

Haploops-samhället och *Modiolus*-samhället
utanför Helsingborg
2000-2009



Peter Göransson, Stina Bertilsson Vuksan,
Josephine Karlfelt & Lena Börjesson
Miljönämnden i Helsingborg

Titel: *Haploops-* och *Modiolus*-samhället utanför Helsingborg 2000-2009.

Utgiven av: Miljönämnden i Helsingborg

Författare: Peter Göransson, Stina Bertilsson Vuksan, Josephine Karlfelt & Lena Börjesson.

Särkilt tack till: Per Bengtsson, Ven, Dick Göransson, Råå, Anita Göransson, Kommunstyrelsens förvaltning i Helsingborg, Maria Hansson, Havsfiskelaboratoriet, Ebbe Kanneworff, Hornbaek, Magnus Karlsson, Höganäs, Claes Nihlén, Miljöförvaltningen i Helsingborg, Michael Olesen, Köpenhamns Universitet, Erik Persson, Miljöförvaltningen i Helsingborg, Anna Rydberg, Kommunstyrelsens förvaltning i Helsingborg, Ann-Turi Skjevik, SMHI, Ole Tendal, Köpenhamns Universitet och Anders Tengberg, Göteborgs Universitet.

Foto: Peter Göransson © där inget annat anges.

Akvareller: Sven Bertil Johnson

Beställningsadress: Miljöförvaltningen, S-251 89 Helsingborg

Utgivningsår: 2010

ISBN: 978-91-85867-17-2

Upplaga: 500

Tryckeri: Elanders, Malmö

Copyright: Innehållet i denna rapport får gärna citeras eller refereras med uppgivande av källa. Foto och akvareller kräver särskild överenskommelse.

Omslaget visar det typiska *Haploops*-samhället och *Modiolus*-samhället på 30 meters djup i Öresund. *Haploops* är små kräftdjur som lever inuti lerrör och *Modiolus* är hästmusslor som bildar musselbankar. Båda samhällena utgör miljöer där många arter trivs tillsammans. Akvareller av Sven Bertil Johnson.

Haploops-samhället och *Modiolus*-samhället
utanför Helsingborg
2000-2009

Peter Göransson, Stina Bertilsson Vuksan,
Josephine Karlfelt & Lena Börjesson
Miljönämnden i Helsingborg 2010



HELINGBORG

INNEHÅLL

ABSTRACT	6
SAMMANFATTNING.....	7
INLEDNING.....	8
METODIK.....	11
RESULTAT.....	13
OMVÄRLDSFÖRHÅLLANDEN 2000-2009	13
HYDROGRAFI 1999-2009	15
Ytvatten.....	15
Bottenvatten	15
Temperatur i längre perspektiv.....	17
Fiskbestånd 2000-2009	18
Sediment.....	20
BOTTENFAUNA.....	20
Faunans sammansättning	20
Rödlistade arter.....	25
Övriga, för Öresund, mer ovanliga arter	29
Utvecklingen på stationerna HA och P4 2000-2009.....	32
Huvudvariabler	32
Benthic Quality Index	34
Huvudvariabler i relation till Benthic Quality Index.....	35
Klusteranalys och multidimensionell skalning (MDS).....	36
Regimskiftet på station HA.....	37
Långsiktig, historisk, utveckling	38
Kortsiktig utveckling, 2000-2009.....	39
Utvecklingen för grupper av arter med olika egenskaper	41
Trender för enskilda arter	41
Station HA.....	41
Station P4	43
Tillståndsklassning för <i>Haploops</i> -samhället enligt förslag från Öresundsvattensamarbetet	43

Kompletterande observationer från bottenskrapningar i Knähakenområdet 1998-2009	45
Jämförelser av djurens medelstorlek då och nu	52
Förekomsten av kräftdjuret <i>Ulophysema</i> då och nu	52
Tillståndsklassning för <i>Modiolus</i> -samhället enligt förslag från Öresundsvattensamarbetet	54
AVSLUTANDE DISKUSSION	56
Tänkbara förklaringar till Haploops tillbakagång.....	56
Bottentrålning.....	56
Syrebrist.....	57
Minskad sedimentation av föda beroende på ökad omsättning i pelagialen eller förändrad primärproduktion	57
Ökad predation (bytesuttag) från bottenfisk	58
Klimatförändringar.....	60
Miljögifter	60
De troligaste orsakerna	60
Några förslag	61
REFERENSER	63

APPENDIX

Tillkommande tabeller och figurer.

Artlista för stationerna HA och P4 med synonymer.

ABSTRACT

The *Haploops*-community and the *Modiolus*-community outside Helsingborg 2000-2009.

The benthic fauna at two stations on 28 meters depth outside Helsingborg was monitored during ten years, 2000-2009. The stations hold two different communities, *Haploops*- and *Modiolus*, already described locally in the 1800s, but are today rare in Scandinavia.

Totally 274 taxa were registered, a few species possibly new to the area, and eight are red-listed by the Swedish species information centre: *Crenella decussata*, *Euspira pallida*, *Abra prismatica*, *Inachus dorsettensis*, *Sabellides octocirrata*, *Musculus niger*, *Ophiura robusta* and *Stomphia coccinea*. About one fourth to one third of the taxa has an arctic-boreal distribution and about half has a reproduction connected to the seafloor.

The results from 2000-2009 point above all to a sharp decrease in the *Haploops*-community. The observed changes can possibly be regarded as a regime shift to an *Amphiura*-community. Further studies may possibly confirm what could have happened in the 1900s in a large area in the southeast Kattegat where *Haploops* dominated earlier. Comparable weak quantitative results were noted even for the *Modiolus*-community. Comprehensive sampling with dredge gives however, a valuable complementing picture of the large fauna, and points to a relatively stable long-term echinoderm fauna composition.

The observed changes of the fauna can possibly depend on oxygen deficiency in combination with weak recruitment. Several signs point to a comparable weak recruitment of benthic animals in the 2000s. This could depend on food shortage caused by low sedimentation of phytoplankton to the seafloor or increased predation on larvae. Low primary production and increased turnover in the pelagial system could have led to decreased sedimentation of plankton. High mean temperature and low oxygen concentration in the bottom-water 2007 coincides with low occurrence of benthic animals and fish. Climate-change with increased temperatures have probably great significance for arctic-boreal species with reproduction connected to the seafloor, oxygen conditions, primary production and stratification of the water column in the Öresund. Other explanations are bottom-trawling and predation from benthic fish. There is however no certain explanation which points to the urgent need of knowledge which leads to the right measures to protect the unique fauna-communities.

The evaluation of the results shows that no single measure gives a relevant picture of changes of the benthic fauna. It is important to know what can be regarded as normal to an area. Spreading of such knowledge to the public could also increase the will to administer the marine environment in a sustainable manner.

Proposals to better understand impacts from several factors on the deep benthos habitats are presented. However, to save the last remnants of the *Haploops*-community in the Öresund it is suggested that the protected area of Knähaken marine reserve is increased. The area around the island Ven should also be protected against all forms of impact on the seafloor. Both *Haploops* spp and *Modiolus modiolus* should be especially protected, because they have decreased for a long period and because they create valuable habitats for other species.

SAMMANFATTNING

Bottendjuren på 28 meters djup i Öresund utanför Helsingborg har studerats under tioårsperioden 2000-2009. Här finns två olika djursamhällen, *Haploops*- och *Modiolus*-samhället, som beskrevs lokalt redan under 1800-talet, men är idag sällsynta i Skandinavien.

Totalt registrerades 274 arter, några möjligen nya för området, och åtta rödlistade av ArtDatabanken: *Crenella decussata*, *Euspira pallida*, *Abra prismatica*, *Inachus dorsettensis*, *Sabellides octocirrata*, *Musculus niger*, *Ophiura robusta* och *Stomphia coccinea*. Omkring en fjärdedel till en tredjedel av arterna har nordlig, arktisk-boreal utbredning och omkring hälften har fortplantning knuten till botten.

Resultaten från 2000-2009 pekar framförallt på kraftigt minskad förekomst av *Haploops*-samhället, där främst arter med nordlig utbredning och fortplantning knuten till botten samt rovdjur gått tillbaka. De iakttagna förändringarna kan troligen betraktas som ett regimskifte till ett *Amphiura*-samhälle. Fortsatta studier kan eventuellt bekräfta vad som kan ha hänt under 1900-talet i ett stort område i sydöstra Kattegatt där tidigare *Haploops* dominerade. Jämförelsevis svaga kvantitativa resultat noteras även för *Modiolus*-samhället. Omfattande provtagning med bottenskrapa ger en värdefull kompletterande bild av den större faunan och pekar dock på en långsiktigt relativt stabil tagghudingfauna.

De iakttagna förändringarna kan hypotetiskt bero på syrebrist i kombination med svag föryngring. Det finns flera tecken på jämförelsevis svag föryngring av bottendjur på 2000-talet. Detta kan bero på födobrist orsakad av låg sedimentation av växtplankton till botten eller ökad betning på bottendjurens larver. Låg primärproduktion och ökad omsättning i den fria vattenmassan kan ha inneburit låg sedimentation av plankton. Hög medeltemperatur och låga syrehalter i bottenvattnet 2007 sammanträffar med låg förekomst av bottendjur och fisk. Klimatförändringar med ökade temperaturer har troligen stor betydelse för nordliga arter med fortplantning knuten till botten, syreförhållanden, primärproduktion och skiktning av vattenpelaren i Öresund. Andra möjliga förklaringar är bottenrålning eller förändringar av bytesuttag från bottenfiskar. Det finns alltså inga säkra förklaringar till de observerade förändringarna vilket pekar på behovet av kunskapsinhämtning för att på rätt sätt skydda de unika djursamhällena.

Flera förslag presenteras som skulle förbättra möjligheterna att bättre förstå hur de djupa bottenfauna-samhällena påverkas av olika faktorer. Syrehalter i bottenvattnet och primärproduktion/klorofyll bör mätas dagligen med hjälp av stationära sonder. Även pH bör ingå i de reguljära kontrollprogrammen med tanke på nya resultat som pekar på försurning av havsmiljön. Miljögifter i bottenorganismer bör uppmätas regelbundet på djupa botten. Resultaten indikerar att den lokala bottenfaunan har betydelse som födokälla för bottenfiskar och kvantitativa uppskattningar av fiskbestånd bör utföras flera gånger årligen. Traditionella maganalyser av fisk är ett enkelt sätt att undersöka relationer mellan bottendjur och fiskar. Illegal bottenrålning bör förhindras helt så att dess effekter kan uteslutas.

Utvärderingen av resultaten från tioårsperioden visar att inget enskilt mått ger en relevant bild av förändringar av bottenfaunan. Det är viktigt att känna till vad som kan betraktas som normalt för ett område. Spridandet av sådana kunskaper till allmänheten ökar förmodligen viljan att förvalta den marina miljön på ett hållbart sätt.

För att skydda den sista spillran av *Haploops*-samhället i Öresund föreslås en utökning av Knähakens marina reservat söderut till Helsingborgs södra kommungräns samt att all provrålning flyttas från *Haploops*-bottenarna. Även angränsande bottenar kring Ven bör karteras och skyddas. Slutligen borde *Haploops* spp och *Modiolus modiolus* rödlistas av ArtDatabanken, med tanke på att de gått starkt tillbaka under en lång period och med tanke på att de bildar särskilda miljöer som är värdefulla för många andra arter.

INLEDNING

"Öresund har sin hemlighet och rikedom på djupet. Hydrografiskt sett har Öresund knappast sin like, och i det salta bottenskiktet vimlar det av djur"(Gunnar Thorson 1950).

Föreliggande rapport behandlar undersökningar av bottenfauna som har utförts inom ramen för Helsingborgs kustkontrollprogram som regelbundet finansieras av Miljönämnden i Helsingborg. Undersökningarna syftar till att långsiktigt följa utvecklingen av den unika biologiska mångfalden i den djupaste delen av Öresund inom Helsingborgs kommun. Rapporten innehåller dessutom jämförelser med historiska data och är en uppföljning av miljöförvaltningens undersökningar i området 1990-1998.

Den marina bottenfaunan som undersöks inom olika kustkontrollprogram består av bottendjur som är större än 1 mm. I Öresund kan ungefär 1500 olika arter av dessa djur påträffas, varav mer än hälften förekommer regelbundet. Flertalet arter lever nergrävda i botten (infauna) men en del arter lever ovanpå bottenytan eller på vegetation och hårda ytor, till exempel skal och stenar (epifauna).

Bottenfaunan i Öresund har undersökts åtminstone sedan första hälften av 1800-talet, men undersökningarna har utförts oregelbundet, på olika sätt och med olika syften. Under de tidiga undersökningarna användes olika slags skrapor och trålar för att samla in djuren. Detta innebär att det idag är svårt att direkt jämföra med resultaten från dessa undersökningar eftersom redskapen fångar djuren på olika effektivt sätt. Den kvantitativa undersökningsmetodiken infördes redan 1910 i Öresund, då dansken C G J Petersen, som också delade in djurvärlden i olika bottenområden, tog prover med bottenhuggare som greppar över 1/10 m² bottenyta. Flera prover (10-50 st) togs på samma plats för att täcka in den variation som förekommer. Denna metodik, som innebär att man direkt kan jämföra samma plats kvantitativt vid skilda tillfällen, har tyvärr inte börjat användas regelbundet förrän under senare delen av det nyss gångna seklet.

Bottenfaunan kan med rätta betraktas som Öresunds bofasta innevånare eftersom de flesta lever här i många år och är relativt stationära. Därmed får de också utstå alla de prövningar som naturen och människan ställer till med. De utgör också födobasen för många fiskarter och är därför indirekt viktiga både för sport- och yrkesfisket. Bottendjuren omsätter dessutom det organiska material som produceras i ytvattnet och de djupa bottenarna är likaledes "slutstationer" för miljögifter. Miljögifterna kan dock återcirkuleras i ekosystemet och slutligen även påverka människan.

Öresund är ett ovanligt komplicerat område. Östersjön avvattnas via den Baltiska ytströmmen och Kattegatt rinner in vid botten: "Öresund kan liknas vid en fjord eller bakficka till Kattegatt" (Brattström 1950). De starka strömmarna i mötet mellan Kattegatt och Östersjön innebär också att vattenutbytet är ovanligt stort och att två nästan helt skilda vattenmassor flyter ovanpå varandra. Salthaltssprångskiktet (haloklinen), som skiljer de båda vattenmassorna åt, förhindrar till viss del den vertikala transporten av substanser från den övre vattenmassan till djupvattnet. Detta förklarar till exempel varför syrebrist kan uppstå i bottenvattnet trots att ytvattnet kan vara mättat med syre. Föroreningar från lokala källor kan transporteras långt bort från närområdet med de starka strömmarna men föroreningar från perifera källor kan också transporteras till Öresund.



Hans Brattström (1897-2000) utförde omfattande undersökningar av tagghudingarna i Öresund 1933-39. Han upptäckte "Öresundsdjuret" *Ulophyesema oeresundense* som lever inuti sjöborrar (längst till vänster). Bilden tagen vid återbesök på Knähaken 1999.

Bottendjuren påverkas både av den naturliga omgivningsmiljön och av människans aktiviteter. Den naturliga omgivningsmiljön kan indelas i abiotiska (icke biologiska) och biotiska (biologiska) faktorer. De abiotiska faktorerna (till exempel salthalt och temperatur) varierar ovanligt mycket i Öresund och detta utgör en fysiologisk stress för organismerna. De biotiska faktorerna (till exempel konkurrens och rovdjurens bytesuttag) varierar också i tid och rum. Det sammanlagda resultatet av de "normala" abiotiska och biotiska faktorernas påverkan kan kallas "naturlig variation".

Aktuella exempel på onaturlig, av människan inducerad påverkan, är övergödning (förhöjd organisk belastning som kan leda till syrebrist och förändringar i artsammansättning), miljögifter, fysikaliska störningar som muddring och dumpning, bottentrålning och klimatförändringar. Muddring, dumpning och bottentrålning påverkar bottenarna negativt. Dessbättre är det förbjudet att trålfiska i Öresund sedan 1932, men olaglig verksamhet har förekommit. En annan slags mänsklig påverkan utgör introduktionen av främmande arter. Ett nutida exempel är den med ballastvatten införda havsborstmaskan *Marenzelleria viridis*, som numera verkar förekomma årligen på grunda botten i Öresund. Den har dock ännu inte fått samma betydelse i Öresund som i Östersjön, där den i vissa områden konkurrerat ut den normala faunan. Ett annat exempel är kammaneten *Mnemiopsis leidyi* som kan ha stor betydelse för ekosystemet genom att beta ner djurplankton och därmed motverka djurplanktons möjlighet att reglera förekomsten av växtplankton.

På senare tid har man allt mer börjat uppmärksamma klimatförändringar som kan få stora konsekvenser för havsmiljön. Ökade temperaturer kan exempelvis direkt innebära ökad förekomst av varmvattenarter och tillbakagång av kallvattenarter. Hydrografi i Öresund kan också påverkas. En kraftigare barriär mellan ytvatten och bottenvatten kan bli följden av högre temperaturer. Det kan innebära lägre syrehalter i bottenvattnet och längre perioder med syrebrist. Högre temperaturer innebär också lägre löslighet för syre i vattnet och högre syreförbrukning vid nedbrytning av växtmaterial. De ökade halterna av koldioxid i havet innebär också att havet försuras, något som på sikt kan få mycket stora konsekvenser för många organismer och för hela ekosystemet.

Organismernas förekomst ger sannolikt ett integrerat mått på all den sammanlagda naturliga och onaturliga påverkan som förevarit. Det är bara genom att utveckla våra kunskaper om havets innevånare som vi kan skilja "onaturligt" från "naturligt".

Inom Helsingborgs kommun finns två ovanliga bottenfauna-samhällen, *Haploops* och *Modiolus*. *Haploops*-samhället förekommer djupare än 25 meter och har mycket begränsad utbredning i Skandinaviska vatten. Kräftdjursläktet *Haploops* dominerar och åtföljs nästan alltid av musselkräftan *Philomedes brenda* och ormstjärnan *Ophiura robusta*. Täta *Haploops*-samhällen framstår som en "skog" eller "ryamatta" av några centimeter höga platta lerrör som byggs och bebos av kräftdjuren. De stabila omvärldsfaktorererna långt under salthaltssprångskiktet med ett visst inslag av bottenström kan vara förklaringen till förekomsten av detta kräftdjursdominerade samhälle på mjukbotten. Kräftdjuren strukturerar eventuellt den övriga djurvärlden genom att äta upp många andra arters larver. Endast de arter av bottendjur som kan undkomma denna predation kan existera långsiktigt i *Haploops*-samhället. *Haploops*, som huvudsakligen lever av plankton, utgör i sin tur viktig föda för uppväxande torsk men även kolja och många flatfiskar vistas också på denna bottentyp.

På grund av höga salthaltskrav kan *Haploops*-samhället endast existera på västkusten. Vid början av 1900-talet och troligen fram till 1960-talet fanns samhället på bottnar djupare än 25 m i ett stort område i sydöstra Kattegatt och på samma djup från Landskrona och upp till Helsingborg samt i nordligaste Öresund. Under senare år verkar utbredningen ha minskat drastiskt och samhället har framförallt påträffats norr om Ven i Öresund.

Marinbiologerna använde oftast bottenskrapor och små trålar när de undersökte bottendjuren i början av 1900-talet. Eftersom dessa undersökningar endast ger kvalitativa resultat är de svårare att jämföra med kvantitativt. Wilhelm Björck (1888-1975) verkade vid Lunds Universitet i början av 1900-talet. Hans specialitet var kräftdjur och han undersökte ett stort antal stationer 1910-14 i syfte att fastlägga vilka arter som ingick i Öresundsområdets fauna och deras utbredning (Björck 1915). Björck anger 14 stationer med förekomst av *Haploops*, varav 4 som rika. "Arten uppträder således i massa å de utanför 20-meterskurvan liggande lokalerna norr om linjen Landskrona-Ven (Haken), söder härom enstaka" (Björck 1915). Erik Dahl (1914-1999) var specialist på märkräftor och verkade vid Lunds universitet från 1930-talet och fram till våra dagar. Under perioden 1936-46 samlades prover från ett stort antal stationer i Öresund. På 46 av dessa noterades förekomst av *Haploops*. Dahl rapporterar också att utbredningen av *Haploops* ökat sedan Björcks undersökningar (Dahl 1946). Gunnar Thorson anger från 1950-talets undersökningar: "Sundet och det sydliga Kattegatt rymmer ett djursamhälle på lerbotten, *Haploops*-samhället, som på vattendjup över 20 m går tätt intill Vens norra kust" (Thorson 1950). Även Kannevorff (1966) anger rika förekomster i detta område fram till våra dagar. Vid kontroll av dumpning av muddermassor utanför Landskrona, vid undersökningar inom Landskrona kustkontrollprogram och vid kontrollen av den fasta förbindelsen över Öresund noterades också relativt stabila *Haploops*-populationer 1988-2000 på två stationer utanför Landskrona (Göransson & Johansson 1989, Göransson, Johansson & Svensson 1989, Göransson 1994, Göransson 1995, SEMAC 1996-2000). Mycket svaga förekomster rapporteras däremot från Kattegatt under 1990-talet (Göransson 1999). Även från Öresund var individtätheterna på flera stationer jämförelsevis låga under perioden 1989-1999 (Göransson 2002).



Anders Sandøe Ørsted (1816-1862), Carl Georg Johannes Petersen (1860-1928), Wilhelm Björck (1888-1975) och Gunnar Thorson (1906-1971) var marinbiologer som under olika tidpunkter undersökt djurlivet på 30 meters djup utanför Helsingborg. Äldre bilder utan angiven copyright.

Modiolus-samhället har mycket begränsad utbredning i Skandinaviska vatten men finns fullt utvecklat med många arter på ca 30 meters djup vid Knähaken i Öresund. Stark bottenström ger goda födobetingelser för skalbankar av den filtrerande hästmusslan *Modiolus modiolus* som ger en flerdimensionell struktur som har stor betydelse för den samlevande faunan. Musselbankarna fungerar som en slags hårbotten med många olika nischer. Olika arter av epifauna (påväxtdjur) lever både utanpå och inuti skal av levande och döda hästmusslor. Andra arter lever i skrymslena som finns mellan hästmusslorna och förekomsten av bottendjur är också ovanligt rik på mjukbotten invid musslorna. De relativt stabila omvärldsfaktorerna långt under salthaltssprångskiktet i kombination med förekomst av musselbankar är sannolikt förklaringen till varför man funnit det högsta antalet arter i Öresund vid Knähaken. Djurlivet domineras av stora långlivade rovdjur och filtrerare varav flera utgör viktig föda för torsk och många andra fiskarter. Klorocka *Raja radiata* fortplantar sig i Knähakenområdet medan pigghaj *Squalus acanthias* förekommer sparsamt. Stor torsk *Gadus morhua* förekommer under lektid.

På grund av höga salthaltskrav kan *Modiolus*-samhället endast existera på västkusten. Vid början av 1900-talet fanns fullt utvecklade samhällen fläckvis på bottnar djupare än 25 m i ett stort område i södra Kattegatt, Bälthavet och Öresund. Under senare år verkar utbredningen ha minskat drastiskt. Vid Knähaken utanför Helsingborg, som var den rikaste lokalen redan i början av 1900-talet, finns fortfarande *Modiolus*-samhället rikt representerat inom ett mindre område.

Anders Sandøe Ørsted (1816-1862) redovisar förekomst av hästmusslor *Modiolus modiolus* och associerade arter i Öresund redan 1844 (Ørsted 1844). Det var dock Carl Georg Johannes Petersen (1860-1928), pionjär när det gäller kvantitativa undersökningar av bottenfauna, som rapporterade mera detaljerat från Knähaken 1911 och 1916. Hans resultat från *Modiolus*-samhället i Öresund är därför nästan direkt jämförbara med dagens resultat. Hans Brattström (1897-2000) var verksam i Lund under 1930- och 1940-talen och var specialiserad på tagghudingar som han behandlade i sin avhandling (Brattström 1941). Knähaken var hans favoritlokal i Öresund och här fann han också ett nytt djur för vetenskapen, kräftdjuret *Ulophysema oeresundense*, som lever inuti grävande sjöborrar (Brattström 1947). Under 1990 utfördes en större undersökning i Knähakenområdet som syftade till att översiktligt kartlägga faunan och som utmynnade i ett förslag till bildandet av ett marint naturreservat (Göransson och Karlsson 1998). Göransson (2002) pekar på relativt svag förekomst av *Modiolus*-samhället i Öresund 1989-1999.

Utbredningen av både *Haploops*- och *Modiolus*-samhället har alltså konstaterats gått mycket starkt tillbaka i Kattegatt och Öresund under 1900-talet. På de djupa bottenarna i Öresund norr om Ven och utanför Helsingborg finns dock begränsade förekomster av de båda samhällena. Av detta skäl inrättades Knähaken som marint reservat av Helsingborgs kommun 2001. Helsingborgs Miljöförvaltning övervakar årligen de båda stationerna P4 (*Modiolus*-samhälle) och HA (*Haploops*-samhälle) som troligen är de enda stationer i Skandinavien där dessa samhällen övervakas regelbundet.

METODIK

Stationerna P4 och HA har valts för att kvantitativt spegla förhållandena och utvecklingen i de två ovanliga djursamhällena, *Modiolus* och *Haploops*, i de djupaste delarna av Helsingborgs kommun, tabell 1, figur 1. Station P4 ligger centralt i Knähakens marina reservat och HA ligger strax söder om reservatet, på gränsen till Landskrona kommun. Positionsbestämning har gjorts med D-GPS satellitnavigator vilket innebär en största avvikelse på ca 10 m. Avdrift vid provtagningarna kan dock medföra upp till ca 50 meters avvikelse mellan olika bottenprov.

