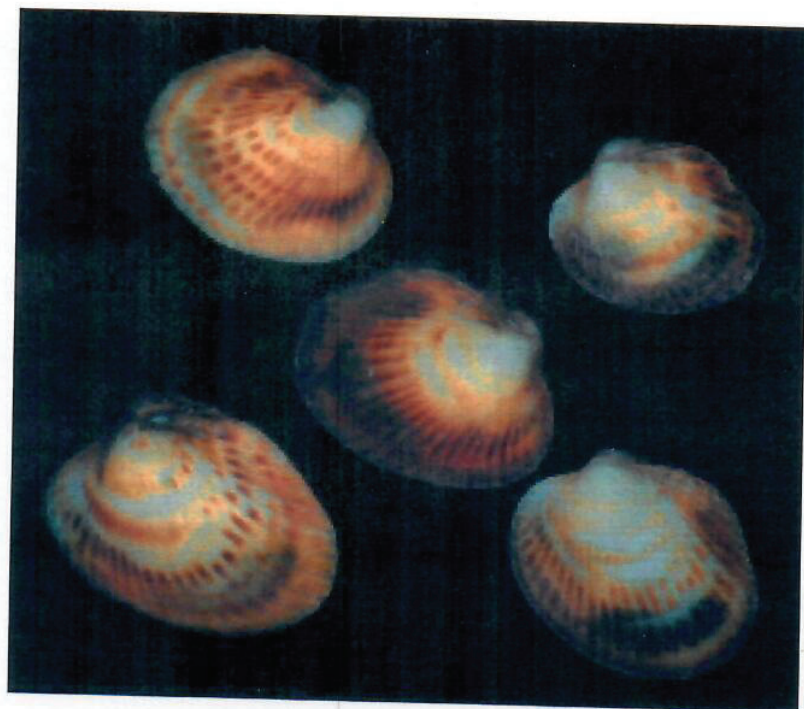


NOVANA

Blødbundsfaunaen i Øresund

STATUSRAPPORT FOR 2004



KØBENHAVNS AMT

TEKNISK FORVALTNING



Københavns kommune

Titel: **Blødbindsfaunaen i Øresund, statusrapport for 2004**

Udgivet af: Københavns Amt og Københavns Kommune

Udgivelsesår: 2005

Udarbejdet af: PAG Miljøundersøknings, Kustgatan 40 B 252 70 Råå

Forsidebillede: "Københavnsmuslingen" *Parvicardium hauniense*
Foto: Peter Göransson ©

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	3
Bakgrund.....	3
Bottenfaunan som mått på miljöförhållandena.....	3
Lokala faktorer som påverkar faunan i området.....	3
Övergödning.....	4
Miljögifter.....	5
METODIK	6
Provtagning.....	6
Analysarbete.....	9
Kvalitetssäkring.....	9
Statistisk bearbetning av data.....	10
RESULTAT OCH DISKUSSION	11
SEDIMENT	11
BOTTENFAUNA	13
Totalt antal arter.....	13
Ovanliga eller särskilda arter.....	14
Artsammansättning.....	14
Gruppering i samhällen efter dominerande arter	15
Klusteranalys och Multidimensionell skalning (MDS).....	16
Diversitets- och Jämnhetsindex, BQI.....	20
Jämförelse med Öresundsvattensamarbetets miljömål.....	21
Jämförelse mellan Öresundsvattensamarbetets miljömål, MDS, Diversitetsindex och BQI.....	29
Återbesök på C G J Petersens stationer från 1911.....	30
SAMMANFATTNING	41
REFERENSER	43

Appendix 1. Datablad för olika stationer

Appendix 2. Artlista med rubinkoder

INLEDNING

Bakgrund

I förbindelse med det nye övervakningsprogram NOVANA er der i perioden 5.-6. april 2004 foretaget indsamlinger av bundfauna i Øresund. I NOVANA findes der to bundfaunaprogrammer – et intensivt der i hovedtræk viderfører NOVA-programmet, samt et ekstensivt program der gennemføres hvert sjette år. Foremålet med det ekstensive faunaprogram er at få et detaljeret kendskab til biodiversiteten i de områder der ikke tidligere er undersøgt.

Bottenfaunan som mått på miljöförhållandena

Bottenfaunan ger ett integrerat långsiktigt mått på miljöförhållandena. Detta beror på att de flesta djuren är stationära och fleråriga vilket innebär att de får utstå de varierande miljöförhållandena som sker på samma plats under en lång tidsperiod. Födobasen för djurlivet på havsbotten är plankton vars tillväxt i sin tur gynnas av närhalter som kommer från aktiviteter på land. Bottenfaunan ger alltså ett sammanfattande mått på de snabba förlopp som är karakteristiska för produktionen i ytvattnet och som ofta är svåra att få grepp om.

Miljögifter kan också ackumuleras i djurens vävnader. Havsbottenarna utgör alltså slutstationer för alla de näringsämnen och miljögifter som hanteras på land. Detta gäller framförallt de djupa ackumulationsbottenarna. En del näringsämnen och miljögifter återcirkuleras dock från bottendjuren till andra organismer.

Bottenfaunan påverkas av ökande organisk belastning enligt den vedertagna Pearson-Rosenberg-modellen (Pearson & Rosenberg 1978). I mycket grova drag innebär denna att faunan gynnas av ökande belastning upp till en viss nivå då antalet arter och den totala biomassan ökar. Över denna belastningsnivå kan syrebrist uppträda vilken påverkar faunan negativt och antalet arter och den totala biomassan sjunker. Vid extrema situationer dominerar någon art kraftigt och den totala individtätheten kan bli onormalt hög. Man brukar räkna med att de känsligaste djuren påverkas negativt vid syrehalter under ca 1 ml/l (15 % mättnad) i bottenvattnet (Rosenberg et al 1991). Syrebrist kan dock uppstå i kraftigt organiskt belastade sediment även om syrehalterna i bottenvattnet är förhållandevis goda. Syrehalten sjunker ofta drastiskt alldeles invid själva bottenytan. Detta är omöjligt att upptäcka vid traditionella provtagningar i vattnet.

När det gäller miljögifter är det mindre känt hur bottendjuren påverkas. Man känner dock till att reproduktion, tillväxt och dödlighet förändras vid hög exponering. I närheten av belastningskällor dominerar oftast små opportunistiska arter och biomassan blir därför låg. Många bottendjur ackumulerar miljögifter och halterna i djuren är ofta högre än i de omgivande bottenarnas sediment.

Bottenfaunan påverkas också av temperatur- och salthaltsförhållanden. Antalet arter ökar genomgående med djupet vilket beror på att flertalet marina organismer har höga salthaltskrav. En del arter har dessutom speciella temperaturkrav. På de bottenar som ligger kring det s.k. salthaltssprångskiktet (haloklinen) är svängningarna i temperatur och salthalt ofta plötsliga och dramatiska vilket innebär en fysiologisk stress för bottenfaunan. Djur som lever på dessa bottenar kan vara särskilt utsatta för syrebrist (Rosenberg et al 1992). Om haloklinen ligger nära botten kan tillgängligheten för syre i det avgränsade bottenvattnet bli mycket liten.

Fysikaliska störningar kan dessutom påverka bottenfaunan. Omlagringen av sediment på erosionsbottenar, dumpning och bottenrålning är exempel på detta. Sådana störningar brukar ge ungefär samma effekter som vid hög organisk belastning och resulterar ofta i dominans av små arter som lever vid sedimentytan (Rhoads et al 1978).

Data från senare år i Skagerack tyder på att bottenfaunans individtäthet genomgår 7-8 åriga svängningar som kan korreleras till klimatet som i sin tur påverkas av tryckskillnader mellan Azorerna och Island, det s.k. NAO (North Atlantic Oscillation)-index (Tunberg 1998). Temperaturen i Skageracks bottenvatten kan korreleras till NAO med ett års eftersläpning. Det tycks också föreligga en korrelation mellan avrinningen från land och NAO och en mycket tydlig negativ korrelation mellan avrinningen och syrehalten i bottenvattnet. Sammantaget pekar resultaten på att ett år med hög avrinning från land leder till att bottenfaunans individtäthet når ett maximum 2 år efteråt.

Det har också visats att bottenfaunans biomassa i danska estuarier hänger samman med belastningen av näringsämnen (Josefson & Rasmussen 2000). Biomassan påverkas positivt och linjärt upp till en mycket hög belastningsnivå varefter ökningen avtar. I vissa fall noteras minskande biomassa vid mycket hög belastning. I vilken grad bottenfaunans biomassa påverkas beror troligen på uppehållstiden i estuariet.

Jämförelser mellan data från början och slutet av 1900-talet tyder på förändrad artsammansättning och mindre biologisk variation i Öresund och Skälderviken numera. Detta kan bero på övergödning och belastning av miljögifter. Förändringarna av artsammansättningen i Öresundsområdet har många paralleller med förändringar i Oslofjorden, Skagerack, Kattegatt och Bälthavet (Göransson 2002).

Samtantaget kan alltså bottenfaunan påverkas på många olika sätt men svarar tydligt vid kraftig påverkan. Återkolonisation av en utslagen botten upptäcks dock med viss tidsförskjutning (ca 1/2-1 år) eftersom nyetablerade arter behöver viss tid för att tillväxa till sådan storlek att de erhålles i proverna vid undersökningarna.

Lokala faktorer som påverkar faunan i undersökningsområdet

Övergödning

Öresund är sedan 1980-talet känt för att vara påverkat av övergödning (eutrofiering). Avrinningen från land styr till stor del transporten av näringsämnen till havet. Vattendragen har här en nyckelroll eftersom de för med sig stora mängder näringsämnen, framförallt kväve men även fosfor och kisel. Näringsrikt vatten från Nordsjön, Kattegatt och Östersjön påverkar också den regionala havsmiljön.

En sammanställning av näringsämnesbelastningen från danska och svenska källor visar att fosforbelastningen har minskat betydligt sedan 1990 medan endast en marginell minskning kan noteras för kväve (Öresundsvattensamarbetet 2003). Övergödningseffekterna på bottenfaunan borde alltså vara jämförelsevis lägre numera än tidigare under 1990-talet, då belastningen var betydligt högre.

Övergödningen kan orsaka syrebrist i bottenvattnet vilket kan betyda att en del av bottenfaunan slås ut. Bottendjurens reproduktion och tillväxt kan däremot också påverkas i positiv riktning eftersom djurens basföda är de plankton som produceras med hjälp av de näringsämnen som förs ut till havet. När det gäller syreförhållandena under senare år tillhör hösten 2002 de sämsta åren sedan regelbundna mätningar påbörjades. En nyligen utkommen rapport visar att ett ungefär 3400 km² stort område i inre danska vatten drabbats mycket negativt av syrebristen under hösten 2002 (Hansen et al 2003). I Öresund och södra Kattegatt noterades däremot inga tydliga effekter. Stora skillnader noterades i olika delområden trots att låga halter med lång varaktighet drabbade ett mycket stort område (Öresund, Bälthavet och Kattegatt). Öppna områden med hög vattenomsättning drabbades genomgående mindre än slutna eller delvis slutna områden med begränsad omsättning. Under hösten 2003 drabbades ett avsevärt mindre område av kraftig syrebrist än 2002 i östra Kattegatt (Danmarks Miljøundersøgelser, september och oktober 2003).

Man bör dock tänka på att mätvärdena av syre i vattnet endast ger en ögonblicksbild av förhållandena eftersom provtagning endast sker en gång per månad. Bottendjuren ger däremot ett sammanfattande mått på effekter av syrebrist. Man bör också tänka på att återetablerandet av tidigare utslagna arter kan ta mer än ett år.

Miljögifter

Organiska tennföreningar, som fortfarande får användas som bottenfärger på större fartyg, är ytterst giftiga för marina evertebrater. Färgerna som används för att skydda fartygsskroven mot bevuxning har även spritt sig i den övriga havsmiljön. Mycket höga halter finns i det av större fartyg kraftigt trafikerade Öresund (Göransson et al 2002). Reproduktionen hos gruppen snäckor kan påverkas kraftigt redan av spårämngder av dessa substanser (Waldock et al 1987). I Öresund har konstaterats en påverkan av könsorganen hos nätsnäcka *Hinia reticulata* i upp till 100% av populationen utanför Köpenhamn (Hein et al 2001).

Den mera diffusa transporten av föroreningar från land som främst sker från vattendragen är till stor del okänd och här borde också undersökningarna utökas. Vi har inte ens lämnat problemen med de kända miljögifterna, t ex DDT och PCB, bakom oss. Nya farliga substanser upptäcks dessutom ständigt i havsmiljön och dessa når så småningom de djupa havsbottenarna.

METODIK

Provtagning

I april 2004 er planlagt indsamling af bundfaunaprøver på 33 stationer i området fra Helsingør til Køge Sønakke på positioner, der udlægges af Københavns Amt i dybdeintervallet 4-25 m. På samtlige stationer skal der indsamles 3 prøver med Van Veen Grab 0,1 m².

