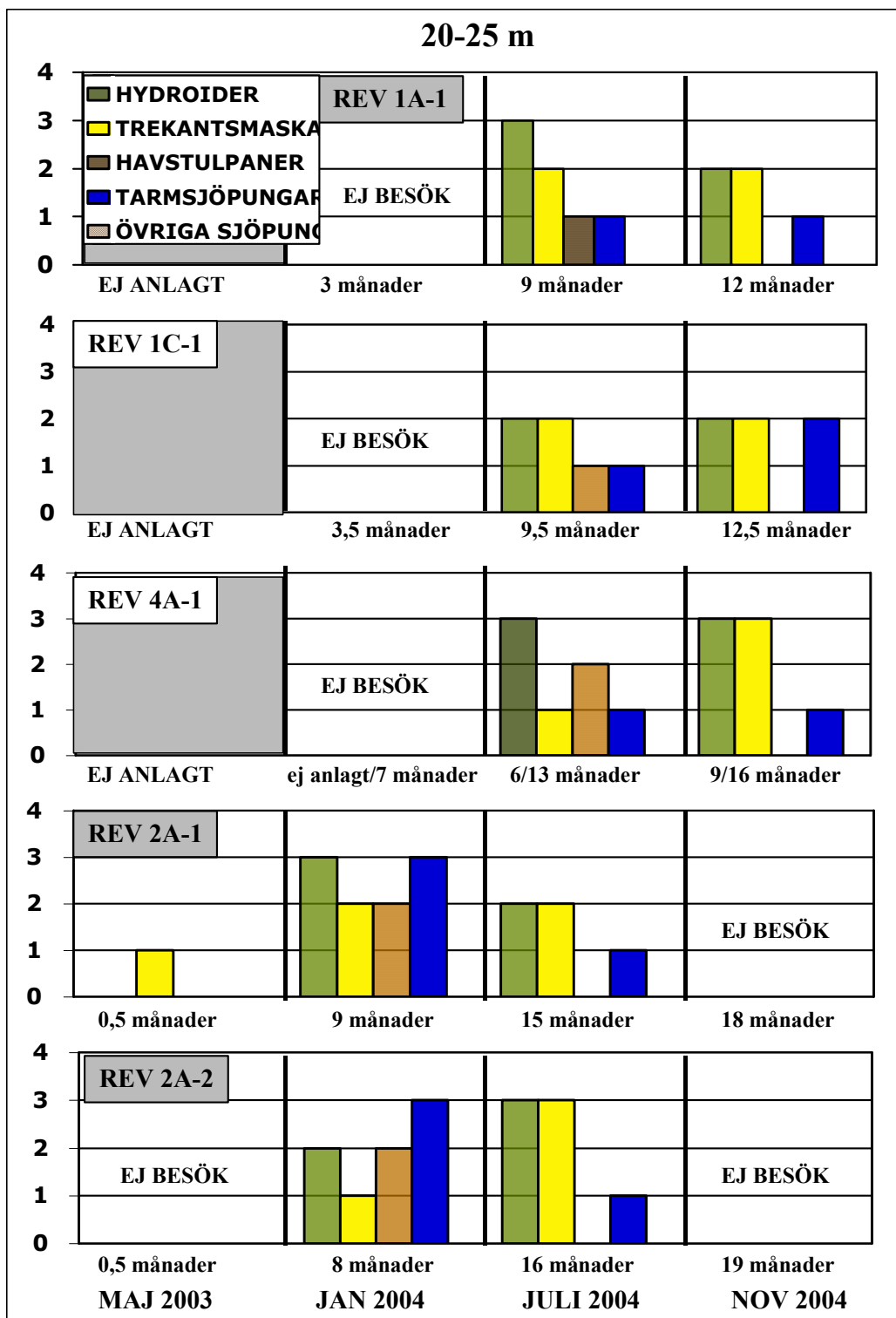
**Figur 13.** Förekomst av några utvalda taxa på <15 m. På y-axeln förekomst: (1) = enstaka, (2) = vanligt (3) = mycket vanligt och (4) = dominerande. På x-axeln åldern på revet (mån), samt nederst i figuren tidpunkten för besök på samtliga rev.

I det första djupintervallet (<15 m) fanns stora mängder av skräppetare vid filmningen i juli 2004, men dessa hade minskat betydligt i mängd vid återbesöket i november 2004 (Figur 13). I djupintervallet 15-20 m syntes endast ett fåtal skräppetare (Figur 14). På rev 1A-1 observerades också fem olika rödalger, bl a ekblading (*Phycodrus rubens*) och nervtång (*Delesseria sanguinea*).



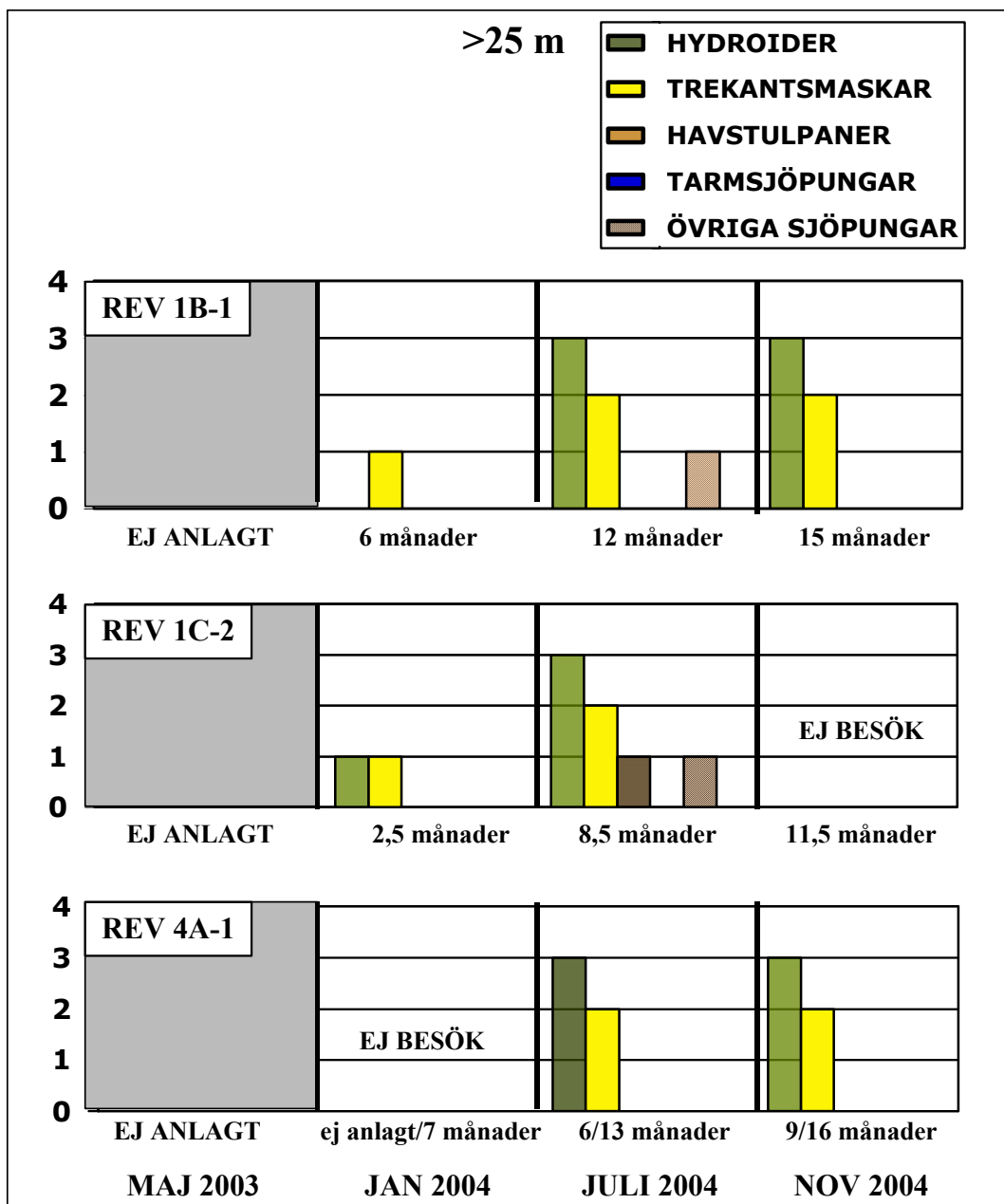
**Figur 14.** Förekomst av några utvalda taxa på 15-20 m. På y-axeln förekomst: (1) = enstaka, (2) = vanligt (3) = mycket vanligt och (4) = dominerande. På x-axeln åldern på revet (mån), samt nederst i figuren tidpunkten för besök på samtliga rev.