Båda stationerna etablerades dock redan under tidigt 1900-tal, station 4 (=P4) som typstation för *Modiolus*-samhället (Petersen 1913) och station 39 (~HA) uppvisade mycket rik förekomst av *Haploops*-samhället (Björck 1915). Positionen för P4 har tagits från Carl Georg Johannes Petersens

originalsjökort. Petersen besökte station 4 vid två tillfällen 1911 och 1916. Hans Brattström tog prover med bottenkrapa i området 1933-39 (Brattström 1941). Positionen för Wilhelm Björcks station 39 finns endast ungefärligt beskriven och läget är möjligen något sydligare än för station HA som ligger precis på gränsen till Landskrona kommun. Björck besökte station 39 två gånger, 1910 och 1914. Provtagningarna under det tidiga 1900-talet gjordes under försommar och tidig höst. Även Erik Dahl tog prover i samma område under perioden 1936-46 (Dahl 1946). Dessutom har prover tagits på de båda stationerna under 1990-talet (Göransson 2002). Man bör vara uppmärksam på att kvantitativ jämförbarhet endast föreligger mellan Petersens data från början av 1900-talet och data från och med 1990, då bottenhuggare använts. Under mellanperioden användes bottenkrapor vid provtagningarna varför endast kvalitativa jämförelser är möjliga mellan dessa och recenta data.

Under perioden 2000-2009 har prover tagits under våren vissa år och under hösten vissa år för att få en uppfattning om variationer mellan olika årstider.

Tabell 1. Positioner, djup, substrat och organisk halt (% glödförlust) för mjukbottenfaunastationer söder om Helsingborg 2000-2009.

Station	Position	Djup, m	Substrat	Organisk halt %	Tidigare besök
P4	55 57 42 - 12 41 40	28	Siltig sand	0,7	Petersen 1911 och 1916 Brattström 1933-39 Göransson 1990
HA	55 59 87 - 12 41 37	27	Sandig silt	3,0	Björck 1910 och 1914 Dahl (1936-46) Göransson 1992 (opubl)

Provtagning har skett med undersökningsfartyget Sabella. På varje station togs fem faunaprover med Smith-McIntyre bottenhuggare som används som standardredskap längs svenska västkusten. Proverna sållades i 1.0 mm såll och konserverades i 95 % etanol. Sedimentet bedömdes visuellt avseende typ, färg och lukt. Under 2000 analyserades sedimentet med avseende på organisk halt (Tabell 1). Under perioden 2000-2009 uppmättes sedimentets redoxpotential på station HA vid 5 tillfällen. På station P4 är detta svårt att utföra på grund av den grova sedimentstrukturen och har därför endast uppmätts en gång under tioårsperioden. Mätningar av redoxpotential har utförts enligt anvisningar vid interkalibrering för bottenfauna på Västkusten 1994.



De bottenhuggare som används idag har sitt ursprung i Petersen-huggaren (till vänster). Smith-McIntyre-huggaren (Aberdeen-huggaren, till höger) används som standardredskap längs svenska västkusten.

På laboratoriet artbestämdes och räknades faunan under preparermikroskop. Svårbedömda arter granskades under genomlysningmikroskop. Alla taxa (arter och systematiska grupper) vägdes som våtvikt efter avtorkning mot läskpapper. Längdmätning har skett på märklkraftorna *Haploops tubicola* och *Haploops tenuis*, ormsjärnan *Ophiura robusta* samt sjöborrarna *Echinocardium cordatum* och

Echinocardium flavescens. Efter analys konserverades djuren i 80 % etanol och transporterades till Zoologiska Museet i Lund, där de förvaras i ett miljöarkiv.

Förutom traditionella undersökningar av mjukbottenfaunan med bottenhuggare genomförs årligen ett stort antal bottenkräp i den sydligaste delen av det marina reservatet Knähaken där denna aktivitet är tillåten. Detta utförs i samband med marin miljöinformation till skolklasser. Fältanteckningarna från dessa provtagningar har sammanställts för att ge en bild av eventuella förändringar.

Utvärdering av bottenfaunadata har skett med MDS-ordination och klusteranalys på dubbelrot-transformerade data och Bray-Curtis likhetskoefficient enligt PRIMER (Clark & Warwick 1994) och med Benthic Quality Index, BQI, (Anon 2007). Det senare används som mått på miljötilståndet för bottenfaunan i Sverige enligt EU:s vattenramdirektiv. Utvärdering har också skett genom att jämföra resultaten med förslag till operationella miljömål för bottenfaunan i Öresund (Göransson 1999). Detta innebär att resultaten ställs i relation till vad som brukar finnas på motsvarande botten i Öresund. Trender har utvärderats med traditionell regressionsanalys.

Hydrografidata som används i denna rapport är hämtade från SMHIs databas SHARK (Svenskt HavsARKiv). Data har tagits fram inom svensk samordnad miljöövervakning av Naturvårdsverket. Data från provfiskeri med undersökningsfartyget Argos har erhållits från Havsfiskelaboratoriet (Maria Hansson).

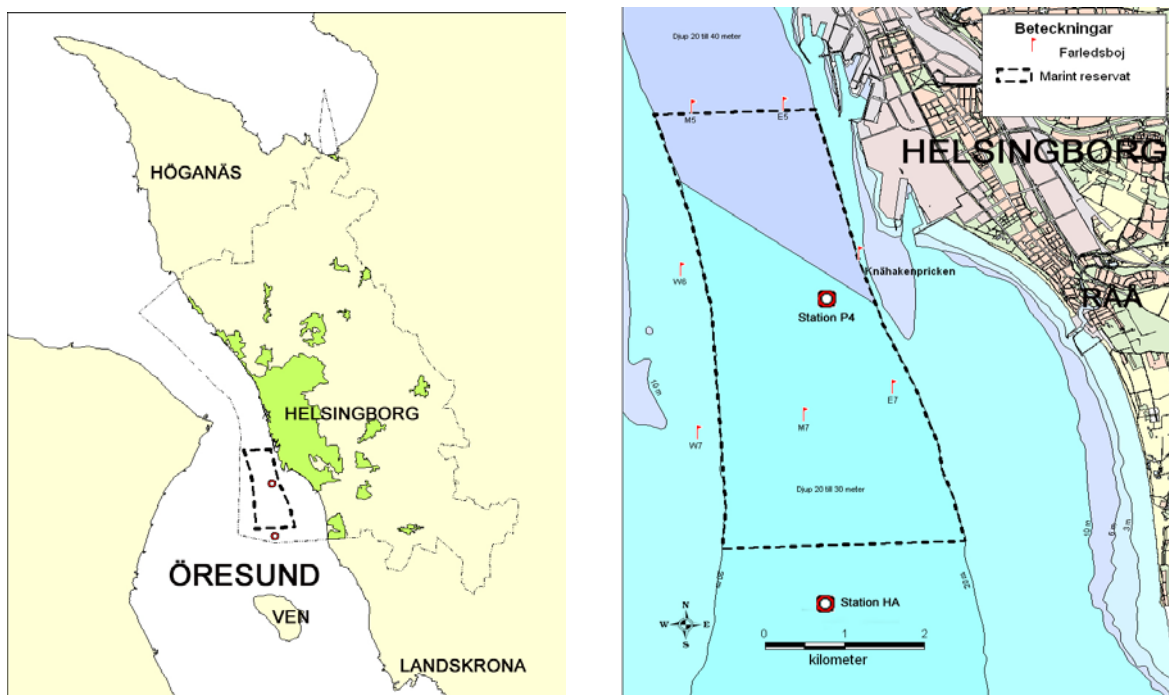


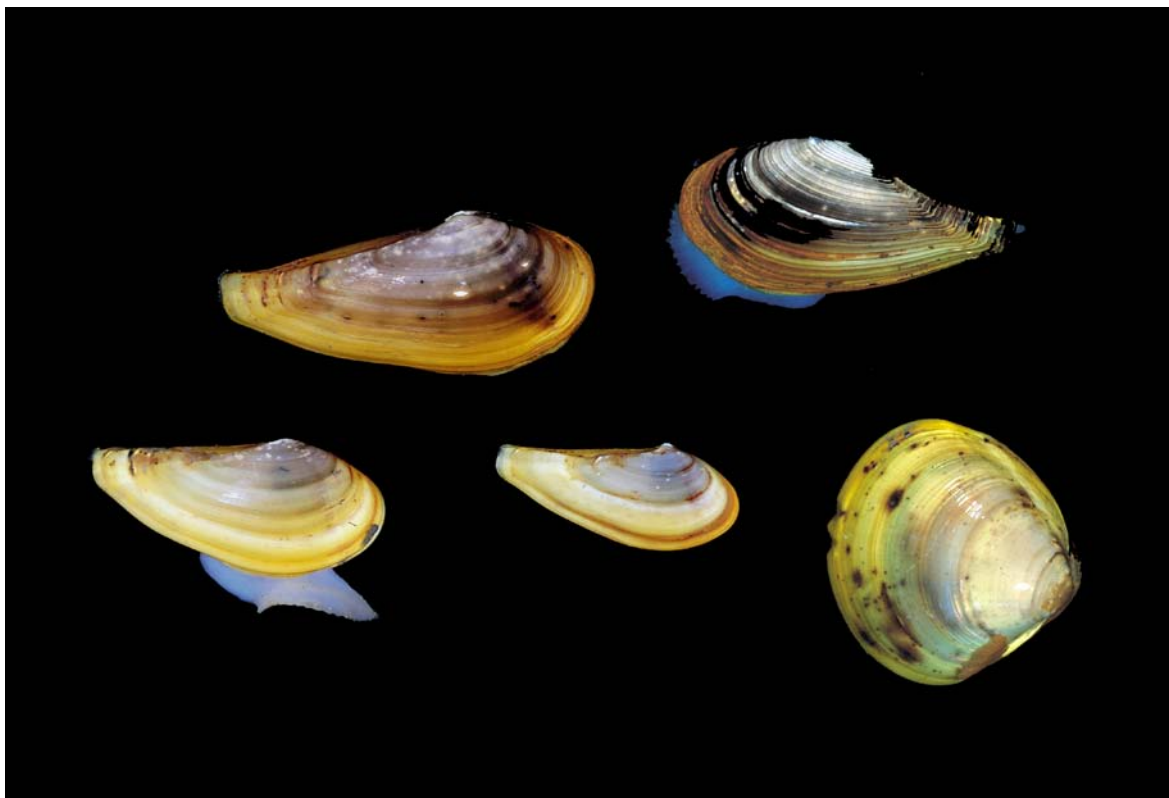
Fig. 1. Mjukbottenfaunastationerna P4 och HA utanför Helsingborg. Till vänster översiktsskarta med gränser för Knähakens marina reservat inlagda. Till höger detaljerad karta med djupkurvor.

RESULTAT

OMVÄRLDSFÖRHÅLLANDEN 2000-2009

Som inledningsvis nämnts påverkas bottenfaunan av ett flertal faktorer. Variationer i salthalt och temperatur utgör en fysiologisk stress för organismerna. Koncentrationerna av näringsämnen är grundstenarna för produktion av växtplankton och alger som i sin tur utgör föda för bottenfaunan. Bottenfiskar lever av bottenfauna och kan därför påverka deras förekomst.

När det gäller miljögifter har endast metaller i sediment undersökts på de båda stationerna under år 2000. Förhållandevis låga halter noterades för samtliga element (Göransson et al 2001). Detta beror till stor del på att bottenarna kan karakteriseras som transportbottnar där finpartiklar endast deponeras tillfälligt. Undersökningar av tennorganiska föreningar i sediment och musslor pekar dock på mycket höga halter i musslan *Nuculana pernula* på djupa bottenar i Öresund (Strand et al 2003). Även om ingen uppföljning utförts kan man anta att halterna minskat efter förbudet mot användning i båtbottnfärger. Resultaten pekar dock på nödvändigheten av att framgent använda bottenorganismer för att följa utvecklingen av miljögifthalter i Öresund.



De djupa havsbottenarna är "slutstationer" för miljögifter. Depositionsätande musslor (äter föda som deponeras på botten) ackumulerar miljögifter effektivt. Detta gör det möjligt att spåra föroreningar som i det närmaste är omöjliga att uppmäta i havsvattnet. *Nuculana pernula* (tre till vänster), *Nuculana minuta* (överst till höger) och *Ennucula tenuis* (nederst till höger) är typiska för Öresund.

Fysikaliska störningar i form av muddring och dumpning har inte skett i undersökningsområdet under perioden 2000-2009. Fiskeriverkets undersökningsfartyg Argos har bottentrålat på samma ställe två gånger årligen under större delen av undersökningsperioden. Olaglig trålning har också förekommit och trålare har uppbringats av kustbevakningen norr om Ven, åtminstone vid något tillfälle under perioden, enligt muntlig uppgift från kustbevakningen. Det är okänt om hur omfattande den senare verksamheten varit under perioden. På senare tid har framkommit att olaglig trålning förefaller ske regelbundet i Kattegatt (<http://www.greenpeace.org>). Det är av största vikt att olaglig trålning beivras i Öresund, så att man kan garantera att det finns åtminstone ett referensområde som inte trålas. Därmed blir det också lättare att dra slutsatser av annan miljöpåverkan.

Klimatförändringar kan få stora konsekvenser för havsmiljön. Temperaturtrender för perioden 1999-2009 presenteras därför både för yt- och bottenvattnet. Ett år före bottenfaunaundersökningarna har lagts till eftersom t ex syre- och produktionsförhållanden redan 1999 kan påverka bottenfaunaresultatet 2000. Hydrografen under hela 2009 kan däremot inte förväntas påverka faunan eftersom de sista proverna togs under våren. Diskussionen om försurningen av havet är så pass ny att det tyvärr ännu inte föreligger sammanhängande data för den undersökta perioden.

HYDROGRAFI 1999-2009

Eftersom det inte pågår hydrografiska mätningar på eller i anslutning till de båda bottenfaunastationerna har data hämtats från SMHI:s månatliga undersökningar i Landskronadjupet, som ligger 1-1,5 landmil söder om stationerna HA respektive P4. Grovt sett antas förhållandena vara ungefär desamma i Landskronadjupet som på de båda bottenfaunastationerna, men det vore naturligtvis önskvärt att hydrografidata och bottenfaunadata hämtats från samma plats. I framtiden borde mätningarna ske med större kontinuitet och särskilt gäller detta syrehalter som har stor betydelse för fiskar och bottendjur. Detta kan utföras med hjälp av fast utplacerade mätsonder.

Ytvatten

Två statistiskt signifikanta trender kan konstateras i ytvattnet under vintern för åtta variabler för perioden 1999-2009 (Appendix, Tabell 2). Ökning noteras för totalfosfor medan minskning noteras för nitratkväve. Ökningen av fosforhalter beror troligen på fosfor som ökat i Östersjövattnet efter frigörelse från sediment i Östersjön och transporteras norrut längs svenska kusten med den Baltiska ytströmmen. Minskningen av kvävehalter beror troligen på minskad belastning efter åtgärder i jordbrukslandskapet och införande av kväverening vid reningsverk. Eftersom främst kväve är begränsande för växtplanktonproduktionen i Öresund borde detta leda till lägre primärproduktion.



I den traditionella övervakningen av hydrografi tas i regel prover en gång i månaden med vattenhämtare (till vänster). Mätning med stationär sond (till höger) är att föredra eftersom man då erhåller kontinuerliga dataserier.

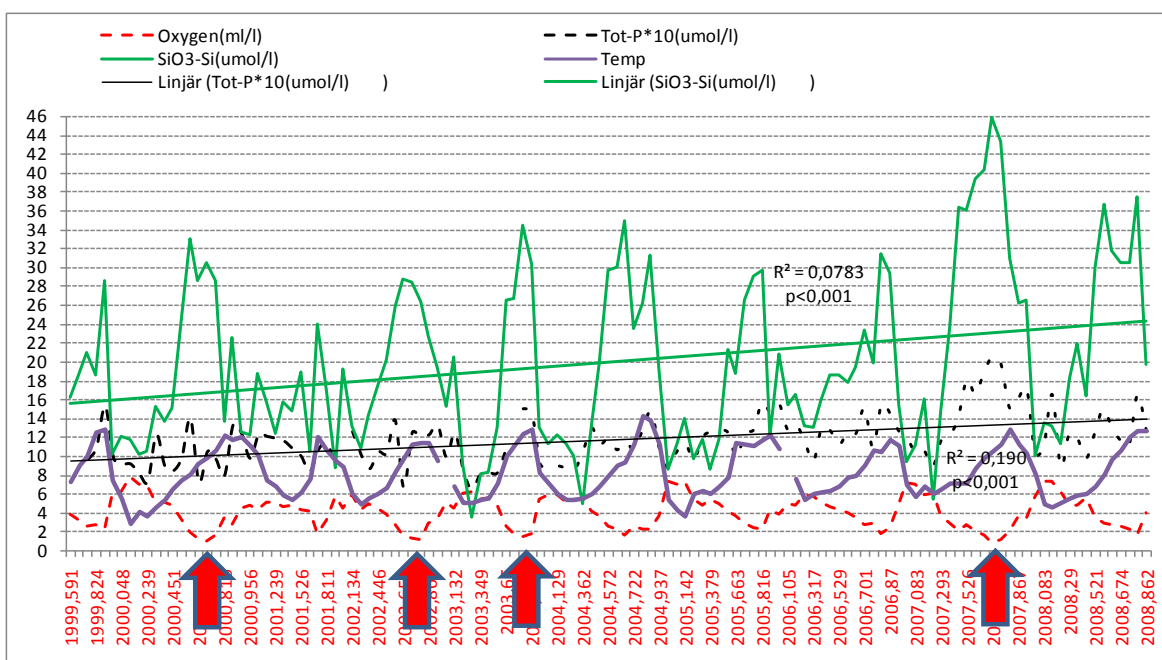
För sommaren (augusti) kan endast en statistiskt signifikant trend konstateras i ytvattnet för perioden 1999-2008 (Appendix, Tabell 3). En ökning noteras för totalfosfor vilket troligen beror på ökningen i Östersjön, som ovan nämnts.

Bottenvatten

Hela fyra statistiskt signifikanta ökande trender kan konstateras i bottenvattnet för åtta variabler för perioden 1999-2008 (Appendix, Tabell 4). Detta gäller temperatur, fosfatfosfor, totalfosfor och silikat. Den ökade temperaturen kan vara ett resultat av den globala uppvärmningen och har även noterats i närbelägna delar av Kattegatt (Edman et al 2008). Ökningen av fosforhalter beror troligen på fosfor som ökat i Östersjövattnet efter frigörelse från sediment i Östersjön och transporteras norrut längs svenska västkusten med den Baltiska ytströmmen. Även om skiktningen i Öresund är kraftig förefaller det som om en del fosfor blandas ner i bottenvattnet. Ökningen av silikat är mera oväntad och kan antingen bero på ökad tillförsel från land och/eller ackumulation i bottenvattnet

från nedbrutna kiselalger eller på grund av utebliven planktonblomning. Eftersom Öresunds bottenvatten kommer från Kattegatt har dessa frågeställningar främst diskuterats med SMHI som är ansvariga för kustkontrollen där. De hävdar att den mest troliga förklaringen till ökade silikathalter är minskad planktonproduktion (Ann-Turi Skjevik, SMHI pers komm).

Ökningar av silikat- och fosforhalter observeras framförallt från och med 2007, då även en kraftig syrebrist noterades, figur 2. 2007 var ett år med mycket hög avrinning från land vilket kan ha bidragit till de höga kisel- och fosforhalterna. Det regniga året med få soltimmar kan också inneburit lägre primärproduktion än normalt.



Figur 2. Utvecklingen av syrehalter (oxygen), totalfosfor (Tot-P), silikat (SiO₃) och temperatur på 30 meters djup i Landskronadjupe i Öresund 1998-2008. Röda breda pilar visar tidpunkterna för de kraftigaste syrebristerna (< 2 ml/l uppskattat minst 1 månad) under perioden. Hydrografidata från SMHI:s databas SHARK.

När det gäller halterna av syre, totalfosfor, silikat och temperatur finns negativa samvariationer mellan halterna av syre och de båda näringsämnena samt temperatur, tabell 5. Relationen mellan näringsämnena och syre har diskuterats med flera experter inom området, men ingen som tillfrågats har kunnat ge någon entydig förklaring till detta resultat. Den mest troliga förklaringen är dock att kiselhalter främst byggs upp genom sedimentation av kiselalger (M Olesen, Köpenhamns Universitet, pers komm). Det är också logiskt att nedbrytningen av dessa alger tär på syrehalterna i bottenvattnet, därav den negativa samvariationen mellan syrehalt och kiselhalt.

Den negativa relationen mellan syre och temperatur är mera lätt att förklara. Syrets löslighet minskar vid stigande temperatur och nedbrytningen av organiskt material som tär på vattnets syreförråd minskar också liksom skiktningen av vattenpelaren som försvårar syretransporten från ytvatten till bottenvatten. Ökningen av temperaturen i bottenvattnet är därför särskilt oroande.

Tabell 5. Korrelationstabell (Spearman) för syre, totalfosfor, silikat och temperatur på 30 m djup i Landskronadjupet (W Landskrona) 1999-2008. Data från SMHI:s databas SHARK.

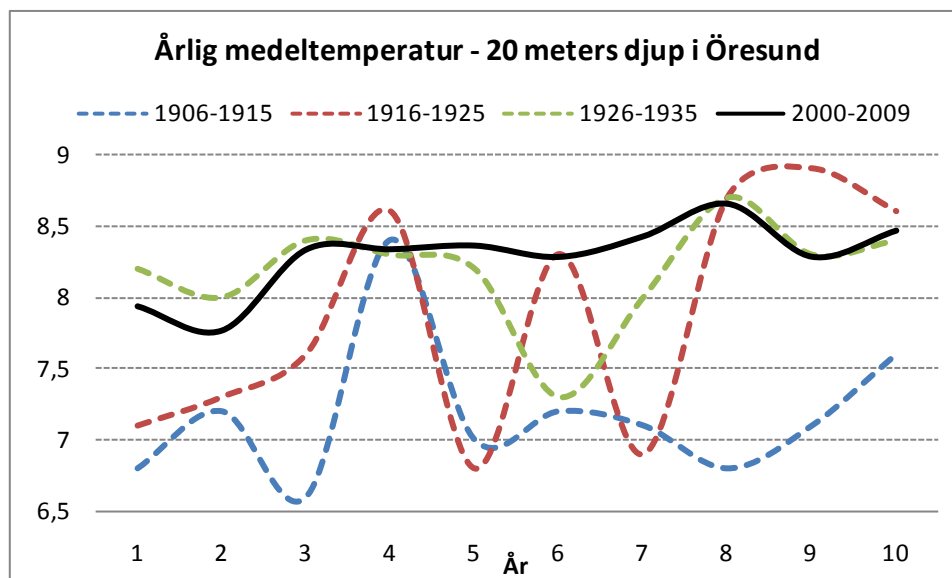
Variabel	Totalfosforhalt	Silikathalt	Temperatur
Syrehalt	$R_s = -0,489$ $p < 0,001$ $n = 122$	$R_s = -0,887$ $p < 0,001$ $n = 124$	$R_s = -0,732$ $p < 0,001$ $n = 148$

De lägsta uppmätta syrehalterna under perioden 1999-2009 noteras för höstarna 2000, 2002, 2003 och 2007. Då uppmättes lägre halter än 2 ml/l löpande vid minst två tillfällen med en månads mellanrum. Detta är förhållanden som gör att man kan misstänka negativa effekter på faunan av syrebrist. Eftersom mätningarna endast sker en gång per månad är de reella minimihalterna okända och varaktigheten av syrebristen mycket osäker. Mätningarna indikerar dock att de allra sämsta syreförhållandena inträffade under hösten 2007.

Temperatur i längre perspektiv

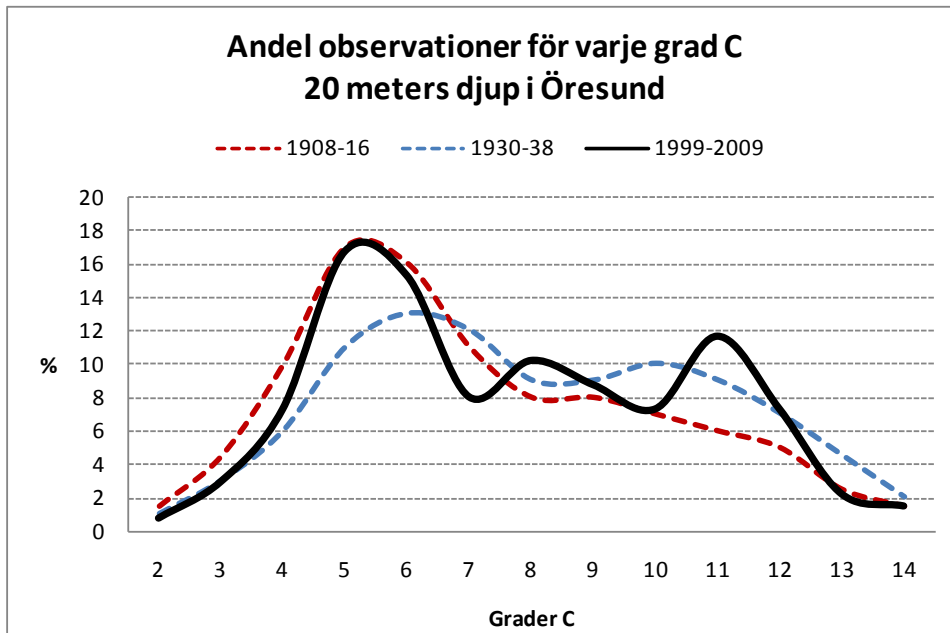
Dahl (1946) redovisar temperaturvärden för perioden 1906-38 från Lappegrund på 20 meters djup i Öresund. Han visar att det finns en temperaturökning mellan början av 1900-talet och fram till 1930-talet och anser att detta förklarar framgången för sydliga märkräfter och tillbakagången för nordliga märkräfter i Öresund.

Fyrskippet Lappegrund finns inte längre men platsen ligger endast ungefär 2 landmil från Landskronadjupet där SMHI numera mäter varje månad. En grov jämförelse bör alltså vara möjlig mellan 20-metersnivån i Landskronadjupet och Lappegrund, figur 3. Av denna framkommer att temperaturen numera ligger jämförelsevis högt under alla år, medan variationer var större under alla tidigare perioder. Detta borde långsiktigt gynna sydliga arter under 2000-talet, relativt sett. Arter som kräver perioder med låga temperaturer i sin utvecklingscykel borde dessutom relativt sett missgynnas. Medelvärdet för 2007 är högre än för andra år under perioden 2000-2009.



Figur 3. Årlig medeltemperatur 1906-15, 1916-25, 1926-35 och 2000-2009 på 20 meters djup vid Lappegrund och i Landskronadjupet i Öresund. Hydrografidata från Dahl (1946) SMHI:s databas SHARK.