Indsamlingen er blevet gennemført som beskrevet oven for med en 45 kg Van Veen Grab 0,1 m² på 32 af de i alt 33 udvalgte stationer. På flere andre stationer (Tab. 2) blev der konstateret hård bund och det var derfor ikke muligt att indsamle Van Veenprøver.

Prøvetagningen er blevet udført fra undersøgelseskibet R/V Sabella med brug af D-GPS til lokalisering af prøvetagningsstationer. Positionerne og dybderne indrapporteres både for de stationer hvor det var muligt at tage prøver (Tab. 1) samt for de lokaliteter hvor bunden var uegnet for prøvetagning (Tab. 2).

Prøverne er sigtet gennem en sigte med en maskestørrelse på 1 mm. Sigteresten er konserveret i 95% alkohol. Metoderne følger NOVANA Teknisk anvisning for marin overvågning, blødbundsfauna/18-11-98.

På hver station er der udført en visuel besigtelse af sedimentet (sedimenttype, farve, oxideret overflade, H₂S-lugt, vegetation).

Stationsplacering fremgår af fig. 1 og tab.1.



Fig. 1. Placering af de ekstensive bundfaunastationer i området fra Helsingør til Køge Sønakke.

Tab. 1. Stationskoordinater for ekstensive bund-faunastationer, april 2004.

Station Nr.	Dybde, meter	Latitude	Longitude
1	24,6	56 01 813	12 37 299
2	13,0	56 00 890	12 38 570
3	7,9	56 00 740	12 36 230
4	24,1	55 59 650	12 37 130
5	4,6	55 59 240	12 33 880
6	8,6	55 56 910	12 34 100
7	5,4	55 56 530	12 32 960
8	22,5	55 54 920	12 37 980
9	12,3	55 57 090	12 34 900
10	14,5	55 53 760	12 36 750
11	13,0	55 52 560	12 34 950
12	20,5	55 48 700	12 42 520
13	17,3	55 51 680	12 38 950
14	7,0	55 48 849	12 37 877
15	17,2	55 48 080	12 42 090
16	8,1	55 45 183	12 38 550
17	5,3	55 45 304	12 36 676
18	14,3	55 45 175	12 40 377
19	12,2	55 43 207	12 38 136
20	16,0	55 43 523	12 42 072
21	11,5	55 44 468	12 44 338
22	12,1	55 41 468	12 38 679
23	4,5	55 39 101	12 40 361
25	12,0	55 29 824	12 38 693
26	11,5	55 30 500	12 36 000
27	7,7	55 33 991	12 27 929
28	5,5	55 34 137	12 20 589
29	11,2	55 30 011	12 18 160
30	13,1	55 29 600	12 25 410
31	6,0	55 26 018	12 14 557
32	11,0	55 26 528	12 17 941
33	11,5	55 27 063	12 22 010

Tab. 2. Stationskoordinater for lokaliteter hvor bunden var uegnet for prøvetagning, april 2004.

Latitude	Longitude
55 38 50	12 42 00
55 34 76	12 29 90
55 31 60	12 40 50
55 31 50	12 37 90
55 39 00	12 42 00
55 39 80	12 41 90
55 40 30	12 39 50
55 39 75	12 41 10
55 43 60	12 44 40
55 43 90	12 44 35
55 56 90	12 34 70

Analysarbejde

I laboratoriet sorterades, räknades och artbestämdes makrofaunan (djur > 1 mm) under preparermikroskop. Svårbestämda arter detaljgranskades i genomlysningsmikroskop.

Biomassan bestämde som våtvikt efter torkning mot läskpapper och mollusker vägdes med skal. Sjöborrar punkterades först och tömdes på vätska innan vägning. Alla djur fördes slutligen etiketterade över i 80 % etanol för slutförvaring på Zoologiska Museet i Lund.

Kvalitetssäkring

PAG Miljöundersökningar deltar löpande i interkalibreringar och workshops i ICES/HELCOM: s regi. Metodik och utrustning följer rekommendationer som utarbetats för Svenska västkusten.

All utrustning kontrolleras avseende funktion före varje provtagningsomgång. Svårbestämda taxa kontrolleras i genomlysningsmikroskop.

Under vägningsproceduren kontrolleras att antalet taxa och antalet individer överensstämmer med laboratorieprotokollen.

Alla primärdata lagras på CD-rom som förvaras i brandsäkert kassaskåp.

Alla djur förs artvis etiketterade till Zoologiska Museet i Lund för slutförvaring. Det senare utgör en kvalitetsgaranti, men innebär också att materialet sparas i en miljöbank så att eventuella fortsatta studier eller analyser kan utföras.

Statistisk bearbetning av data

Vid den statistiska bearbetningen av data har standard error genomgående använts som spridningsmått. För att få en uppfattning om faunans mångformighet och jämnhet har tre olika index använts. Diversiteten (d) har beräknats enligt Margalefs diversitetsindex (Fisher et al 1943 och Margalef 1957):

$$d = \frac{(S - 1)}{\ln i}$$

där S = antalet arter i provet och i = antalet individer i provet.

Shannon-Wieners diversitetsindex (H') har beräknats enligt Pielou (1969):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

där p = arten i:s andel av totala antalet individer i provet.

Jämnhetsindexet (E) har också beräknats enligt Pielou (1969):

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Anledningen till att använda flera index är svårigheten att erhålla ett relevant enskilt mått på biologisk mångformighet. Härvidlag är Margalefs index mest känsligt för artantalet medan Shannon-Wiener-indexet tar mer hänsyn till fördelningen av individer. Jämnhetsindexet ger slutligen ett mått på individfördelningen på totala artantalet.

I samband med implementeringen av EU:s ramdirektiv för vatten har föreslagits ett värderingssystem som bygger på ett index som i hög grad tar fasta på artsammansättningen, det s k Benthic Quality Index (BQI). Detta index har beräknats enligt Rosenberg et al (2004):

$$BQI = (\sum_{i=1} (A_i / A_{tot} \times ES50_{0,05})) \times {}^{10}\log(S + 1)$$

där A_i / A_{tot} är den relativa individtätheten för varje art i provet. $ES50_{0,05}$ är ett tabellvärde för varje arts tolerans. Denna är baserad på lägsta diversiteten i 5% av de prover där arten förekommer. S är det totala antalet taxa.

Skillnader i resultat mellan år testades med parvis t-test. Testerna föregreps av normalfördelningstest och Equal Variance Test (Sokal & Rohlf 1995).

Utvärdering av resultaten har också skett med MDS-ordination och klusteranalys på dubbelrottransformerade data och Bray-Curtis likhetskoefficient enligt PRIMER (Clark & Warwick 1994) samt med hjälp av Öresundsvattensamarbetets förslag till operationella miljömål för bottenfaunan i Öresund (Göransson 1999b).

Vid utvärderingen ligger tonvikten på antalet arter och artsammansättningen eftersom den totala individtäteten och biomassan starkt beror på förekomsten av tre arter, tusensnäckan *Hydrobia cf. ulvae* respektive blåmusslan *Mytilus edulis* och islandsmusslan *Arctica islandica*.

RESULTAT OCH DISKUSSION

SEDIMENT

Sedimentens egenskaper ger en bild av hur partiklar ackumuleras eller transporteras samt hur de oxiderade förhållandena varierar. I skilda typer av sediment finns också olika slags bottendjur. Bottendjurens aktiviteter påverkar de oxiderande förhållandena och nedbrytningen av olika substanser på ett positivt sätt.

Sedimentens egenskaper och karaktär

Vid provtagningstillfällena i april 2004 noterades visuellt att det översta sedimentet hade en gråbrun till brungrå färg på flertalet stationer ner till minst 2 centimeters djup (Tab. 3). På knappt hälften av stationerna (15 st) nådde det ljusa skiktet ner till minst 5 centimeters djup i sedimentet. Detta indikerar goda oxiderade förhållanden. Däremot var sediment svart redan 1 cm under sedimentytan på station 14. På stationerna 19, 22 och 23 var sedimentet svart från sedimentytan och neråt. Detta indikerar mer eller mindre reducerade förhållanden på de 4 senare stationerna och har stor betydelse för bottenfaunans status. De visuella observationerna ger dock inget helt säkert mått på de oxiderade förhållandena i sedimentet.

På stationerna 5 och 17 förekom tämligen rikligt med ålgräs i proverna. Detta har stor betydelse för förekomsten av vissa vegetationsknutna arter. Vegetationen skapar också fler dimensioner i habitatet vilket vanligen innebär en rikare fauna än på ren mjukbotten.

Finpartikulära substrat dominerade på ungefär hälften av stationerna. På stationerna 6, 7, 16, 17, 26, 27, 29, 30, 31, 32 och 33 bestod ytsedimentet av sand vilket indikerar större vattenrörelser än på mjukbotten. Filtrande arter brukar dominera på denna bottentyp. Betydande inslag av grovsand och sten förekom dock på stationerna 5, 9, 10, 25 och 28. Detta indikerar kraftiga vattenrörelser vid botten och kan vara negativt för faunan eftersom sedimentomlagringar kan förekomma. En fåtal arter föredrar dock dessa grova substrat.

Tab. 3. Visuel besigtelse af sediment for ekstensive bundfaunastationer, april 2004.

Station Nr.	Sedimenttype	Farve	Oxideret Overflade + / -	H ₂ S-lugt + / -	Vegetation
1	Silty clay	0-2 greybrown, black below	+	-	-
2	Fine sand	0-2 greybrown, grey below	+	-	-
3	Silt, shellfragments	0-2 greybrown, black below	+	-	-
4	Silt	0-10 greybrown	+	-	-
5	Coarse sand	0-5 grey	+	-	Eelgrass
6	Silty sand, shellfragments	0-2 greybrown, black below	+	-	-
7	Fine sand	0-2 greybrown, black below	+	-	-
8	Silt	0-10 greybrown	+	-	-
9	Coarse sand, silt	0-10 grey	+	-	-
10	Coarse sand, stones, clay, shellfragments	0-10 grey	+	-	-
11	Sandy silt, Clay	0-1 greybrown, grey below	+	-	-
12	Silt	0-10 greybrown	+	-	-
13	Silt	0-2 greybrown, dark grey below	+	-	-
14	Silt, Shellfragments	0-1 greybrown, black below	+	-	-
15	Silt	0-10 grey	+	-	-
16	Fine sand, Silt	0-2 greybrown, black below	+	-	-
17	Fine sand	0-10 grey	+	-	Eelgrass
18	Silty clay	0-10 grey	+	-	-
19	Silt, organic matter	0-10 black	?	+	-
20	Silt, stones	0-10 dark grey	+	-	-
21	Coarse sand, silt, clay	0-10 grey	+	-	-
22	Silt, organic matter	0-10 black	?	+	-
23	Silt, organic matter	0-10 black	?	+	-
25	Fine sand, stones	0-5 grey	+	-	-
26	Coarse-fine sand	0-5 greybrown	+	-	-
27	Fine sand	0-5 greybrown	+	-	-
28	Coarse sand	0-5 greybrown	+	-	-
29	Fine sand	0-5 greybrown	+	-	-
30	Fine sand	0-5 greybrown	+	-	-
31	Coarse-fine sand	0-2 greybrown black below	+	-	-
32	Silty sand	0-2 greybrown dark grey below	+	-	-
33	Fine sand	0-5 greybrown	+	-	-

Sammantaget pekar resultat på att proverna tagits på en rad olika botten typer. Detta borde vara positivt eftersom olika miljöer skapar förutsättningar för olika arter och syftet med denna undersökning är att inventera bottenfaunans biodiversitet.

BOTTENFAUNA (Stationsvis sammanställning av data i appendix)

Bottenfaunan ger ett sammanfattande mått på miljöförhållandena och den biologiska mångfalden. De flesta arterna är fleråriga och relativt stationära varför de upplever de starkt varierande miljöförhållanden i Öresund som är karakteristiskt för övergångszonen mellan Nordsjön och Östersjön. Den skarpa salthaltsskiktningen och den höga avrinningen från de södra jordbruksbygderna är sannolikt i första hand de faktorer som strukturerar faunan.

Med tanke på att bottenproverna togs redan i början av april är det viktigt att framhålla att resultaten skall ses i detta perspektiv. Jämförelsevis låga värden för antalet taxa och individtätheten brukar noteras i början av året. Detta gäller även i viss mån för biomassan, som dock brukar domineras av stora mångåriga arter. När undersökningen upprepas är det därför viktigt att utföra den vid samma årstid.

Totalt antal arter (taxa)

Det totala antalet arter är en viktig variabel eftersom den ger ett direkt mått på den biologiska mångfalden och variationen. Antalet arter ökar naturligt i djupled med salthalten. Om arter försvinner kan detta vara ett allvarligt tecken på miljöförändringar. I vissa skeden av en förändringsprocess, t ex vid övergödning, kan dock antalet arter öka upp till en viss belastningsgräns (Pearson & Rosenberg 1978).