Intressant var den stora förekomsten av havstulpaner i juli 2004, som sedan hade dött i november 2004 då endast döda skal återstod. Detta mönster upprepades på samtliga djupintervall. Någon förklaring på massdöden av havstulpaner har vi inte i dagsläget. Tarmsjöpung dominerade eller var mycket vanlig på samtliga rev vid alla fyra tillfällen (Figur 14). Däremot observerades andra sjöpungar endast på rev 2A-2 på < 15 m (Figur 13).



**Figur 15.** Förekomst av några utvalda taxa på 20-25 m. På y-axeln förekomst: (1) = enstaka, (2) = vanligt (3) = mycket vanligt och (4) = dominerande. På x-axeln åldern på revet (mån), samt nederst i figuren tidpunkten för besök på samtliga rev.

Trekantsmasken var ovanlig på djup < 15 m och observerades endast på rev 4A-1 i nov 2004. Detta kan till en del bero på att arten doldes av mera dominerande arter (Figur 13).



**Figur 16.** Förekomst av några utvalda taxa på >25 m. På y-axeln förekomst: (1) = enstaka, (2) = vanligt (3) = mycket vanligt och (4) = dominerande. På x-axeln åldern på revet (mån), samt nederst i figuren tidpunkten för besök på samtliga rev.

I det näst grundaste djupintervallet, 15-20 m, hade skräppetare i princip försvunnit och i stället var trekantmasken vanligt förekommande på samtliga fem artificiella rev med detta djupintervall. På de flesta reven syntes också en trend mot ökande mängder av trekantmask ju äldre reven blev.

På samtliga rev och besök var tarmsjöpungen helt dominerande på djup mindre än ca 20 m, förutom på rev 2A-2 vid sista besöket. Detta beror säkert på att arten etablerades redan ett år tidigare på detta rev. På reven (2A-1 och 2A-2) i Tanneskär observerades även andra sjöpungar, medan endast tarmsjöpung observerades på reven i Buskär (Figur 14).

På fem av de artificiella reven återfanns djupintervallet 20-25 m (Figur 15). En stark minskning av förekomsten av tarmsjöpung var tydlig, endast i *januari 2004* på Tanneskär reven (2A-1 och 2A-2) var den fortfarande mycket vanlig, men då bara i den övre delen av intervallet. Övriga sjöpungar observerades inte alls i detta djupintervall (Figur 15). Vidare tycktes fördelningen mellan de olika undersökta taxa vara mera jämnt fördelad i detta djupintervall, då ingen taxa var dominerande. I de andra djupintervallen var vanligen en eller par taxa helt dominerande vid de flesta besöken på de olika reven .

Det djupaste intervallet >25 m återfanns endast på 3 av de artificiella reven (Figur 16). Även vid det sista besöket (i *november 2004*) när reven var 9-18 månader gamla, var kolonisationen låg jämfört med de grundare djupintervallen. Tarmsjöpungen saknades helt. Havstulpaner och övriga sjöpungar observerades endast i enstaka exemplar. De enda vanliga taxa var hydroide och trekantmask. Den mycket obetydliga nykolonisationen av fastsittande fauna (epifauna) var inte oväntad då djupare hårdbottenssubstrat erfarenhetsmässigt koloniserar betydligt långsammare än grunda.

I *juli 2004* besöktes alla sju artificiella reven. Vid denna tidpunkt märktes en betydande kolonisation av fisk (10 nya arter) och flera arter av fastsittande ryggradslösa djur. Från och med detta tillfälle, påträffades torsk (*Gadus morhua*) på alla rev. I *november 2004* fanns vid alla reven stora mängder fiskyngel och 3 nya fiskarter påträffades, bl.a. större kantnål (*Syngnathus acus*). Enstaka havsnejlikor (*Metridium senile*) påträffades vid rev 1A-1, 1C-1 och 2A-2.

Sammanfattningsvis var hydroider vanliga eller mycket vanliga på samtliga rev och djupintervall, utom vid första besöket på 1B-1 i januari 2004 då de ännu saknades. Trekantmasken sågs som den första kolonisationsarten på de rev som besöktes vid mycket låg ålder (2A-1 vid 0,5 mån, 1C-2 vid 2,5 mån och 1B-1 vid 6 mån), och fanns därefter i varierande mängd på samtliga rev och djupintervall utom det grundaste <15 m där de i princip saknades, eller inte kunde observeras p.g.a. andra dominerande arter. Havstulpaner observerades på samtliga rev i juli 2004 men saknades totalt i november 2004. Tarmsjöpungen fanns på alla rev och djupintervall utom det djupaste >25 m, och var dominerande art på djupintervallet 15-20 m. Övriga sjöpungar sågs inte i några större mängder men tycktes förekomma mer allmänt på Tanneskär reven än på Buskär reven. Skräppetare förekom i stora mängder i det grundaste djupintervallet <15 m.

### **Succession för några utvalda arter**

#### *Fastsittande ryggradslösa djur*

*Hydroider* (nässelddjur som vanligen är fastsittande och kolonibildande) är relativt snabba kolonisationsarter som dominerar en stor del av de artificiella reven på djup <25 m. De påträffades redan efter 2,5 månad på det djupa (> 24 m) revet 1C-2 och har sedan dess observerats vid alla besök (förutom det 6 månader gamla revet 1B-1). De rikligaste förekomsterna observerades på rev 4A-1 i juli på 15-20 meters djup, samt på rev 2A-2 i januari 2004 på djup <15 m.

Trekantmask (*Pomatoceros triqueter*), som är en *opportunistisk art* (koloniserar ledigt substrat snabbt), var den första fastsittande evertebraten (ryggradslösa djur) som koloniserade reven redan efter 0,5 månad. Den har sedan dess påträffats vid alla besök, med ”vanlig” till ”mycket vanlig” förekomst vid djup > 15 m. På de nyetablerade reven 2A-1 (0,5 mån) djup 20-25 m och 1B-1 (6 mån) djup >25 m, var trekantmask den enda arten.



Den rikligaste förekomsten observerades på det äldsta revet 2A-2 (18 mån) i november, djup 15-20 m.

Havstulpan (*Balanus* sp.) påträffades första gången på de 9 månader gamla reven 2A-1 och 2A-2 i Tanneskär på 15-25 m djup. Den rikligaste förekomsten observerades på det 9 månader gamla revet 1A-1, samt 1C-1 (9,5 mån) i juli. När dessa båda rev återbesöktes i november, fanns inga levande havstulpaner på rev 1A-1 och bara enstaka på rev 1C-1. Detta kan bero på att krabbtaska (*Cancer pagurus*), som hade sin rikligaste förekomst på rev 1A-1 och rev 1C-1 i juli, bl.a. livnär sig på havstulpaner.

Tarmsjöpfung (*Ciona intestinalis*), hade sin absolut rikligaste förekomst (cirka 2000 ind./m<sup>2</sup> på rev 2A-2 på 15-20 m djup) i juli, och dominerade flera av reven ner till 20 m djup. Tarmsjöpfung är en utpräglad opportunist, som lyckas kolonisera stora ytor snabbt genom att enorma mängder larver bottenfaller. I juli månad påträffas endast enstaka tarmsjöpfung på 20-25 meters djup i Tanneskär, jämfört med i januari då den var mycket vanlig på samma djup.

#### *Mobila ryggradslösa djur och fiskar*

Redan på 0,5 mån gamla rev påträffades de första sjöstjärnorna, som därefter observerats vid alla senare besök. Den dominerande arten, vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*), påträffades i juli på de 8,5-13 månader gamla rev (1A-1, 1C-1, 1C-2 och 4A-1). Den rikligaste förekomsten (200 st) observerades på 9/16 månader gamla revet 4A-1 i november. Rikligt med juvenila sjöstjärnor (oidentifierade) har påträffats på alla rev som varit 9 mån eller äldre, förutom på rev 1B-1.