När det gäller frekvensen observationer för olika temperaturer, figur 4, är skillnaderna mellan olika perioder däremot inte så tydliga.

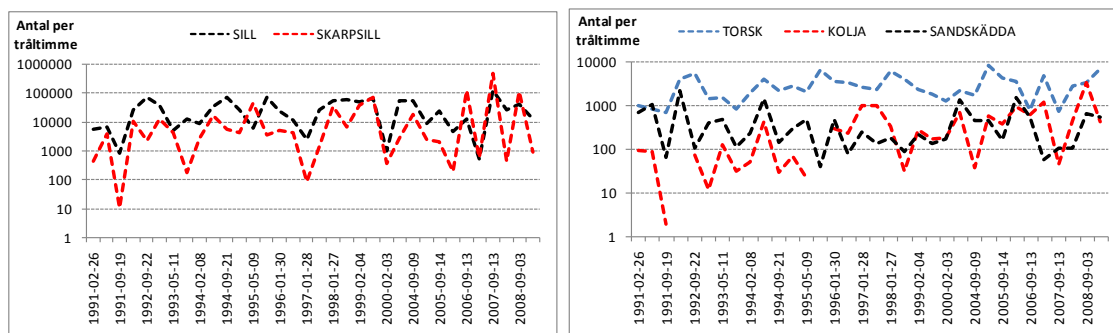


Figur 4. Andel observationer för varje grad C 1908-16, 1930-38, 1999-2009 på 20 meters djup vid Lappegrund och i Landskronadjupet i Öresund. Hydrografidata från Dahl (1946) SMHI:s databas SHARK.

Även om inte direkta jämförelser kan göras mellan uppmätta temperaturer i början av 1900-talet och 2000-talet, talar temperaturdata för att sydliga arter kan ha varit relativt sett gynnade under 2000-talet i Öresund medan det omvända gäller nordliga arter.

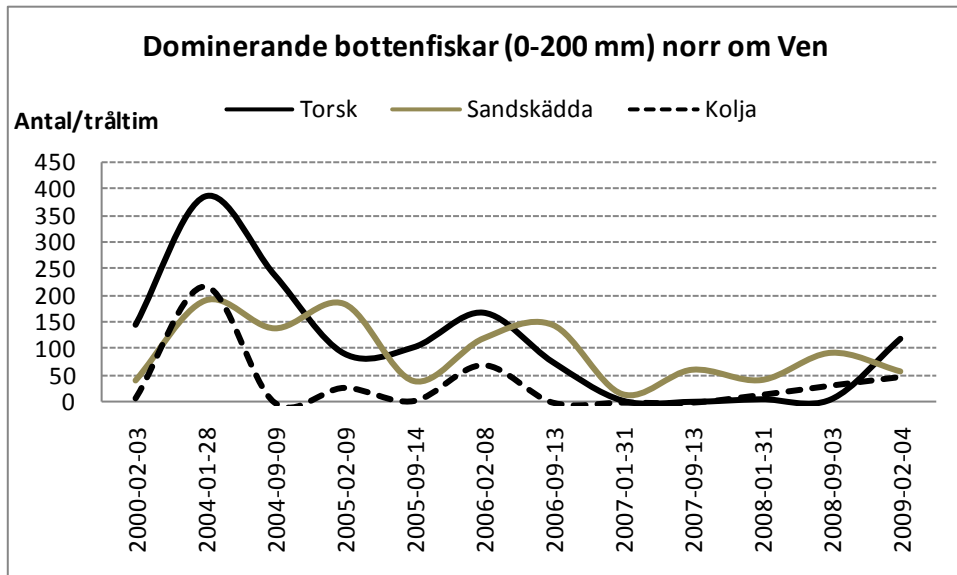
Fiskbestånd 2000-2009

Havsfiskelaboratoriet genomför regelbundna provtrålningar i samma område som bottenprover tas norr om Ven. Dessa provfisken genomförs på samma plats och vid samma tidpunkt på året. Detta ger pålitliga och jämförbara mått på fiskbeståndens storlek vid olika tidpunkter. Dataserien för området norr om Ven är dock brutet under åren 2001-2003. I det långa perspektivet, 1991-2009, har antalet fångade skarpsillar varit mycket högt under de senaste åren när det gäller dominerande pelagiska arter, figur 5a. När det gäller bottenfiskar har koljan förekommit i jämförelsevis höga antal under de senaste åren. För skarpsill och kolja finns också statistiskt signifikant ökande trender för hela perioden 1991-2009 ($r^2 = 0,125$, $p = 0,040$ respektive $r^2 = 0,270$, $p = 0,002$) men inte för perioden 2000-2009, då bottenfiskar undersöktes. Övriga arter har varierat kraftigt med årstid och mellan år men har förekommit mera jämnt under perioden. Skarpsill äter endast djurplankton, men stor sill (>15–20 cm) äter pungräkor och amphipoder (Casini et al 2004). *Haploops* sp, som tillhör gruppen amphipoder, lever dock främst skyddade i sina lerrör och det är inte troligt att sill tar några större mängder (E Kanneworff pers komm).



Figur 5a. Antal fiskar per tråltimme 1991-2009 norr om Ven för dominerande pelagiska arter (till vänster) och bottenfiskar (till höger), logaritmisk y-axel. Data från Havsfiskelaboratoriet i Lysekil. Inga trålningar genomfördes 2001-2003.

Eftersom små uppväxande bottenfiskar till stor del lever av bottendjur är det av största intresse att känna till om deras uttag förändras och om detta kan förklara förekomsten av bottendjur. När det gäller *Haploops* spp så är det främst uppväxande torsk som lever av dessa (Nordenberg 1963). En sammanställning av förekomsten av små individer av de dominerande bottenfiskarna pekar framförallt på genomgående nedgångar 2000-2009 i bestånden för de tre dominerande arterna, figur 5b. Det kan noteras en särskilt kraftig minskning av torsk men även kolja efter 2006. Sandskädda minskar inte lika kraftigt. Detta kan möjligen sättas i samband med syrebristen 2007 eftersom sandskädda troligen är betydligt tåligare mot syrebrist än torsk (Scholz & Waller 1992).



Figur 5b. Antal fiskar per tråltimme 2000-2009 norr om Ven för dominerande unga bottenfiskar. Data från Havsfiskelaboratoriet i Lysekil. Inga trålningar genomfördes 2001-2003.



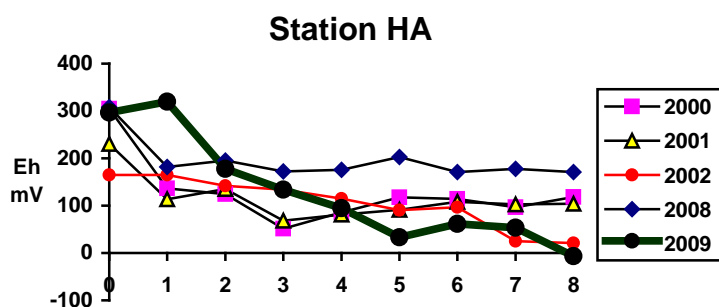
Torsk (överst till vänster), kolja (överst till höger) och sandskädda (underst) är de dominerande bottenfiskarna i undersökningsområdet. De lever till stor del av bottendjur.

Sammantaget pekar de data som finns över utvecklingen av fiskbestånden under perioden 2000-2009 i området norr om Ven på att uttaget av bottenjur från fisk borde vara högst i första halvan av tioårsperioden.

Sediment

Sedimenten innehåller förhållandevis låga andelar av organiskt material på de båda stationerna. Uppmätt som glödförlust noterades 0,7 % respektive 3,0 % för stationerna P4 och HA vid mätningar 2000 (Göransson m fl 2001).

Under perioden 2000-2009 uppmättes sedimentets redoxpotential på station HA vid 5 tillfällen, Figur 6. Resultaten visar på tämligen djup redoxövergång, oftast mer än 8 cm ner i sedimentet. Under de allra senaste åren har något sämre värden uppmätts jämfört med tidigare. Sedimentet bör dock fortfarande anses som relativt väloxiderat.



Figur 6. Redoxpotential (Eh, mV) på olika djup i sedimentet (cm) på station HA 2000-2009.

På station P4 är det svårt att genomföra mätning av redoxpotential på grund av den grova sedimentstrukturen och detta har därför endast uppmätts en gång under tioårsperioden. Resultatet pekar på mycket väloxiderade sediment med redoxövergång på mer än 8 cm. Lukt av svavelväte eller mörkfärgade ytsediment har aldrig noterats vid något tillfälle 2000-2009 på någon av stationerna.

BOTTENFAUNA

Först ges en bild av den typiska sammansättningen av faunan under hela perioden 2000-2009 och därefter redovisas utvecklingen under perioden samt slutligen ges en del förslag till tolkningar av resultaten.

Faunans sammansättning

Här redovisas faunans typiska sammansättning under de tio åren med tanke på förhållandet mellan nordliga och sydliga arter, därefter olika reproduktions- och födostrategier. Resultaten har också utvärderats med klusteranalys och icke metrisk MDS ordination, som sammantaget ger en bild av likheter och skillnader i artsammansättning mellan stationerna. Slutligen redovisas rödlistade och andra ovanliga arter.

Det är sedan tidigare känt att bottenfaunan i Öresund har en viss arktisk prägel (Brattström 1941). Det är också främst dessa nordliga arter (arktisk-boreala) som är något olika representerade på de båda stationerna, tabell 6. Dessa är vanligare på station HA medan något färre noteras för station P4. Andelarna sydliga arter är tämligen lika. Det totala antalet arter är nästan exakt lika, vilket är intressant med tanke på att det är frågan om två helt olika djursamhällen. De vanligaste arktisk-boreala arter som förekommer på station HA är havsborstmaskarna *Gattyana cirrhosa*, *Brada villosa*, musslorna *Nuculana pernula* och *Nuculana minuta*, kräftdjuren *Photis reinhardi*, *Maera loveni* och *Philomedes brenda* samt ormstjärnan *Ophiura robusta*. Vanliga nordliga arter på station P4 är havsborstmaskarna *Galathowenia oculata* och *Nephtys longesetosa*, musslan *Astarte montagui* och

kräftdjuren *Phoxocephalus holboelli*, *Corophium affine* och *Unicola planipes*. Skillnaden i representation på de olika stationerna beror troligen främst på skillnader i bottenmiljö med lägre strömhastighet och finkornigare sediment på station HA och högre strömhastighet och grövre substrat på station P4.

Tabell 6. Antalet arter 2000-2009 på stationerna HA och P4 fördelade på arter med nordlig utbredning (arktisk-boreal¹) och sydlig utbredning (mediteran-boreal²) samt övriga.

Station	Arktisk-boreala		Mediteran-boreala		Övriga		Totalt antal arter
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	
HA	64	32	24	12	114	56	202
P4	47	23	29	14	128	63	204

¹eg. bipolär, arktisk-boreal, ²eg. meditterean-boreal, meditteran-lusitanian. Brattström 1941, Dahl 1946, Hartmann-Schröder 1996



Havsborstmasken *Gattyana cirrhosa* som lever tillsammans med rörbyggaren *Amphitrite* (överst till vänster, sticker ut mitt i det avskurna lerröret), musslan *Astarte montagui* (överst till höger) samt märkräftorna *Phoxocephalus holboelli* (nederst till vänster) och *Maera loveni* (nederst till höger) är vanliga arter som har nordlig utbredning. Deras förekomst bidrar till Öresundsfaunans "arktiska" karaktär.

När det gäller reproduktionsstrategi verkar det inte finnas några stora skillnader mellan stationerna, tabell 7. Ungefär hälften av arterna har reproduktion som främst är knuten till botten. Detta är ovanligt, vanligen dominerar arter med pelagisk larvutveckling (Thorson 1946), och speglar troligen de speciella betingelserna i *Haploops*- och *Modiolus*-samhällena. När det gäller båda samhällena är troligen bottenlevande larver fördelaktigt, i *Haploops*-samhället på grund av omfattande predation på

pelagiska larver (Thorson 1968) och i *Modiolus*-samhället är det troligen fördelaktigt att växa upp på en plats där näringsförutsättningarna är utprovade och goda (d.v.s. i en musselbank).

Tabell 7. Antalet arter 2000-2009 på stationerna HA och P4 fördelade på arter med reproduktion huvudsakligen knuten till botten och reproduktion med långvarigt pelagiskt larvstadium samt okänd reproduktion.

Station	Reproduktion vid botten		Pelagiskt larvstadium		Okänt		Totalt antal arter
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	
HA	109	54	74	37	19	9	202
P4	99	49	78	38	27	13	204

Även när det gäller födostrategi är representationen förvånansvärt jämn mellan stationerna, tabell 8. En större andel filtrerare på station P4 borde förväntas på grund av högre strömshastighet, men detta är inte fallet. Något färre depositionsätare och något fler rovdjur fanns dock på denna station under perioden 2000-2009 jämfört med station HA.

Tabell 8. Antalet arter 2000-2009 på stationerna HA och P4 fördelade på depositionsätare, filtrerare och rovdjur.

Station	Depositionsätare		Filtrerare		Rovdjur		Totalt antal arter
	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	Antal	Andel (%)	
HA	119	59	38	19	45	22	202
P4	113	55	38	19	53	26	204

Resultaten har också utvärderats med klusteranalys och icke metrisk MDS ordination, som sammantaget ger en bild av likheter mellan stationer. MDS ordination ger inget kvantitativt metriskt mått på skillnader i det erhållna diagrammet och jämförelser kan endast göras med relativa mått. Jämte MDS-plottarna har klusterdiagram baserade på Bray-Curtis likhetskoefficient lagts in för att vidimera tolkningen av resultaten. Likhetskoefficienten ger ett sammanvägt mått på hur lika observationerna är avseende artsammansättning och individtäthet. Stress, som anges i MDS-plottarna, är ett mått på MDS-diagrammens tolkbarhet.

Om man ser till individtätheten har de båda stationerna en mycket olikartad fauna, (Appendix, figur 7, tabell 9 & 10), vilket troligen beror på skillnaden i strömförhållanden och bottensubstrat på olika avstånd söder om Öresunds nålsöga mellan Helsingborg och Helsingör. Den inbördes likheten är störst för resultaten för *Haploops*-samhället på station HA (48 %) jämfört med *Modiolus*-samhället på station P4 (32 %).

För station HA är det uppenbart att den bör tillhöra *Haploops*-samhället medan det inte är säkert att station P4 idag bör anses tillhöra *Modiolus*-samhället. Hästmusslan *Modiolus modiolus* förekommer numera ytterst sparsamt på stationen och denna art sätter helt sin prägel på artsammansättningen. I början av 1900-talet utgjorde däremot hästmusslorna ett dominerande inslag på denna station (Petersen 1913).

Av de 25 arter som bidrar till större delen av faunalikheterna inom stationerna är endast en, *Goniada maculata*, gemensam för stationerna HA och P4, tabell 5 & 6.

Havsborstmasken *Anobothrus gracilis*, märkräftan *Haploops tenuis*, musselkräftan *Philomedes brenda*, ormstjärnorna *Ophiura albida* och *Amphiura filiformis* samt märkräftan *Haploops tubicola* är den grupp som varit stabilast på station HA under perioden 2000-2009, tabell 5. *Haploops tenuis*, *Anobothrus gracilis*, *Philomedes brenda*, havsborstmasken *Prionospio fallax*, ormstjärnan *Ophiura robusta* och märkräftan *Haploops tubicola* är den grupp som dominerar individtäteten. Skillnaden i representation mellan dessa grupper speglar den förändring i artsammansättning som skett under perioden 2000-2009.



De rörlevande märkräftorna *Haploops tubicola* (överst till vänster), *Haploops tenuis* (nederst till vänster) och musselkräftor *Philomedes brenda* (överst till höger) förekommer i höga individtäteter i *Haploops*-samhället. Sjustrålig kammussla *Pseudamussium peslutrae* (nederst till höger) förekommer däremot mera sparsamt.

Havsborstmaskarna *Galathowenia oculata*, *Scoloplos armiger* och *Chaetozone setosa* är den grupp som varit stabilast på station P4 under perioden 2000-2009, tabell 6. Dessa arter dominerar även individtäteten tillsammans med ormstjärnan *Ophiura affinis*. Förändringen i artsammansättning är därför relativt sett mindre än för station HA under perioden 2000-2009. Station P4 uppvisar dock sammantaget mindre artlikhet mellan olika prover än station HA.

Med tanke på artsammansättningen på station P4, med flera arter som är typiska för relativt grova substrat, borde stationen snarast hänföras till kategorin *Venus (Chamelea)*-samhällen. Denna bottenotyp är dåligt undersökt, såväl i Öresund som längs övriga västkusten. En del karaktäristiska arter i *Venus*-samhället finns relativt väl representerade på station P4, exempelvis havsborstmasken *Ophelia borealis* samt musslorna *Chamelea striatula* och släktet *Spisula*. Havsborstmasken *Glycera lapidum* och amphipoderna *Hippomedon denticulatus*, *Tryphosites longipes* och *Unicola planipes* förefaller också att trivas i det som förmodligen kan betraktas som ett djupt *Venus*-samhälle. Detta samhälle omger glesa förekomster av hästmusslor (*Modiolus*-samhället) i de norra delarna av Knähakens marina reservat med relativt grova botten substrat.



Havsborstmasken *Ophelia borealis* (överst till vänster) och venusmusslan *Chamelea (Venus) striatula* (överst till höger) trivs i den grovkorniga botten på station P4. Här finns också glesa förekomster av hästmussla *Modiolus modiolus* (underst). På hästmusslan syns havsborstmasken *Pherusa plumosa* (till vänster), ormstjärnan *Ophiopholis aculeata* (underst) och havsborstmasken *Sabella pavonina* (till höger)

Även om man ser till biomassan har de båda stationerna en mycket olikartad fauna, (Appendix, figur 8, tabell 11 & 12). Den inbördes likheten i biomassa är störst för *Haploops*-samhället på station HA (45 %) jämfört med *Modiolus*-samhället på station P4 (27 %), vilket är något lägre än för individtätheten.

Återigen är det uppenbart att station HA den bör tillhöra *Haploops*-samhället medan det inte är säkert att station P4 idag bör anses tillhöra *Modiolus*-samhället. Hästmusslan *Modiolus modiolus* förekommer numera ytterst sparsamt på stationen och arten tillhör inte domanterna i biomassa. I början av 1900-talet dominerade däremot hästmusslorna biomassan mycket kraftigt (Petersen 1913).



Hästmusslan *Modiolus modiolus* är nyckelarten i Knähaken-området. Många arter trivs tillsammans med denna mussla. På musslan syns havsborstmasken *Lepidonotus squamatus* (till vänster), svampdjuret *Haliclona urceola* (mitten) och polypdjuret *Kirchenpaueria pinnata* (till höger, växtliknande)

Rödlistade arter

ArtDatabanken har nyligen reviderat rödlistan över hotade marina evertebrater (ArtDatabanken 2010). Åtta arter som påträffats på stationerna HA och P4 under perioden 2000-2009 finns med på denna lista, tabell 13.

Tabell 13. Individtäthet (individer/m² i medeltal förutom enstaka fynd) för rödlistade arter på stationerna HA och P4 under perioden 2000-2009.

Art	Station HA	Station P4	Hotkategori enligt ArtDatabanken
<i>Crenella decussata</i>		0-7 (årlig, förutom ett år)	Kunskapsbrist, DD
<i>Euspira pallida</i>	1 ex 2003		Sårbar, VU
<i>Abra prismatica</i>		2001, 2002, 2003, 2006, 2009 1-2 ex	Missgynnad, NT
<i>Inachus dorsettensis</i>	1 ex 2001		Missgynnad, NT
<i>Sabellides octocirrata</i>	2004 2 ex		Kunskapsbrist, DD
<i>Musculus niger</i>	1 ex 2000, 2002, 2004, 5 ex 2005	0-25 (saknas 4år)	Sårbar, VU
<i>Ophiura robusta</i>	0-26 (årlig, förutom ett år)	0-10 (saknas 6år)	Missgynnad, NT
<i>Stomphia coccinea</i>		1 ex 2005	Sårbar, VU

Liktandad dvärgmussla *Crenella decussata*, har förekommit i låga tätheter på station P4 under 9 av de 10 år som undersökningarna pågått. Det är en mycket liten mussla, med i huvudsak cirkumarktisk utbredning. I våra vatten känd från Skagerrak och Bohuslän samt söderut i Kattegatt till norra

Öresund. Arten var fram till början på 70-talet vanlig på sandbottnar i Kosterområdet, men har sedan dess gått tillbaka kraftigt och tycks i det närmaste vara försvunnen. I Öresund-Kattegattområdet har under 1990-talet endast några få exemplar påträffats vid ett tillfälle på en 17 m djup lokal i centrala Öresund. Resultatlösa eftersök har gjorts i Gullmaren och Koster-området. Arten är sannolikt starkt hotad men klassificeras som DD på grund av kunskapsbrist (ArtDatabanken 2005).



Liktandad dvärgmussla *Crenella decussata* (till vänster) och borrisnäcken *Euspira pallida* (till höger)

Borrisnäcken *Euspira pallida* har endast förekommit med ett exemplar på station HA under 2003. Detta är troligen en art som minskar stadigt i Öresund eftersom den observerades mera regelbundet tidigare under 1900-talet (Göransson & Karlsson 1998). En cirkumpolär art som i svenska vatten påträffats i både Skagerrak och Kattegatt. I Jägerskiölds undersökningar (1921-38) påträffades arten på ett flertal platser, främst mjukbottnar, i Skagerrak och Kattegatt ner till Laholmsbukten på djup mellan 22 och 250 meter. Från slutet av 1800-talet tämligen regelbundet rapporterad från Landskronadjupet, mellersta Öresund och i Knähakenområdet i norra Öresund. Arten verkar numera endast förekomma regelbundet i Öresund, och tycks saknas helt i Skagerrak. Ingen kunskap om dess status finns i Kattegatt. Syrebrist och sedimentation till följd av övergödning är troliga förklaringar till artens tillbakagång (ArtDatabanken 2005).

Musslan *Abra prismatica* förekom med enstaka exemplar under hälften av de 10 åren på station P4. Musslan passar väl på stationen eftersom den trivs i grova substrat och har påträffats flera gånger tidigare på 1970-talet (Göransson & Karlsson 1998). Från skandinaviska vatten är arten känd från norra Norge (Finnmark) söderut utmed kusten till södra Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt. Arten fanns rikligt representerad i material från inventeringen av utsjöbankarna Röde bank och Stora Middelgrund 2004. Artens miljö - i synnerhet den mer kustnära - utsatt för omfattande sedimentation, vilket musslan genom sitt levnadssätt kan vara känslig för. Från att tidigare ha varit fläckvis vanlig i Kosterområdet tycks arten ha minskat under senare tid (ArtDatabanken 2005).



Musslan *Abra prismatica* (till vänster) och spindelkrabban *Inachus dorsettensis* (till höger)

Spindelkrabban *Inachus dorsettensis* har endast förekommit med ett exemplar på station HA under 2001. Arten har troligen aldrig varit särskilt vanlig i Öresund och har endast observerats sporadiskt, främst vid Knähaken (Göransson & Karlsson 1998). En spindelkrabba som i svenska vatten förekommer från Bohuslän ned till Öresund. Lever på steniga, sandiga eller leriga bottenar på måttliga djup. En allmän art som dock tycks ha gått tillbaka de senaste åren. Missgynnas troligen av ökad förekomst av fintrådiga alger till följd av övergödningen (ArtDatabanken 2005).

Havsborstmasken *Sabellides octocirrata*, som påträffades med 2 exemplar 2004 på station HA, förekommer emellanåt i Kattegatt. Arten har troligen ej påträffats tidigare i området.

Svartmussla, *Musculus niger*, förekommer knappt hälften av åren i låga tätheter på båda stationerna. Arten observeras regelbundet i bottenkräp från Knähakenområdet men var troligen vanligare i Öresund tidigare under 1900-talet (Göransson & Karlsson 1998).

En art med huvudsakligen arktisk-cirkumpolär utbredning som i vårt närområde förekommer i kallare vatten i Skagerrak, Kattegatt och Öresund. Dock inte norr om Väderöarna där temperaturen är för hög. Förekommer i regel under 25 meters djup, på blandade bottenar med sand och lera, ibland också grus. På svenska sidan av Öresund förekommer arten norr om Limhamnströskeln, och har de senaste tio åren rapporterats regelbundet därifrån, på bottenar strax under språngskiktet. Arten verkar således ha ganska begränsad utbredning kring haloklinen, vilket gör den känslig för syrebrist. Framtida syrebrist i Kattegatt befaras, liksom en ökad vattentemperatur. Detta i kombination med begränsad och fragmenterad utbredning i svenska vatten gör att arten väntas minska. Direktutvecklande larver begränsar därtill artens möjligheter till återkolonisation (ArtDatabanken 2005).



Svartmussla, *Musculus niger* (till vänster) och mindre fransormstjärna, *Ophiura robusta* (till höger).

Mindre fransormstjärna, *Ophiura robusta*, förekom nästan alla år i låga tätheter på station HA, där den dock minskat på ett oroande sätt de sista åren. På station P4 förekom arten endast under 4 av 10 år. Fortsatta undersökningar får visa om artens tillbakagång är tillfällig i Öresund, där den rapporterats som ständig följeslagare till *Haploops* (Göransson & Karlsson 1998). I svenska vatten lever arten på gränsen av sitt utbredningsområde, och är således sårbar för framtida klimatförändringar till följd av växthuseffekten (ArtDatabanken 2005).

Havsanemonen *Stomphia coccinea* påträffades med ett exemplar 2004 på station P4. Den är en av Knähakens karaktärsarter och har påträffats regelbundet i bottenkrav från området under senare år och är rapporterad från Knähaken sedan 1896 (Göransson & Karlsson 1998) och från Öresund sedan 1800-talets första hälft (Örsted 1844).

Sammanfattningsvis har hälften av de åtta rödlistade arterna som påträffats på stationerna HA och P4 förekommit vid få eller enstaka tillfällen. *Stomphia coccinea*, *Crenella decussata*, *Musculus niger* och *Ophiura robusta* är dock arter som förekommit mera regelbundet på en av eller båda stationerna. Av dessa arter inger främst den drastiska minskningen av *Ophiura robusta* anledning till viss oro. Eftersom denna art troligen är relativt ovanlig även norrut längs västkusten är transporten av dess pelagiska larver till Öresund troligen mycket begränsad.