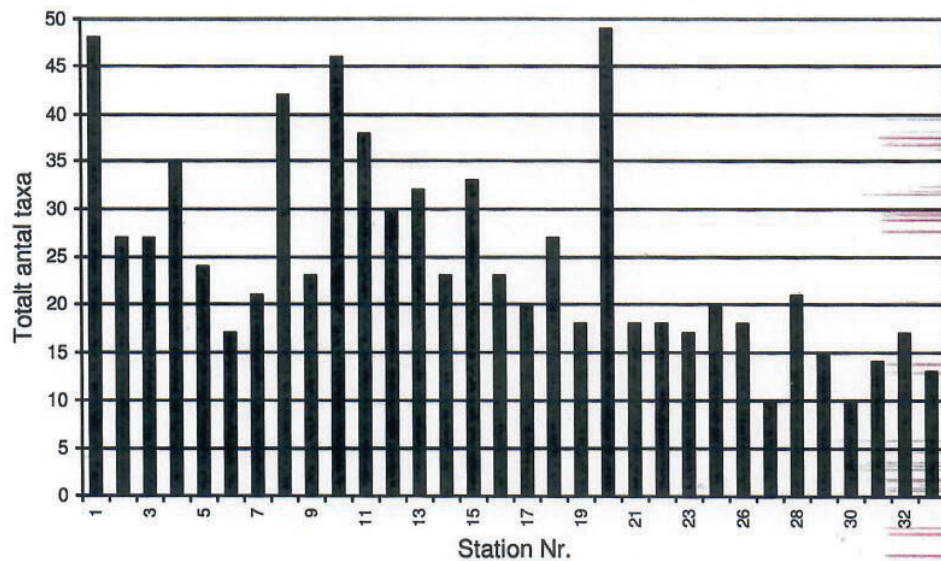


Fig. 2. Totala antalet taxa i Öresund 2004 fördelat på 32 stationer.

I hela området (32 stationer, 96 bottenprover) påträffades totalt 177 taxa (arter och systematiska grupper) under 2004.

Antalet taxa varierade mellan 10 och 49 på de olika stationerna, fig. 2. Det högsta antalet taxa noterades på stationer från 15 meters djup och neråt. Detta är naturligt eftersom salthalten ökar i djupled. Genomgående lägst antal taxa noterades för stationer i Kögebukten, i södra delen av undersökningsområdet. Kögebukten är belägen söder om den s k Drodan/Limhanströskeln och faunan är därför naturligt av Östersjökaraktär på grund av den lägre salthalten än norr om tröskeln. Här finns endast ett bottenfaunasamhälle, det jämförelsevis artfattiga *Macoma*-samhället.

Relativt låga antal taxa noterades också norr om tröskeln för stationerna 6, 7, 14, 17 och 19. Samtliga stationer är grunt belägna (5-12 meters djup) och tillhör *Macoma*-samhället. Station 19 är djupast (12 m) och här verkar ytsedimentet vara mer eller mindre reducerat, vilket tyder på kraftig organisk belastning.

Artsammansättning

Ovanliga eller särskilda arter

Ett fåtal mer eller mindre ovanliga arter för Öresund påträffades. Det är dock inte klarlagt att arterna är ovanliga eftersom området överlag är dåligt inventerat vilket även gäller omgivande havsområden.

Havsborstmasken *Magelona alleni*, som påträffades med flera exemplar på station 1, är inte vanlig i Öresund. Utbredningsområdet är normalt östra Nordatlanten till Kattegatt (Hartmann-Schröder 1996).

Havsborstmasken *Mediomastus fragilis* är en liten art som troligen ofta förväxlas med *Heteromastus filiformis* (Kirkegaard 1996). Arten har endast rapporterats lokalt från Isefjord, Öresund, Medelhavet och Nordsjön (Hartmann-Schröder 1996). Vid undersökningarna 2004 påträffades den på 2 stationer, nr 9 och 14.

Den amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria viridis* påträffades med 2 exemplar på station nr 5 utanför Espergærde. Arten har närmast påträffats, både i tid och rum, med ett fåtal exemplar på svenska sidan utanför Helsingborg under de sista två åren (Göransson et. al. 2004). Dessa fynd utgör tillsammans förmodligen de nordligaste i Öresund. Arten har spridits med ballastvatten till Östersjön där den haft störst framgång på relativt grunt vatten.



Marenzelleria viridis Photo: Peter Göransson

Havsborstmasken *Marenzelleria viridis*. Foto: Peter Göransson ©

”Köpenhamns musslan” *Parvicardium hauniense* påträffades på 3 stationer (nr 17, 28 och 31). Denna art har troligen ett mycket begränsat utbredningsområde globalt sett och förekommer endast i lokala brackvattenområden i södra Östersjön och Öresund.

Den lilla havsspindeln *Anoplodactylus petiolatus* påträffades med 1 exemplar på station 20. På grund av sin ringa storlek är den ofta förbisedd (Hagerman 1969).

Priapuliden *Halicryptus spinulosus* påträffades med enstaka exemplar på 4 stationer (nr 21, 29, 32 och 33) med nordligast förekomst strax ovanför Saltholm. *Halicryptus* är en av Östersjöns glacialrelikter och återfinns sällan norr om Drogden/Limhamnströskeln, som är en naturlig gräns för Östersjön.

Gruppering i samhällen efter dominerande arter

I djupintervallet 4-25 m påträffas i Öresund normalt 5 olika bottenfaunasamhällen: *Macoma*, *Abra*, *Amphiura*, *Haploopsis* och *Modiolus*. De 2 sistnämnda finns endast i norra Öresund och oftast djupare än 25 meter. En gruppering av de undersökta extensiva stationerna utifrån dominerande arter redovisas i tab 3. Av de 32 stationerna kan 22 st anses tillhöra *Macoma*-samhället, 6 st anses tillhöra *Abra*-samhället och 4 st anses tillhöra *Amphiura*-samhället med tanke på dominerande arter.

Tab. 3. Gruppering av undersökta extensiva stationer 2004 utifrån dominerande arter.

Bottenfaunasamhälle	Djupintervall m	Station Nr
<i>Macoma</i>	4-13	2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
<i>Abra</i>	13-17	10, 11, 13, 15, 18, 20
<i>Amphiura</i>	21-25	1, 4, 8, 12



Östersjömusslan *Macoma balthica*, musslan *Abra alba* och ormstjärnor ur släktet *Amphiura*, (på bilden *A. filiformis*) har gett namn till 3 olika bottenfaunasamhällen som förekommer i Öresund. Foto: Peter Göransson ©

Klusteranalys och Multidimensionell skalning (MDS)

De ekstensiva stationerna kan också grupperas utifrån multidimensionell skalning. Utvärdering av resultaten har därför skett med MDS-ordination och klusteranalys på dubbelrottransformerade data och Bray-Curtis likhetskoefficient enligt PRIMER (Clark & Warwick 1994). Likhetskoefficienten ger sammanvägda mått på hur lika stationerna är avseende artsammansättning och individtäthet.

MDS ordination ger däremot inget kvantitativt metriskt mått på skillnader. I den erhållna MDS-plotten kan endast relativa jämförelser göras inom figurerna. Jämte MDS-plottarna har klusterdiagram baserade på Bray-Curtis likhetskoefficient lagts in för att vidimera tolkningen av resultaten.

Stress, som anges i MDS-plottarna, är ett mått på MDS-diagrammens tolkbarhet. Stress $<0,05$ anses ge en mycket bra representation utan förväntad feltolkning medan stress $<0,1$ ger en bra representation utan förväntad feltolkning. Stress $<0,2$ ger endast en potentiellt användbar bild och detaljer bör tolkas med skepsis. Stress $>0,3$ indikerar däremot att punkterna i diagrammet är mer eller mindre slumpmässigt placerade.

Resultaten visar att stationerna kan grovindelas i två huvudgrupper med knappt 40 % likhet (Fig. 3 & 4). Knappt en tredjedel av stationerna skiljer sig från övriga två tredjedelar av stationer. En liten andel av stationerna, som kan indelas i 5 smärre grupper, uppvisar större likhet än 60%. Detta innebär tämligen liten likhet mellan stationerna i området och detta är positivt med tanke på att målet varit att spegla en så stor variation som möjligt. Stress för MDS-plotten uppgår till 0,07 vilket ger en bra representation utan förväntad feltolkning.

Grovindelningen med hjälp av multidimensionell skalning skiljer stationerna i 2 huvudgrupper istället för 3 vilket var fallet när gruppering utfördes med hjälp av dominerande arter, tab. 4. Multidimensionell skalning skiljer stationerna fysiskt genom haloklinen.

Tab. 4. Grovindelning av undersökta extensiva stationer 2004 utifrån MDS.

Bottenfaunasamhälle	Djupintervall m	Station Nr
<i>Macoma</i>	4-13	2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
<i>Abra-Amhiura</i>	12-25	1, 4, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20

Köpenhamns Amt Biodiversitet 2004

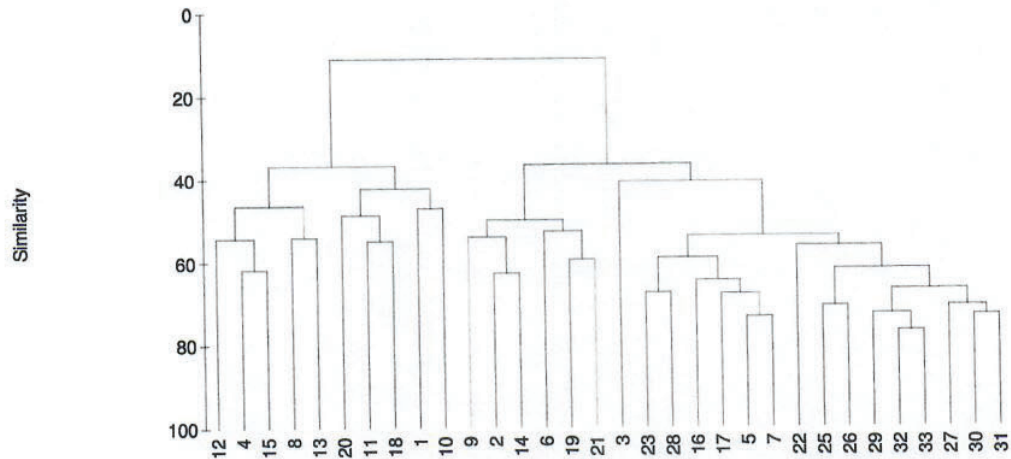


Fig. 3. Klusterdiagram för 32 stationer i Öresund 2004. Bray-Curtis likhetskoefficient (% likhet).

Köpenhamns Amt Biodiversitet 2004

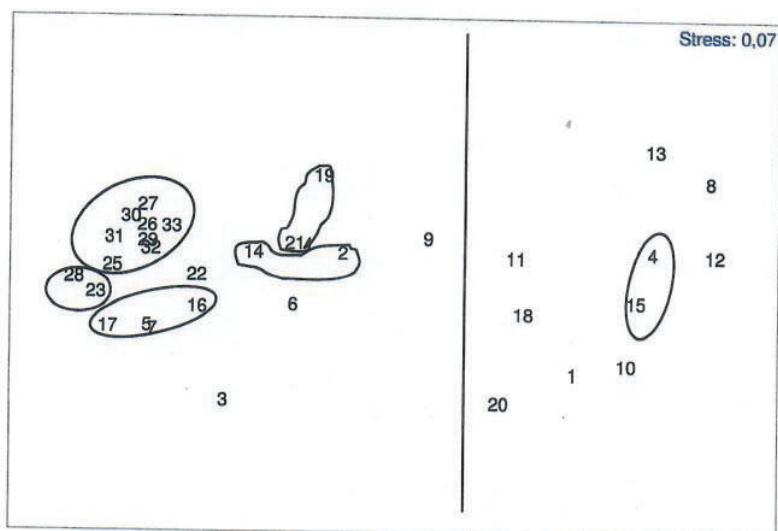
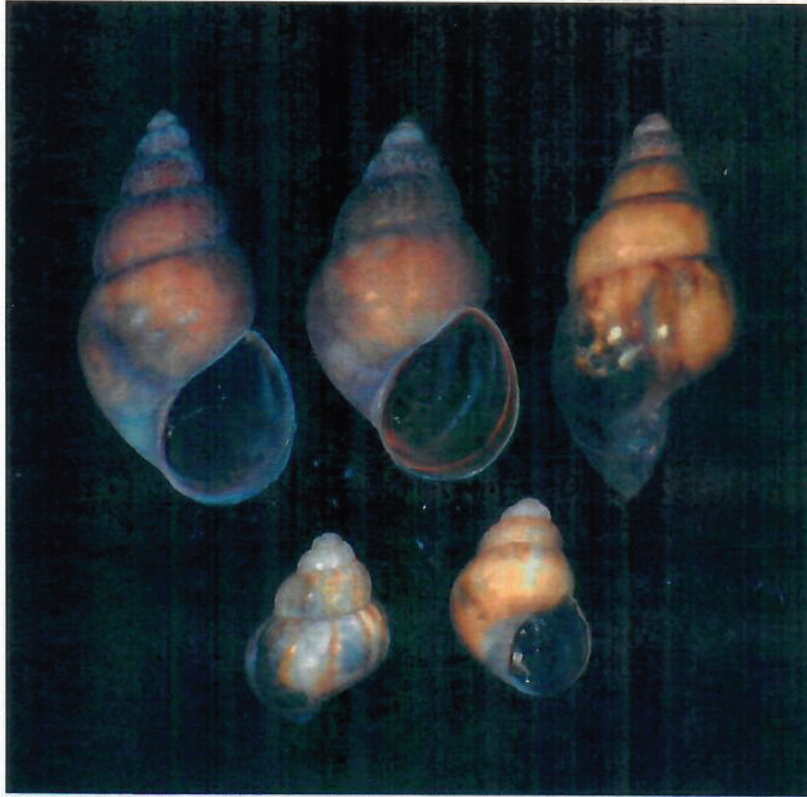


Fig. 4. Likheter mellan 32 stationer i Öresundskusten 2004. Multidimensionell skalning (MDS) baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Den vertikala linjen skiljer två grupper av stationer med ca 40% likhet. Inringade stationer uppvisar inbördes likhet >60%.