Krabbtaska (*Cancer pagurus*) observerades första gången på 8,5-9,5 månader gamla reven (1A-1, 1C-1 och 1C-2) och har därefter noterats frekvent på alla rev i Buskär. Den rikligaste förekomsten (25 st) observerades på <25 m i juli, på rev 1A-1 i Buskär. I Tanneskär påträffades endast en krabbtaska.

Under 2003-2004 påträffades endast 2 stycken humrar (*Homarus gammarus*) på de artificiella reven. De observerades på rev som var 12 respektive 15 månader gamla (1B-1 och 2A-1), vilket kan vara en antydning till att humrar kräver ostörda habitat.

De första 3 fiskarterna påträffades på 0,5 månader gamla rev i Tanneskär. Endast 2 arter tillkom på reven som var 2,5-9 månader gamla. Fiskyngel påträffades första gången på 6 månader gamla rev och har sedan dess påträffats frekvent vid de flesta av reven. Den stora kolonisationen, med 10 nya arter, inträffade då reven legat ute cirka 10 månader. Vid de sista besöken, då reven var 9-18 månader gamla, hade ytterligare 6 fiskarter tillkommit.

Stensnultra (*Ctenolabrus rupestris*) var vanlig (23 st) i Buskär på rev 1A-1 (9 mån) i juli, samtidigt påträffades riklig förekomst (34-45 st) i Tanneskär på rev 2A-1 och 2A-2 (15 mån). I november förekom stensnultra rikligt (40 st) även på rev 1A-1 (12 mån).

Enstaka skärsnultror (*Symphodus melops*) påträffades på rev 1A-1 (9 mån) i juli, samt på rev 1C-1 (12,5 mån) och 1B-1 (15 mån) i november. De rikligaste förekomsterna (20 respektive 23 st) i Buskär påträffades på rev 1A-1 (12 mån) och 4A-1 (9/16 mån) i november. I Tanneskär har påträffades endast 2 skärsnultror på rev 2A-1 och 2A-2 (18 mån).

Den första grässnultran (*Centrolabrus exoletus*), en art som endast finns i Bohusläns skärgård, påträffades för första gången i Buskär på rev 4A-1 (6/13 mån) i juli. Sedan dess har enstaka grässnultror påträffats på rev 1C-1 (12,5 mån) och 1B-1 (15 mån) i november. Den rikligaste förekomsten (114 individer) fanns på rev 4A-1 (9/16 mån) i november. I Tanneskär har endast en grässnulta observerats på rev 2A-2 (18 mån) i november.

Torsk (*Gadus morhua*) observerades första gången i juli på 8,5-9,5 månader gamla rev (1A-1, 1C-1 och 1C-2) i Buskär och har sedan dess observerats på alla rev vid alla återbesök. Den rikligaste förekomsten observerades på rev 1A-1 i juli (36 st). I Tanneskär observerades torsk första gången i juli på de 15 månader gamla reven 2A-1 och 2A-2. Förekomsten var riklig i juli (28 på respektive rev), men i november observerades endast en torsk på rev 2A-2.

#### *Makroalger*

Brunalger (3 arter) påträffades på 9 månader gamla rev i Buskär. Förutom den dominerande arten skräppetare (*Laminaria saccharina*), observerades även enstaka peruktång (*Desmarestia viridis*) och taggtång (*Desmarestia aculeata*).

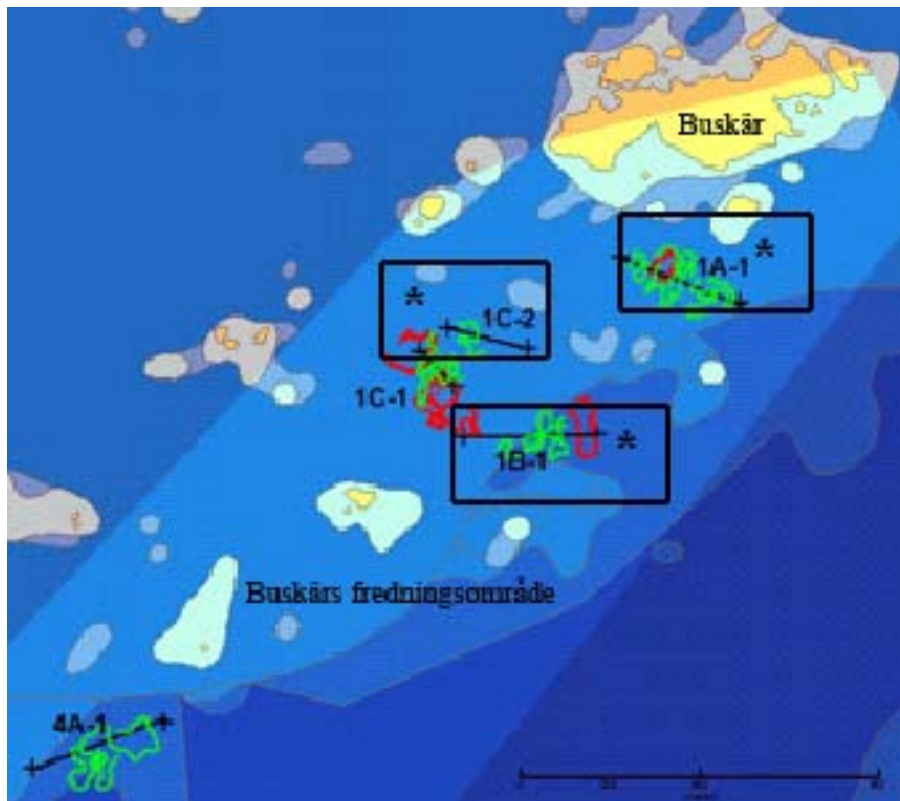
Skräppetare, som endast förekommer på djup < 15 m, observerades första gången på de 9 månader gamla reven 1A-1 och 1C-1, samt det lite äldre (9/16 mån) 4A-1 i Buskär. Skräppetare förekom rikligast på rev 1A-1 (9 mån) i juli. I Buskär observerades även enstaka peruktång och taggtång på 15-20 meters djup på rev 1A-1 och 4A-1. I Tanneskär observerades inga brunalger.

Rödalger (6 taxa) och blågröna alger (1 art) påträffades första gången i juli, på rev (9-9,5 månader) 1A-1 och 1C-1 i Buskär, samt på rev (15 mån) 2A-1 och 2A-2 i Tanneskär. Den dominerande arten ekblading (*Phycodrus rubens*), hade sin rikligaste förekomst i juli (på 15-20 meters djup) på rev 1A-1 och 4A-1. Av de övriga taxa (julgransalg (*Brongniartella byssoides*), nervtång (*Delesseria sanguinea*), rödsleke (*Ceramium rubrum*), rödslick (*Polysiphonia* sp.), rödalg 1 (oidentifierad) och blågrönalg 1 (oidentifierad, fanns på tarmsjöpfung)), påträffades flest taxa (5 st) på rev 4A-1 i juli. På det djupt belägna revet 1B-1 observerades enstaka nervtång på djup > 25 m.

#### **5.4.6 Översiktlig områdesbeskrivning**

Under 2003-2004 påträffades totalt 72 taxa, varav 35 taxa observerades i Tanneskär och 64 taxa i Buskär. Den totala transektlängden var 6700 m, varav 2800 m dokumenterades i Tanneskär och 3900 m i Buskär.

För Buskärs och Tanneskärs revområden beskrivs fauna och flora för naturliga bottnar - samt artificiella rev. Bredvid datumet för de olika besöken, står revets ålder. Substratindelning och benämningar (t. Ex. Sblock) baseras på EUNIS storleksfördelning (Tabell 2).



**Figur 17.** Buskärs fredningsområde med transekter från maj 2003 och januari 2004 (röda), samt från juli och november 2004 (gröna). \* = Områden naturliga havbottnar.

### Buskärsområdet (Figur 17)

#### 1A-1

##### Naturlig botten

- **Maj 2003**

Stenar med riklig förekomst av havstulpaner (*Balanus* sp.). Växtligheten bestod av flera små och några större algansamlingar, innehållande både levande och döda alger.

##### Artificiellt rev

#### 1A-1

- **Juli 2004 (9 mån)**

Havstulpan, som hade sin rikligaste förekomst här på djup ner till 20 m, var en av de dominerande arterna tillsammans med tarmsjöpung (*Ciona intestinalis*) på djup ner till 20 m, och skräppetare (*Laminaria saccharina*) på <15 m djup. Tarmsjöpungar påträffades ofta på undersidan av Sblock (se tabell 2) med överhäng. På några Sblock var havstulpaner den enda påväxten. Enstaka trekantmaskar (*Pomatoceros triqueter*).