Övriga, för Öresund, mer ovanliga arter

Tjugoen arter som påträffats på stationerna HA och P4 under perioden 2000-2009 är relativt ovanliga i Öresund men inte rödlistade av ArtDatabanken, tabell 14.

Tabell 14. Individtäthet (individer/m² i medeltal förutom enstaka fynd) för ovanliga, ej rödlistade arter, på stationerna HA och P4 under perioden 2000-2009.

Station, art	Station HA	Station P4	Anmärkning
<i>Apistobranthus tullbergi</i>	2002 1 ex	2005 1 ex	
<i>Cuspidaria cuspidata</i>	2005 1 ex		
<i>Dosinia lincta</i>		2009 1 ex	
<i>Echinocyamus pusillus</i>		Årligen (8-20 ind/m ²) utom 2009	Tidigare rödlistad av ArtDatabanken
<i>Gari fervensis</i>		2003, 2006 1 ex	
<i>Glycera lapidum</i>		Årligen (2-36 ind/m ²) utom 2001 och 2004	
<i>Harmothoe glabra</i>		2004 2 ex	
<i>Hippomedon denticulatus</i>		2000-2001 2-5 ex	
<i>Hyas coarctatus</i>	2005, 2008 1 ex		Tidigare rödlistad av ArtDatabanken
<i>Jassa pusilla</i>	2005 1 ex		
<i>Laonice bahusiensis</i>	2002, 2003, 2004, 2006 1 ex	2005 1 ex	
<i>Lepeta caeca</i>		2005 1 ex, 2008 2 ex	
<i>Limea loscombii</i>	2003 1 ex		Tidigare rödlistad av ArtDatabanken
<i>Magelona alleni</i>		2007 1 ex	
<i>Melinna cristata</i>	2004 1 ex	2008 1 ex	
<i>Melita dentata</i>		2005 2 ex	
<i>Philbertia linearis</i>		2005 1 ex	
<i>Poecilochaetus serpens</i>	2003, 2004 1 ex		
<i>Spio gonioccephala</i>		2000, 2002 2-8 ex	
<i>Spisula elliptica</i>	2007 9 ex	2000-2007 2-20 ex Ej 2005, 2008, 2009	
<i>Streblosoma intestinale</i>	2008 1 ex		
<i>Timoclea ovata</i>		2001, 2003, 2005, 2006, 2008, 2009 1-4 ex	Tidigare rödlistad av ArtDatabanken
<i>Tryphosites longipes</i>		2001 2 ex	
<i>Unicola planipes</i>	2009 1 ex	2000-2002 26-96 ind/m ²	

Havsborstmasken *Apistobranthus tullbergi* påträffades med ett exemplar vardera under 2002 på station HA och station P4 under 2005. Arten förekommer framförallt i Öresund och är ovanligare i omgivande vatten. I Öresund är den ställvis en karaktärsart i *Abra*-samhället (Göransson 1999c).

Havsborstmasken *Glycera lapidum* har nästan påträffats varje år på station P4. Troligen trivs den i det grövre substratet på station P4 eftersom den helt saknas på station HA. Arten är inte tidigare angiven från Knähakenområdet men kan vara förbisedd eftersom den är relativt lik närstående arter.

Även havsborstmasken *Harmothoe glabra* har endast påträffats på station P4. Troligen trivs även den i det grövre substratet där. Arten är inte heller tidigare angiven från Knähakenområdet (Göransson & Karlsson 1998) och kan rentav vara helt ny för Öresund.

Havsborstmasken *Laonice bahusiensis*, som närmast förekommer glest i Kattegatt, förekom med ett exemplar under fyra år på station HA och under ett år på station P4. Arten är inte tidigare påträffad i området.

Även havsborstmaskarna *Magelona alleni* och *Streblosoma intestinale* är havsborstmaskar som närmast förekommer i Kattegatt. *Melinna cristata* är vanligare i Skagerack. Dessa tre arter har påträffats med enstaka exemplar under enstaka år. Ingen av arterna har tidigare rapporterats från Knähakenområdet.

Poecilochaetus serpens, är en liten tämligen ovanlig havsborstmask som förekom med ett exemplar under två år på station HA. Arten är inte tidigare påträffad i området (Göransson & Karlsson 1998) men kan vara förbisedd.

Havsborstmasken *Spio gonocephala* är en liten art som framförallt är känd från mellandjupsbottnar med grovt substrat i Öresund men även rapporterats från Kattegatt under senare år. Arten påträffades med flera exemplar under 2000 och 2002 på station P4 men är inte tidigare rapporterad från Knähakenområdet. Möjligen är den förbisedd på grund av liten storlek.

Snäckan *Lepeta caeca* förekom med 1-2 exemplar under två år på station P4. Arten är typisk för *Modiolus*-samhället och har rapporterats från området under ett flertal tidigare år under 1900-talet samt regelbundet i bottenkräp under perioden 1990-2009.



Snäckorna *Lepeta caeca* (överst till vänster) och *Philbertia linearis* (överst till höger) samt märkräftorna *Jassa pusilla* (nederst till vänster) och *Hippomedon denticulatus* (nederst till höger).

En annan snäcka, *Philbertia linearis*, påträffades med ett exemplar under 2005 på station P4. Den har tidigare ej rapporterats från Knähakenområdet och kan till och med vara ny för Öresund. Arten finns närmast i Skagerack.

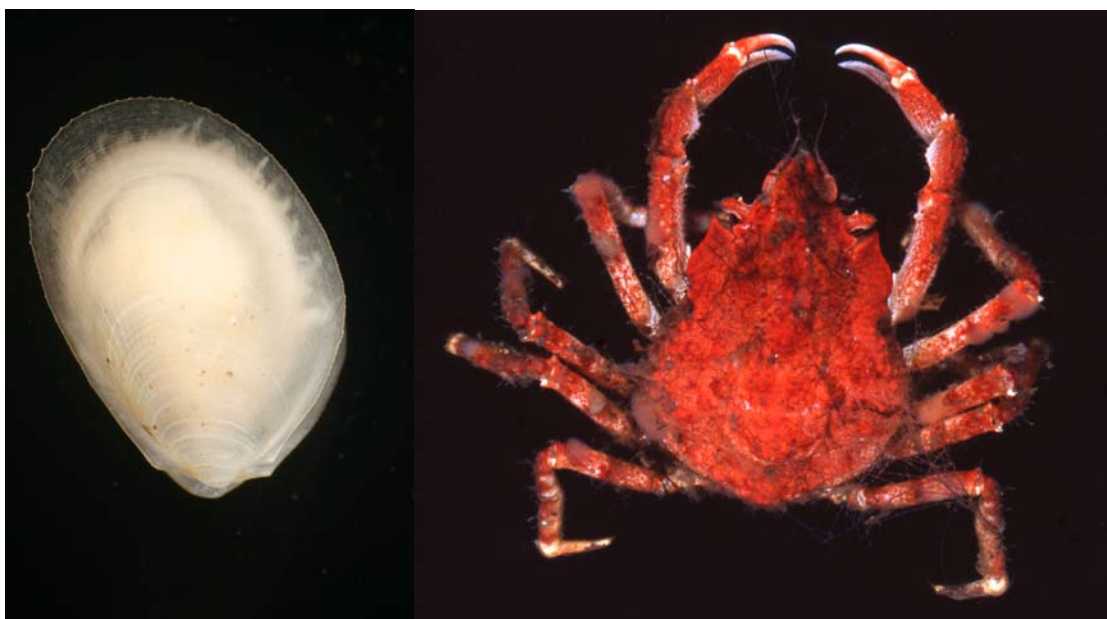
Musslorna *Cuspidaria cuspidata*, *Dosinia linctata* och *Gari fervensis* påträffades under något enstaka år på någon av stationerna. De är arter som förekommer gles i Kattegatt. Företrädesvis *Gari fervensis* men även *Dosinia* sp. har tidigare påträffats i Knähakenområdet framförallt under tidigt 1900-tal (Göransson & Karlsson 1998). *Gari fervensis* uppges som tämligen vanlig i området Hellebaek-Landskrona vid 1800-talets första hälft (Örsted 1844). Fyndet av *Cuspidaria cuspidata* från 2005 kan dock vara det första i Öresund.

Simmusslan *Limea loscombii* var allmän i norra Öresund under haloklinen fram till åtminstone 1950 men har troligen inte påträffats vare sig i Öresund eller Kattegatt under 1990-talet. Arten är troligen knuten till *Haploops*-bottnar i dessa områden, vilka minskat påtagligt i utbredning (ArtDatabanken 2005). *Limea loscombii* var tidigare rödlistad av ArtDatabanken och påträffades med ett exemplar på station HA under 2003.

Märklräfthan *Unicola planipes* påträffades i måttliga tätheter, men endast under de tre första åren på station P4. Ett fynd från 2009 föreligger från station HA. Arten har framförallt rapporterats från slutet av 1900-talet men förbises lätt på grund av blygsam storlek. Den är troligen en av karaktärsarterna på P4 och det är oroande att den inte påträffats efter 2002.

Två andra märklräfter som är betydligt större och brukar förekomma tillsammans är *Hippomedon denticulatus* och *Tryphosites longipes*. Båda arterna trivs i grova substrat och förekom också endast på station P4, dock endast med enstaka exemplar de första åren och har inte påträffats efter 2001. Endast *Hippomedon denticulatus* är tidigare registrerad från Knähakenområdet (Göransson & Karlsson 1998).

Enstaka exemplar av märklräftorna *Jassa pusilla* och *Melita dentata* påträffades endast 2005. *Jassa pusilla*, som samlever med sjöborren *Psammechinus miliaris* i Knähakenområdet (Göransson & Karlsson 1998b) förekom på station HA. *Jassa pusilla* är inte tidigare rapporterad från området tidigare men är troligen förbisedd. *Melita dentata* förekom på station P4 och är tidigare påträffad vid något enstaka tillfälle under 1900-talet.



Simmusslan *Limea loscombii* (till vänster) och maskeringskrabban *Hyas coarctatus* (till höger).

Maskeringskrabban *Hyas coarctatus*, som tidigare var rödlistade av ArtDatabanken, påträffades med ett exemplar 2005 och 2008 på station HA. Arten är troligen fortfarande relativt ovanlig i Öresund numera, särskilt vid jämförelse med tidigare och är rapporterad som mycket vanlig fram till och med 1965 (Göransson & Karlsson 1998).

Två arter som tidigare var rödlistade av ArtDatabanken och som påträffats nästan årligen på station P4 är dvärgsjöborren *Echinocyamus pusillus* och musslan *Timoclea ovata*. De båda arterna är också tidigare angivna från Knähakenområdet. *Echinocyamus pusillus* är rapporterad från nästan hela perioden 1896-1995 medan *Timoclea ovata* endast rapporterats fram till mitten av 1900-talet (Göransson & Karlsson 1998). Båda arterna trivs i grovt substrat.



Dvärgsjöborren *Echinocyamus pusillus* (till vänster) och musslan *Timoclea ovata* (till höger).

Även med tanke på den avsevärda dynamiken i Öresund tycks det sammantaget som om relativt många ovanliga arter som förekommer längre norrut längs västkusten har påträffats på de båda stationerna under tioårsperioden 2000-2009. Tillströmningen av larver för flera av dessa arter kan ha ökat även om det i de flesta fallen är frågan om enstaka observationer. Den fortsatta utvecklingen blir därför extra intressant att följa.

Utvecklingen på stationerna HA och P4 2000-2009

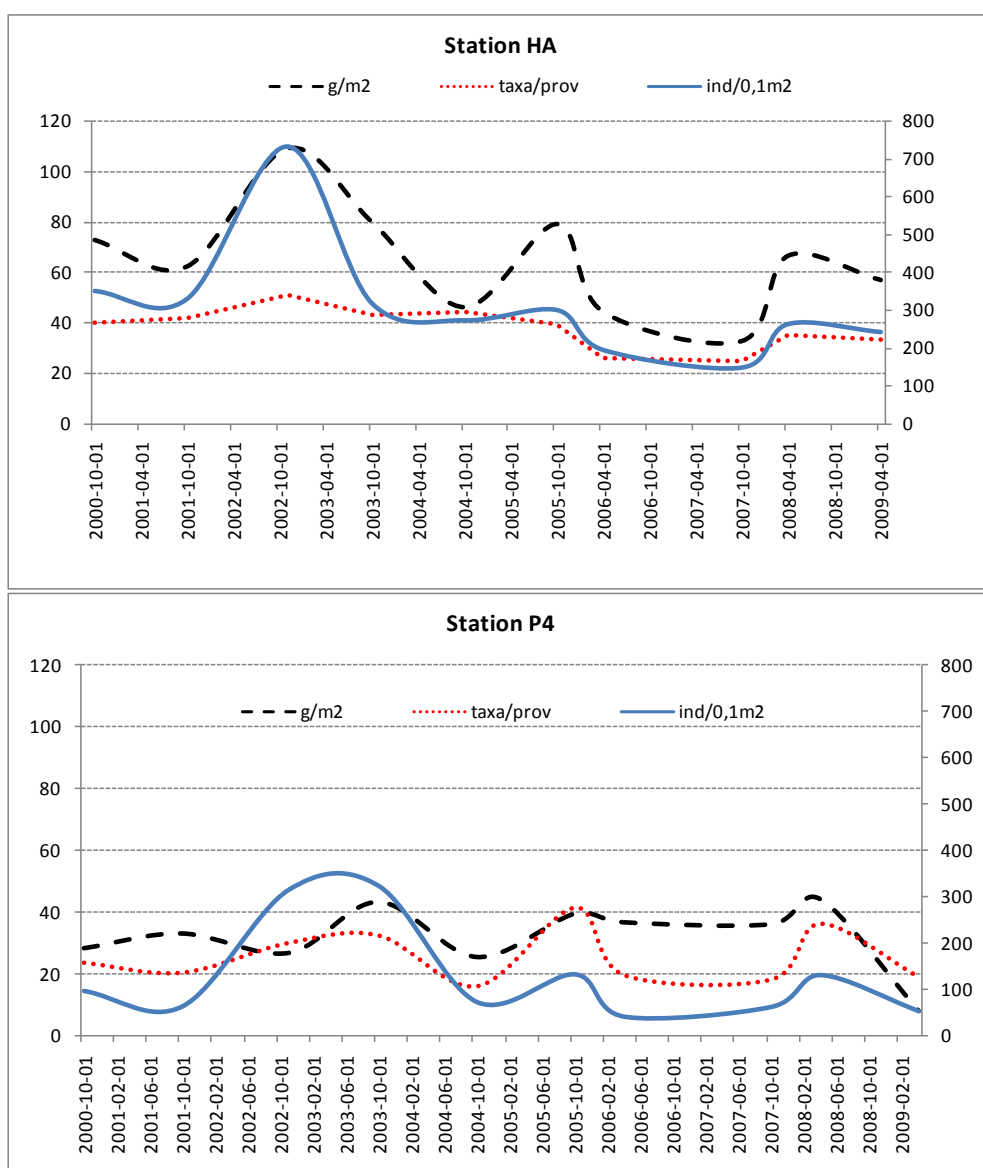
Det finns många sätt att följa utvecklingen av biologiska variabler men inget enskilt mått som ger den enda sanna bilden. Detta beror på de fascinerande många dimensioner som organismerna uppvisar i sitt samspel mellan individer, arter och omgivningsfaktorer. För att någorlunda beskriva det händelseförlopp som skett under de tio åren redovisas först utvecklingen av de totalvärden som grovt speglar hela faunan sammantaget, d.v.s. huvudvariablerna (totalt antal arter, total biomassa och total individtätet), Benthic Quality Index (som är Naturvårdsverkets nya bedömningsgrunder) samt dessa båda i relation till varandra och Multidimensionell skalning/Klusteranalys som också utgår från beräkningar av ett biologiskt index. Härfter följer en utvärdering utifrån Öresundsvattensamarbetets förslag till tillståndsklassning som utgår från de klassiska bottenfauna-samhällena. Slutligen ges en beskrivning av särskilda förändringar på artnivå.

Huvudvariabler

Antalet taxa, individtäteten och biomassan kan kallas för huvudvariabler. Även om utvecklingen 2000-2009 är något olika för de två stationerna, figur 9, finns tendenser till att samtliga huvudvariabler minskar. På station HA är minskningen av antalet taxa signifikant för hela undersökningsperioden och förhållandevis låga värden för individtätet och biomassa noteras dessutom. Minimivärdet för biomassan noteras för sista året på station P4 och jämförelsevis låga värden noteras även för antalet taxa och individtäteten. Fortsatta undersökningar får visa om bottenfaunan fortsätter att minska på de båda stationerna. Långsiktiga minskningar under de senaste

decennierna har även rapporterats från svenska Kattegatt (Agrenius & Göransson 2009) samt danska Kattegatt, Öresund och Bälthavet (Josefson & Hansen 2010). Några resultat från Öresund pekar dock snarast på ökning under senare år (Lundgren 2008).

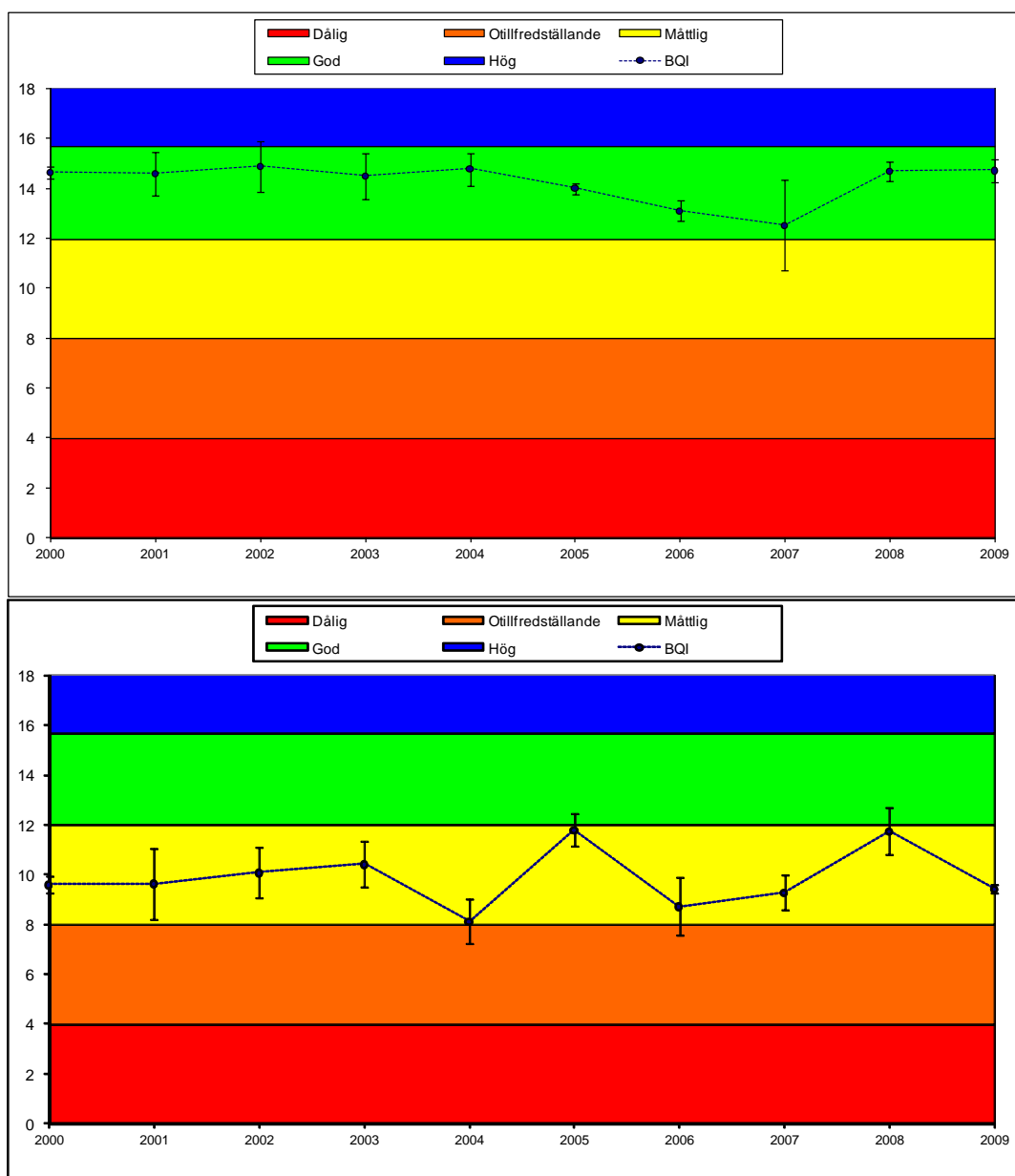
På stationerna HA och P4 förekom i medeltal totalt 69 taxa (maximalt 105, station P4), 2217 individer/m² och 49 g/m² under perioden 2000-2009. Detta är på samma nivå som en närbelägen, något djupare station (Lundgren 2008). Detta är också värden som man brukar finna på övriga västkusten. Det maximala antalet taxa är dock förhållandevis högt och beror på den extra dimension som samlevande arter i hästmusselbankar ger jämfört med vanlig mjukbotten. Även *Haploos*-samhällen ger ett visst tillskott av arter på grund av sin speciella struktur. För övrigt hyser Knähakenområdet och dess periferi en ovanligt rik fauna på grund av stora variationer i bottenstruktur. Den speciella hydrografin innebär dessutom att de djupa bottarna fångar in sedimenterande plankton både från närområdet och Kattegatt (Nicolaisen & Christensen 1986). Det senare ger goda födobetingelser och är troligen en av förklaringarna till den förhållandevis rika faunan i Sundet.



Figur 9. Utvecklingen av huvudvariablerna på stationerna HA och P4 under perioden 2000-2009. Total biomassa (g/m²) exklusive stora djur, antal taxa per prov och total individtätthet (individer/m²). Endast nedgången i antal taxa på station HA är statistiskt signifikant för hela perioden ($r^2 = 0,423$, $p = 0,042$).

Benthic Quality Index

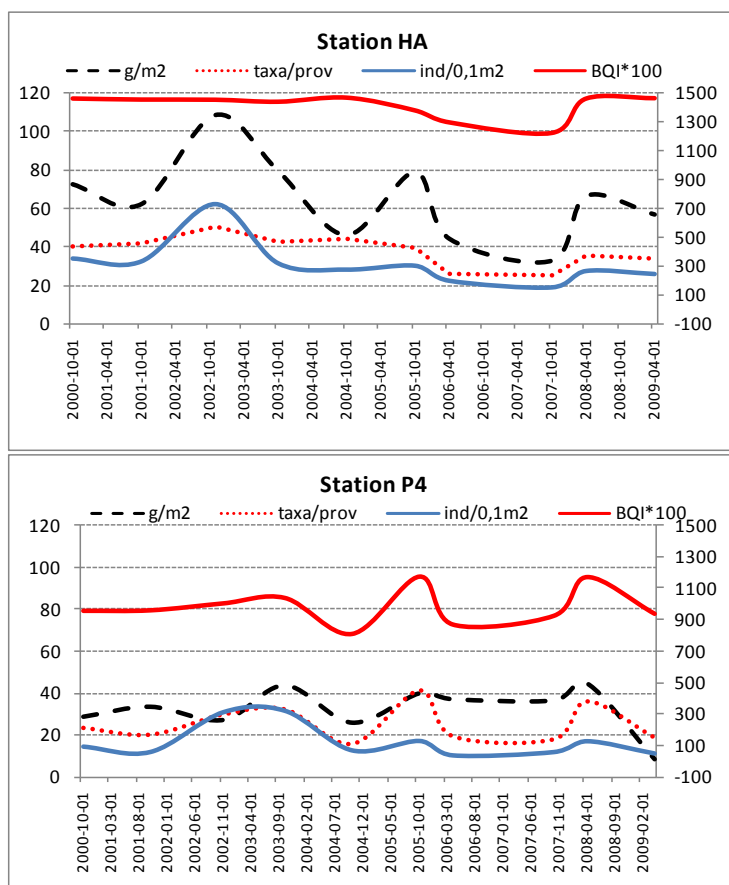
Enligt Naturvårdsverkets nya bedömningsgrunder för bottenfaunan (Anon 2007) skall Benthic Quality Index beräknas och ställas i relation till olika statusgränser. Resultaten för station HA faller i stort sett inom gränserna för god status (Figur 10). Endast resultatet för 2007 kan betecknas som lägre eftersom lägsta konfidensgränsen ligger inom gränserna för måttlig status. Både 2007 och 2008 års index är lägre än övriga år under perioden 2000-2009. Resultaten för station P4 ligger under större delen av tioårsperioden inom gränserna för måttlig status. Endast 2004 och 2006 kan betecknas som otillfredsställande status. Att station P4 har en lägre status än HA enligt bedömningsgrunderna beror framförallt på två faktorer, förhållandevis lågt antal taxa i medeltal och relativt många taxa som inte har erhållit något klassningsvärde. Det senare beror till viss del på att stationen hyser ett stort antal arter som trivs i grova bottenstrukturer. En hel del av dessa och andra arter saknas i bedömningsgrunderna och dessa behöver inarbetas för att förbättra bedömningarna. För station HA saknas 28 % (52 st) av arterna och för station P4 saknas hela 34 % (64 st).



Figur 10. Benthic Quality Index (BQI) för station HA (överst) och station P4 (underst) under perioden 2000-2009.