Den ena huvudgruppen (nr 1, 4, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 18 och 20) återfinns inom djupintervallet 12-25 meter och kan grovt sett karaktäriseras som *Abra*- och *Amphiura*-samhällen. Ormstjärnan *Amphiura filiformis* dominerar på 3 stationer (nr 8, 12 och 13) i djupintervallet 17-23 meter. Här påträffades 30-42 taxa. Depositionsätande havsborstmaskar dominerade på station nr 1, på 25 meters djup. Där påträffades 48 taxa. Övriga 8 stationer inom denna första grupp domineras av *Abra*-samhällets arter, med 23-49 taxa. Flest taxa, 49 st, påträffades på station nr 20, på 16 meters djup. Denna station domineras tydligt av depositionsätare (*Oligochaeta*, *Abra*, *Pectinaria* och *Thyasira*).

Den andra huvudgruppen inom djupintervallet 5-13 meter, som omfattar resterande stationer, kan karaktäriseras som *Macoma*-samhällen. Här finns en betydande andel suspensionsätare, vilket är naturligt på grund av större vattenrörelser än på djupare botten. Antalet taxa varierar mellan 10 och 27 taxa.

Sex grupper av stationer uppvisar större likhet än 60% enligt multidimensionell skalning (Tab. 5). Fem av dessa grupper har en typisk artsammansättning för *Macoma*-samhället och en grupp innehåller 2 stationer med arter typiska för *Abra*- och *Amphiura*-samhällena. En av grupperna har, förutom *Macoma*-arter, dessutom gemensam representation av snäckor ur familjen Rissoidae.



Snäckorna *Rissoa membranacea* (överst) och *Pusillina (Rissoa) sarsi* (underst) förekommer ibland i *Macoma*-samhällets ålgräsängar i Öresund.

Foto: Peter Göransson ©

Tab. 5. Huvudvariabler för grupper av stationer med faunalikhet större än 60% enligt Bray-Curtis likhetskoefficient.

Station nr	Djup, m	Dominerande taxa	Speciella taxa	Antal taxa	Abundance Ind/m ²	Biomass excl <i>Mytilus</i> , <i>Arctica</i> g/m ²
2, 14	7-13	<i>Hydrobia</i> , <i>Scoloplos</i> <i>Corbula</i>		23-27	967-1837	32-69
19, 21	11-12	<i>Scoloplos</i> , <i>Macoma</i> , <i>Corbula</i>		18	183-627	21-43
23, 28	5-6	<i>Hydrobia</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Mya</i>		17-21	2803-6613	12-21
5, 7 16, 17	5-8	<i>Hydrobia</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Rissoa</i>	<i>R. membranacea</i> , <i>P. sarsi</i>	20-24	1587-6693	14-81
25-27 29-33	6-13	<i>Hydrobia</i> , <i>Macoma</i> , <i>Cerastoderma</i>		10-20	1857-10093	11-111
4, 15	17-24	<i>Rhodine</i> , <i>Echinocardium</i> , <i>Phoronis</i>		33-35	1023-1527	166-172

Diversitets- och Jämnhetsindex, BQI

Diversitets- och jämnhetsindex samt Benthic quality Index (BQI) har beräknats för samtliga stationer. Värdena varierar kraftigt för huvudgrupperna men är genomgående högre för *Abra*- och *Amphiura*-samhällena än *Macoma*-samhällena, tab 5. Detta är naturligt med tanke på högre salthalt på djupare vatten (*Abra*- och *Amphiura*-samhällena) men också stabilare omvärldsbetingelser. BQI skiljer sig mest mellan olika samhällen/djupförhållanden

Tab. 5. Diversitets- och jämnhetsindex samt BQI för huvudgrupper av stationer med faunalikhet nära 40% enligt Bray-Curtis likhetskoefficient.

Station nr	Shannon-Wiener index	Margalefs index	Eveness index	BQI
<i>Macoma</i> 4-13 m	0,5-2,4	1,0-3,9	0,2-0,7	2,7-9,1
<i>Abra-Amphiura</i> 12-25 m	1,2-3,1	3,6-6,8	0,3-0,8	9,7-15,4

De olika indexen varierar i mindre grad för stationer med faunalikhet större än 60%, tab.6. Detta beror på större inbördes artsammansättning.

Tab. 6. Diversitets- och jämnhetsindex samt BQI för grupper av stationer med faunalikhet större än 60% enligt Bray-Curtis likhetskoefficient.

Station nr	Djup, m	Dominerande taxa	Shannon-Wiener index	Margalefs index	Eveness index	BQI
2,14	7-13	<i>Hydrobia</i> , <i>Scoloplos</i> <i>Corbula</i>	1,1-2,4	3,6-3,8	0,3-0,7	5,9-8,7
19, 21	11-12	<i>Scoloplos</i> , <i>Macoma</i> , <i>Corbula</i>	2,0-2,1	2,6-3,3	0,7	6,5-7,8
23, 28	5-6	<i>Hydrobia</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Mya</i>	1,1-1,8	2,0-2,3	0,4-0,6	4,6-5,0
5, 7, 16, 17	5-8	<i>Hydrobia</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Rissoa</i>	1,3-1,9	2,2-2,9	0,4-0,6	4,7-5,5
25-27, 29-33	6-13	<i>Hydrobia</i> , <i>Macoma</i> , <i>Cerastoderma</i>	0,5-1,4	1,2-2,3	0,2-0,6	2,7-5,7
4, 15	17-24	<i>Rhodine</i> , <i>Echinocardium</i> , <i>Phoronis</i>	2,4	4,6	0,7	13,9-14,4

Ett värderingssystem med 5 gradig skala har utarbetats som utgår från BQI (Rosenberg et al 2004). Värderingen delas upp på stationer under och över haloklinen där gränsen är satt till 20 meters djup.

Enligt detta system kan merparten av de ekstensiva stationerna ner till och med 20 meters djup värderas relativt lågt, tab. 7. Flertalet stationer återfinns i klassen "poor" och 4 stationer, alla i Kögebukten, kan benämnas "bad". Endast 2 stationer kan betraktas som "good". De senare tillhör *Abra*-samhället. Ingen av *Abra*-stationerna kan klassificeras lägre än "moderate".

Tab. 7. Tillståndsklassning av de ekstensiva stationerna på ≤ 20 meters djup i Öresund 2004 med hjälp av Benthic Quality Index (BQI).

Klass	Station
High $\geq 14,4$	
Good $<14,4-10,8$	10, 15
Moderate $<10,8-7,2$	2, 3, 9, 11, 18, 19, 20
Poor $<7,2-3,6$	5, 6, 7, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 32, 33
Bad $<3,6$	27, 29, 30, 31

Enligt värderingssystemet kan alla de ekstensiva stationerna djupare än 20 meter värderas som "good", tab. 8.

Tab. 8. Tillståndsklassning av de ekstensiva stationerna på > 20 meters djup i Öresund 2004 med hjälp av Benthic Quality Index (BQI).

Klass	Station
High $\geq 16,0$	
Good $<12,0-16,0$	1, 4, 8, 12, 13
Moderate $<12,0-8,0$	
Poor $<8,0-4,0$	
Bad $<4,0$	

Jämförelse med Öresundsvattensamarbetets förslag till operationella miljömål

De exktsiva stationerna har också grupperats i relation till Öresundsvattensamarbetets förslag till operationella miljömål för bottenfaunan i Öresund (Göransson 1999). Dessa mål utgår från vad som är normalt för Öresund.

Macoma-samhället

De kriterier som uppställts för *Macoma*-samhället uppfylls mycket väl av nästan alla stationer när det gäller förekomsten av regelbundna arter, tab. 9. Glest förekommande arter förekommer på knappt hälften av stationerna. Det finns arter djupt i sedimentet och känsliga arter på flertalet stationer. På en tredjedel av stationerna förekommer arter som indikerar förorening.

En införd art noteras. Den amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria viridis* förekommer på station nr 5.

Tab. 9. Faunakarakteristik för de undersökta stationerna på 4-13 meters djup jämfört med kriterier för *Macoma*-samhället i Öresund på 2-16 meters djup (Göransson 1999).

Artsammansättning	Stationer som uppfyller kriteriet	Stationer som inte uppfyller kriteriet (avvikelse inom parentes).
Regelbundna arter <i>Pygospio elegans</i> <i>Hydrobia cf ulvae</i> <i>Macoma balthica</i>	2, 3, 5, 6, 7, 14, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	9 (<i>Macoma</i> saknas), 22 (<i>Pygospio</i> saknas)
Regelbundna arter (saknas något år) <i>Mytilus edulis</i> <i>Scoloplos armiger</i>	2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	
Gles förekomst <i>Carcinus maenas</i> <i>Crangon crangon</i>	2, 3, 5, 6, 7, 17, 19, 29, 31, 33	9, 14, 16, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 32
Sällsynta arter	-	-
Arter djupt i sedimentet <i>Mya arenaria</i>	2, 3, 5, 7, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	6, 9, 25
Känsliga arter <i>Hinia reticulata</i> <i>Crangon crangon</i> <i>Carcinus maenas</i> <i>Gammarus sp</i>	2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 19, 23, 25, 28, 29, 31, 32, 33	21, 22, 26, 27, 30
Föreningningsindikatorer <i>Capitella capitata</i> <i>Hediste diversicolor</i> (dominans) <i>Scoloplos armiger</i> (dominans)	3, 7, 9, 16, 17, 22, 23, 25, 29	Resterande stationer
Införda arter <i>Marenzelleria viridis</i>	5	Resterande stationer

För flertalet stationer noteras också värden för summavariabler som faller inom ramen för vad som är normalt för Öresund, tab.10. Flertalet avvikande värden skall betraktas med tanke på att proverna tagits tidigt på året. Dessutom kan jämförelsevis låg näringsstatus ha bidragit till låga värden. När det gäller det totala antalet taxa skall också beaktas att endast 3 prov tas per station mot normala 5. Station 9 uppvisar dock ovanligt låg total biomassa.

Tab. 10. Summavariabler för de undersökta stationerna på 4-13 meters djup jämfört med värden för *Macoma*-samhället i Öresund på 2-16 meters djup (Göransson 1999).

Variabel, intervall	Stationer som ligger inom intervallet	Stationer som inte ligger inom intervallet (avvikelse inom parentes)
Totalt antal taxa 14-34	2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32	27(10), 30(10), 33(13)
Total individtäthet, ind/m ² 1082-37195	5, 7, 14, 16, 17, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	2(967), 3(837), 6(570), 9(857) 19(183), 21(627)
Total biomassa excl <i>Mytilus</i> , g/m ² 19-292	2, 3, 5, 6, 7, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	9 (5), 17(14), 22(13), 23(12), 25(11), 26(17), 30(18)

Tillståndsklassning för *Macoma*-samhället

Sammantaget kan flertalet stationer klassas som opåverkade till obetydligt påverkade enligt Öresundsvattensamarbetets normer, tab. 11.

Stationerna 3, 9, 19, 22, 27 och 30 bör däremot betraktas som något påverkade med tanke på artsammansättning och låga värden för summavariabler.

Tab. 11. Tillståndsklassning för de undersökta stationerna jämfört med *Macoma*-samhället i Öresund (Göransson 1999).