Många stensnultor (*Ctenolabrus rupestris*), skärsnultor (*Symphodus melops*) och juvenil gråsej (*Pollachius virens*). Några få torskar (*Gadus morhua*), även yngel, samt en berggylta (*Labrus berggylta*). Mycket rikligt med fiskyngel (största antalet fiskyngel som påträffats under alla dokumentationer). Rikligt med vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*) samt en krabbtaska (*Cancer pagurus*).

Skräppetare varierade i storlek från små (glest utspridda) till stora som täcker hela Sblock och Block. Mycket slät tångbark (*Membranipora membranacea*) på skräppetare. Många små nervtång, enstaka rödslick (*Polysiphonia* sp.) och peruktång eller taggtång (*Desmarestia viridis* eller *D. aculeata*), samt rödsleke (*Ceramium rubrum*). Tydlig djupzonering med

alger på djup < 14-15 m. Jämmt utspridda rödslick. Enstaka små skräppetare fanns på 14-15 meters djup, medan rikligt med större skräppetare fanns på 12-14 meters djup.

- **November 2004 (12 mån)**

Tarmsjöpfung och hydroider, som var de dominerande arterna, var vanliga på djup < 20 m. tarmsjöpfungar, hydroider och trekantsmaskar var vanliga på djup > 20 m.

### 1B-1

Naturlig botten

- **Maj 2003**

Sjöpenna (*Pennatula phosphorea*) och liten piprensare (*Virgularia mirabilis*). Relativt riklig fiskförekomst (främst plattfisk).

Artificiellt rev

- **Januari 2004 (6 mån)**

Revet är till stora delar nedsjunket i omgivande sedimentbotten. Blygsam nykolonisation på sprängstenen. En enda art, trekantsmask, påträffades på > 25 m.

- **Juli 2004 (12 mån)**

Hydroider och spiralmossdjur (*Bugula plumosa*), som var de dominerande arterna, påträffades på > 25 meters djup. Spiralmossdjur påträffades för första gången på de artificiella reven. Enstaka trekantsmaskar och sjöpfungar, bl a sträv sjöpfung (*Asciidiella scabra*) och vårtig sjöpfung (*Asciidiella aspersa*) observerades. Relativt mycket torsk.

En hummer (*Homarus gammarus*) och en liten nervtång observerades.

- **November 2004 (15 mån)**

Hydroider dominerade och trekantsmaskar var relativt vanliga.

### 1C-1

Artificiellt rev

- **Juli 2004 (9,5 mån)**

På 15-20 meters djup, där tarmsjöpfungar dominerade, fanns även mycket hydroider, trekantsmaskar och havstulpaner.

Många larver (från tarmsjöpfung och havstulpan) var nysettlade (larverna har bottenfällt) på Sblock. Många adulta och juvenila torskar, samt fiskyngel. Enstaka oxsimpor (*Taurulus bubalis*), vitlinglyra (*Trisopterus esmarkii*), gråsej (*Pollachius virens*) och glyskolja (*Trisopterus minutus*). Fem krabbtaskor och mycket riklig förekomst av vanlig sjöstjärna. En nakensnäcka (*Facelina bostoniensis*) påträffades. Många jämmt utspridda rödslick och små skräppetare, samt ekblading (*Phycodrus rubens*) vid 17-19 meters djup.

- **November 2004 (12,5 mån)**

Tarmsjöpfungar dominerade på djup < 20 meter (vanliga på djup > 20 m). Hydroider (20-25 m), trekantsmaskar och tarmsjöpfungar var vanliga. Enstaka krabbtaskor. Mycket fiskyngel men bara ett fåtal torskar. Endast ett enstaka exemplar av brunalgen skräppetare.

### 1C-2

Naturlig botten

- **Maj 2003**

På partier med hårbotten dominerade röd hornkorall (*Swiftia rosea*) och bägarkorall (*Caryophyllia smithii*), samt även död mans hand (*Alcyonium digitatum*) och armfotingar (*Neocrania anomala*) (Figur 18). Relativt riklig fiskförekomst (främst plattfisk). Här och var fanns stora ansamlingar av lösryckta alger.

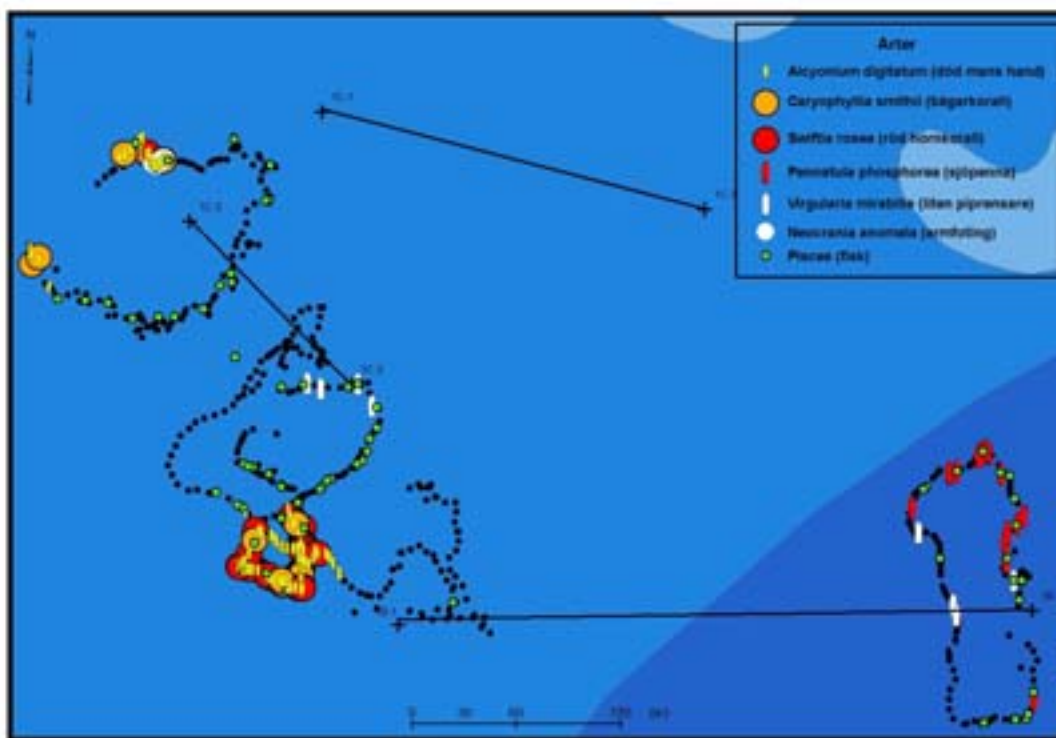
#### Artificiellt rev

- **Januari 2004 (2,5 mån)**

Det platta revet är till stora delar nedsjunket i den omgivande sedimentbotten. Det unga revet hade en svag nykolonisation av hydroider och trekantsmask.

- **Juli 2004 (8,5 mån)**

På djup > 25 m, där hydroider dominerade, fanns även en del trekantsmaskar, havstulpaner och sjöpungar. Två små spiralmossdjur, en maskeringskrabba (*Hyas araneus*) och en nakensnäcka (*Facelina bostoniensis*) observerades. Mycket riklig förekomst av torskyngel, men endast en adult torsk, samt enstaka stensnultror. Inga rödalger.



Figur 18. Förekomst av några utvalda arter och grupper i revområdet 1C-2 i Buskär.

#### 4A-1

#### Artificiellt rev

- **Juli 2004 (6 /13 mån)**

Mycket riklig förekomst av grenig rörpolyp (*Tubularia larynx*), som dominerade tillsammans med tarmsjöpungar och trekantsmaskar. Hydroider hade sin rikligaste förekomst här på 15-20 m. djup. Från 20 m. och djupare är de vanligt förekommande.

Det fanns även rikligt med kalkrörsmaskar av arten *Hydroides norvegicus*, havsnejlikor (*Metridium senile*) och vanlig sjöstjärna. Många fiskar och fiskkyngel observerades, däribland många gråsej och några adulta torskar, samt ett stim juvenila

torskar. Även enstaka stensnultror, skärsnultror, berggylltor och rödnäbbor (*Labrus bimaculatus*) påträffades.