Huvudvariabler i relation till Benthic Quality Index

Det kan vara intressant att ställa resultaten för huvudvariabler i relation till Benthic Quality Index (BQI) eftersom det senare antagits som enda mått på bottenfaunans status enligt de nya bedömningsgrunderna. Utvecklingsmönstret för antalet taxa och BQI följs relativt väl åt på station P4 under perioden 2000-2009 och samvariationen är statistiskt signifikant (Figur 11 och Appendix tabell 15). Detta gäller även individtäteten på denna station. Däremot finns ingen tydlig samvariation mellan BQI och biomassan, vilket är naturligt eftersom ingen hänsyn tas till biomassan vid beräkning av BQI. Eftersom biomassan troligen är relaterad till övergödningsförhållandena kan det ifrågasättas om man inte borde ta hänsyn till denna variabel vid bedömningen av bottenfaunans utveckling och status. När det gäller station HA finns ingen statistisk samvariation mellan BQI och någon av huvudvariablerna. Mellan resultaten för huvudvariablerna på stationerna föreligger endast statistiskt signifikant samvariation för individtäteten. Möjligen beror detta på likartade reproduktionsförhållanden eftersom individtäteten oftast domineras av små, nyrekryterade individer. Att biomassa och antal taxa inte samvarierar beror på den för övrigt olika utvecklingen på stationerna. Samvariationer för resultaten inom stationerna dominerar vilket är naturligt eftersom samma plats ofta utvecklas på ett likartat sätt när det gäller antalet taxa, individtätet och biomassa och dessa variabler är i stora drag beroende av varandra. Den statistiskt signifikanta minskning av antalet taxa som konstaterats för station HA, liksom de allmänt minskande tendenserna för individtätet och biomassa framkommer inte i BQI. Visserligen finns en minskning i BQI under några av åren men därefter återgår BQI till vad som verkar var normalt för perioden. På station P4 speglar däremot BQI bättre de förändringar som sker, särskilt avseende antalet taxa och individtäteten.

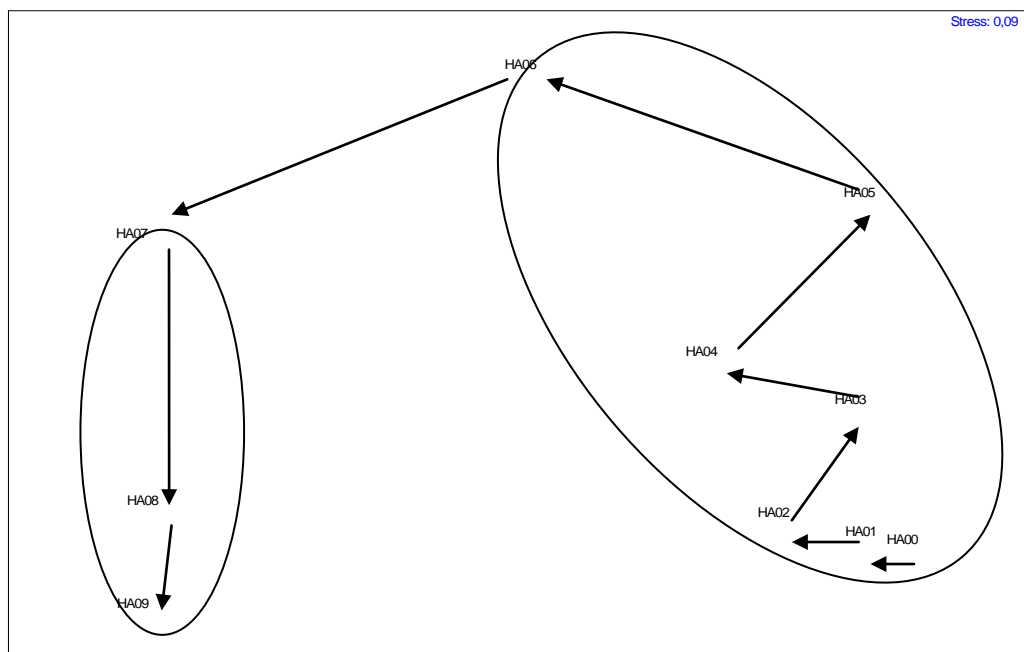


Figur 11. Huvudvariabler och BQI. Utvecklingen på stationerna HA och P4 under perioden 2000-2009. Total biomassa (g/m^2) exklusive stora djur, antal taxa per prov, total individtätet (individer/ m^2) och Benthic Quality Index (BQI). Endast nedgången i antal taxa på station HA är statistiskt signifikant för perioden ($r^2 = 0,423$, $p = 0,042$).

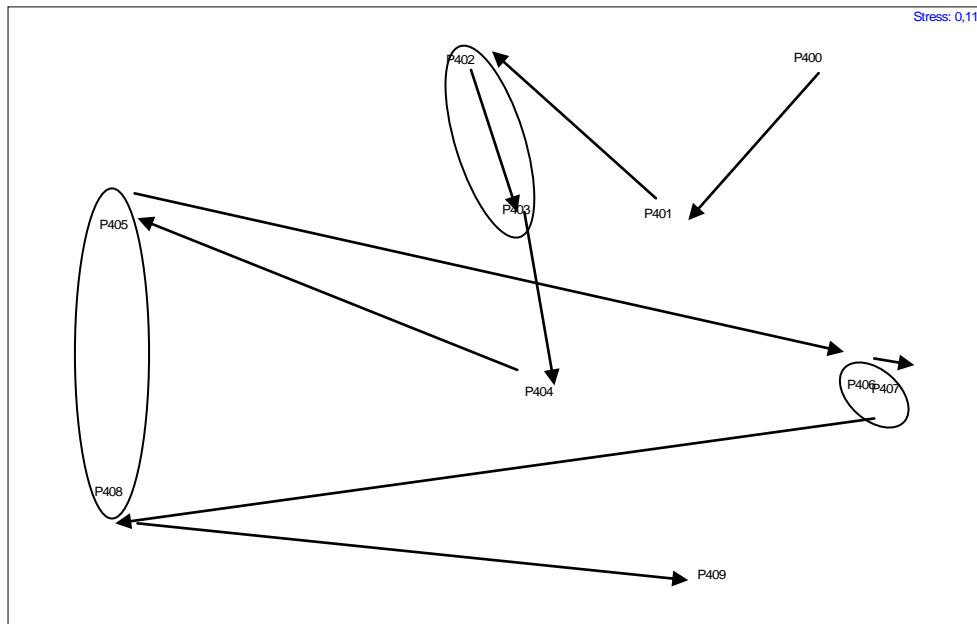
Klusteranalys och multidimensionell skalning (MDS)

Utvecklingen har också utvärderats med klusteranalys och icke metrisk MDS ordination, som i detta fall ger en bild av likheter mellan resultat under olika år och ger en bild av händelseförloppet 2000-2009. Resultaten för station HA visar på tydlig gruppering i tidsföljd och pekar på den kraftiga förändring som inträffade 2007 (Figur 12 och Appendix). Under de första sju åren, 2000-2006, var resultaten relativt lika inbördes, vilket också gäller för de sista tre åren, 2007-2009. Analysen visar att faunan på station HA förändrats kraftigt under perioden. Man kan snarast tala om ett regimskifte mellan två olika tillstånd. Mönstret talar också för ett relativt snabbt förändringsförlopp framför ett långsamt successivt. Detta talar för en snabbt verkande förändringsfaktor, med andra ord av akut karaktär.

Station HA 2000-2009



Figur 12. Likheter mellan resultaten för olika år station HA avseende individtätheten. MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Pilar anger förloppet 2000-2009. Inringade år har gruppvis likhet > 60 %. Stress <0, 1 ger bra representation utan förväntad feltolkning.



Figur 13. Likheter mellan resultaten för olika år station P4 avseende individtäteten. MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Pilar anger förloppet 2000-2009. Inringade år har gruppvis likhet omkring 60 %. Stress >0,1 innebär att detaljer bör tolkas med skepsis.

Resultaten för station P4 visar på flera kraftiga förändringar under perioden. Viss gruppering i tidsföljd pekar på kraftiga förändringar under periodens senare hälft, framförallt mellan 2005 och 2006, 2007 och 2008 samt mellan 2008 och 2009 (Figur 13 och Appendix). Under 2002 och 2003, 2006 och 2007 samt 2005 och 2008 var resultaten relativt lika inbördes. Analysen visar att faunan på station P4 förändrats kraftigt under perioden. Mönstret talar också för flera olika förändringar kring vad som kan vara ett jämviktsläge. Förändringarna är mera successiva än på station HA. Den mera dynamiska bilden på station P4 kan möjligen bero kraftigare ström närmare "Öresunds nålsöga" vilket kan innebära osäkrare rekryteringsförhållanden än på den längre söderut belägna station HA.

I viss mån gemensamt för de båda stationerna är att de största förändringarna sker under den senare delen av perioden 2000-2009. MDS-analyserna visar, i likhet med förändring av huvudvariabler men till skillnad från BQI, på stora riktade förändringar av faunan på båda stationerna.

Regimskiftet på station HA

Under tioårsperioden 2000-2009 kan man närmast fråga sig om ett regimskifte inletts på station HA från *Haploops*-samhället till *Amphiura*-samhället. Detta är intressant eftersom *Amphiura*-samhället idag finns på många platser där tidigare *Haploops*-samhället fanns i Öresund och Kattegatt (Göransson 1999, 2002). Brytpunkten för station HA, där den stora förändringen inleddes är hösten 2007, vilket framkommer av MDS-analysen (se figur 12). Artsammansättningen 2000-2006 skiljer sig framförallt från 2007-2009 när det gäller dominerade arter och detta gäller både avseende individtätethet och biomassa (ANOSIM, Global R: 0,463 respektive 0,376, 0,1 % signifikansnivå, tabell 16-19 Appendix). Skillnaden är särskilt påtaglig mellan perioderna 2000-2006 och 2007-2009 om man ser till de fem arter som dominerar individtätetheten och biomassan. Dessa arter bidrar ofta med 75 % eller mer av individtätetheten och biomassan, tabell 20. Sammantaget tillhör de arter som framförallt sätter sin prägel på perioden 2000-2006 (*Haploops* spp. och *Ophiura robusta*) Petersens *Haploops*-samhälle (Petersen 1913). Under perioden 2007-2009 saknas dessa i det närmaste och

istället dominerar *Amphiura filiformis* och flera havsborstmaskarter, vilket är typiskt för Petersens *Echinocardium-filiformis*-samhälle, dvs. *Amphiura*-samhället. Fortsatta studier får visa om denna förändring är reversibel i det korta perspektivet eller visar vad som skett tidigare under 1900-talet i ett stort område i södra Kattegatt.



Haploops-samhället (till vänster) som domineras av små rörlevande kräftdjur kan ersättas av *Amphiura*-samhället (till höger) som domineras av ormstjärnor. Olika arter trivs tillsammans med *Haploops* och *Amphiura*.

Tabell 20. Dominerande taxa 2000-2006 och 2007-2009 på station HA uppdelat på individtätet och biomassa.

Tidsperiod	Dominerande arter Individtäthet	Dominerande arter Biomassa
2000-2006	<i>Haploops tenuis</i> <i>Anobothrus gracilis</i> <i>Philomedes brenda</i> <i>Haploops tubicola</i> <i>Ophiura robusta</i>	<i>Anobothrus gracilis</i> <i>Ophiura albida</i> <i>Ophiura robusta</i> <i>Echinocardium cordatum</i> <i>Aphrodita aculeata</i>
2007-2009	<i>Anobothrus gracilis</i> <i>Prionospio fallax</i> <i>Amphiura filiformis</i> <i>Philomedes brenda</i> <i>Thyasira flexuosa</i>	<i>Amphiura filiformis</i> <i>Ophiura albida</i> <i>Anobothrus gracilis</i> <i>Nuculana pernula</i> <i>Praxillella paetermissa</i>

Långsiktig, historisk, utveckling

Typiska för *Haploops*-samhället är förutom de båda *Haploops*-arterna även *Ophiura robusta*, *Philomedes brenda* och *Pseudamussium peslutrae* medan *Amphiura filiformis*, *Anobothrus gracilis*, *Pholoe baltica* och *Ophiura albida* är typiska för *Amphiura*-samhället (Petersen 1913, Thorson 1968). Under perioden 1993-99 dominerade de förstnämnda arterna *Haploops*-samhället i Öresund (Göransson 1999). Under 2000-talet har framförallt *Haploops spp* minskat, tabell 21, och detta har inneburit en svagare representation även för de övriga typiska arterna, framförallt *Ophiura robusta*. Detta verkar inte endast gälla station HA, som följts med kvantitativ provtagning varje år, utan även flera andra stationer som besökts vid enstaka tillfällen under 2000-talet.

Tabell 21. Individtäthet (individer/m² i medeltal) för samhällsbildande taxa på stationerna HA och P4 under olika tidsperioder.

Station, taxa	1910, 1914, 1936-46 (HA) 1911, 1916 (P4)	1992(HA) 1990 (P4)	2000-2009
HA, <i>Haploops spp.</i>	ca 4000	ca 1500	97
P4, <i>Modiolus modiolus</i>	160	1	6

Även för *Modiolus modiolus* verkar en nedgång ha skett sedan 1900-talets början. Inte vid något tillfälle vid de 100-tals prov som tagits under senare år har resultaten från 1911 och 1916 kunnat upprepas. Rekryteringen är också oroande låg (Johansen 2010).



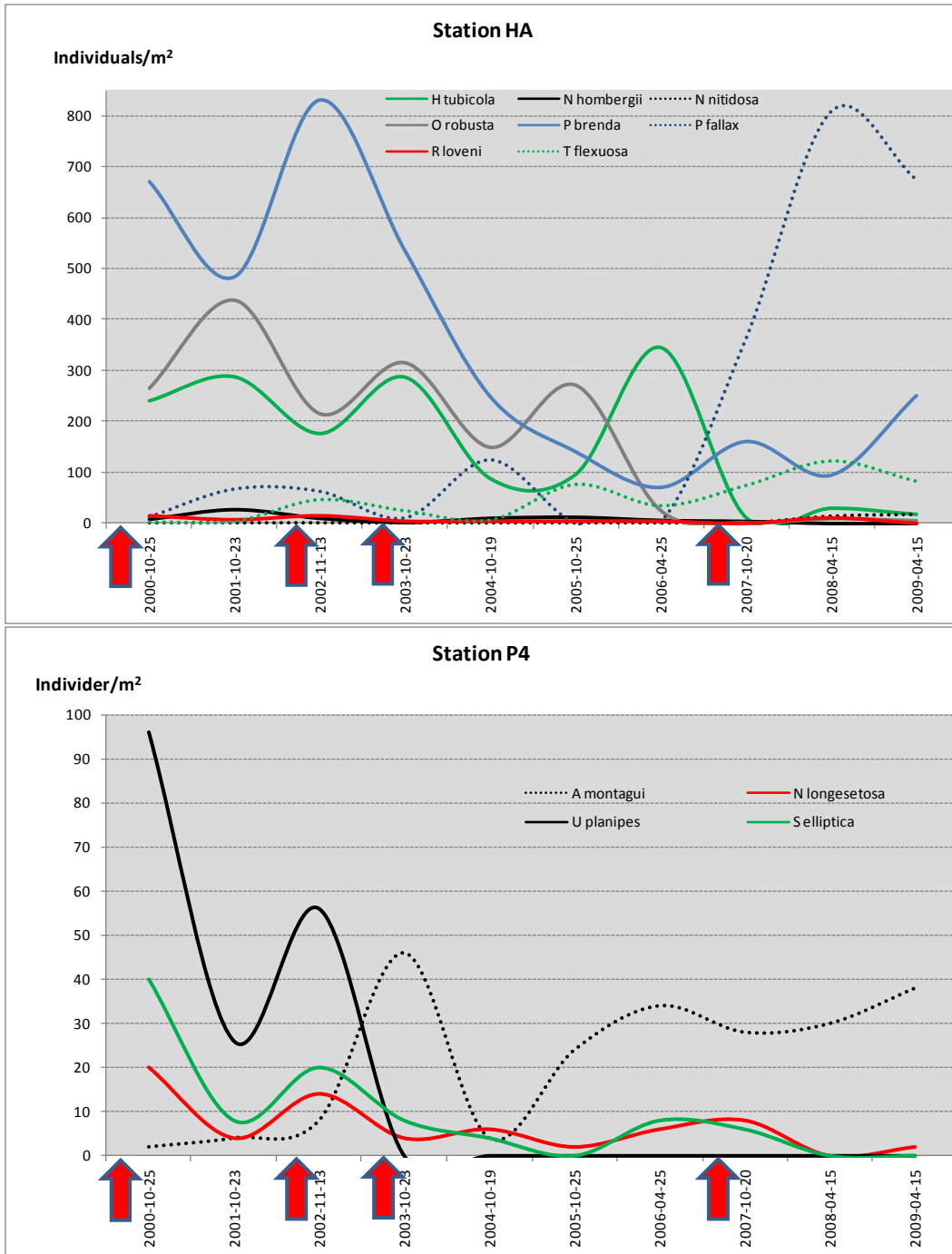
Cylinderprov från *Haploops*-botten (till vänster) som visar täta koncentrationer av kräftdjursrör som sticker upp från botten. Hästmusslan (till höger) skiljer sig från sin mindre släkting blåmusslan genom den trubbigare skalspetsen och håren i skalöppningen. Håren skyddar musslan mot rovdjur som vill ta sig in mellan skalen och äta upp musslan.

Kortsiktig utveckling, 2000-2009

Trots att station HA uppvisar stor relativt stor faunalikhet har det skett en viss förskjutning i dominans från *Haploops*-samhällets arter (minskande populationer av framförallt *Haploops tubicola*, *Philomedes brenda* och *Ophiura robusta*) mot *Amphiura*-samhället (ökande populationer av *Prionospio fallax*, *Nucula nitidosa* och *Thyasira flexuosa*) under perioden 2000-2009, figur 14. Relativt stabila populationer av *Anobothrus gracilis* och *Amphiura filiformis* förstärker denna bild och är i överensstämmelse med tidigare iakttagna förändringar i Öresund och södra Kattegatt (Göransson 2002). Det är dock inte helt säkert att förändringarna direkt kan knytas till syrebrist i bottenvattnet även om minimal syrehalt för studieperioden 2000-2009 noteras under hösten 2007 varefter faunan förändras väsentligt, figur 14. Redan efter syrebristen 2003 minskar flera arter, men den största förändringen sker efter 2007.

Även på station P4 sker avsevärda förändringar av artsammansättningen under perioden, som dock inte följer samma mönster som på station HA. Här minskar flera för Öresund relativt ovanliga arter (framförallt *Unicola planipes*, *Spisula elliptica* och *Nephtys longesetosa*) efter 2002. En enda art ökar tydligt i samband med detta, musslan *Astarte montagui*, tabell 24. Den senare är tålig mot syrebrist (Theede et al 1969). De enstaka månatliga mätningar som sker inom vattenvårdsförbunden är dock helt otillräckliga för att på nödvändigt sätt spegla påverkan av syrebrist på djurvärlden i Öresund med dess stora hydrografiska dynamik. Det behövs kontinuerliga mätningar för att belägga låga halter och

framförallt dess varaktighet i kombination med strömmar, salthalts- och temperaturförändringar för att försöka förstå mekanismerna. En förklaring till skillnaderna i utveckling mellan stationerna kan vara skillnader strömhastighet och syrebristens varaktighet. Det är även noterbart att återkolonisationsprocessen verkar vara utdragen i tiden och sker under flera år, något som kan peka på allmänt svag rekrytering av botten djur under slutet av 2000-talet.



Figur 14. Arter med statistiskt förändrad individtätet under perioden 2000-2009 på station HA (överst) och station P4 (underst). Röda breda pilar visar tidpunkterna för de kraftigaste syrebristerna (< 2 ml/l uppskattat minst 1 månad) under perioden. Heldragen linje = minskande taxa, punktstreckad linje = ökande taxa. Syredata från station W Landskrona 30m, SMHI:s databas SHARK.

Utvecklingen för grupper av arter med olika egenskaper

Utvecklingen för grupper av arter med olika egenskaper har testats med linjär regressionsanalys för tioårsperioden och resultaten presenteras separat för de båda stationerna i tabell 22. Resultaten pekar på statistiskt signifikant minskande trender på station HA för arter med arktisk-boreal utbredning (nordliga arter), rovdjur och arter med bottenlevande larvstadium. Tillbakagången av rovdjur är tydligast. På station P4 finns inga motsvarande statistiskt signifikanta trender.

Tabell 22. Trender 2000-2009 för grupper av arter med olika egenskaper på stationerna HA och P4 utanför Helsingborg. NS=ej statistiskt signifikant trend. n =10

Grupp av arter	Station HA 28 m			Station P4 28 m		
	Minskande trend signifikansnivå	Ökande trend signifikansnivå	r ²	Minskande trend signifikansnivå	Ökande trend signifikansnivå	r ²
Arktisk-boreala	0,010	-	0,582	NS	NS	-
Mediterrana	NS	NS	-	NS	NS	-
Rovdjur	0,002	-	0,704	NS	NS	-
Depositionsätare	NS	NS	-	NS	NS	-
Filtrerare	NS	NS	-	NS	NS	-
Djupt nergrävda	NS	NS	-	NS	NS	-
Pelagisk larv	NS	NS	-	NS	NS	-
Bottenlevande larv	0,029	-	0,468	NS	NS	-

Trender för enskilda arter

Förändringar av enskilda taxa presenteras som linjära regressioner för tioårsperioden vilket presenteras separat för de båda stationerna.

Station HA

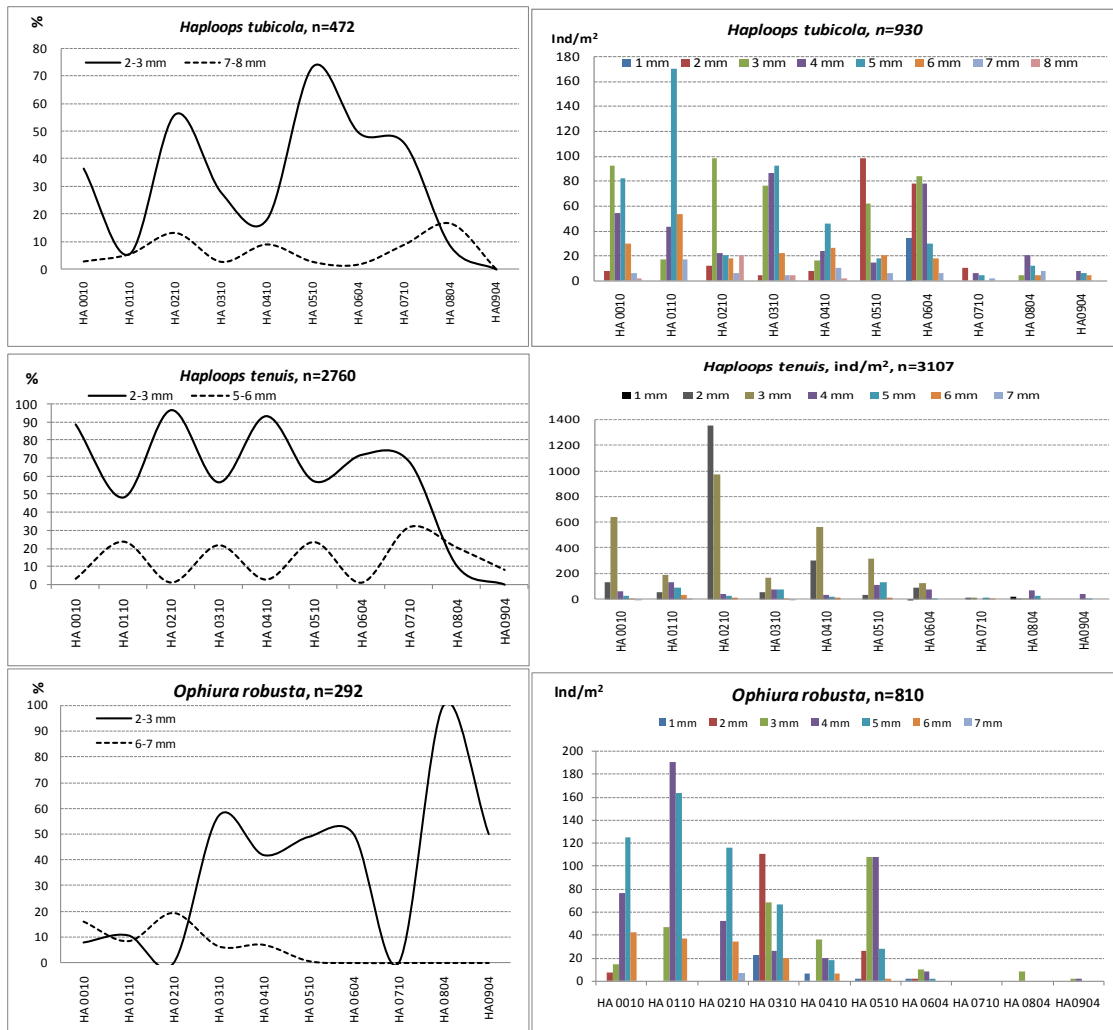
Statistiskt signifikanta minskande trender dominerar under perioden 2000-2009 och kan konstateras för tre av de typiska arterna i *Haploops*-samhället, *Haploops tubicola*, *Ophiura robusta* och *Philomedes brenda*, tabell 23. Dessutom minskar två arter av havsborstmaskar, den vanliga *Nephtys hombergii*, som finns i ett stort djupintervall i Öresund och den mera ovanliga *Rhodine loveni*, som är typisk för de djupaste mjukbottenarna. De arter som ökar är havsborstmasken *Prionospio fallax* samt musslorna *Thyasira flexuosa* och *Nucula nitidosa*. De senare är typiska representanter för *Amphiura*-samhället.