Klass	Station (särskilt bedömningsgrund inom parentes)
1 Opåverkat till obetydligt påverkat	2, 5, 6, 7, 14, 16, 17, 21, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33
3 Något påverkat	3, 9(låg biomassa), 19(låg individtäthet), 22, 27(få taxa), 30(få taxa, låg biomassa)
4 Tydligt påverkat	-
5 Kraftigt påverkat/utslaget	-

Måluppfyllelse

De flesta av Öresundsvattensamarbetets kortsiktiga mål är därmed uppfyllda för flertalet *Macoma*-stationer. Den områdestypiska havsborstmasken *Spio goniocephala* påträffades dock ej. ("Livskraftiga populationer av *Macoma balthica*, *Hydrobia ulvae*, *Pygospio elegans*, *Mytilus edulis* och *Scoloplos armiger* på flertalet bottenar. Även förekomst av andra mera spridda eller gles förekommande arter som *Cerastoderma glaucum*, *Crangon crangon* och *Carcinus maenas*. Rikligt med områden med flerårig vegetation där *Rissoa membranacea*, *Idotea* spp och *Gammarus* spp m fl förekommer stabilt. Förekomst av den ovanliga och områdestypiska arten *Spio goniocephala*. *Capitella capitata* ej dominerande i större områden. Ingen ytterligare ökning av *Marenzelleria viridis*.")

Abra-samhället

De kriterier som uppställts för *Abra*-samhället uppfylls i mindre utsträckning än för *Macoma*-samhället när det gäller förekomsten av regelbundna arter, tab. 12.

Macoma calcarea saknas på knappt hälften av stationerna och *Musculus niger* saknas på samtliga stationer. Däremot är arter djupt i sedimentet och känsliga arter tämligen rikt representerade på flertalet stationer. På knappt hälften av stationerna förekommer arter som indikerar förorening. Inga införd art noteras.



Musslorna *Macoma calcarea* och *Musculus niger* saknades under 2004 på flera stationer i *Abra*-samhället jämfört med Öresundsvattensamarbetets miljömål. Foto: Peter Göransson ©

Tab. 12. Faunakaraktistik för de undersökta stationerna på 12-17 meters djup jämfört med kriterier för *Abra*-samhället i Öresund på 12-19 meters djup (Göransson 1999).

Artsammansättning	Stationer som uppfyller kriteriet	Stationer som inte uppfyller kriteriet (avvikelse inom parentes).
Regelbundna arter <i>Abra alba</i> <i>Macoma calcarea</i> <i>Terebellides stroemi</i>	10, 20	11 (ej <i>Terebellides</i> , <i>M. calcarea</i>), 13 (ej <i>A. alba</i> , <i>M. calcarea</i>)
Regelbundna arter (saknas något år) <i>Rhodine gracillor</i> <i>Musculus niger</i> <i>Tridonta montagui</i>	10, 11, 13, 15	18, 20
Gles förekomst <i>Arctica islandica</i>	10, 11, 15, 20	13
Sällsynta arter	-	-
Arter djupt i sedimentet <i>Rhodine gracillor</i>	10, 11, 13, 15, 18	20
Känsliga arter <i>Terebellides stroemi</i> <i>Macoma calcarea</i> <i>Abra alba</i> GASTROPODA	10, 11, 15, 20	13, 18
Föroreningsindikatorer <i>Capitella capitata</i> <i>Hydrobia ulvae</i> <i>Scoloplos armiger</i> Dominans av <i>Arctica islandica</i> Dominans av <i>Nephtys hombergii</i> i relation till <i>Nephtys ciliata</i> <i>Hediste diversicolor</i> , dominans <i>Capitella capitata</i> Oligochaeta, dominans <i>Hydrobia ulvae</i> , dominans	11, 15	
Införda arter	-	-

För flertalet stationer noteras värden för summavariabler som faller inom ramen för vad som är normalt för Öresund, tab.13. Avvikande värden skall betraktas med tanke på att proverna tagits tidigt på året. Dessutom kan jämförelsevis låg näringsstatus ha bidragit till låga värden. När det gäller det totala antalet taxa skall också beaktas att endast 3 prov tas per station mot normala 5.

Tab.I 13. Summavariabler för de undersökta stationerna på 12-17 meters djup jämfört med värden för *Abra*-samhället i Öresund på 12-19 meters djup (Göransson 1999).

Variabel, intervall	Stationer som ligger inom intervallet	Stationer som inte ligger inom intervallet (avvikelse inom parentes)
Totalt antal taxa 33-77	10, 11, 15, 20	13 (32), 18 (27)
Total individtäthet, ind/m ² 795-6068	10, 11, 15, 18, 20	
Total biomassa excl <i>Arctica</i> , g/m ² 30-162	10, 13, 15, 18, 20	11 (19),

Tillståndsklassning för *Abra*-samhället

Sammantaget kan flertalet stationer klassas som opåverkade till obetydligt påverkade enligt Öresundsvattensamarbetets normer, tab. 14.

Station 11 bör däremot betraktas som något påverkad med tanke på artsammansättning och låga värden för summavariabler.

Tab. 14. Tillståndsklassning för de undersökta stationerna jämfört med *Abra*-samhället i Öresund (Göransson 1999).

Klass	Station (särskilt bedömningsgrund inom parentes)
1 Opåverkat till obetydligt påverkat	10, 15, 18, 20
3 Något påverkat	11 (låg biomassa)
4 Tydligt påverkat	-
5 Kraftigt påverkat/utslaget	-

Måluppfyllelse

Öresundsvattensamarbetets kortsiktiga mål är i viss mån uppfyllda för flertalet *Abra*-stationer. Flera, för Öresund, regelbundna arter saknas dock ("Livskraftiga populationer av *Abra alba*, *Rhodine gracilior*, *Macoma calcarea*, *Terebellides stroemi* och *Nephtys ciliata* på alla bottnar. Även förekomst av andra mera spritt eller glest förekommande arter som *Tridonta montagui*, *Musculus niger* och *Phoxocephalus holboelli*. *Capitella capitata*, *Hediste diversicolor* och *Scoloplos armiger* ej dominerande i större områden.") Även om man kan ifrågasätta riktigheten att nämna *Abra alba* som regelbunden art är frånvaron av många andra typiska arter för *Abra*-samhället i Öresund påfallande. Detta bör tas på största allvar.

Amphiura-samhället

Amphiura samhället delas enligt Öresundsvattensamarbetets förslag upp i två djupintervall, 20-22 meter och 23-29 meter.

De kriterier som uppställts för *Amphiura*-samhället uppfylls inte för många typiska arter, precis som för *Abra*-samhället, tab. 15 & 17. Framförallt gäller detta de djupaste stationerna där relativt stabila omvärldsfaktorer råder. Den för Öresund typiska musslan *Nuculana pernula* saknas på alla dessa stationer utom en. En långsiktig tillbakagång av denna och flera andra arter i Öresund har tidigare iakttagits (Göransson 2002). Däremot finns arter djupt i sedimentet och känsliga arter på de djupaste stationerna. Typiska föroreningsindikatorer är inte rikt representerade. Ingen införd art noteras.

Tab. 15. Faunakarakteristik för de undersökta stationerna på 17-21 meters djup jämfört med kriterier för *Amphiura*-samhället i Öresund på 20-22 meters djup (Göransson 1999).

Artsammansättning	Stationer som uppfyller kriteriet	Stationer som inte uppfyller kriteriet (avvikelse inom parentes).
Regelbundna arter <i>Scoloplos armiger</i>		12
Regelbundna arter (saknas något år) <i>Pholoe cf baltica</i> <i>Nephtys ciliata</i> <i>Rhodine gracillior</i>	12	
Gles förekomst <i>Amphiura filiformis</i>	12	
Sällsynta arter	-	-
Arter djupt i sedimentet <i>Polyphysia crassa</i>		12
Känsliga arter <i>Neptunea antiqua</i> <i>Terebellides stroemi</i>		12
Föroreningsindikatorer <i>Heteromastus filiformis</i> <i>Scoloplos armiger</i>		12
Införda arter	-	-

För flera stationer noteras värden för summavariabler som inte faller inom ramen för vad som är normalt för Öresund, tab.16 & 18. Avvikande värden skall betraktas med tanke på att proverna tagits tidigt på året. Flertalet avvikande värden skall betraktas med tanke på att proverna tagits tidigt på året. Dessutom kan jämförelsevis låg näringsstatus ha bidragit till låga värden. När det gäller det totala antalet taxa skall också beaktas att endast 3 prov tas per station mot normala 5. Även med dessa reservationer bör antalet taxa på station 4 betraktas som lågt och biomassan på station 1 som mycket låg.

Tab. 16. Summavariabler för de undersökta stationerna på 17-21 meters djup jämfört med värden för *Amphiura*-samhället i Öresund på 20-22 meters djup (Göransson 1999).

Variabel, intervall	Stationer som ligger inom intervallet	Stationer som inte ligger inom intervallet (avvikelse inom parentes)
Totalt antal taxa 32-75		12(30)
Total individtäthet, ind/m ² 506-8719	12	
Total biomassa excl <i>Arctica</i> , g/m ² 30-100	12	

Tab. 17. Faunakaraktistik för de undersökta stationerna på 23-25 meters djup jämfört med kriterier för *Amphiura*-samhället i Öresund på 23-29 meters djup (Göransson 1999).

Artsammansättning	Stationer som uppfyller kriteriet	Stationer som inte uppfyller kriteriet (avvikelse inom parentes).
Regelbundna arter <i>Pholoe</i> cf <i>baltica</i> <i>Rhodine gracilior</i> <i>Anobothrus gracilis</i> <i>Chaetoderma nitidulum</i> <i>Nuculana pernula</i> <i>Arctica islandica</i> <i>Ophiura albida</i> <i>Amphiura filiformis</i>		1 (ej <i>C. nitidulum</i> , <i>N. pernula</i> , <i>O. albida</i>) 4 (ej <i>P. baltica</i> , <i>N. pernula</i>) 8 (ej <i>N. pernula</i>)
Regelbundna arter (saknas något år) <i>Scoloplos armiger</i> <i>Sphaerodorium flavum</i> <i>Galathowenia oculata</i> <i>Maldane sarsi</i> <i>Diastylis lucifera</i>	1, 4, 8	
Gles förekomst <i>Acanthocardia echinata</i> <i>Ampelisca</i> sp <i>Turritella communis</i>		1, 4, 8
Sällsynta arter	-	-
Arter djupt i sedimentet <i>Polyphysia crassa</i> <i>Echinocardium cordatum</i>	1, 4, 8	
Känsliga arter <i>Terebellides stroemi</i> <i>Turritella communis</i>	1, 4, 8	
Föroreningsindikatorer <i>Heteromastus filiformis</i> <i>Scoloplos armiger</i>	1	
Införda arter	-	-

Tab. 18. Summavariabler för de undersökta stationerna på 23-25 meters djup jämfört med värden för *Amphiura*-samhället i Öresund på 23-29 meters djup (Göransson 1999).

Variabel, intervall	Stationer som ligger inom intervallet	Stationer som inte ligger inom intervallet (avvikelse inom parentes)
Totalt antal taxa 47-73	1	4(35), 8(42)
Total individtäthet, ind/m ² 1664-3891	8	1(1060), 4(1527)
Total biomassa excl <i>Arctica</i> , g/m ² 116-694	4, 8	1(27)

Tillståndsklassning för *Amphiura*-samhället

Sammantaget kan 2 av de 4 stationerna klassas som opåverkade till obetydligt påverkade enligt Öresundsvattensamarbetets normer, tab. 19. Stationerna 1 och 4 bör däremot betraktas som något påverkade med tanke på artsammansättning och låga värden för summavariabler.

Tab. 19. Tillståndsklassning för de undersökta stationerna jämfört med *Amphiura*-samhället i Öresund (Göransson 1999).

Klass	Station (särskilt bedömningsgrund inom parentes)
1 Opåverkat till obetydligt påverkat	12, 8
3 Något påverkat	1 (låg biomassa), 4 (lågt antal taxa)
4 Tydligt påverkat	-
5 Kraftigt påverkat/utslaget	-

Måluppfyllelse

Öresundsvattensamarbetets kortsiktiga mål är i viss mån uppfyllda för de fem stationerna. Flera, för Öresund, regelbundna arter saknas dock ("Livskraftiga populationer av *Anobothrus gracilis*, *Nuculana pernula*, *Ophiura albida* och *Amphiura filiformis* från 23 meters djup och neråt. Övergångssamhälle med dominans av havsborstmaskar i djupintervallet 20-22 meter.") Med tanke på de relativt stabila omvärldsfaktorerna som råder på de djupaste bottenarna är avsaknaden av typiska arter oroande.



Musslan *Nuculana pernula* saknades på 3 av 4 stationer i *Amphiura*-samhället jämfört med Öresundsvattensamarbetets miljömål. Foto: Peter Göransson ©

Jämförelse mellan Öresundsvattensamarbetets förslag till operationella miljömål, MDS, Diversitetsindex och BQI

De olika sätten att utvärdera data från de 32 stationerna inom det extensiva programmet har jämförts, tab. 20. Av denna jämförelse framkommer att BQI skiljer sig mest från övriga värderingssätt när det gäller *Macoma*-stationerna. BQI klassar flertalet stationer lågt medan det omvända gäller för övriga index och värderingssätt. Detta kan bero på att BQI har en tonvikt på djupare arter och ES50-värden saknas för en del vanliga arter väl ovanför haloklinen (t ex *Hediste diversicolor* och *Cerastoderma glaucum*). Övriga värderingssätt klassar gemensamt några stationer som avvikande eller med låga indexvärden. Värderingen utifrån Öresundsvattensamarbetets miljömål sammanfattar i stort sett dessa klassningar.