Relativt mycket rödalger, bl.a. ekblading och julgransalg (*Brongniartella byssoides*), på 17-19 meters djup. En oidentifierad blågrön växte på den övre delen av tarmsjöpfung. Enstaka brunalger observerades, bl a en liten skrälletare, samt peruktång och taggtång.

- **November 2004 (9-16 mån)**

Hydroider, som dominerade i juli, var nu mycket vanliga på 15-25 meters djup. Tarmsjöpfung, dominerande på djup < 20 meters djup. En del trekantmaskar observerades från 15 m. djup.

Enstaka krabbtaskor och många vanliga sjöstjärnor påträffades. Grässnulta (*Ctenolabrus exoletus*) och skärsnulta hade sina rikligaste förekomster här på rev 4A-1 (114 respektive 23 stycken). Relativt mycket fiskyngel.

En brunalgart, skrälletare, påträffades på 15-20 meters djup. På samma djup observerades den enda rödalgen, ekblading.

### **Tanneskärsområdet (Figur 19)**

#### **2A-1**

*Artificiellt rev*

- **Maj 2003 (0,5 mån)**

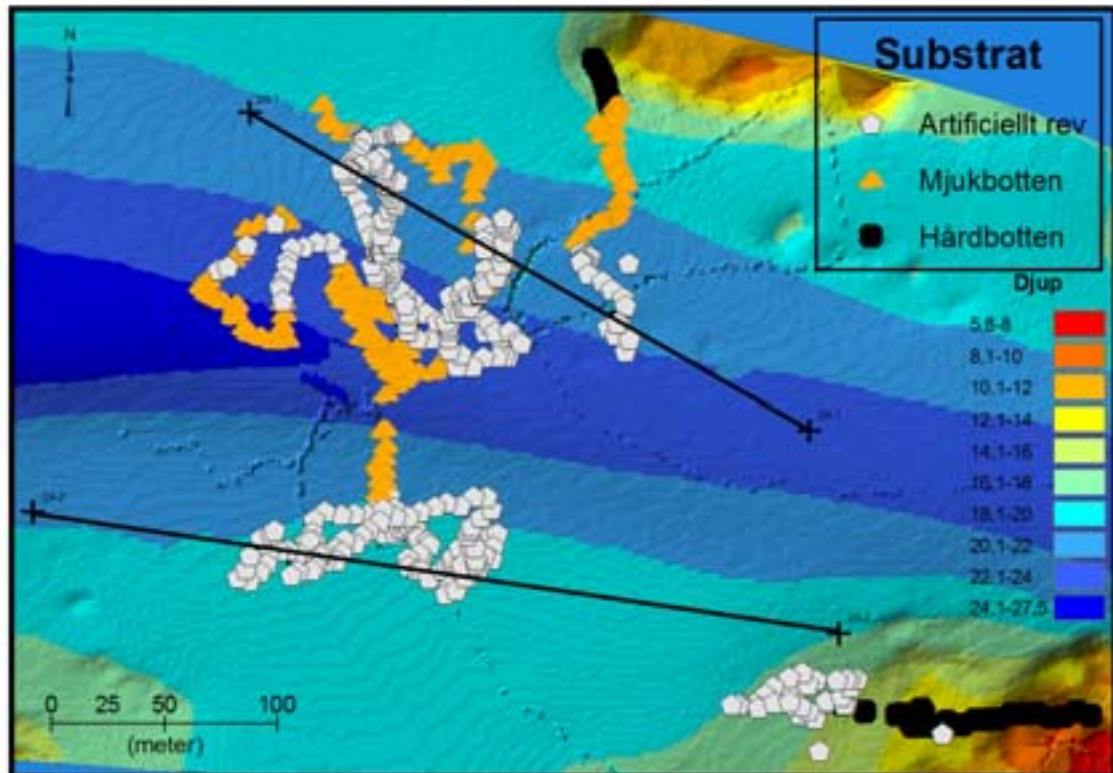
Ingen synlig nykolonisation av revet. Partierna med hårbotten hade en riklig algpåväxt av främst rödalgen nervtång och täta bestånd av stensnultror norr om revet (Figur 22).

Blygsam nykolonisation på det artificiella revet med en enda fastsittande art, trekantmask, samt enstaka eremitkräftor (*Pagurus* sp.) och maskeringskrabbor (*Hyas araneus*, och *H. coarctatus*).

- **Januari 2004 (9 mån)**

Revet föreföll att efter ca 9 månader till stora delar ha sjunkit ca 2-3 m djupare ner i sedimentbotten än då det var nytt.

Kraftig nykolonisation på revet, med tarmsjöpfung som dominerande art på 15-20 m. djup. Mycket vanliga var också hydroider på 15-25 m. djup. Påtaglig zonerings, med stark dominans



**Figur 19.** Huvudtyper av bottensubstrat utefter ROV-transekterna, före och efter utläggning av rev i Tanneskärsområdet.

av tarmsjöpfung på centrala delar av revet, medan denna art ofta saknades helt på revets yttre delar (Figur 20). Förutom tarmsjöpfung, påträffades även sjöpfungar och trekantmaskar på 15-20 meters djup. Här och var stim av fiskyngel, samt någon enstaka simpa (*Cottidae*). Inga humrar eller krabbtaskor observerades, vilket kan förklaras av årstiden vid undersökningstillfället.

- **Juli 2004 (15 mån)**

Sblock, Block och Sten. Vissa partier med enbart Sblock eller enbart Sblock och block, samt enstaka lokaler med grus och skal (ev. sand eller sedimentansamling). Metallskrot.

Tarmsjöpfungen dominerade på 15-20 m. djup och täckte många Sblock helt (sjöpfungar hade sin rikligaste förekomst här). I början av transekten fanns det rikligt (>100 ind/m<sup>2</sup>) av sträv sjöpfung och vårtig sjöpfung, hydroider och trekantmaskar.

Mycket torsk, skärnultror, och fiskyngel. En hummer observerades. Endast en oidentifierad rödalga.

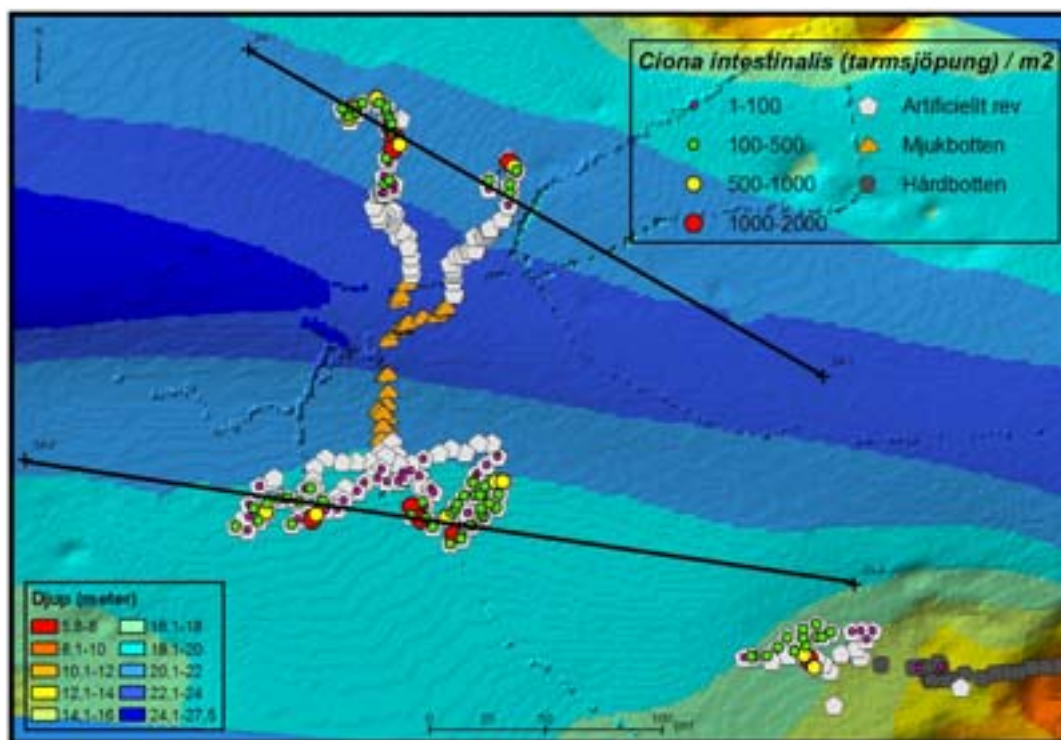
## 2A-2

### Naturlig botten

- **Januari 2004**

I omedelbar anslutning till rev 2A-2 (sydöstra hörnet) finns ett grund med naturlig hårdbotten bestående av fast berg, och närmast revet spridda stenar. Påväxten på de naturliga hårdbottarna klart avvikande från revet, med död mans hand och havsnejlika som

dominerande arter. Tarmsjöpung, som dominerade på revet, saknades nästan helt på de naturliga hårbottenarna.