Tabell 23. Trender 2000-2009 för dominerande taxa på station HA på 28 m djup utanför Helsingborg. NS=ej statistiskt signifikant trend. n =10

Taxa	Minskande trend signifikansnivå	Ökande trend signifikansnivå	r ²
<i>Haploops tubicola</i>	* p = 0,032		0,458
<i>Nephtys hombergii</i>	*p = 0,048		0,404
<i>Nucula nitidosa</i>		*p = 0,031	0,460
<i>Ophiura robusta</i>	**p = 0,003		0,701
<i>Philomedes brenda</i>	**p = 0,007		0,622
<i>Prionospio fallax</i>		*p = 0,012	0,568
<i>Rhodine loveni</i>	*p = 0,044		0,415
<i>Thyasira flexuosa</i>		**p = 0,004	0,662

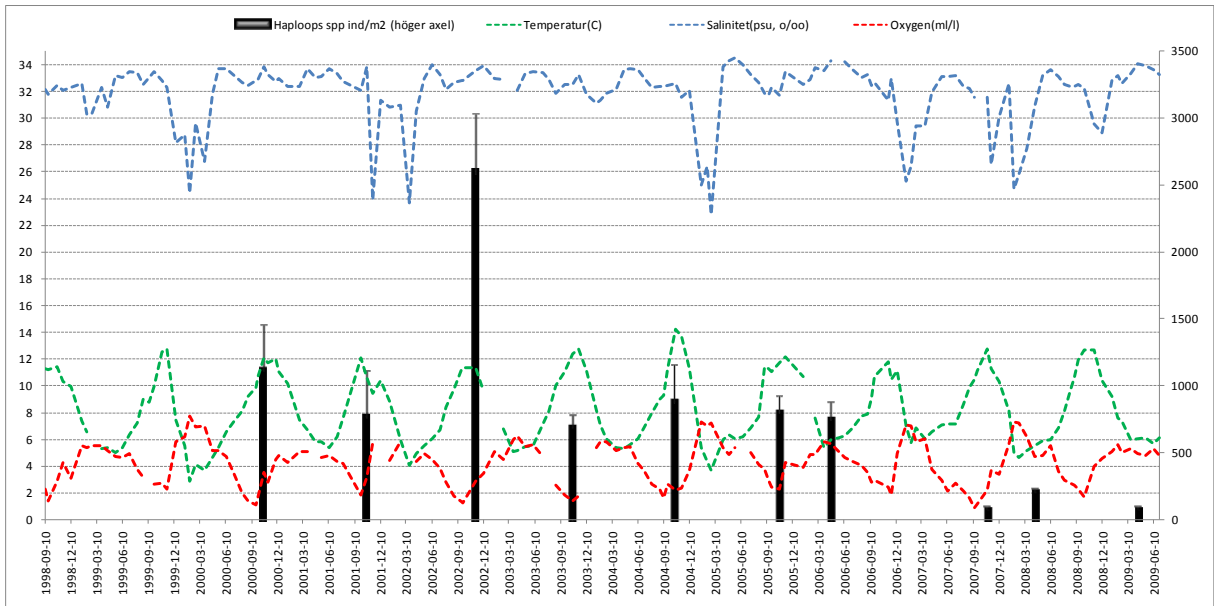
Längddiagram för de tre typiska arterna i *Haploops*-samhället, *Haploops tubicola*, *Haploops tenuis* och *Ophiura robusta* visar på tämligen normalfördelade populationer fram till 2007. Dock finns tecken på

relativt kraftig nyrekrytering 2002 för *H tenuis* och 2005 för *H tubicola*. Rekryteringen hos *O robusta* verkar svag under hela perioden, Figur 15. Utvecklingen av andelarna unga och gamla individer skiljer sig för de tre typiska arterna. För de båda *Haploops*-arterna minskar andelen små individer kraftigt efter 2007, vilket kan bero på minskad reproduktion eller hög predation på unga individer. Andelen små individer hos *Ophiura robusta* är obefintlig under två år, 2002 och 2007, vilket indikerar utebliven reproduktion eller kraftig predation på unga individer. Under dessa år noterades låga syrehalter i bottenvattnet. *Haploops* har bottenlevande larvstadium och nyrekryteras inom området medan *O robusta* har pelagiskt larvstadium som kan rekryteras norrifrån med det salta bottenvattnet. Andelen stora individer hos *O robusta* är minimal efter 2004 vilket pekar på dålig tillväxt eller hög predation på stora individer. Ytterst låg total förekomst av *O robusta* efter 2007 kan dock ge missvisande bild av andelarna unga och gamla djur.



Figur 15. Andel unga och gamla individer och längddiagram för *Haploops tubicola*, *Haploops tenuis* och *Ophiura robusta* under perioden 2000-2009 på station HA. Andel av populationen för de minsta och de största individerna. Observera att ytterst få individer efter 2007 kan ge en missvisande bild av andelarna unga och gamla djur.

Eftersom den kraftigaste syrebristen under perioden inträffade under hösten 2007 då de tre arterna minskade mycket kraftigt är detta den mest troliga kända påverkansfaktorn, figur 16. Den låga tillväxten och nyrekryteringen kan möjligen förklaras av låg planktonproduktion under slutet av tioårsperioden. Inga extrema salthalter kan däremot sättas i samband med nedgången i *Haploops*-populationerna. Årsminimitemperaturerna är dock jämförelsevis höga under de senaste åren och kan vara av betydelse om djuren är beroende av låga temperaturer i sin livscykel, exempelvis för fortplantningen.



Figur 16. Utvecklingen av *Haploops* spp (ind/m²) och hydrografen på 30 meters djup i norra Öresund 1998-2009. Nedgången av *Haploops* spp är statistiskt signifikant (Linjär regression, $r^2 = 0,412$, $p = 0,045$). Spridningsmättet anger standard error. Hydrografidata från SMHI:s databas SHARK.

Station P4

Även på station P4 dominerar statistiskt signifikanta minskande trender 2000-2009 och kan konstateras för de tre typiska arterna, märlkräftan *Unicola planipes*, musslan *Spisula elliptica* och havsborstmasken *Nephtys longesetosa*, Tabell 24. Endast musslan *Astarte montagui* ökar. Den senare är en art som är ovanligt tålig mot syrebrist (Dries & Theede 1974). *Spisula elliptica* och *Unicola planipes* har inte påträffats under de senaste åren.

Tabell 24. Trender 2000-2009 för dominerande taxa på station P4 på 28 m djup utanför Helsingborg. NS=ej statistiskt signifikant trend. n =10

Taxa	Minskande trend signifikansnivå	Ökande trend signifikansnivå	r^2
<i>Astarte montagui</i>		*p = 0,034	0,448
<i>Nephtys longesetosa</i>	*p = 0,040		0,430
<i>Spisula elliptica</i>	*p = 0,014		0,552
<i>Unicola planipes</i>	*p = 0,013		0,559

Sammantaget pekar förändringarna på de båda stationerna på ett regimskifte i artsammansättning på station HA och en kraftig försvagning av faunan på station P4. Drastiska minskningar av typiska arter talar för detta.

Tillståndsklassning för *Haploops*-samhället enligt förslag från Öresundsvattensamarbetet

Öresundsvattensamarbetet presenterade 1999 förslag till operationella miljömål för bottenfaunan i Öresund (Göransson 1999). Detta förslag har de klassiska bottenfaunasamhällena som indelningsgrund och relaterar till långtidsdata från Öresund. Bedömningarna utgår därför från vad som kan betraktas som normalt för lokala förhållanden. Strukturen har delvis hämtats från Naturvårdsverkets äldre bedömningsgrunder för Kust och Hav (Anon 1999) som utgår från de dominerande arterna. Dessutom görs bedömningar utifrån övriga typiska förekommande arter och huvudvariablerna. Detta innebär att man går igenom resultaten utifrån flera aspekter: typiska och dominerande arter, känsliga arter, föroreningsindikatorer samt totala värden för antal taxa, individtätet och biomassa (tabell 25-27).

Resultaten från station HA under perioden 2000-2009 kan ställas i relation till faunakaraktistik från olika stationer i Öresund baserat på data från 1988-98, alltså en 10-årsperiod som nästan precis föregår föreliggande undersökningsperiod (Tabell 25 & 26). Av jämförelsen framgår att numerären för flertalet taxa relativt väl överensstämmer mellan 1988-98 och första delen av perioden 2000-2009. För *Haploops* spp och *Ophiura robusta* noteras till och med högre individtätheter under första delen av perioden 2000-2009 än 1988-1998. *Limea loscombii* som ej noterades 1988-98 fanns med ett enstaka exemplar 2003 och den enda art som inte påträffades 2000-2009 var ollonmasken *Harrimania kupferi*.

Förutom *Haploops* spp är möjligen musslan *Abra nitida* känsliga taxa men det finns inga tydliga tecken på tillbakagång för den senare. Enstaka förekomst av den djupgrävande havsborstmasken *Polyphysia crassa* under perioden verifierar dessutom de relativt goda redoxförhållandena i sedimentet.

Tabell 25. Faunakaraktistik för *Haploops*-samhället i Öresund (27-47 m). Data från 1988-1998. Huvudsakligen 2 stationer. Totalt 33 stationsår. Förslag enligt Öresundsvattensamarbetets miljömål.

Artsammansättning	Arter	Recenta kvantitativa data, ind/m ²
Regelbundna arter förekom alltid	<i>Haploops</i> spp	68-1500
Regelbundna arter saknades något år	<i>Ophiura robusta</i> , <i>Pseudamussium septemradiatum</i> <i>Philomedes globosus</i>	Max 156 Max 2 Max 1522
Sällsynta/glest förekommande typiska arter	<i>Limea loscombii</i> , <i>Timoclea ovata</i> <i>Nipponemertes pulcher</i> , <i>Harrimania kupferi</i>	Ej påträffade 1990-98 Max 14 Max 2
Arter djupt i sedimentet	<i>Polyphysia crassa</i>	Max 12
Känsliga arter	<i>Abra nitida</i> <i>Haploops</i> spp?	Max 116
Föreningningsindikatorer	<i>Scoloplos armiger</i> <i>Amphiura filiformis</i> <i>Heteromastus filiformis</i>	Max 214 40-290 0-328
Införda arter	Okänt	

Medelvärdena 2000-2009 för totala antalet taxa (medel 74, range 54-94), individtätheten (3150 ind/m², range 1480-7310) och biomassan inklusive stora djur (386 g/m², range 68-824) ligger på en hög nivå jämfört med 1988-98, tabell 26.

Tabell 26. Summavariabler för *Haploops*-samhället i Öresund (27-47 m). Data från 1988-1998. 2 stationer. Totalt 14 stationsår. Förslag enligt Öresundsvattensamarbetets miljömål.

Variabel	Medelvärde	Range
Totalt antal taxa	69	40-79
Total individtäthet, ind/m ²	3157	412-6390
Total biomassa g/m ²	170	57-275

Utifrån Öresundsvattensamarbetets förslag till klassning kan man anta att station HA gått från ett opåverkat till ett något påverkat tillstånd under perioden 2000-2009 (Tabell 27). Klassningen har helt utgått från faunans sammansättning. Observerade redoxövergångar pekar inte på några besvärliga förhållanden i detta avseende.

Tabell 27. Tillståndsklassning för bottenfaunastationen HA enligt Öresundsvattensamarbetets förslag för *Haploops*-samhället I Öresund.

Benämning	Dominerande arter Redox- övergång	Station HA 2000-2006 Individer/m ²	Station HA 2007-2009 Individer/m ²
Klass1 Opåverkat till obetydligt påverkat	<i>Haploops</i> , <i>Philomedes</i> , <i>Ophiura robusta</i> , <i>Pseudamussium</i> ≥ 20 mm	<i>Haploops</i> 676-2584 <i>Anobothrus</i> 338-704 <i>Philomedes</i> 70-670 <i>Ophiura robusta</i> 24-437 <i>Ophiura albida</i> 60-232 <i>Amphiura filiformis</i> 27- 168 <i>Pseudamussium</i> 0-4 ≥ 80 mm	
Klass 3 Något påverkat	<i>Haploops</i> 10-20 mm		<i>P fallax</i> 362-808 <i>Anobothrus</i> 366-612 <i>Philomedes</i> 94-250 <i>Haploops</i> 68-196 <i>Amphiura filiformis</i> 42- 180 <i>Ophiura albida</i> 58-72 ca 80 mm
Klass 4 Tydligt påverkat	<i>Scoloplos</i> , <i>Amphiura</i> <i>Heteromastus</i> 0-10 mm		
Klass 5 Kraftigt påverkat/ utslaget	Ingen makrofauna 0 mm, H ₂ S ytligt	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser

Ovanstående innebär att Öresundsvattensamarbetets kortsiktiga mål om livskraftiga populationer av kräftdjurssläktet *Haploops* (> 1000 ind/m²), *Ophiura robusta* (> 15 ind/m²) inte är uppfyllt från och med 2007. Ollonmasken *Harrimania kupferi* saknas helt från och med 2000. Det långsiktiga målet innebär tätare populationer av *Haploops* (medelvärde 2000 ind/m²) och ökat utbredningsområde. Dessvärre måste rapporteras att ett flertal observationer under 2008 och 2009 från andra *Haploops*-stationer i mera centrala delar av utbredningsområdet norr om Ven pekar i samma riktning som resultaten från station HA.

Kännedomen om *Haploops*-samhällets utbredning i hela Öresund är mycket bristfällig. Detta gäller också kontroll av eventuella förändringar eftersom endast en station undersöks regelbundet, station HA utanför Helsingborg.

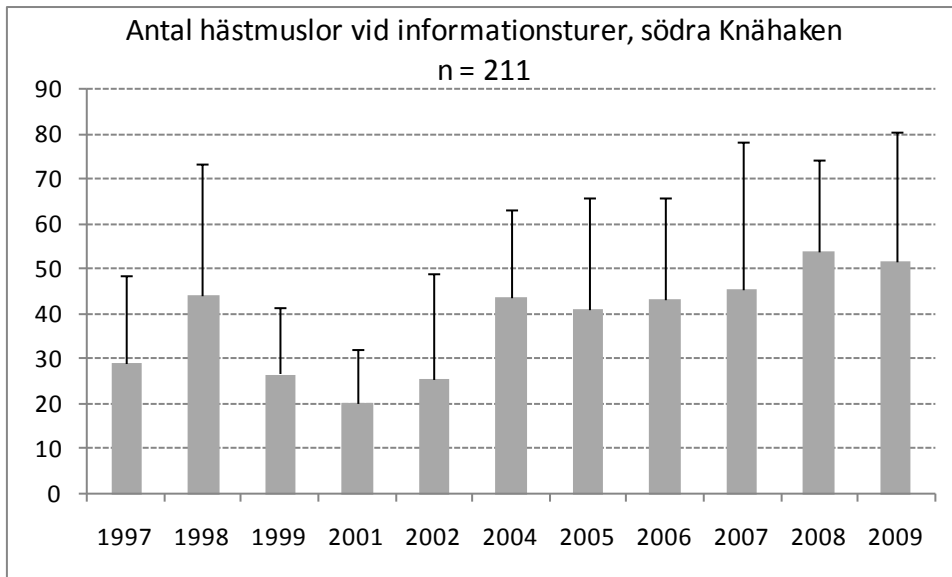
Kompletterande observationer från bottenskrapningar i Knähakenområdet 1998-2009

Undersökningar med bottenskrapa kan ge en värdefull kompletterande bild av den större faunan. Det är dock svårt att jämföra mellan olika provtagningstillfällen, effektiviteten och precisionen varierar starkt. Om bottenskrapningarna utförs vid många tillfällen ger de dock en sammantagen bild av förekomsten av stora arter som förekommer så glest att de sällan påträffas i prover med bottenhuggare.



Djur från bottenskrap vid Knähaken 2007. På bilden syns förutom hästmusslor även flera arter av sjöborrar, ormsjärnor, musslor och koralldjur

Under snart 20 år har marin miljöinformation bedrivits varvid bottenskrap har utförts i södra delen av Knähakens marina reservat. Detta är tillåtet enligt reservatsbestämmelserna från 2001 men skall utföras på ett måttfullt sätt, med liten bottenskrapa och hästmusslor skall alltid återutsättas i området. Antalet fångade hästmusslor har noterats vid många tillfällen under flertalet av de senaste åren, främst med tanke på att få en uppfattning om informationsverksamheten påverkar musselbeståndet negativt (Figur 17). Antalet noterade musslor har varierat kraftigt under de gångna åren och beror inte enbart på förekomsten av musslor utan också på omständigheter i samband med provtagningarna. Metodiken har dock varit likartad och resultaten pekar inte på att bottenskrapningarna kraftigt påverkat antalet musslor i området.



Figur 17. Antalet fångade hästmusslor vid bottenskrap under informationsturer i södra delen av Knähakens marina reservat 1997-2009. Medelantal per bottenskrap och standardavvikelsen. N anger antalet bottenskrap.

Även om det inte föreligger direkt kvantitativa data från de många bottenskrap som årligen utförts i södra delen av Knähakenområdet kan observationerna ge ett bidrag till förståelsen av eventuella förändringar av djurlivet. Observationerna, som redovisas i tabell 28, bygger på anteckningar i förut fastställda protokoll som använts vid informationsturer under perioden 1999-2009. Man bör ha i åtanke att främst stora och typiska arter observeras vid dessa tillfällen, många små arter förbises lätt.



Elefanttandsnäckan *Antalis entalis* (överst till vänster), musslan *Gari fervensis* (överst till höger), porlinskrabban *Pisidia longicornis* (nederst till vänster) och mossdjuret *Lichenopora hispida* på skal av hästmussla (nederst till höger).

Bland arter som observerats i bottenskrap 1998-2009 är två, snäckan *Capulus hungaricus* och sjöborren *Spatangus purpureus*, troligen nya för Öresund. Båda observerades för första gången 2009

och finns närmast i Kattegatt. Det tillskott av arter sedan 1997 (Göransson & Karlsson 1998) som erhållits vid bottenhugg och bottenkrap under perioden 1998-2009 uppgår tillsammans till 18 arter och innebär att minst 546 taxa finns registrerade från Knähakenområdet.

Tabell 28. Observationer vid bottenkrap i södra delen av Knähakenområdet 1998-2009. Förekomst av hästmussla *Modiolus modiolus*, typiska associerade arter och ovanligare arter.

Art	År, period	Anmärkning
<i>Halichondria bowerbanki</i>	1998	Bestämd av Ole Tendal, Köpenhamns universitet
<i>Suberites lutkeni</i>	1998	Bestämd av Ole Tendal, Köpenhamns universitet
<i>Amphilectus fucorum</i>	1998	Bestämd av Ole Tendal, Köpenhamns universitet
<i>Lithodes maja</i>	1998	1 ex
<i>Pisidia longicornis</i>	1999	1 ex
<i>Luidia sarsi</i>	2004	Maj-oktober, totalt 15 ex, 9-15cm
<i>Antalis entalis</i>	2005-2006	2 ex
<i>Lichenopora hispida</i>	2007	1 ex
<i>Capulus ungaricus</i>	2008-2009	2 ex
<i>Brissopsis lyrifera</i>	2006-2009	Enstaka
<i>Cliona celata</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken
<i>Petaloproctus borealis</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken
<i>Lepeta caeca</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken
<i>Modiolus modiolus</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken
<i>Musculus niger</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken, Rödlstad
<i>Stomphia coccinea</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken, Rödlstad
<i>Hyas coarctatus</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken
<i>Inachus dorsettensis</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken, Rödlstad
<i>Solaster endeca</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken, Rödlstad
<i>Ophiocomina nigra</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken
<i>Ophiura robusta</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken, Rödlstad
<i>Henricia perforata</i>	1998-2009	Typisk art för Knähaken, ej samtliga år
<i>Spatangus purpureus</i>	2007-2008	3 ex, 5 cm

Den grupp av djur som är mest lättobserverade och därför mest jämförbara mellan olika tidsperioder är tagghudingarna. För dessa finns mycket omfattande data från Öresund 1933-39 (Brattström 1941), en period som ligger före det moderna jordbrukets omfattande användning av handelsgödsel och det moderna kemikaliesamhället. Under 7 år undersökte Hans Brattströms station 77 (25-37m), ett bottenområde där CGJ Petersen tog prover med bottenhuggare 1911 och 1916 (station nr 4, P4, 28m). Det geografiska läget och substratet överensstämmer med uppgifter från 1900-talets början. Brattström fann vid 64 drag med bottenkrapa 23 arter av tagghudingar, Tabell 29. Lika många påträffades under perioden 1990-97 medan 27 arter påträffades 1998-2009. Flest arter påträffades alltså under den sista perioden som dock också är längst och omfattar flest bottenkrap. Även om bottenkrapen inte är direkt jämförbara på grund av skillnader i fångsteffektivitet och ansträngning är det anmärkningsvärt att flera arter av sjöborrar tillkommit på senare år.



Sjöborrarna *Spatangus purpureus* (överst till vänster), *Echinocardium flavescens* (överst till höger) och *Brissopsis lyrifera* (nederst) finns i södra Kattegatt men har påträffats allt oftare vid Knähaken i Öresund. *Spatangus* påträffades för första gången 2007.

De grävande sjöborrarna *Spatangus purpureus* och *Echinocardium flavescens* fanns 1933-39 närmast i prover från södra Kattegatt och *Brissopsis lyrifera*, som 1990-2009 påträffats vid ett flertal tillfällen i Knähakenområdet, noterades 1933-39 endast från ett par stationer i Öresund (Landskronadjupet och norra Öretvisten). I dessa fall verkar det alltså som om flera arter av tagghudingar utvidgat sitt utbredningsområde en god bit in i Öresund. Detta innebär en högre diversitet av stora djur i sedimenten 1990-2009 än på 1930-talet. Om detta är en tillfällighet får resultaten av fortsatta undersökningar visa. Resultaten kan bero på högre temperatur, salthalt eller näringsstatus numera. De tre ovan nämnda arterna av sjöborrar har en något sydligare utbredning än övriga i Öresund förekommande arter vilket skulle kunna antyda en högre temperatur numera.



Ormstjärnorna *Ophiocomina nigra* (överst), *Amphiura chiajei* (nederst till vänster) och *Amphiura filiformis* (nederst till höger) verkar ha ökat påtagligt vid Knähaken sedan 1900-talets början.

Om man utgår från observationer av Lönnberg (1899), Petersen (1913) och Brattström (1941) har ormstjärnorna *Ophiocomina nigra*, *Amphiura filiformis* och *Amphiura chiajei* ökat påtagligt ända från 1900-talets början och fram till våra dagar. Dessa arter tillhör också de tagghudingar i Öresund som har en förhållandevis sydlig utbredning.

Om man inbegriper alla djurgrupper är det också anmärkningsvärt att fem av åtta arter som minskat statistiskt signifikant under perioden 2000-2009 har en nordlig utbredning (*Ophiura robusta*, *Rhodine loveni*, *Philomedes brenda*, *Unicola planipes* och *Nephtys longesetosa*). Endast en av fyra arter som ökar signifikant kan dock betraktas som sydlig (*Nucula nitidosa*). I den senare gruppen finns också en nordlig art (*Astarte montagui*). Sammantaget finns alltså en rad tecken på vad som skulle kunna tolkas som en förändring av faunan som framförallt innebär färre arter med nordlig utbredning. Detta är särskilt oroande eftersom det arktiska inslaget kan betraktas som ett av det djupa Öresunds särdrag.

Tabell 29. Förekomst av olika arter av tagghudingar vid provtagning med bottenskrapa i Knähaken-området 1933-39 (Brattström 1941, Station 77), 1990 (Göransson & Karlsson 1998) och 2000-2009.

Taxa	1933-39 n=64	1990-97 n=102	1998-2009 n=211
ASTEROIDEA - SJÖSTJÄRNOR			
<i>Astropecten irregularis</i>	x	x	x
<i>Luidia sarsi</i>	x		x
<i>Asterias rubens</i>	x	x	x
<i>Crossaster papposus</i>	x	x	x
<i>Solaster endeca</i>	x	x	x
<i>Henricia sanguinolenta/perforata</i>	x	x	x
<i>Leptasterias muelleri/danica</i>	x	x	x
OPHIUROIDEA - ORMSTJÄRNOR			
<i>Ophiopholis aculeata</i>	x	x	x
<i>Ophiothrix fragilis</i>	x	x	x
<i>Ophiocomina nigra</i>	x	x	x
<i>Amphiura chiajei</i>	x	x	x
<i>Amphiura filiformis</i>	x	x	x
<i>Ophiura ophiura</i>	x	x	x
<i>Ophiura albida</i>	x	x	x
<i>Ophiura affinis</i>	x	x	x
<i>Ophiura robusta</i>	x	x	x
ECHINOIDEA - SJÖBORRAR			
<i>Psammechinus miliaris</i>	x	x	x
<i>Echinus esculentus</i>	x	x	x
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	x	x	x
<i>Echinocyamus pusillus</i>	x	x	x
<i>Echinocardium cordatum</i>	x	x	x
<i>Echinocardium flavescens</i>			x
<i>Brissopsis lyrifera</i>			x
<i>Spatangus purpureus</i>			x
HOLUTHUROIDEA - SJÖGURKOR			
<i>Cucumaria elongata</i>			x
<i>Thyonidium drummondii</i>	x	x	x
<i>Thyone fusus</i>		x	
<i>Psolus phantapus</i>	x	x	x
TOTALT	23	23	27



Den stora solsjöstjärnan *Solaster endeca* är en rödlistad art som förekommer sällsynt men regelbundet vid Knähaken. Ovanpå solstjärnan syns de för Knähaken typiska ormstjärnorna *Ophiothrix fragilis* (till vänster) och *Ophiopholis aculeata* (till höger).

Jämförelser av djurens medelstorlek då och nu

För att få en uppfattning om djurens tillväxt har förändrats med tiden har jämförts med data från Hans Brattströms undersökningar 1933-39 (Brattström 1941). Man bör ha i åtanke att Brattström tog sina prover med bottenkrapa med okänd maskvidd medan dagens prover tagits med bottenhuggare. I prover med bottenkrapa är små individer underrepresenterade eftersom en del av dessa slinker ut genom nätmaskorna i skrapan. I prover med bottenhuggare finns alla individer kvar i provet.

När det gäller sjöborren *Echinocardium cordatum* framstår stora likheter i resultat mellan 1933-39 och 2002-2006, Tabell 30. Både median- och maxvärden är lika medan andelen stora djur skiljer sig något. I det senare fallet bör den reella skillnaden vara ännu större mellan 1933-39 och 2002-2006 med tanke på att Brattström använde skrapa. Det finns alltså skäl att tro att stora sjöborrar är något vanligare idag.

Tabell 30. Storlek hos *Echinocardium cordatum* i Knähaken-området 1933-39 (Brattström 1941) och 2002-2006.

Tidsperiod	1933-39 (n=3502)			2000-2006 (n=704)		
	Median	% >35	Max	Median	% >35	Max
<i>E.cordatum</i>	20,1-30	2	44,3	25	6	44

När det gäller storleken hos den rödlistade ormstjärnan *Ophiura robusta* är skillnaderna större mellan 1933-39 och 2002-2008, Tabell 31. Framförallt är andelen stora individer betydligt lägre 2000-2008 jämfört med 1933-39. Det finns alltså skäl att tro att stora ormstjärnor är ovanligare idag.

Tabell 31. Storlek hos *Ophiura robusta* i Knähaken-området 1933-39 (Brattström 1941) och 2000-2008.