Endast Öresundsvattensamarbetets miljömål och multidimensionell skalning skiljer ut någon *Abra*-station som avvikande från övriga stationer.

När det gäller *Amphiura*-samhället skiljer flertalet värderingssätt ut minst en station som avvikande från övriga stationer. Det är dock i viss mån frågan tal om olika stationer.

Genomgången visar att alla värderingssystemen skiljer stationerna i olika klasser. När det gäller antalet stationer är skillnaderna relativt små, utom för BQI när det gäller *Macoma*-samhället. De stationer som har lägst miljöstatus är dock något olika beroende på vilket värderingssystem som används.

BQI, som är ett förslag att värdera på artnivå, är en mycket god ansats. Systemet behöver dock anpassas för olika områden med skilda omvärldsbetingelser. Det

finns också fler dimensioner att ta fasta på än just artens individtäthet. Öresundsvattensamarbetets förslag till miljömål är ett sätt att utvärdera utifrån vad som är normalt för ett område.

Tab. 20. Jämförande värdering av resultat utifrån Öresundsvattensamarbetets miljömål, Multidimensionell skalning (MDS), Diversitets- och jämnhetsindex samt BQI (Benthic Quality Index). En standardavvikelse har satts som gräns för låga värden avseende Shannon-Wiener index, Margalefs index och Eveness. För BQI har "bad" och "poor" ansetts som låga värden.

Samhälle	OSV-mål		MDS		Shannon-Wiener index		Margalefs index		Eveness index		BQI	
	Klas s 1	Klas s 3	Nor m	Avvik	Nor m	Lågt	Nor m	Lågt	Nor m	Lågt	Nor m	Lågt
<i>Macoma</i> -stationer	2, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 21, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33	3, 19, 22, 27, 30	2, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	3	2, 3, 5, 6, 9, 7, 14, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 26, 28, 30, 32, 33	22, 27, 29, 31	2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 31, 32	27, 29, 30, 33	2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 32, 33	27, 29, 31	2, 3, 5, 6, 9, 19	5, 6, 7, 14, 16, 17, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
<i>Abra</i> -stationer	10, 15, 18, 20	11	11, 15, 18, 20	10	10, 11, 15, 18, 20	-	10, 11, 15, 18, 20	-	10, 11, 15, 18, 20	-	10, 11, 15, 18, 20	-
<i>Amphiura</i> -stationer	8, 12, 13	1, 4	4, 8, 12, 13	1	1, 4, 8, 12	13	1, 4, 8, 12	13	1, 4, 8, 12	13	1, 4, 8, 12, 13	-

Återbesök på C G J Petersens stationer från 1911

Positionerna för några av de extensiva stationerna sammanfaller troligen med 5 av C G J Petersens stationer i Öresund från 1911 (Petersen 1913). De mest jämförbara är de som ligger inom ett snävt djupintervall väl ovanför haloklinen, P5, P6 och P8, och kan troligen grovt sett jämföras med stationerna 6, 7 och 5. Petersens stationer P3 och särskilt P2 är svårare att direkt jämföra med på grund av att de ligger i ett djupintervall och är belägna nära haloklinen, med dess varierande betingelser. När det gäller P3 har en sammanslagning av data skett från stationerna 9 och 10. Station 13 har ansetts bäst kunna motsvara station P2. Petersens beskrivningar av bottenförhållanden och djup från 1911 motsvarar i stort sett vad

som framkom av undersökningarna 2004. Positionerna har hämtas från Petersen sjökort.

Några viktiga skillnader finns när det gäller metodiken 1911 och 2004. Petersen tog sina prover under perioden maj-augusti och inte som 2004 i april, han bör därför redovisa något högre värden för antal taxa, individtäthet och biomassa om förhållandena inte ändrats. Vidare tog Petersen 10-50 prover per station vilket bör ge en betydligt bättre uppfattning om faunan och innebära betydligt fler arter än med nuvarande 3 prov per station. Petersen tog sina prover med sin egen konstruerade Petersen-huggare och inte en Van Veen-huggare som användes 2004. Petersen huggaren tar erfarenhetsmässigt något grundare prover än Van Veen, och därför erhöll han troligen färre arter som förekommer djupt nergrävda i sedimentet. Slutligen sållade Petersen sina prover i ett något grövre såll än vad som numera används som standard. Det senare innebär att han erhöll färre små arter som ofta har en hög individtäthet.



Petersen-huggare och Van Veen-huggare. Båda tar 0,1 m² stora bottenprov men tar något olika djupt i botten. Foto: Peter Göransson ©

För att kunna jämföra med Petersens artlistor har sammanslagningar av taxa utförts. Havsborstmaskarna har t ex slagits ihop till familjer och små arter har tagits bort. Artlistorna från 2004 har alltså anpassats till Petersens redovisning av data efter bästa förmåga (Tab. 21 & 22).

Tab. 21. Jämförelse mellan individtäteten 1911 och 2004 på C G J Petersen stationer (P2-P8,) på danska sidan av Öresund. Individier/m². Små taxa (<0,01g) ej medräknade 2004. GEFHYREA = samlingsnamn för Priapulida, Sipunculida m fl.

Station	P2 (13)		P3 (9,10)		P5 (6)		P6 (7)		P8 (5)		
Taxa	År	1911	2004	1911	2004	1911	2004	1911	2004	1911	2004
CNIDARIA											
Virgularia mirabilis			10								
ANNELIDA											
Nephtyidae		Fragm		Fragm	40,0		40		3		10
Nereididae					1,5						3
Glyceridae/Goniadidae			3								
Scoletoma fragilis			3								
Scoloplos armiger					174	Fragm	20	0,4	3		7
Arenicola marina				0,4						1	
Maldanidae		Fragm	3163		30,0						
Pherusa plumosa					3,5						
Galathowenia oculata					48,5						
Pectinaria auricoma		0,4									
Pectinaria sp				1,2			3				
Ampharetidae			10		1,5						
Terebellides stroemi		Fragm	3	200,0	45,0						
Artacama proboscidea		Fragm									
GEPHYREA indet			13		23,5			0,2		1	
MOLLUSCA											
Chaetoderma nitidulum			10								
Acera bullata				3,2							
Philine aperta			3		3,5						
Restusa obtusa					5,0						
Neptunea antiqua		0,2									
Buccinum undatum			3		1,5						
Hinia reticulata		0,2	3	5,6	1,5	1,0	3				
Euspira pallida		0,2									
Littorina saxatilis								62,0	3		10
Littorina littorea						2,4	3	2,4		10	
Lacuna vincta						0,2					3
Hydrobia sp			3		5,0	7,6	160	11,0	387	4	873
Rissoa sp					1,5	0,2		6,0	96		500
Abra alba				2,0	22,0						
Abra nitida		9,4	3								
Macoma balthica				0,4		29,8	40	10,2	17	49	97
Macoma calcarea		42,0		61,6	6,5						
Mya truncata		4,0		35,2		8,4					
Mya sp					1,5			1,4	37	15	460
Corbula gibba		9,4	23	21,2	98,5		50				
Phaxas pellucidus		0,4									
Astartidae		2,8	13		46,5						
Arctica islandica		1,8		7,6	1,5						
Cerastoderma edule						23,0**	23	10,2	40	10	87
Cerastoderma ovale		3,4		6,8	31,5						
Parvicardium exiguum						21,2**		0,4		12	
Thyasira flexuosa		10,4	47		1,5						
Nuculana pernula		2,2									
Nuculoma tenuis		4,2									
Nucula nitidosa		0,4									
Mytilus edulis				2,4		330,0	3	46,0	780	310	707
Musculus niger/discors		0,8		0,8	30,0						
Modiolus modiolus					3,5						
ARTHROPODA											
Diastylis sp		4,8		8,4*	5,0						
Gammaridae				8,4*	1,5	1,2	7	8,6	9	20	13
Idotea sp						0,2		1,6	20	6	
Mysidacea indet								0,6		1	3
Carcinus maenas							10		3		
Crangon crangon											17
ECHINODERMATA											3
Ophiura albida		4,0	73		16,5						
Ophiura texturata		0,2									
Ophiura robusta		0,8									
Ophiura affinis			3								
Amphiura filiformis			1193		1,5						
Asterias rubens		0,2			6,5						
Echinocardium cordatum		1,0									
Echinocyamus pusillus				2,0	18,5						
Cucumaria elongata			10								
Thyonidium drummondi		0,4			1,5						
TOTALT		108	4592	368	680	426	362	161	1398	439	2793

Tab. 22. Jämförelse mellan biomassan 1911 och 2004 på C G J Petersen stationer (P2-P8,) på danska sidan av Öresund. Biomassa i g/m². Små taxa (<0,01g) ej medräknade 2004.

Station	P2 (13)		P3 (9,10)		P5 (6)		P6 (7)		P8 (5)		
Djup	14-18m		12,2-14m		7-9m		5m		4-5m		
Taxa	Ar	1911	2004	1911	2004	1911	2004	1911	2004	1911	2004
CNIDARIA											
Virgularia mirabilis			0,21								
ANNELIDA											
Nephtyidae		21,20		13,24	1,77		1,71		0,31		3,14
Nereididae					0,27						0,66
Glyceridae/Goniadidae			0,16								
Scoletoma fragilis			0,04								
Scoloplos armiger					0,58	0,06	0,08	0,04	0,01		0,02
Arenicola marina				0,68						0,40	
Maldanidae		0,22	22,70		0,57						
Pherusa plumosa					0,35						
Galathowenia oculata					0,19						
Pectinaria auricoma		0,1									
Pectinaria sp				0,28			0,18				
Ampharetidae			0,04		0,05						
Terebellides stroemi		0,51	0,16	5,24	0,79						
Artacama proboscidea		0,51									
GEPHYREA indet			0,10		0,27			0,02		0,20	
MOLLUSCA											
Chaetoderma nitidulum			0,19								
Acera bullata				0,52							
Philina aperta			0,11		0,19						
Restusa obtusa					0,01						
Neptunea antiqua		7,4									
Buccinum undatum			2,59		1,62						
Hinia reticulata		0,04	0,28	3,20	0,02	0,36	3,07				
Euspira pallida		0,02									
Littorina saxatilis								1,60	0,09		0,22
Littorina littorea						1,82	0,90	0,62		2,40	
Lacuna vincta											
Hydrobia sp			0,01		0,01	0,08	0,37	0,02	0,70	0,05	1,77
Rissoa sp					0,01	0,01		0,02	0,46		1,68
Abra alba					0,49						
Abra nitida		0,54	0,01	0,20							
Macoma balthica				0,04		0,84	0,87	0,88	1,67	5,20	4,14
Macoma calcarea		18,06		14,96	1,04						
Mya truncata		0,52		7,76							
Mya sp					0,02	0,50		0,10	0,81	0,60	12,66
Corbula gibba		0,40	1,11	1,00	1,28		0,83				
Phaxas pellucidus		0,04									
Astartidae		0,98	7,03		15,73						
Arctica islandica		33,86		102,08	14,23						
Cerastoderma edule						4,36	25,21	0,86	0,94	0,45	17,58
Cerastoderma ovale		0,12		0,20	0,89	1,30					
Parvicardium exiguum								0,02		0,45	
Thyasira flexuosa		0,78	0,43		0,05						
Nuculana pernula		0,18									
Nuculoma tenuis		0,40									
Nucula nitidosa		0,08									
Mytilus edulis				13,68		20,00	0,01	88,00	129,67	247,80	329,55
Musculus niger/discors		0,26		0,16	2,53						
Modiolus modiolus					126,52						
ARTHROPODA											
Diastylis sp		0,06		0,20	0,05						
Gammaridae				0,20	0,01	0,03	0,01	0,40	0,10	0,20	0,03
Idotea sp						0,01		0,02	0,56	0,1	
Mysidacea indet								0,10		0,05	0,02
Carcinus maenas							0,26		19,52		1,28
Crangon crangon											0,39
ECHINODERMATA											
Ophiura albida		0,50	5,31		1,72						
Ophiura texturata		0,10									
Ophiura robusta		0,02									
Ophiura affinis		3,04	0,01								
Amphiura filliformis			75,45		0,01						
Asterias rubens					0,11						
Echinocardium cordatum		11,12									
Echinocyamus pusillus				0,04	0,61						
Cucumaria elongata			2,94								
Thyonidium drummondii		1,92			0,82						
TOTALT		102,98	118,88	163,68	172,81	29,38	33,05	92,70	154,84	257,90	373,14

Skillnader förr och nu

Jämförelsen visar på en del skillnader men också likheter mellan stationerna 1911 och 2004. Klusteranalys och multidimensionell skalning av data (Fig. 5 & 6) visar på vissa skillnader mellan 1911 och 2004 för de båda djupaste stationerna, P2 och P3, som endast uppnår ca 30% artlikhet. När det gäller de 3 grundare stationerna uppgår artlikheten däremot nästan till 50%. Stress för MDS-plotten uppgår till 0,01 vilket anses ge en mycket bra representation utan förväntad feltolkning. Resultaten antyder alltså att skillnaden mellan grunda stationer 1911 och 2004 är tämligen liten medan större skillnader föreligger djupare ner mot haloklinen.