**Figur 20.** Fördelningen av tarmsjöpungar (*Ciona intestinalis*) utefter ROV-transekterna i Tanneskärsområdet i januari 2004. Observera avsaknaden av sjöpfungar i revens kantzoner, och koncentrationen på de centrala delarna.

#### Artificiellt rev

- **Januari 2004 (9 mån)**

Det artificiella revet var mycket tätt koloniserat av tarmsjöpung, på 15-25 meters djup. Kolonisationen av tarmsjöpung på rev 2A-1 är identisk med kolonisationen på rev 2A-2. I de centrala delarna av revet uppnådde tarmsjöpung en täthet på cirka 2000 ind./m<sup>2</sup> (Figur 21). Fördelningen över revet var dock mycket ojäm, och i kantzoner saknades arten ofta helt. Orsaken till detta är oklar, men kan hänga samman med att: (1) förekomsten av larver i vattenmassan (i samband med bottenfällningen) var koncentrerad till de grundaste delarna av revet och (2): att predation (rovdjurstryck) på nyligen bottenfällda tarmsjöpungar från sjöstjärnor var störst i anslutning till omgivande naturliga bottenar (jfr. Lundälv & Christie, 1986). Förutom tarmsjöpung, förekom relativt täta bestånd av hydroider, havstulpaner och trekantmaskar. Få mobila ryggladslösa djur observerades, bl a maskeringskrabbor, samt enstaka eremitkräftor och sjöstjärnor (oidentifierade). Inga humrar eller krabbtaskor observerades, vilket får anses förväntat med tanke på att dessa arter normalt är helt inaktiva vid den årstid då dokumentationen genomfördes.

- **Juli 2004 (15 mån)**

Tarmsjöpung är den dominerande arten på djupintervallet 15-20 m. Hydroider var vanliga, samt många olika sjöpfungar, bl.a. stor sjöpfung (*Ascidia mentula*) och sträv sjöpfung observerades. Även mycket trekantmaskar – på en sten fanns 1000-tals trekantmaskar.





**Figur 21.** Bild från de centrala delarna av rev 2A-2, som illustrerar den rikliga kolonisationen av tarmsjöpung (*Ciona intestinalis*). Observera koncentrationen till kantzonen på stenarna.

Många vanlig sjöstjärnor påträffades, samt en valthornsnäcka (*Buccinum undatum*) och enstaka eremitkräftor. Mycket fisk (även yngel), bl.a. skärsnultra och torsk, samt en större kantnål (*Syngnathus acus*).

Få rödalger, bl a en oidentifierad grenad rödalga. Inga brunalger. En blågrönalg (oidentifierad) som växte i toppen (som ett "överdrag") på tarmsjöpung .

Eventuellt ett litet parti med vit bakteriematta, svavelbakterier (*Beggiatoa* spp.) i slutet av transekten.

- **November 2004 (18 mån)**

Trekantsmask, dominerade vid detta tillfälle på 15-20 m. djup. Hydroider var mycket vanliga. Relativt många sjöpungar påträffades, bl a stor sjöpung, slät sjöpung, sträv sjöpung och vårtig sjöpung, samt en del tarmsjöpungar. På revet observerades även ett enstaka exemplar av havsnejlika, vilken att döma av storleken måste ha vandrat in från omgivande naturliga bottnar.

Mycket fiskyngel och skarpsill (*Sprattus sprattus*), samt några enstaka torskar. Två bläckfiskar (*Sepiolo atlantica*) och många vanlig sjöstjärnor observerades.

## 5.5 Slutsatser

Dokumentationen före etableringen av artificiella rev visade att de valda områdena innehöll en relativt rik, och för området sannolikt normal sammansättning av marin fauna och flora. I de djupare delarna fanns faunainslag som indikerar en stabil och fullt marin miljö.

Utläggningen av reven har skett med varierande framgång. En del av reven har sjunkit djupt ner i omgivande mjukbotten, och delvis kollapsat (gäller främst rev 1C-2, 1B-1 och till mindre del rev 2A-1 och 2A-2).

Den tidiga kolonisationen av reven har skett mycket ojämnt, sannolikt främst relaterat till etableringstid för reven i relation till fortplantningstid för tidiga arter och grupper. Gemensamt för alla dessa arter och grupper är att de producerar stora mängder larver, och därmed har stor förmåga att snabbt kolonisera fria bottenytor (s.k. ”opportunisterna”). Samtidigt har dessa arter ofta svag konkurrensförmåga på naturliga bottnar, som redan är koloniserade av andra mera långlivade arter. På naturliga hårbottnar i anslutning till rev 2A-2 förekom t.ex. endast enstaka tarmsjöpunger (*C. intestinalis*).

Troligen föreligger också stora skillnader i kolonisationsförlopp som är relaterade till djupet och exponering för predation från omgivande naturliga bottnar. I januari 2004 observerades endast någon mera påtaglig kolonisation av sessila (fastsittande) hårbottenorganismer på de äldsta reven i Buskärsområdet (9 månader efter etablering).

Dokumentation med ROV-teknik har visat sig ge goda möjligheter till karakterisering av berörda marina miljöer och till beskrivning av huvuddragen i kolonisationsförloppen efter etablering av artificiella rev.

# Appendix 1:

## Mobila djurarter och taxa på Artificiella rev under 2003 och 2004

År	Månad	Rev	Revålder (mån)	2003	2004															
				maj	jan				juli				nov			juli		nov		
				2A-1	1C-2	1B-1	2A-1	2A-2	1C-2	1C-1	1A-1	4A-1	1B-1	1C-1	1A-1	1B-1	2A-1	2A-2	4A-1	2A-2
				0,5	3	6	8		10		6-12		13			16		9-16	19	
<b>BLÖTDJUR</b>	<b>MOLLUSCA</b>																			
Bläckfisk	<i>Sepiolo atlantica</i>																	x		
Nakensnäcka	<i>Facelina bostoniensis</i>							x	x											
Sjustrålig kammussla	<i>Pseudamussium septemradiatum</i>													x						
Tornsnäcka	<i>Turitella communis</i>		x																	
Valthornsnaäcka	<i>Buccinum undatum</i>											x		x			x			
<b>KRÄFTDJUR</b>	<b>CRUSTACEA</b>																			
Eremitkräfta	<i>Pagurus sp.</i>	x					x	x	x				x				x	x		
Hummer	<i>Homarus gammarus</i>												x				x			
Krabbtaska	<i>Cancer pagurus</i>							x	x	x		x	x		x	x		x		
Maskeringskrabba 1	<i>Hyas araneus</i>	x						x	x				x	x			x			
Maskeringskrabba 2	<i>Hyas coarctatus</i>	x							x				x							
Maskeringskrabba	<i>Hyas sp.</i>	x	x			x	x													
Räka 1 (O)	-												x							
Räka 2 (O)	-												x							
Räka 3 (O)	-													x						
Trollhummer	<i>Galathea sp.</i>												x							
Vanlig strandkrabba	<i>Carcinus maenas</i>																x	x		
<b>TAGGHUDINGAR</b>	<b>ECHINODERMATA</b>																			
Ishavstjärna	<i>Marthasterias glacialis</i>								x	x	x	x					x	x		
Sjöstjärna (O)	-	x	x	x		x														
Sjöstjärna 1	<i>Henricia sp.</i>					x														
Vanlig sjöstjärna	<i>Asterias rubens</i>							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Vanlig sjöstjärna (f)	<i>Asterias rubens (f)</i>							x		x	x	x	x	x	x	x		x		
Ätlig sjöborre	<i>Echinus esculentus</i>									x							x			
<b>BENFISKAR</b>	<b>OSTEICHTHYES</b>																			
Berggylta	<i>Labrus bergylla</i>									x	x			x				x		
Blågylta/Rödnäbba	<i>Labrus bimaculatus</i>													x				x		
Fisk (O)	-	x								x	x	x	x	x	x		x	x		
Fiskyngel (f, O)	-				x	x				x	x	x		x	x	x	x	x		
Glyskolja	<i>Trisopterus minutus</i>									x			x							
Gråsej	<i>Pollachius virens</i>									x	x	x					x			
Grässnulta	<i>Ctenolabrus eoletus</i>											x		x		x	x			
Lerskädda	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	x																		
Oxsimpa	<i>Taurulus bubalis</i>									x				x						
Plattfisk (O)	-	x																		
Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	x																		
Simpa	<i>Cottidae sp.</i>						x													
Sjustrålig smörbult	<i>Gobiusculus flavescens</i>													x	x	x	x			
Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>																	x		
Skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>					x														
Skärsnulta	<i>Symphodus melops</i>									x			x	x	x	x	x			
Smörbult	<i>Gobidae sp.</i>													x	x			x		
Stensnulta	<i>Ctenolabrus rupestris</i>									x		x	x		x	x				
Större kantnål	<i>Syngnathus acus</i>																	x		
Svart smörbult	<i>Gobius niger</i>													x	x					
Torsk	<i>Gadus morhua</i>									x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Vittling	<i>Merlangius merlangus</i>													x						
Vittlinglyra	<i>Trisopterus esmarkii</i>																x			
<b>ANTAL TAXA:</b>				6	3	3	3	4	7	12	9	8	12	12	12	8	12	11	9	5