Tidsperiod	1933-39 (n=1793)			2000-2008 (n=1349)		
	Median	% >6,1	Max	Median	% >6,1	Max
<i>Ophiura robusta</i>	4,1-6	5	7,6	4-5	0,4	7

Sammantaget pekar resultaten på liknande storlek hos sjöborren *Echinocardium cordatum* mellan 1933-39 och 2002-2006 medan stora individer av ormstjärnan *Ophiura robusta* verkar vara ovanligare numera. Den förra har varit en mycket stabil art i området under senare år, medan den senare verkar vara på stark tillbakagång.

Förekomsten av kräftdjuret *Ulophysema* då och nu

Hans Brattström publicerade 1936 sin upptäckt av "Öresunds djuret" *Ulophysema oeresundense* (Brattström 1936). Denna avlägsna släkting till havstulpanerna lever större delen av sitt liv som parasit inuti sjöborren *Echinocardium cordatum*. Parasiten lever på sjöborrens föda, reducerar sjöborrens könsprodukter och medverkar ibland till sterilitet. Brattström undersökte tusentals sjöborrar i Öresund och fann att ungefär en fjärdedel var infekterade med parasiten (Brattström 1947), tabell 32. Endast en tjugondel befanns däremot infekterade 2002-2006 vid motsvarande undersökningar i Knähaken-området.



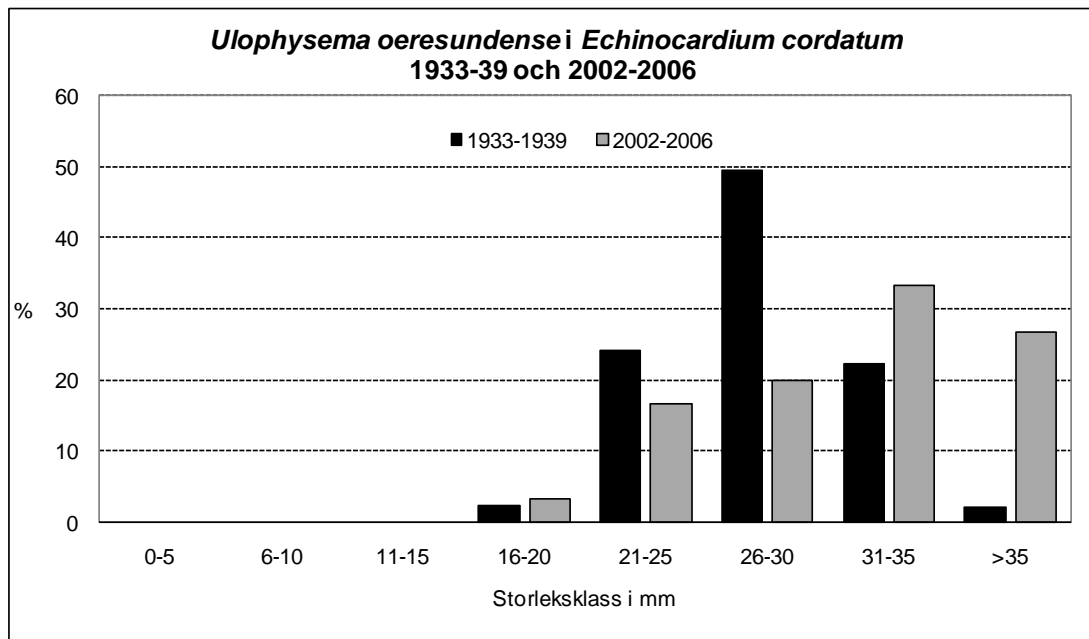
"Öresundsdjuret" *Ulophysema oeresundense* lever som parasit inuti sjöborren *Echinocardium cordatum*. Översta raden sjöborrar utan parasit och med normala könsorgan. Nederst sjöborrar med parasit och med förminskade könsorgan (nederst till vänster) och helt utan könsorgan (nederst i mitten).

Andelen infekterade sjöborrar var lägre i Skälderviken och Kattegatt än i Öresund under första hälften av 1900-talet. Brattström trodde att detta berodde på att de ekologiska faktorerna var gynnsammast för parasiten i Öresund. Möjligen kan alltså skillnaden mellan 1936-39 och 2002-2006 bero på ändringar av dessa faktorer. En högre andel stora sjöborrar idag kan bero på färre infekterade individer eftersom *Ulophysema* inverkar negativt på sjöborrarnas näringsupptag och tillväxt.

Tabell 32. *Ulophysema oeresundense* i Knähaken-området 1936-39 (Brattström 1947) och 2002-2006. Procent infekterade sjöborrar *Echinocardium cordatum*.

Område	1933-39	2002-2006
Hela Öresund, n=4504	19 (n=4504)	Ingen uppgift
Norra delen av mellersta Öresund, n=1797	24 (n=1797)	Ingen uppgift
Knähaken, n=86	21 (n=86)	5 (n=587)

Brattström fann att sjöborrarna i Öresund som var infekterade i Öresund låg inom storleksintervallet 16-35 mm, alltså endast de större sjöborrarna. Även detta konstaterades för perioden 2002-2006 med en förskjutning mot ännu högre andel infekterade stora sjöborrar, Figur 18. Det verkar alltså som om färre unga sjöborrar infekterats och att parasiten främst lever kvar i äldre sjöborrar. Resultatet kan vara en ytterligare indikation på jämförelsevis svag rekrytering under 2000-talet.



Figur 18. *Ulophysema oeresundense* i Knäshaken-området 1936-39 (Brattström 1947, n=166) och 2002-2006 (n=587). Andel (procent) infekterade sjöborrar fördelat på olika storlekar av *Echinocardium cordatum*.

Tillståndsklassning för *Modiolus*-samhället enligt förslag från Öresundsvattensamarbetet

Precis som för *Haploopsis*-samhället på station HA görs en genomgång av resultaten från Knäshaken-området utifrån flera aspekter: regelbundna arter, känsliga arter, sällsynta arter och införda arter (tabell 33 & 34). Resultaten från bottenprover från station P4, centralt i området, och observationer vid bottenskrapningar i södra delen av området, sammanvägs.

Vad som uppfattas som tillfälliga arter tas ej upp i faunakaraktistiken eller miljömålen. Områdets heterogenitet med många nischer är mycket viktig för artsammansättningen. Därför har angetts minst två arter för varje nisch. Likaledes finns representanter för olika födostrategier och taxonomiska huvudgrupper. De olika nischerna och arterna är:

Utanpå döda skal: *Petaloproctus borealis* och *Chitinopoma serrula*

Inuti döda skal: *Cliona celata* och *Phoronis ovalis*

På levande hästmusslor: *Stomphia coccinea*, *Lepeta caeca*, *Hydrallmania falcata* och *Scalpellum scalpellum*

Rörliga arter: *Ophiocomina nigra*, *Archidoris tuberculata*, *Dendronotus frondosus* och *Henricia sanguinolenta/perforata*.

I hästmusslornas skrymslen: *Ophiopholis aculeata* och *Nymphon mixtum*

På mjukbotten i anslutning till bankarna: *Leptasterias muelleri/danica*, *Solaster endeca* och *Crossaster papposus*.

Bland fiskar bör, förutom torsk, särskilt nämnas klorockan *Raja radiata* som har en stabil förekomst i området och äggkapslar finns ofta fästade i hästmussel-aggregaten.

Snäckor kan vara särskilt känsliga för TBT, som fortfarande används intill nyligen på större fartyg. *Buccinum undatum* och *Neptunea antiqua* är de vanligaste större arterna som förekommer regelbundet i *Modiolus*-samhället.

Tabell 33. Faunakarakteristik för *Modiolus*-samhället i Öresund (ca 30 m). Data från 1990-1998. Endast en station, Knähaken.

Artsammansättning	Arter	Förekomst
Regelbundna arter förekom alltid	<i>Modiolus modiolus</i> <i>Petaloproctus borealis</i> <i>Hydrallmania falcata</i> <i>Ophiocomina nigra</i> <i>Ophiopholis aculeata</i> <i>Cliona celata</i> <i>Stomphia coccinea</i> <i>Lepeta caeca</i> <i>Nymphon mixtum</i> <i>Leptasterias muelleri/danica</i> <i>Crossaster papposus</i>	Allmän Allmän Allmän Allmän Mycket allmän Gles förekomst Gles förekomst Gles förekomst Gles förekomst Gles förekomst
Regelbundna arter saknades något år	<i>Henricia sanguinolenta/perforata</i> <i>Solaster endeca</i>	Påträffad vid några tillfällen Gles förekomst
Sällsynta/glest förekommande typiska arter	<i>Chitinopoma serrula</i> <i>Phoronis ovalis</i> <i>Scalpellum scalpellum</i> <i>Archidoris tuberculata</i> <i>Dendronotus frondosus</i>	Ej påträffad 1990-98 Ej påträffad 1990-98 Ej påträffad 1990-98 Ej påträffad 1990-98 Ej påträffad 1990-98
Känsliga arter	<i>Buccinum undatum?</i> <i>Neptunea antiqua?</i>	Allmän Gles förekomst
Införda arter	Okänt	

Resultaten från bottenprov på station P4 och bottenkrap 2000-2009 visar att samtliga regelbundna arter förekom. Detta gäller även känsliga arter. Däremot saknas fortfarande sällsynta/glest förekommande arter som observerats före 1990. Det senare innebär också att det saknas arter i fyra av sex nischer. Sammantaget bör tillståndet 2000-2009 anges som något påverkat med tanke på att flertalet arter fortfarande finns i området, Tabell 34.

Tabell 34. Tillståndsklassning för *Modiolus*-samhället. Modifiering av Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Rapport 4914).

Klass	Benämning	Redox-övergång djup	Dominerande organismer
1	Opåverkat till obetydligt påverkat	≥ 20 mm	Förekomst av arter i ovanstående lista över nischer
3	Något påverkat	10-20 mm	Flertalet arter finns.
4	Tydligt påverkat	0-10 mm	Flertalet arter saknas.
5	Kraftigt påverkat/utslaget	0 mm, H ₂ S ytligt	Ingen makrofauna

Under normala förhållanden som råder i Öresund numera finns flertalet ovan uppräknade arter i området. Regelbunden förekomst av dessa arter bör gälla som grundläggande mål, även om flera arter troligen är beroende av larvtillförsel från Kattegatt.

Långsiktigt mål bör vara att de arter som minskat påtagligt eller försvunnit etablerar sig mer eller mindre permanent. Av de senare har nästan samtliga en reproduktion som huvudsakligen kan knytas till botten (dock ej *Scalpellum scalpellum*), vilket är anmärkningsvärt. Dessa bofasta innevärdare, som verkar ha minskat sedan tidigare, bör följas med särskild uppmärksamhet. Som kortsiktigt mål har framförallt satts att populationen av *Modiolus modiolus* är livskraftig och att dess utbredning är stor. Med livskraftig population avses flera årsklasser. I detta sammanhang är det mycket oroande att väldigt få unga individer observerats under perioden. Enligt uppgifter från Marinbiologisk Laboratorium i Helsingör är flertalet musslor ungefär 10-12 år gamla och unga individer är mycket ovanliga. Ingen rekrytering har noterats från Kattegatt (Johansen 2010).

AVSLUTANDE DISKUSSION

Resultaten från de djupa bottenarna inom Helsingborgs kustkontrollprogram pekar på en mycket tydlig tillbakagång för det lokala *Haploops*-samhället under perioden 2000-2009. Mera långsiktigt har detta samhälle även gått tillbaka i ett större geografiskt perspektiv och är sannolikt mycket sällsynt i omgivande vatten. De iakttagna förändringarna kan troligen betraktas som ett regimskifte till ett *Amphiura*-samhälle. Denna förändringsprocess visar vad som kan ha hänt i ett stort område i sydöstra Kattegatt där tidigare *Haploops* dominerade.

Även *Modiolus*-samhället verkar ha gått starkt tillbaka i regionen. Förekomsten av stora djur i Knähaken-området utanför Helsingborg verkar dock relativt stabil. Detta gäller särskilt tagghudingarna som är förhållandevis salthaltskrävande som grupp betraktad och detta pekar på relativt oförändrade salthaltsförhållanden i Öresund i ett längre perspektiv. Resultaten visar också att flera av ArtDatabanken rödlistade arter förekommer regelbundet i det undersökta området. Detta pekar ytterligare på områdets värde som regional refugie för många arter.

När det gäller båda samhällena tycks reproduktionen vara mycket svag vilket inger stor oro för framtiden.

Utvärderingen av resultaten från tioårsperioden visar att inget enskilt mått ger en relevant bild av hur bottenfaunan förändras. Det är viktigt att skapa kunskaper om vad som kan betraktas vara normalt för ett område. Spridandet av sådana kunskaper till allmänheten ökar förmodligen också viljan att förvalta den marina miljön på ett hållbart sätt.

Vilka är då orsakerna till de båda djupa samhällenas tillbakagång i Öresund och vad kan göras för att vi skall behålla den rika biologiska mångfalden? Dessa frågor är mycket svåra att svara på men här görs ändå en liten genomgång av olika tänkbara faktorer. Dessa visar också på stor komplexitet och att många faktorer kan var inblandade när det gäller förändringar i havsmiljön. Till exempel är det helt okänt hur införda arter som amerikansk kammanet påverkar botten djurens larver. Därför är det viktigt att det sker regelbundna mätningar av många variabler. Slutligen presenteras en rad förslag i syfte att öka kunskapen om sambandet mellan samhällena och dess omvärld.

Tänkbara förklaringar till *Haploops* tillbakagång

Flera tänkbara förklaringar finns när det gäller minskningen av framförallt *Haploops*-samhället i Öresund.

Bottentrålning

Eftersom det är frågan om djur som lever till stor del ovanför sedimentytan kan naturligtvis påverkan av fysikaliska faktorer misstänkas och i första rummet bottentrålning. I de områden där samhällena försvunnit från Kattegatt pågår också bottentrålning sedan många år vilket talar för dess betydelse i sammanhanget. I Öresund är däremot bottentrålning förbjuden ända sedan 1932. Även om olaglig trålning förekommer i Sundet bör inte påverkan vara på långt när så stor som i Kattegatt. En lokal yrkesfiskare som garnfiskar regelbundet i utbredningsområdet för *Haploops* i Öresund anser heller inte att olaglig trålning kan ha förekommit i större omfattning under senare år (Per Bengtsson, pers komm). Fiskeriverkets Havsfiskelaboratorium har däremot trålat två gånger årligen sedan 1991 i utbredningsområdet, förutom 2001-2003. Relativt höga individtätheter av *Haploops* 2003 skulle kunna bero på att samhället varit mindre påverkat av denna trålning under några år. Minskande individtätheter efter 2003 skulle också kunna bero på provtrålningarna. Flera observationer i områden bredvid som inte trålats av Havsfiskelaboratoriet visar dock på samma tillstånd för *Haploops* i dessa som i det provtrålade området. Sammantaget pekar alltså inte detta på att bottentrålningen som enskild faktor är orsaken till *Haploops* tillbakagång i Öresund. Man kan dock inte vara säker på detta och det är av största vikt att det går att garantera att trålningsförbudet beivras så att man helt

kan utesluta denna som påverkansfaktor i det enda referensområde som finns i regionen. Kustbevakningen måste prioritera övervakningen i området.

Syrebrist

Syrebrist uppträder årligen i Öresunds bottenvatten under hösten. Detta kan påverka faunan negativt. 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). Syrehalten sjunker ofta drastiskt alldeles invid själva bottenytan. Detta är omöjligt att upptäcka vid traditionella provtagningar i vattnet. Även varaktigheten är av stor betydelse (Dries & Theede 1974). De månatliga mätningar som för närvarande utförs inom den traditionella övervakningen är alltför glesa för att ge en relevant bild av hur faunan påverkas. Införandet av mätningar med stationära mätsonder skulle ge en betydligt bättre bild av förhållandena. Dessvärre tycks perioder med kraftig syrebrist inte minska i Öresund vilket data från Landskronadjupet visar. Detta borde vara fallet med tanke på minskad näringsämnesbelastning. Möjligen kan syrebristen till viss del bero på den allt högre temperaturen i bottenvattnet. Kraftigare språngskikt, ökad nedbrytning och minskad löslighet för syre är faktorer som medverkar till låga syrehalter i bottenvattnet. Det är viktigt att ta reda på hur syrebristen uppstår eftersom detta är ett problem som ökar storskaligt (Diaz & Rosenberg 2008).

Av de resultat som finns från Landskronadjupet 1999-2009 framkommer att låga syrehalter noterats varje år under hösten. Under höstarna 2000, 2002, 2003 och 2007 är halterna särskilt låga och varaktigheten troligen mer än en månad. Endast hösten 2007 uppmättes dock halter strax under och omkring 1 ml/l. Eftersom stora förändringar av faunan, framförallt på station HA, också konstaterats under hösten 2007, är syrebrist en faktor som troligen påverkat faunan negativt. Mönstret för multidimensionell skalning talar också för en akut förändringsfaktor vilket är typiskt för syrebrist. *Haploops* fortplantning som startar i augusti/september (Kannevorff 1966) verkar sammanfalla på ett olyckligt sätt med förekomsten av syrebrist i Öresund. Dessutom minskar bestånden av bottenfiskar som är känsliga för syrebrist under 2007. Skillnaden i effekter på bottendjuren mellan de båda stationerna HA och P4 kan hypotetiskt bero på skillnader i vattenrörelser. Det siltiga bottenstratum på station HA söder om Öresunds nålsöga pekar på betydligt mindre vattenrörelser än på den sandiga station P4 närmare den smalaste delen mellan Sverige och Danmark. Undersökningar utförda av Danmarks Miljöundersökelse efter den omfattande syrebristen under hösten 2002 visar på kraftiga effekter på faunan i mera skyddade lägen i inre danska vatten jämfört med det öppna Kattegatt (DMU 2003).

Minskad sedimentation av föda beroende på ökad omsättning i pelagialen eller förändrad primärproduktion

Bottendjuren lever av "mannaregnet från ovan" (Thorson 1968). Djuren behöver födan för att upprätthålla sina livsfunktioner och till att fortplanta sig. Fortplantningen är troligen den nyckelprocess som styr förekomsten av djur på bottenarna. Mycket stora skillnader i numerär mellan år när det gäller små individer pekar på detta och beror troligen främst på skillnader i födotillgång. Det finns flera resultat som pekar på allmänt svag rekrytering av unga bottendjur under slutet av 2000-talet. Detta kan bero på födobrist beroende på att mindre plankton sedimenterar till botten vilket kan bero på ökad omsättning av växtplankton i pelagialen (den fria vattenmassan) eller minskad primärproduktion. Det finns inget mått på omsättningen i pelagialen och djurplankton övervakas inte. Den ökade och jämnt höga temperatur som konstaterats kan exempelvis leda till ökad betning av djurplankton vilket innebär minskad sedimentation av växtplankton till botten. Mot detta talar ökad förekomst av skarpsill som lever av djurplankton. Den ökade temperaturen kan däremot också innebära kraftigare språngskikt som förhindrar sedimentationen av plankton. Vi är troligen också inne i en period av långsiktigt minskad primärproduktion vilket kan bero på minskad kvävebelastning och ökad temperatur (Henriksen 2009). Mätningar av klorofyll i Landskronadjupet 1999-2009 pekar på låg årsproduktion under de senaste åren. Nivån är förhållandevis låg från och med hösten 2005 och ingen kraftig vårblooming noteras efter detta år. Christensen & Kannevorff (1985) har dock visat att sedimenterade plankton från Kattegatt är den viktigaste födan för bottendjuren i Öresund men även i södra Kattegatt tycks produktionen ha varit låg under senare år

(Edman et al 2007). Mot detta talar relativt oförändrad tillväxt av hästmussla de senaste åren i Kattegatt och Öresund (Johansen 2010). Det finns alltså stora osäkerheter när det gäller förändringar av primärproduktionen i området. Mindre sedimentation av föda under de senaste åren skulle dock kunna vara särskilt negativ för *Haploops* spp jämfört med andra arter av bottendjur. Det finns också en positiv korrelation mellan klorofyllhalten i bottenvattnet under andra halvåret och individtätheten hos *Haploops* spp, tabell 35.

Tabell 35. Bästa funnen samvariation mellan *Haploops* spp och omvärldsvariabler. Pearson korrelation mellan individtätheten hos *Haploops* spp på 28 m djup på station HA 2000-2009 utanför Helsingborg och omvärldsvariabler. n =7

Omvärldsvariabel	Korrelationskoefficient. k	Signifikansnivå p
Medelklorofyllhalt under haloklinen (20 m) juli-december	0,835	0,019

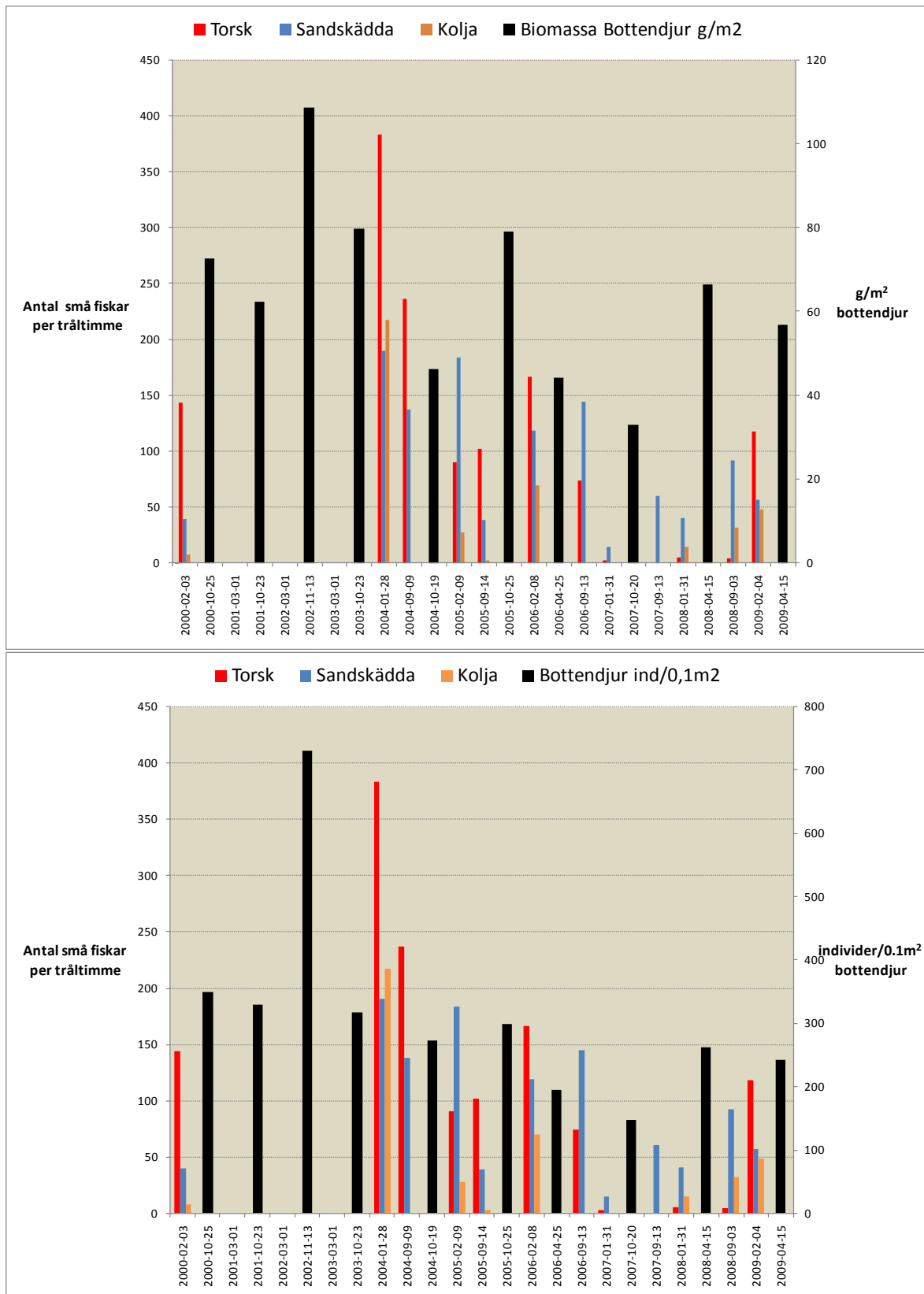
De mätningar av klorofyll och uppskattningar av primärproduktion som sker månatligen inom den traditionella övervakningen är alltför glea för att ge en relevant bild av produktionen. Något som pekar på detta är det faktum att man ofta missar den viktiga vårbloomingen. Precis som när det gäller syrehalter borde kontinuerliga mätningar införas, möjligen med stationära mätsonder. Det är märkligt att inte detta påbörjats tidigare med tanke på att stora summor satsats på att komma till rätta med övergödningen längs våra kuster. Det borde då också vara självklart att erhålla pålitliga och jämförbara direkta mått på själva produktionen. Om kontinuerliga parallella mätningar införs både i den fotiska zonen och vid botten skulle det dessutom bli möjligt att få uppfattningar om den relativa betydelsen av bentiska mikroalger och förändringar i omsättningen mellan pelagialen och botten.

Hydrografidata från Landskronadjupet visar framförallt på förändringar av silikathalter som är svåra att förklara, trots att flera experter tillfrågats. Detta är också ett tydligt exempel på att vi idag fortfarande inte riktigt förstår hur kustekosystemet fungerar.

Ökad predation (bytesuttag) från bottenfisk och amerikansk kammanet

Många bottenfiskar lever av bottendjur och kännedom om detta var bland annat orsaken till att CGJ Petersen i början av 1900-talet fick uppdraget att kartlägga förekomsten av bottendjur i danska vatten. Många bottendjur lever nergrävda eller är skyddade av rör i botten vilket gör att fiskarnas uttag av den totala bottenfaunan är begränsad. Man kan dock tänka sig att dagens storskaliga fiske lett till förändringar av fisksamhället mot extremt många små uppväxande fiskindivider, vilka utövar ett onormalt stort tryck på bottenfaunan. Data från provtrålningar i utbredningsområdet för *Haploops* i Öresund pekar dock inte tydligt i denna riktning. Mängden små fiskar verkar snarast ha blivit mindre i området norr om Ven under senare år, figur 19. Små individer av torsk och kolja saknas i det närmaste under 2007, året med den högsta medeltemperaturen och de lägsta syrehalterna i bottenvattnet. Detta kan alltså ha påverkat både bottendjur och fiskar negativt. Undersökningstillfällena är dock få och man skulle önska att relationen mellan bottendjur och fiskar undersöktes bättre, både med provfisken och med hjälp av enkla maganalyser. Det kan vara intressant att notera att år med rik bottenfauna grovt sett sammanträffar med rik förekomst av bottenfiskar och vice versa. Detta är en indikation på bottenfaunans betydelse som föda för konsumtionsfiskar.