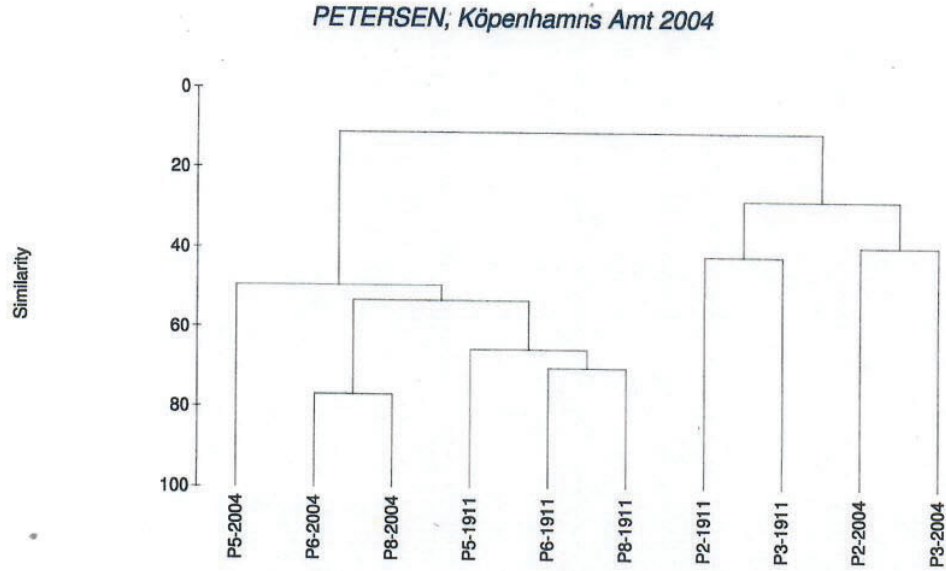


Fig. 5. Klusteranalys av bottenfaunadata från C G J Petersen stationer 1911 och 2004.

PETERSEN, Köpenhamns Amt 2004

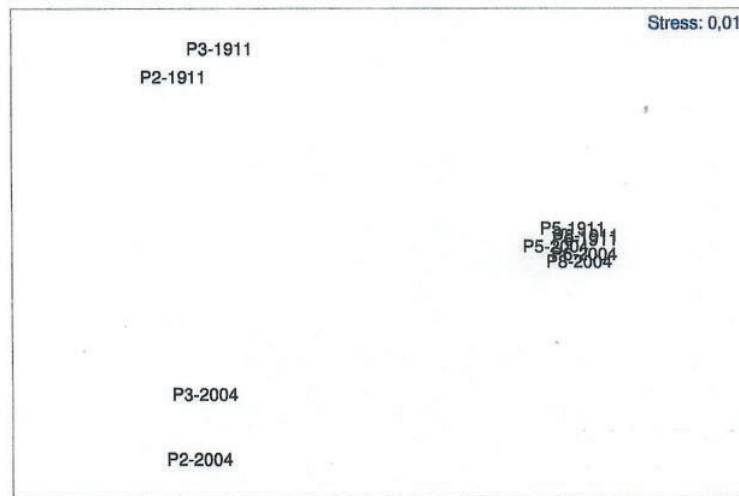


Fig. 5. Multidimensionell skalning av bottenfaunadata från C G J Petersen stationer 1911 och 2004.

Var det bättre förr?

Det är naturligtvis intressant att fråga sig om dessa likheter eller skillnader innebär

- att det var bättre miljöförhållande förr än vad det är nu (Tab. 23) och vad ger ett värderingssystem som BQI för resultat?

Tab. 23. Jämförelse mellan 1911 och 2004 på 5 av C G J Petersen stationer (P2-P8,) på danska sidan av Öresund. Totalt antal taxa, total individtätet, total biomassa och Benthic Quality Index (BQI). Små taxa (<0,01g) ej medräknade 2004.

Station		P2 (13)		P3 (9,10)		P5 (6)		P6 (7)		P8 (5)	
Djup		14-18m		12,2-14m		7-9m		5m		4-5m	
Variabel	År	1911	2004	1911	2004	1911	2004	1911	2004	1911	2004
Totalt antal taxa		28	20	18	32	13	12	14	12	12	15
Total individtätet, ind/m ²		108	4592	368	680	426	362	161	1398	439	2793
Total biomassa, g/m ²		102,98	118,88	163,68	172,81	29,37	33,5	92,7	154,84	257,9	373,14
Total biomassa, g/m ² Excl <i>Mytilus, Arctica</i>		69,12	118,88	47,92	158,58	9,37	33,49	4,7	25,17	10,1	43,59
BQI		10,89 good	3,76 poor	8,98 moder- ate	7,31 poor	5,54 poor	3,89 poor	2,83 bad	4,28 poor	4,93 poor	3,08 bad

Skillnaderna mellan summavariablerna 1911 och 2004 är endast statistiskt signifikant för den totala biomassan exklusive stora fläckvis förekommande arter. Biomassa var ca 2,7 gånger högre 2004 än 1911. Detta kan bero på högre näringsstatus numera och liknande resultat har påvisats tidigare för Öresund (Göransson 2002) och angränsande havsområden.

Egentligen är endast den totala biomassan riktigt jämförbar mellan 1911 och 2004 eftersom avsevärt fler prov togs 1911 (vilket innebär fler arter) men många arter slogs samman (vilket innebär färre arter) och sållningen utfördes med grövre såll (vilket innebär lägre individtäthet än 2004). Biomassan bör dock vara fullt jämförbar eftersom den domineras av stora djur som inte sållats bort 1911. Man bör dock exkludera blåmusslor, eftersom de förekommer fläckvis, och provantalet var lågt, särskilt 2004.

Tab. 24. Jämförelse mellan 1911 och 2004 på 5 av C G J Petersen stationer (P2-P8,) på danska sidan av Öresund. Medelvärden, standardavvikelser och signifikansnivå (Paired t-test) för huvudvariabler samt Benthic Quality Index (BQI). NS = No significant difference, * = $p < 0,05$

Variabel	År	1911	2004	Signifikansnivå P
Totalt antal taxa		17 ± 7	18 ± 8	0,759NS
Total individtäthet, ind/m ²		300 ± 155	1965 ± 1741	0,112NS
Total biomassa, g/m ²		129 ± 86	171 ± 25	0,123NS
Total biomassa, Excl <i>Mytilus, Arctica</i>		28 ± 29	76 ± 59	0,045*
BQI		6,6 ± 3,2	4,5 ± 1,6	0,192NS

Resultaten från Petersen-stationerna kan också ställas i relation Öresundsvattensamarbetets förslag till operationella miljömål. Man bör då ha i åtanke att dessa miljömål utarbetats med hjälp av recenta data. De tre stationerna i *Macoma*-samhället, P5(6), P6(7) och P8(5), uppfyller kravet på regelbundet förekommande arter både 1911 och 2004, tab. 25. De glest förekommande fanns endast 2004. Djupgravande arter fanns på samma stationer 1911 och 2004. Föroreningsindikatorer och införda arter fanns endast 2004, dock sparsamt och endast på en station. Känsliga arter fanns däremot endast på 1 av 3 stationer 1911 men på alla 3 stationerna 2004.

Tab. 25. Faunakarakteristik 1911 (C G J Petersen, station P5, P6 och P8) och 2004 (station 5, 6 och 7) för *Macoma*-samhället i Öresund på 4-9 meters djup enligt Öresundsvatten-samarbetets miljömål (Göransson 1999).

Artsammansättning	Stationer som uppfyller kriteriet	Stationer som inte uppfyller kriteriet (avvikelse inom parentes).
Regelbundna arter <i>Pygospio elegans</i> <i>Hydrobia cf ulvae</i> <i>Macoma balthica</i>	P5, P6, P8, 5, 6, 7	<i>Pygospio</i> ej angiven 1911
Regelbundna arter (saknas något år) <i>Mytilus edulis</i> <i>Scoloplos armiger</i>	P5, P6, P8, 5, 6, 7	
Gles förekomst <i>Carcinus maenas</i> <i>Crangon crangon</i>	5, 6, 7	P5, P6, P8
Sällsynta arter	-	-
Arter djupt i sedimentet <i>Mya arenaria</i>	P6, P8, 5, 7	P5, 6
Känsliga arter <i>Hinia reticulata</i> <i>Crangon crangon</i> <i>Carcinus maenas</i> <i>Gammarus sp</i>	P5, 5, 6, 7	P6, P8
Föroreningsindikatorer <i>Capitella capitata</i> <i>Hediste diversicolor</i> (dominans) <i>Scoloplos armiger</i> (dominans)	7	
Införda arter <i>Marenzelleria viridis</i>	5	

Som ovan nämnts är endast den totala biomassan riktigt jämförbar mellan 1911 och 2004. Öresundsvattensamarbetets miljömål utgår från data under senare delen av 1900-talet och 1911 var biomassan avsevärt lägre än dessa mål, tab. 26.

Tab. 26. Biomassa för de undersökta stationerna på 4-9 meters djup jämfört med värden för *Macoma*-samhället i Öresund på 2-16 meters djup (Göransson 1999).

Variabel, intervall	Stationer som ligger inom intervallet	Stationer som inte ligger inom intervallet (avvikelse inom parentes)
Total biomassa excl <i>Mytilus</i> , g/m ² 19-292	5, 6, 7	P5, P6, P8 (5-10g)

Om man vid tillståndsklassningen bortser från den låga biomassan 1911 bör de 3 stationerna kunna placeras i klassen opåverkat till obetydligt påverkat både 1911 och 2004, tab. 27. Detta främst med tanke på att kriterierna för artsammansättning uppfylls och att föroreningsindikatorer och införda arter inte dominerar. De kortsiktiga miljömålen bör därvid vara uppfyllda. Öresundsvattensamarbetets långsiktiga mål om ökad *Hinia reticulata*-population är även uppfyllt 2004 eftersom arten återfanns i något högre individtäthet än 1911 på samma station. Det senare är också en av många indikationer på faunans långsiktigt stabila artsammansättning i Öresunds *Macoma*-samhällen.

Tab. 27. Tillståndsklassning för de 3 undersökta stationerna 1911 och 2004 jämfört med *Macoma*-samhället i Öresund (Göransson 1999).

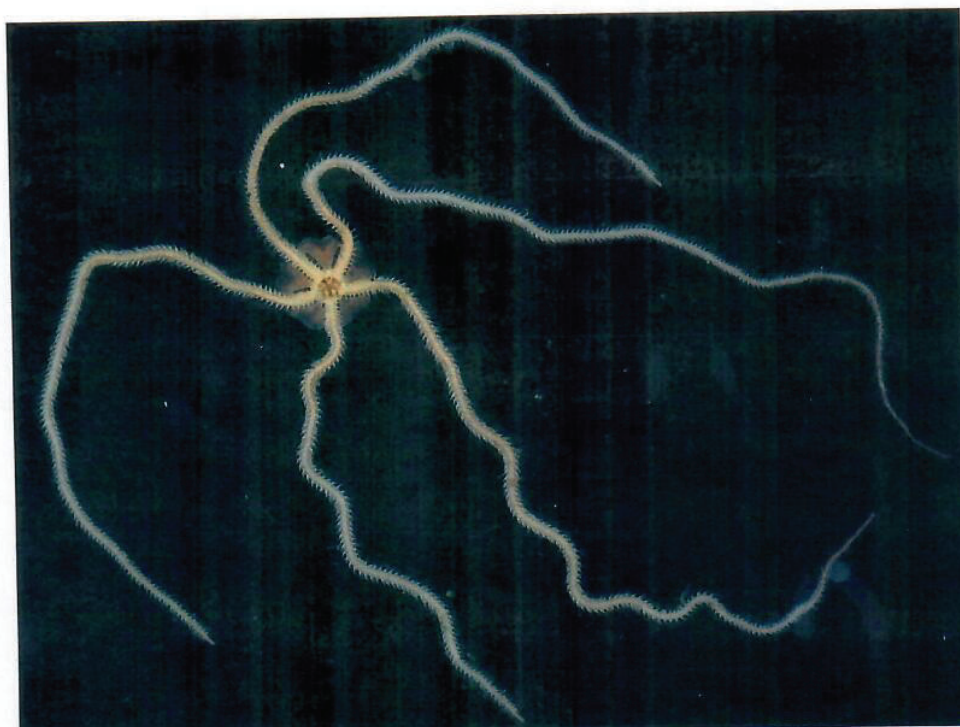
Klass	Station (särskilt bedömningsgrund inom parentes)
1 Opåverkat till obetydligt påverkat	P5, P6, P8, 5, 6, 7
3 Något påverkat	-
4 Tydligt påverkat	-
5 Kraftigt påverkat/utslaget	-

När det gäller *Abra*-samhället stämmer inte Öresundsvattensamarbetets miljömål lika väl för stationerna som för *Macoma*-samhället, tab. 28. Av de regelbundna arterna saknas framförallt *Macoma calcarea* 2004. Arter djupt i sedimentet saknas på samma station 1911 och 2004. Känsliga arter saknas helt på en av stationerna 2004. Föroreningsindikatorer förekommer endast 2004.