# Appendix 2:

## Fastsittande djurarter och taxa på Artificiella rev under 2003 och 2004

År	Månad	Rev	Revalder (mån)	2003	2004															
				maj	jan				juli				nov			juli		nov		
					2A-1	1C-2	1B-1	2A-1	2A-2	1C-2	1C-1	1A-1	4A-1	1B-1	1C-1	1A-1	1B-1	2A-1	2A-2	4A-1
0,5	2,5	5,5	8		10		6-12		13			16		9-16		19				
<b>SVAMPDJUR</b>	<b>PORIFERA</b>																			
Svampdjur 1 (vit, avlång, O)	-																x			
Svampdjur 2 (vit, krusta, O)	-								x											
Svampdjur (O)	-						x													
<b>NÄSSELDJUR</b>	<b>CNIDARIA</b>																			
Hydroid (O)	-		x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Hydroid 1 (lång, O)	-													x		x				
Grönig rörpolyp	<i>Tubularia larynx</i>									x	x	x	x	x				x		
Stor rörpolyp	<i>Tubularia indivisa</i>						x			x	x							x		
Havsanemon (O)	-												x							
Havsnejlika	<i>Metridium senile</i>								x	x		x						x		
<b>HAVSBORSTMASKAR</b>	<b>POLYCHAETA</b>																			
Hydroides	<i>Hydroides norvegica</i>						x		x											
Kalkrörmask (O)	-									x										
Trekantsmask	<i>Pomatoceros triquetter</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<b>KRÄFTDJUR</b>	<b>CRUSTACEA</b>																			
Havstulpan	<i>Balanus</i> sp.					x		x	x	x		x								
<b>MOSSDJUR</b>	<b>BRYOZOA</b>																			
Brett bladmossdjur	<i>Flystra foliacea</i>													x						
Cryptosula	<i>Cryptosula pallasiana</i>						x									x				
Lädermossdjur 1	<i>Alcyonidium</i> sp.										x									
Mossdjur (O)	-												x							
Slät tångbark	<i>Membranipora membranacea</i>								x											
Spiralmossdjur	<i>Bugula plumosa</i>						x				x									
<b>RYGGSTRÄNGSDJUR</b>	<b>CHORDATA</b>																			
Tarmsjöpfung	<i>Ciona intestinalis</i>				x	x		x	x	x		x	x		x	x	x	x		
Parallellsidig sjöpfung	<i>Corella parallelograma</i>										x		x				x			
Sjöpfung 1 (koloni, O)	-															x				
Sjöpfung 2 (rosa, krusta, O)	-																	x		
Slät sjöpfung	<i>Ascidia virginia</i>																x			
Sträv/Vätug sjöpfung	<i>Ascidella sabra/A. aspersa</i>										x		x		x	x		x		
Stor sjöpfung	<i>Ascidia mentula</i>														x	x		x		
Styela	<i>Styela</i> sp.						x													
<b>BRUNALGER</b>	<b>PHAEOPHYTA</b>																			
Peruk- el Taggtång	<i>Desmarestia viridis / D. aculeata</i>								x	x										
Skräppetare	<i>Laminaria saccharina</i>							x	x	x		x	x					x		
<b>RÖDALGER</b>	<b>RHODOPHYTA</b>																			
Ekblading	<i>Phycodrus rubens</i>							x		x								x		
Julgransalg	<i>Brongniartella byssoides</i>									x										
Nervtång	<i>Delesseria sanguinea</i>							x				x								
Rödalg 1 (O)	-								x	x					x	x				
Rödalg 2 (O) *	-									x							x			
Rödsleke	<i>Ceramium rubrum</i>								x				x							
Rödslick	<i>Pohysiphonia</i> sp.							x	x	x										
ANTAL TAXA:				1	2	1	3	4	8	7	12	15	10	6	11	5	8	11	7	8

Förklaring: \* = Rödalg som växer i toppen av tarmsjöpfung (*Ciona intestinalis*).

# Appendix 3:

## Mobila och fastsittande djurarter och taxa som enbart observerades på Hårdbotten och Mjukbotten under 2003 och 2004

År Månad Revområde eller rev Habitat		2003		2004		2003				2004			
		maj		jan		maj				jan			
		1C-2	2A-1	1B-1	2A-2	1A-1	1B-1	1C-2	2A-1	1B-1	1C-2	2A-1	2A-2
		Hårdbotten						Mjukbotten					
<b>BLÖTDJUR</b>	<b>MOLLUSCA</b>												
Kungssnäcka	<i>Neptunea antiqua</i>	x											
<b>TAGGHUDDINGAR</b>	<b>ECHINODERMATA</b>												
Hjärtsjöborre (O)	<i>Echinocardium</i> sp.		x				x	x					
Kamstjärna	<i>Astropecten irregularis</i>						x						
<b>BENFISKAR</b>	<b>OSTEICHTHYES</b>												
Bergskädda	<i>Microstomus kitt</i>		x										
Bergvar	<i>Zeugopterus punctatus</i>							x					
Kungsflundra	<i>Plactichthys flesus</i>							x					
Randig sjökock	<i>Callionymus lyra</i>		x			x	x	x					
Rödspätta	<i>Pleuronectes platessa</i>			x				x		x			
Sand- eller Bergstubb	<i>Pomatoschistus</i> sp.							x					
Spetsstjärtat längebarn	<i>Lumpenus lampretae-formis</i>							x					
Strandkrabba	<i>Carinus maenas</i>							x					
Tejstefisk	<i>Pholis gunellus</i>							x					
<b>ANTAL TAXA</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>NÄSSELDJUR</b>	<b>CNIDARIA</b>												
Bägarkorall	<i>Caryophyllia smithii</i>	x											
Död mans hand	<i>Acyonium digitatum</i>	x	x	x	x								
Liten piprensare	<i>Virgularia mirabilis</i>							x	x				
Röd hornkorall	<i>Swiftia rosea</i>	x		x									
Sjöpenna	<i>Pennatula phosphorea</i>							x					
<b>HAVSBORSTMASKAR</b>	<b>POLYCHAETA</b>												
Havsborstmask (O)	-	x	x				x	x					
Påfågelsrörmask	<i>Sabella pavonia</i>							x					
<b>BRYOZOA</b>	<b>MOSSDJUR</b>												
Yxmossdjur	<i>Securiflustra securifrons</i>	x						-					
<b>RYGGSTRÄNGSDJUR</b>	<b>CHORDATA</b>												
Sjöping (O)	-		x	x			x						
<b>ANTAL TAXA</b>		<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>TOTALT ANTAL TAXA</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

# Appendix 3:

## Bildbilaga



Rev 1A-1, juli 2004: Vänstra bilden 12 m djup med riklig kolonisation av skräppetare och havstulpaner. Högra bilden 14 m djup, med krabbtaska, havstulpaner och små tarmsjöpungar.



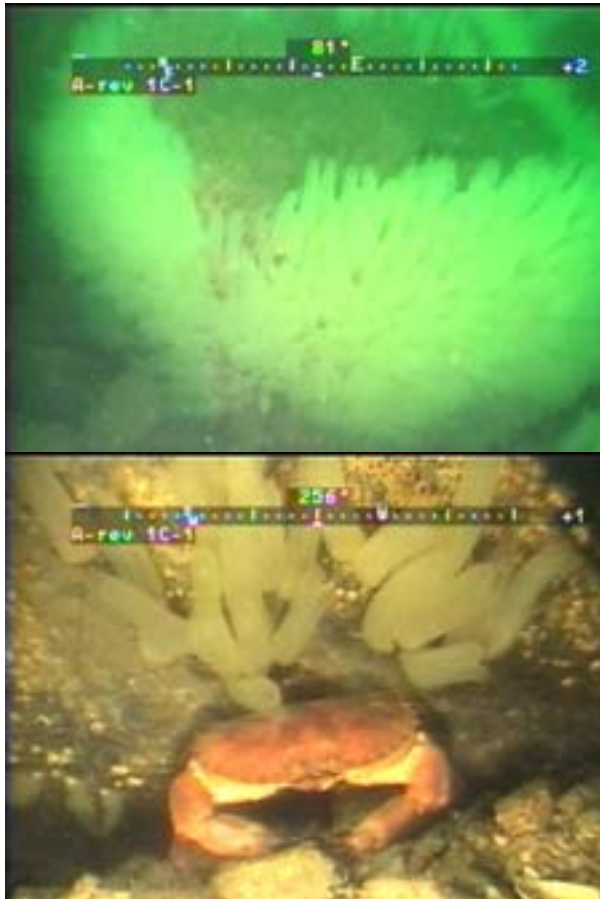
Rev 1A-1, nov 2004: Vänstra bilden 14 m djup med riklig kolonisation av tarmsjöpungar. Högra bilden 19 m djup med sjöstjärnepredation på tarmsjöpungar, döda skal av havstulpaner samt sjustråliga smörbultar.



Rev 1B-1, juli 2004: Vänstra bilden 24 m djup med riklig hydroidkolonisation, en eremitkräfta och en vanlig sjöstjärna. Högra bilden 27 m djup med hummer.



Rev 1C-1, juli 2004: Vänstra bilden 16 m djup med krabbtaska som äter havstulpaner. Högra bilden 24 m djup med svag kolonisation av stenytter samt en torsk.



Rev 1C-1, nov 2004: Vänstra bilden 14 m djup med mycket riklig kolonisation av tarmsjöpungar. Högra bilden 19 m djup med svagare kolonisation av tarmsjöpungar, en krabbtaska samt döda skal av havstulpaner,

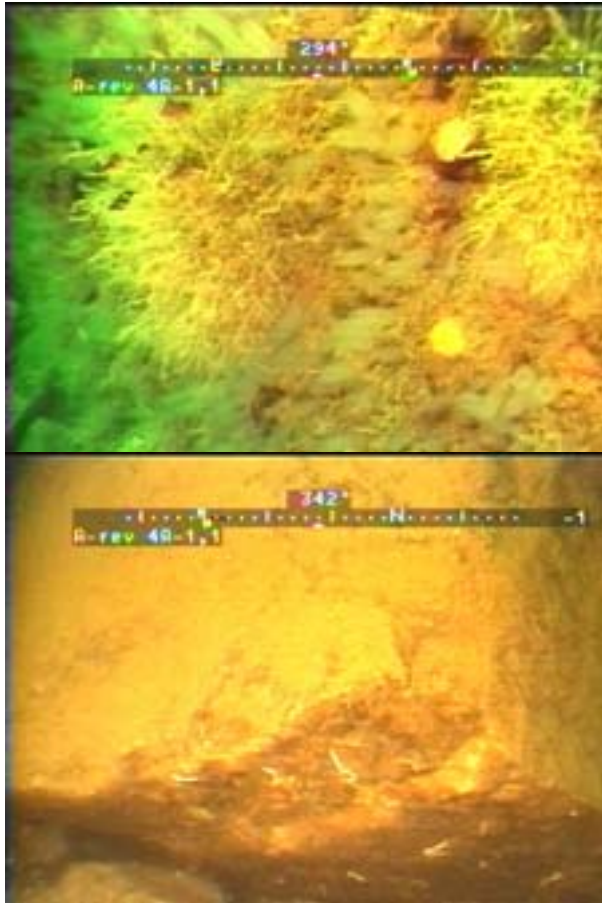


Rev 2A-1, jan 2004: Vänstra bilden 19 m djup med riklig kolonisation av tarmsjöpungar. Högra bilden 23 m djup utan kolonisation av sjöpungar med en rötsimpa nära centrum av bilden.





Rev 2A-2, juli 2004: Vänstra bilden 16 m djup med riklig förekomst av tarmsjöpungar från 2003 års bottenfällning. Högra bilden 20 m djup, undersida av sten med riklig förekomst av trekantmask, hydroider och tre arter sjöpungar (*Ascidia mentula*, *Ascidiella scabra* och *Ciona intestinalis*).



Rev 4A-1, juli 2004: Vänstra bilden 16 m djup med tät kolonisation av nyligen bottenfällda tarrmsjöpungrar, samt hydroider, rödalger och en anemon (havsnejlika). Högra bilden 27 m djup med sparsam kolonisation av trekantmask och hydroider.



Rev 4A-1, nov 2004: Vänstra bilden 16 m djup med mycket tät kolonisation av tarmsjöpunger och en grässnultor. Högra bilden 27 m djup med kolonisation av hydroider och trekantmask samt en krabbtaska.

# Referenser

Adolfsson, P. & Tunberg, B. 1994. Undersökning av hårbottenfauna – Kvantitativa och kvalitativa undersökningar av fyra hårbottenlokaler längs Bohusläns kust. December 1994. Göteborgs och Bohusläns Vattenvårdsförbund.

Andersson, J. & Tunberg, B., 1992. Kartering och övervakning av västkustens grunda hårbottensamhällen, slutrapport från verksamheten 1989-1992. Naturvårdsverkets rapport 4056.

Clarke, K.R., Warwick, R.M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth

Collins, K. J., E. K. Free, et al. (1992). "Lobster (*Homarus gammarus*) behaviour and movement in Poole Bay, Dorset, UK." ICES C.M K:6.

Fiskeriverkets författningssamling, FIFS 2002:34.

Gustafsson, B. 2003. Marinbiologisk undersökning av Göteborgs mellersta skärgård – Inledande dykundersökningar hösten 2002, inför anläggandet av artificiella rev öster om Vinga.

Jansson, B. O., Aneer, G. & Nellbring, S., 1985. Spatial and temporal distribution of the demersal fish fauna in a Baltic archipelago as estimated by SCUBA census. Marine Ecology Progress Series 23, 31-43.

Jensen, A. C., K. J. Collins, et al. 1994a. "Lobster (*Homarus gammarus*) movement on an artificial reef: The potential use of artificial reefs for stock enhancement." Crustaceana 67(2): 198-211.

Jensen, A. C., K. J. Collins, et al. 1994b. "Colonization and fishery potential of a coal-ash artificial reef, Poole Bay, United Kingdom." Fifth International Conference On Aquatic Habitat Enhancement 55: 2-3.

Jonsson, L., Lundälv, T. & Nilsson, P. (2000). Baslinjestudie av bottnar i Gullmarsfjorden – en inventering med ROV-teknik. Länsstyrelsen Västra Götaland. 2000:39, s. 11-12.

Karlsson, J. 1997. Vegetationsklädda bottnar, kvantifiering foto.

Lundälv, T. & Christie, H. (1986) Comparative trends and ecological patterns of rocky subtidal communities in the Swedish and Norwegian Skagerrak area. Hydrobiologica 142:71-80.

Ulmestrand, M. 1996. Har ett hummerfredningsområde någon betydelse som avelsbank? Information från Havsfiskelaboratoriet Nr 2.:3-12.





LÄNSSTYRELSEN  
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

[www.o.lst.se](http://www.o.lst.se)