Tab. 28. Faunakaraktistik 1911 (C G J Petersen, station P2 och P3) och 2004 (station 9, 10 och 13) för *Abra*-stationer i Öresund på 12-17 meters djup enligt Öresundsvattensamarbetets miljömål (Göransson 1999).

Artsammansättning	Stationer som uppfyller kriteriet	Stationer som inte uppfyller kriteriet (avvikelse inom parentes).
Regelbundna arter <i>Abra alba</i> <i>Macoma calcarea</i> <i>Terebellides stroemi</i>	P3, 10	9 (ej <i>M. calcarea</i>), 13 (ej <i>A. alba</i> , <i>M. calcarea</i>), P2 (ej <i>A. alba</i>)
Regelbundna arter (saknas något år) <i>Rhodine gracillor</i> <i>Musculus niger</i> <i>Tridonta montagui</i>	P2, P3, 10, 13	9
Gles förekomst <i>Arctica islandica</i>	P2, P3, 10	9, 13
Sällsynta arter	-	-
Arter djupt i sedimentet <i>Rhodine gracillor</i>	P2, 10, 13	P3, 9
Känsliga arter <i>Terebellides stroemi</i> <i>Macoma calcarea</i> <i>Abra alba</i> GASTROPODA	P2, P3, 9, 10	13
Föroreningsindikatorer <i>Capitella capitata</i> <i>Hydrobia ulvae</i> <i>Scoloplos armiger</i> Dominans av <i>Arctica islandica</i> Dominans av <i>Nephtys hombergii</i> i relation till <i>Nephtys ciliata</i> <i>Hediste diversicolor</i> , dominans <i>Capitella capitata</i> Oligochaeta, dominans <i>Hydrobia ulvae</i> , dominans	9	
Införda arter	-	-

Endast den totala biomassan är fullt jämförbar av summavariablerna för *Abra*-samhället, tab. 29. Här kan station 9 under 2004 direkt skiljas ut med extremt låg total biomassa. Det kan vara intressant att notera att biomassan på station 13 under 2004 domineras av ormstjärnan *Amphiura filiformis*. Detta är ovanligt redan på 17 meters djup i Öresund. Denna ormstjärna verkar dock ha ökat långsiktigt både i Öresund och omgivande vatten (Göransson 2002).



Ormstjärnan *Amphiura filiformis* verkar ha ökat långsiktigt i Öresund. Foto: Peter Göransson ©

Tab. 29. Biomassa för de undersökta Petersen-stationerna på 13-17 meters djup jämfört med värden för *Abra*-samhället i Öresund på 12-19 meters djup (Göransson 1999).

Variabel, intervall	Stationer som ligger inom intervallet	Stationer som inte ligger inom intervallet (avvikelse inom parentes)
Total biomassa excl <i>Arctica</i> , g/m ² 30-162	P2, P3,10, 13	9 (5),

Vid tillståndsklassningen av *Abra*-samhället bör de 2 stationerna 1911 kunna placeras i klassen opåverkat till obetydligt påverkat, tab. 30. Detta bör även gälla station 10 under 2004 med tanke på att kriterierna för artsammansättning uppfylls och att föroreningsindikatorer och införda arter inte dominerar. Stationerna 9 och 13 bör däremot placeras i den något påverkade klassen med tanke på artsammansättning och extremt låg biomassa (station 9).

De kortsiktiga miljömålen är därmed uppfyllda 1911 men inte 2004.

Öresundsvattensamarbetets långsiktiga mål om ökning av *Hinia reticulata*-populationen samt minskad relativ betydelse i biomassa av *Arctica islandica* och ökad relativ betydelse för *Macoma calcarea* och Nephtyidae är svårare att bedöma. Både 1911 och 2004 finns låga tätheter av *Hinia reticulata* på stationerna. Under 1911 är biomassan av *Arctica islandica* jämförelsevis högre än 2004. *Macoma calcarea* saknas på två stationer 2004 och representationen för Nephtyidae var avsevärt starkare 1911. Fler prov på stationerna 2004 hade kunnat ge bättre underlag för bedömningen men det skall också tillfogas att Öresundsvattensamarbetets miljömål troligen borde justeras i vissa avseenden, särskilt för *Abra*-samhället. Musslan *Abra alba* borde, märkligt nog, troligen inte ingå i kriterierna, eftersom den kan variera mycket kraftigt i förekomst mellan olika år. Troligen borde biomassan för *Arctica islandica* bedömas utifrån ett större område än en station eftersom den förekommer glest och fläckvis.

Tab. 30. Tillståndsklassning för de undersökta Petersen-stationerna jämfört med *Abra*-samhället i Öresund (Göransson 1999).

Klass	Station (särskilt bedömningsgrund inom parentes)
1 Opåverkat till obetydligt påverkat	P2, P3, 10
3 Något påverkat	9 (låg biomassa), 13
4 Tydligt påverkat	-
5 Kraftigt påverkat/utslaget	-

Slutligen bör man på frågan: "Var det bättre förr?" troligen svara ja när det gäller *Abra*-samhället. *Macoma*-samhället verkar stabilt i artsammansättning men biomassan har ökat.

SAMMANFATTNING

I förbindelse med det nye övervakningsprogram NOVANA er der i perioden 5.-6. april 2004 foretaget indsamlinger av bundfauna på 32 stationer i området fra Helsingør til Køge Sønakke i Øresund. Undersökningarna omfattade 96 bottenprov med Van Veen huggare inom det ekstensiva programmet. I NOVANA findes der to bundfaunaprogrammer – et intensivt der i hovedtræk viderfører NOVA-programmet, samt et ekstensivt program der gennemføres hvert sjette år. Foremålet med det ekstensive faunaprogram er at få et detaljeret kendskab til biodiversiteten i de områder der ikke tidligere er undersøgt.

I hela området påträffades totalt 177 taxa (arter och systematiska grupper). Antalet taxa varierade mellan 10 och 49 på de olika stationerna. Det högsta antalet taxa noterades på stationer från 15 meters djup och neråt. Genomgående lägst antal taxa noterades för stationer i Kögebukten, i södra delen av undersökningsområdet.

I relation till Öresundsvattensamarbetets miljömål noterades förhållandevis lågt totalt antal taxa, låg total individtätethet och totalbiomassa på många stationer. Detta skall betraktas med tanke på att proverna tagits tidigt på året. Dessutom kan jämförelsevis låg näringsstatus ha bidragit till låga värden. När det gäller det totala antalet taxa skall också beaktas att endast 3 prov tas per station mot normala 5. När undersökningen upprepas är det viktigt att utföra den vid samma årstid och med exakt samma metodik.

Ett fåtal mer eller mindre ovanliga arter för Öresund påträffades (*Magelona alleni*, *Mediomastus fragilis*, *Parvicardium hauniense* och *Anoplodactylus petiolatus*). Den amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria viridis* påträffades med 2 exemplar på en station. Arten har tidigare närmast påträffats med ett fåtal exemplar på svenska sidan utanför Helsingborg under de sista två åren.

Av de 32 stationerna kan 22 st anses tillhöra *Macoma*-samhället, 6 st anses tillhöra *Abra*-samhället och 4 st anses tillhöra *Amphiura*-samhället med tanke på dominerande arter.

Klusteranalys och Multidimensionell skalning grovindelar stationerna i två huvudgrupper som fysiskt sker genom haloklinen.

Diversitets- och jämnhetsindex samt Benthic quality Index (BQI) har beräknats för samtliga stationer. Värdena varierar kraftigt men är genomgående högre för *Abra*- och *Amphiura*-samhällena än *Macoma*-samhällena. BQI skiljer sig mest mellan olika samhällen.

Enligt BQI-systemet kan merparten av stationerna ner till och med 20 meters djup värderas relativt lågt. De djupare stationerna värderas genomgående högre. BQI, som är ett förslag att värdera på artnivå, är en mycket god ansats. Systemet behöver dock anpassas för olika områden med skilda omvärldsbetingelser. Det finns också fler dimensioner att ta fasta på än just arternas individtätethet.

Resultaten har också ställts i relation till Öresundsvattensamarbetets förslag till operationella miljömål som utgår från vad som är normalt för Öresund. De kriterier som uppställts för *Macoma*-samhället uppfylls mycket väl av flertalet stationer. De kriterier som uppställts för *Abra*- och *Amphiura*-samhället uppfylls däremot i mindre utsträckning än för *Macoma*-samhället.

Positionerna för några av de exstensiva stationerna sammanfaller troligen med 5 av C G J Petersens stationer i Öresund från 1911. Klusteranalys och multidimensionell skalning av data antyder att skillnaden mellan grunda stationer 1911 och 2004 är tämligen liten medan större skillnader föreligger djupare ner mot haloklinen.

Biomassan var ca 2,7 gånger högre 2004 än 1911. Detta kan bero på högre näringsstatus numera och liknande resultat har påvisats tidigare för Öresund och angränsande havsområden.

Resultaten från Petersen-stationerna kan också ställas i relation Öresundsvattensamarbetets förslag till operationella miljömål. Om man vid tillståndsklassningen bortser från den jämförelsevis låga biomassan 1911 bör de 3 stationerna i *Macoma*-samhället kunna anses som opåverkade till obetydligt påverkade både 1911 och 2004. Vid tillståndsklassningen av *Abra*-samhället bör de 2 stationerna 1911 kunna anses som opåverkade, men däremot klassas som något påverkade under 2004. Öresundsvattensamarbetets miljömål borde dock troligen justeras i vissa avseenden.

REFERENSER

- DMU 2003. Opgørelse af skadevirkninger på bundfaunaen efter iltsvindet i 2002 i de indre danske farvande. Faglig rapport fra DMU, nr 456. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Clarke K.R., Warwick R.M. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory.
- Göransson P. 1999. Förslag till operationella miljömål för bottenfaunan i Öresund. *Rapport till Öresundskommittén og Öresundsvandsamarbejdet*.
- Göransson P. 2002. Petersen's benthic macrofauna stations revisited in the Öresund area (southern Sweden) and species composition in the 1990's – signs of decreased biological variation. *Sarsia* 87:263-280.
- Göransson P, Börjesson L & M Karlsson. 2004. Kustkontrollprogram för Helsingborg 2003. *Rapport till Miljönämnden i Helsingborg 2004*.
- Hagerman L. 1969. Fältfauna. Marina djur 1. Natur och Kultur. Stockholm 1969.
- Hartmann-Schröder G. 1996. Polychaeta. Die Tierwelt Deutschlands. 58 Teil. *Gustav Fischer Verlag. Jena 1996*.
- Hein M, Brøns Hansen J, Holm Ditlevsen G, Burgdorf Nielsen J, Rasmussen J, Sørensen K & L A Angantyr. Overvågning av Øresund 2001. Fredrikborgs Amt, Københavns Amt, Københavns kommune og Roskilde Amt.
- Josefson A B. & B Rasmussen. 2000. Nutrient retention by benthic macrofaunal biomass of Danish estuaries: importance of nutrient load and residence time. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 205-216.
- Kirkegaard J B. 1996. Havbørsteorme, II. Sedentaria. – Danmarks Fauna 86: 1-451.
- Margalef R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. syst.* 3: 36-71.
- Pearson T H & Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann Rev.* 16: 229-311
- Petersen C G J. 1913. Havets bonitering II. Om havbundens dyresamfund og disses betydning for den marine zoogeografi. *Den danske biologiske station XXI. Kjøbenhavn 1913*.
- Pielou E C. 1969. An introduction to mathematical ecology. *Wiley interscience. N. Y. 1969*.

- Rhoads D C, McCall P L & Y Yingst. 1978. Disturbance and production on the estuarine seafloor. *Am Sci.* 66: 577-586.
- Rosenberg R, Blomquist M, Nilsson H C, Cederwall H & A. Dimming. 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.* 49: 728-739.
- Tunberg B. 1998. Övervakning av mjukbottenfauna längs Sveriges västkust. Sammanfattande rapport över utvecklingen 1996-1997. Långtidstrender. Klimatpåverkan. *Naturvårdsverket. Kristinebergs Marina Forskningsstation.* 12 sid.
- Waldock M J, J E Thain & M E Waite. 1987. The distribution and potential toxic effects of TBT in UK estuaries during 1986. *Appl. Organomet. Chem.* 1: 287-301
- www. DMU. dk. Danmarks Miljøundersøgelser. Udbredelse av iltsvind. Medio september & medio oktober 2003.
- Öresundsvattensamarbetet. 2003. Tillförsel av kväve och fosfor till Öresund 2003. Öresundsvattensamarbetets sammanställning av näringsbelastningssituationen i Öresund från 1990 till 2003.