Den nyligen införda amerikanska kammaneten *Mnemiopsis leidyi* kan beta mycket kraftigt på djurplanktonbestånden (Friis Møller 2010). Detta borde främst drabba bottendjur som har pelagiskt larvstadium eller lever av djurplankton och effekten på *Haploops*, som har reproduktion vid botten och lever av växtplankton, kan ej helt bortses från.



Figur 19. Antal av de vanligaste små bottenfiskarna (<20 cm) samt biomassan (överst) och individtätheten (nederst) av bottendjur på ca 30 meters djup norr om Ven 2000-2009.

Klimatförändringar

Även om inte direkta jämförelser kan göras mellan uppmätta temperaturer i början av 1900-talet och 2000-talet, talar temperaturdata för att sydliga arter kan ha varit relativt sett gynnade under 2000-talet i Öresund medan det omvända gäller nordliga arter. Framförallt har temperaturen legat på en jämförelsevis hög nivå under samtliga år på 2000-talet och variationen mellan varma och kalla år har varit relativt liten under den senaste tioårsperioden, vilket möjligen missgynnat kallvattenarter. Arter som behöver växlingar mellan varma och kalla perioder kan särskilt ha missgynnats. Det finns också en negativ korrelation mellan temperaturen i bottenvattnet under våren och individtätheten hos *Haploops* spp, tabell 36.

Tabell 36. Näst bästa funnen samvariation mellan *Haploops* spp och omvärldsvariabler. Pearson korrelation mellan individtätheten hos *Haploops* spp på 28 m djup på station HA 2000-2009 utanför Helsingborg och omvärldsvariabler. n =7

Omvärldsvariabel	Korrelationskoefficient. k	Signifikansnivå p
Temperatur vid botten (30 m) mars-juni	-0,791	0,034

Tillbakagångar på en av de undersökta stationerna kan också främst konstateras för nordliga arter, arter med fortplantning knuten till botten och rovdjur. Nordliga arter har också ofta en reproduktion knuten till botten (Thorson 1946) vilket sammantaget gör denna grupp intressant i sammanhanget.

Som nämnts ovan har klimatet även betydelse för primärproduktionens storlek, skiktningen av vattenpelaren och syreförhållandena.

Miljögifter

Det är välkänt att de djupa havsbottarna utgör "slutstationer" för många miljögifter och effekter av organiska tennföreningar visar att bottendjuren kan drabbas hårt av detta. Halterna av de sistnämnda har dock troligen minskat efter förbud mot användning i bottenfärger och detta gäller även belastningen av traditionella miljögifter som metaller, HCB, PCB och DDT. Man kan dock inte utesluta att nya miljögifter tillkommit som kan påverka havsekosystemet negativt och övervakningen behöver förbättras avsevärt. Ackumulationsbottnar är mycket sällsynta i Öresund vilket försvårar traditionell miljögiftsanalys av sediment och det är också intressantare att få mått på hur själva ekosystemet påverkas än halter i sediment. Tidigare utförda undersökningar (Strand et al 2003) visar att depositionsätande musslor är lämpliga att analysera med avseende på miljögiftsinnehåll.

De troligaste orsakerna

Under senare år har konstaterats att bottenfaunan gått tillbaka starkt i Kattegatt och inre danska vatten (Josefsson & Hansen 2010). Orsaken till detta är okänd. De nedgångar som konstaterats även i Öresund kan bero på samma faktor eller kombination av faktorer som påverkar faunan i omgivande områden och är troligen av storskalig natur. När det gäller *Modiolus*-samhället på station P4 verkar resultaten följa denna allmänna trend men när det gäller *Haploops*-samhället på station HA är förändringarna mera radikala. Flera indikationer pekar på att förändringarna kan knytas till allmänt minskad nyrekrytering av unga bottendjur.

Ovanstående genomgång pekar på syrebrist i kombination med svag rekrytering, som de troligaste förklaringarna till *Haploops* tillbakagång under 2000-talet norr om Ven i Öresund. Möjligen är *Haploops* livscykel anpassade till förhållandevis stora mängder sedimentande plankton eller av en viss kvalitet på födan. Vad som talar för detta är att de ofta förekommer i områden med viss ackumulation. Observationer av *Haploops* visar att de aktivt fångar ganska stora aggregat av plankton <http://www.oresundsvand.dk/films/haploops.mpg> (Karlsson 2003), vilket borde vara energetiskt fördelaktigt. Transporten av stora födopartiklar till botten kan alltså möjligen ha minskat. Hypotetiskt kan detta bero på mindre sedimentation av födopartiklar till botten på grund av

förändrad omsättning av plankton i pelagialen, förstärkt skiktning av vattenpelaren eller lägre planktonproduktion. I detta ligger en motsättning eftersom mindre organiskt material som sedimenterar till botten borde leda till mindre syreförbrukning och därmed bättre syreförhållanden i bottenvattnet, något som inte kunnat konstateras. Istället har jämförelsevis låga syrehalter noterats vid ett flertal tillfällen. Detta kan ha samband med den temperaturökning som konstaterats. Möjligen är *Haploops* livscykel också anpassad till relativt låga temperaturer under våren. I det längre perspektivet är det inte omöjligt att den ökning av *Haploops* som noterades under första hälften av 1900-talet (Dahl 1946) kan sammanhålla med ökad belastning av näringsämnen. *Haploops*-samhället har i varje fall gått starkt tillbaka under en period med minskande och delvis förändrad planktonproduktion. Nedgången i planktonproduktion kan knytas till minskad kvävebelastning och ökad temperatur (Henriksen 2009). Den provtråning som utförts i området har troligen också varit negativ för *Haploops*-samhället.

En alternativ förklaring till nedgången av *Haploops*-samhället är ökad predation (bytesuttag) från fiskar. Det omfattande fisket efter stor torsk kan ha inneburit att beståndet av små fiskar har ökat. Små fiskar kan därefter ha betat ner bottendjurspopulationerna och särskilt *Haploops*.

Ovanstående är endast spekulationer och det finns alltså inga säkra förklaringar till de observerade förändringarna vilket pekar på behovet av kunskapsinhämtning. Detta är av störst vikt för att på rätt sätt skydda de unika djursamhällena och för att öka förståelsen för ekosystemet i Öresund.

Några förslag

Av ovanstående rapport framgår att det finns stora svårigheter att knyta förändringar av bottenfaunan till olika miljöfaktorer. Framst beror detta på bristande datainsamling när det gäller olika omgivningsfaktorer. En annan är att djurens levnadsmönster är dåligt kända och man skulle önska att det gavs möjlighet att studera de enskilda arterna "från vaggan till graven" (Petersen 1913) och särskilt gäller detta näringsupptag och reproduktion. Därför presenteras här en rad förslag till förbättringar av mätningar och övervakning.

- Den totala utbredningen av *Haploops*- och *Modiolus*-samhällena borde karteras.
- Specialstudier bör genomföras när det gäller nyckelarter av bottendjur, t ex hästmusslan *Modiolus modiolus* och märkräftsläktet *Haploops*. Kunskaper om arternas reproduktion och levnadsmönster bör förbättras.
- Syrehalter i bottenvattnet och primärproduktion/klorofyll bör mätas kontinuerligt. Detta kan utföras genom att placera ut stationära mätsonder både vid botten och i pelagialen. Då bör man även få en uppfattning om förändringar av omsättningen i pelagialen.
- Mätningar av pH borde snarast införas i den traditionella övervakningen med tanke på rapporter om försurning av havet.
- Omfattande provtagning med bottenskrapa kan ge en värdefull kompletterande bild av den större faunan.
- Kvantitativa uppskattningar av fiskbestånd bör utföras flera gånger årligen.
- Relationerna mellan de djupa bottendjursamhällena och fiskförekomsten bör undersökas. Traditionella maganalyser av fisk är ett enkelt sätt att undersöka detta.
- Miljögifter i bottenorganismer bör uppmätas regelbundet på djupa bottnar, lämpligen i depositionsätande musslor.

- Videoundersökningar av bottendjurssamhällena skulle kunna avslöja mycket om djurens levnadsmönster och hur de påverkas av olika faktorer, t ex bottenfiskarnas bytesuttag.
- Det bör också kunna garanteras att trålningsförbudet i Öresund och Kattegatt efterlevs. Kustbevakningen bör få tydliga instruktioner om att prioritera övervakningen. Övervakningen bör underlättas genom att AIS blir obligatorisk på alla trålande fiskefartyg.
- För att skydda den sista spillran av *Haploops*-samhället i Öresund föreslås en utökning av Knähakens marina reservat söderut till Helsingborgs södra kommungräns. Även angränsande bottnar kring Ven borde karteras och skyddas. Hela djupområdet från 20 meter och djupare bör skyddas från all påverkan av botten. Det småskaliga yrkes- och sportfiske som för närvarande bedrivs anses dock inte påverka området väsentligt.
- All provtrålning bör flyttas från *Haploops*-bottnarna. Fiskeriverkets regelbundna trålningar skulle förslagsvis kunna flyttas minst en nautisk mil västerut (maximalt djup 26 meter) till samma område som utsetts för provtrålningar med R/V Sabella.
- Kända förekomster av *Modiolus*-samhället borde ges speciellt skydd i svenska vatten. Det finns flera tecken på att samhället minskat kraftigt i Kattegatt och Öresund. Arten *Modiolus modiolus* borde rödlistas. Detta är särskilt viktigt eftersom arten skapar ett särskilt slags habitat, som är värdefullt för många andra arter.
- Slutligen föreslås att *Haploops* spp rödlistas i svenska vatten. Dessa mycket speciella märkräftor, kända från 1800-talet, kan nu vara på väg att försvinna från vår fauna. Detta är särskilt viktigt eftersom arterna skapar ett särskilt slags habitat, som är värdefullt för många andra arter.

Det är inte alls säkert att förverkligandet av ovanstående förslag långsiktigt kan rädda kvar *Modiolus*- och *Haploops*-samhällena i Öresund och dess omgivning. Flera av förslagen kommer dock helt säkert att öka möjligheten att förstå hur samhällena växelverkar med sin omgivning och lyfta fram dess rika mångfald.

REFERENSER

- Agrenius S & P Göransson. 2009. Kattegatts bottenfauna har förändrats. *Havet 2009*:48-50.
- Anon. 2007. Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon. Bilaga B till Handbok 2007:4. Naturvårdsverket.
- ArtDatabanken. 2005. <http://www.artdata.slu.se>
- ArtDatabanken. 2010. <http://www.artdata.slu.se>
- Anon. 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav. SNV Rapport 4914.
- Björck, W. 1915. Biologisk-faunistiska undersökningar av Öresund. II. Crustacea Malacostraca och Pantopoda. Gleerup – Lund 1915.
- Brattström, H. 1936. *Ulophysema öresundense* n. gen. et sp., eine neue Art der ordnung Cirripedia Ascothoracica (Vorläufige Mitteil.). Arkiv för Zoologi. Bd 28 A. Nr. 23. Stockholm 1936.
- Brattström, H. 1941. Studien über die Echinodermen des gebietes zwischen Skagerrak und Ostsee, besonderes des Öresundes, mit einer übersicht über die physische geographie. Undersökningar över Öresund XXVII. Gleerup – Lund 1941.
- Brattström, H. 1947. On the ecology of the ascothoracid *Ulophysema öresundense* Brattström. Studies on *Ulophysema öresundense*. 1. Undersökningar över Öresund XXXII. Lund 1947. 73 pp.
- Casini M, Cardinale M & F Arrhenius. 2004. Feeding preferences of herring (*Clupea haengus*) and sprat (*Sprattus sprattus*) in the southern Baltic Sea. *ICES J Mar Sci.* 61 (8):1267-1277.
- Dahl E. 1946. The amphipoda of the Sound. Part II. Aquatic amphipoda, with notes on changes in the hydrography and fauna of the area. Gleerup – Lund 1946.
- Diaz R J & R Rosenberg. 2008. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science Vol 321*.
- DMU 2003. Opgørelse af skadevirkninger på bundfaunaen efter iltvindet i 2002 i de indre danske farvande. Faglig rapport fra DMU, nr 456. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Dries R R & H Theede. 1974. Sauerstoffmangelresistenz mariner bodenvertebraten aus der westlichen ostsee. *Mar. Biol.* 25:327-333.
- <http://www.greenpeace.org/sweden/press/pressmeddelanden/aatta-danska-fartyg-misstaenks-f>
- Christensen H & E Kannevorff. 1985. Sedimenting phytoplankton as a major food source for suspension and deposit feeders in the Öresund. *Ophelia* 24:223-244.
- Edman A, A-T Skjevik & P Moreno-Arancibia. 2007. Årsrapport 2007. Hydrografi & Växtp plankton. Med utvärdering av perioden 1993-2007. Hallands Kustkontrollprogram. Rapport till Länsstyrelsen i Hallands län.
- Friis Møller L. 2010. Amerikansk kammanet stör ekosystemet. Havsutsikt 3/2010.
- Göransson P. 1993. Undersökning av bottenfaunan vid Hven och djuphålan väster om Landskrona 1993. Rapport till Landskrona kommun.
- Göransson P. 1994. Undersökning av den djupare bottenfaunan inom Landskrona kustvatten 1994. Rapport till Landskrona kommun.
- Göransson P. 1995. Supplementary baseline studies of benthic fauna in the Öresund – Deep waters. Öresundskonsortiet. Doc. 95/138/1E
- Göransson P. 1996. Undersökning av den djupare bottenfaunan inom Landskrona kustvatten 1996. Rapport till Landskrona kommun.
- Göransson P. 1999. Förslag till operationella miljömål för bottenfaunan i Öresund. Öresundsvattensamarbetet.
- Göransson P. 1999b. Det långa och det korta perspektivet i södra Kattegatt – bottendjurens berättelse från två provpunkter. *Fauna och Flora* 94:3, 125-138.
- Göransson P. 1999c. Abra-samhället på stationerna B och C inom Landskrona kommuns kustvatten. Rapport till Landskrona kommun.
- Göransson P. 2002. Petersen's benthic macrofauna stations revisited in the Öreund-area (southern Sweden) and species composition in the 1990's – signs of decreased biological variation. *Sarsia* 87:263-280.

- Göransson P & A Johansson. 1989. Undersökning av bottenfauna och sediment i djuphålan väster om Landskrona 1988. Lund 1989, 26 pp.
- Göransson P, Johansson A & L Svensson. 1989. Undersökning av bottenfauna och sediment i djuphålan väster om Landskrona 1989 efter dumpning av muddermassor. Lund 1989, 21 pp.
- Göransson P & M Karlsson. 1998. Knähaken - Öresunds stolthet. Ett hundraårigt perspektiv över biologisk mångfald i ett kustnära havsområde. Rapport till Malmöhus läns landsting och Miljönämnden i Helsingborg
- Göransson P & M Karlsson. 1998b. Knähakens Hästmusselbankar-ett hundraårigt perspektiv över biologisk mångfald i ett kustnära havsområde. *Fauna och Flora* 93:1, 9-28.
- Göransson P, M. Karlsson & L. Börjesson. 2001. Kustkontrollprogram för Helsingborg. Årsrapport 1999 & 2000. 88 pp.
- Hartmann-Schröder G. 1996. Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. Die Tierwelt Deutschlands.
- Henriksen P. 2009. Long-term changes in phytoplankton in the Kattegat, the Belt Sea, the Sound and the western Baltic Sea. *J Sea Res.* 6:114–123.
- <http://www.greenpeace.org/sweden/press/pressmeddelanden/aatta-danska-fartyg-misstaenks-f>
- Johansen S B. 2010. *Modiolus* i Øresund. Specialrapport för Marinbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet. Oktober 2010.
- Josefson A B & J L.S. Hansen. 2010. Bundfauna. Marine områder 2008 NOVANA . Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Faglig rapport fra DMU nr. 760 2010.
- Karlsson M. 2003. <http://www.oresundsvand.dk/films/haploops.mpg> Videosekvens på Öresundsvattensamarbetets hemsida.
- Kanneworff E. 1966. On some amphipod species of the genus *Haploops*, with special reference to *H. tubicola* Liljeborg and *H. tenuis* sp nov from the Øresund. *Ophelia* 3. 183-207.
- Lönnberg, E. 1899. Fortsatta undersökningar rörande Öresunds djurlif. *Meddelanden från Kongl. Landtbruksstyrelsen.* 49 (1:1899). 77 pp.
- Nicolaisen W & H Christensen. 1986. Pelagic turnover and transport to the bottom of particulate organic material in the northern Öresund. *Ophelia* 26:317-332.
- Nordenberg C-B. 1963. Studies on the relations on fish, food, intestinal parasites in cod, whiting and haddock. *University of Lund. N. F. Avd 2.* 58. 54 p.
- Lundgren, F, 2008, "Undersökningar i Öresund 2007, Bottenfauna och sediment", ÖVF Rapport 2008:4, nätupplaga: www.oresunds-vvf.se
- Petersen, C G J. 1913. Om havbundens dyresamfund og disses betydning for den marine zoogeografi. Havets Bonitering II. *Beretn. fra den danske biol. station.* 21. København 1913.
- Rosenberg R, Hellman B. & Johansson B. 1991. Hypoxic tolerance of marine benthic fauna. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 79: 127-131.
- SEMAC JV. Bundfauna. Dybtvandsfauna. 1996-2000. Datarapport nr 1. Artlister. Myndigheternes kontrol- og overvågningsprogram for Øresundsforbindelsens kyst- til-kyst anlæg.
- U. Scholz U & U Waller. 1992. The oxygen requirements of three fish species from the German Bight: cod *Gadus morhua*, plaice *Pleuronectes platessa*, and dab *Limanda limanda*. *Journal of Applied Ichthyology.* Vol. 8, Iss 1-4, pp 72–76,
- Strand, J. ; Jacobsen, J. A. ; Pedersen, B. et al. (2003). Butyltin compounds in sediment and molluscs from the shipping strait between Denmark and Sweden. *Environmental Pollution.* 124 (1) s. 7-15
- Theede H, A Ponat, K Hiroki & C Schlieper. 1969. Studies on the resistance of marine bottom invertebrates to oxygen-deficiency and hydrogen sulphide. *Mar. Biol.* 2: 325-337.
- Thorson G. 1946. Reproduction and larval development of Danish bottom invertebrates. *Medd. Komm. Danm. Fisk og Havunders.* Ser Plankton. Bd 4. Nr 1. København. 523 pp.
- Thorson G. 1950. Från: Nilsson A & Thorson G. Ön Ven, dess natur, fauna och flora. Sveriges natur 1950.
- Thorson, G. 1968. Infaunaen, den jämne havbunds dyresamfund. Danmarks natur. Bind 3. Havet. Politikens forlag.
- Örsted, A. S. 1844. De Regionibus Marinis. Topographiae historiconaturalis freti Öresund. Haunia, Köpenhamn.

Appendix. Tillkommande tabeller och figurer

Tabell 2. Signifikanta förändringar av hydrografvariabler på 0-10 m djup i Landskronadjupet (W Landskrona) 1999-2009, vinter (jan-feb). Data från SMHI:s databas SHARK.

NS=ej statistiskt signifikant trend.

Variabel	Förändring (+/-) Signifikansnivå	r ²	k
Temperatur n=11	NS		
Salinitet n=11	NS		
PO4-P n=11	NS		
TOT-P n=11	+ p=0,022	0,464	0,036
NO3-N n=11	- p=0,043	0,377	-0,232
TOTN n=11	NS		
SiO3 n=11	NS		
Chl a n=11	NS		

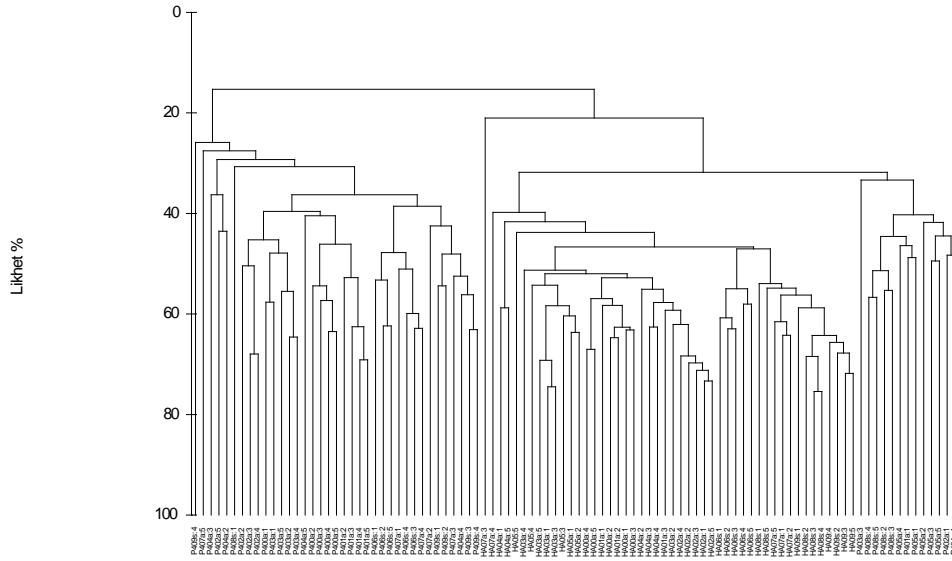
Tabell 3. Signifikanta förändringar av hydrografvariabler på 0-10 m djup i Landskronadjupet (W Landskrona) 1999-2008, sommar (augusti). Data från SMHI:s databas SHARK. NS=ej statistiskt signifikant trend.

Variabel	Förändring (+/-) Signifikansnivå	r ²	k
Temperatur n=10	NS		
Salinitet n=10	NS		
PO4-P n=10	NS		
TOT-P n=10	+ p=0,017	0,531	0,046
NO3-N n=10	NS		
TOTN n=10	NS		
SiO3 n=10	NS		
Chl a n=10	NS		

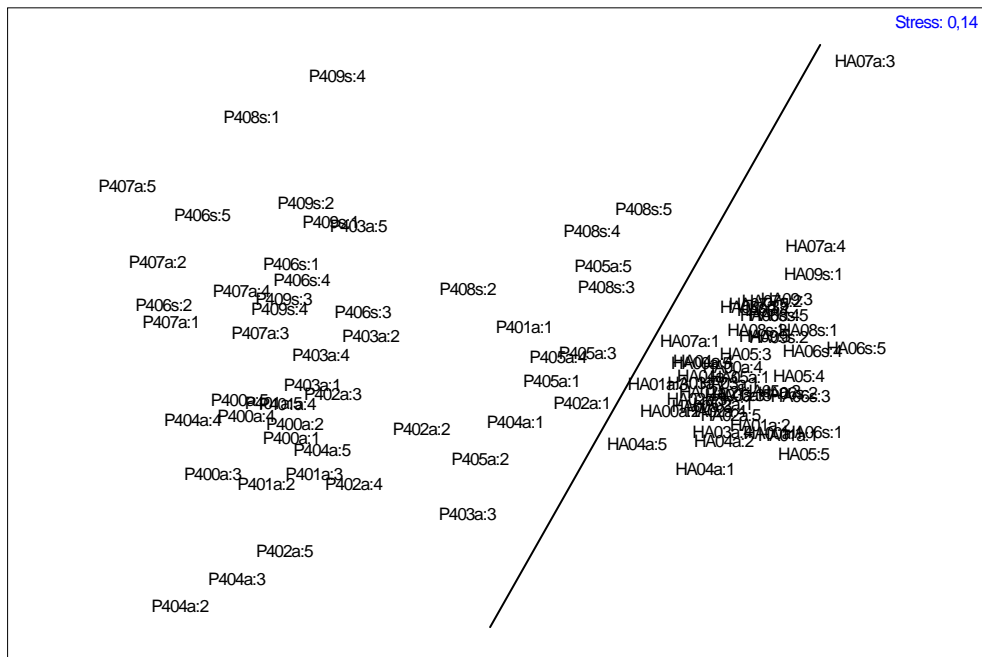
Tabell 4. Signifikanta förändringar av hydrografivariabler på 30 m djup i Landskronadjupet (W Landskrona) 1999-2008, helår. Data från SMHI:s databas SHARK. NS=ej statistiskt signifikant trend.

Variabel	Förändring (+/-) Signifikansnivå	r ²	k
Temperatur årsmedel, n=10	+ p = 0,026	0,516	0,0637
Temperatur årsminimum, n=10	NS		
Temperatur årsmaximum, n=10	NS		
Temperatur, helår, n=128	NS		
Salinitet, helår, n=128	NS		
Syrehalt, helår, n=128	NS		
Syreminimum helår, n = 10	NS		
PO4-P, helår, n=122	+++ p = 0,001	0,0842	0,0272
TOT-P, helår, n=122	+++ p < 0,001	0,206	0,0448
NO3-N, helår, n=122	NS		
TOTN, helår, n=122	NS		
SiO3, helår, n=123	+ p = 0,004	0,0653	0,652

HELSINGBORG, Djupa bottnar 2000-2009, ind/prov



HELSINGBORG, Djupa bottnar 2000-2009, ind/prov



Figur. 7. Likheter mellan Helsingborgs kustkontrollprogramms stationer P4 och HA avseende individtätheten. Överst klusteranalys och nederst MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Linjen skiljer resultaten från de olika stationerna. ANOSIM Global R = 0,801, signifikansnivå 0,1 %. SIMPER 82 % olikhet mellan stationerna. Stress <0,2 innebär att detaljer bör tolkas med skepsis.

Tabell 9. Artsammansättning på station HA. De vanligaste arterna vars individtätethet bidrar med 2/3 av likheten inom stationen. Likhet i medeltal 48 %. SIMPER-analys (PRIMER).

Taxa	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Anobothrus gracilis	50,54	4,77	5,24	9,94	9,94
Haploops tenuis	63,52	3,83	2,90	7,99	17,93
Philomedes brenda	34,23	3,38	2,69	7,05	24,98
Ophiura albida	12,67	3,25	3,98	6,79	31,77
Amphiura filiformis	8,98	2,74	2,80	5,72	37,49
Haploops tubicola	15,23	2,54	1,97	5,30	42,79
Praxillella praetermissa	2,75	1,76	1,77	3,68	46,46
Ampelisca tenuicornis	3,83	1,55	1,29	3,23	49,69
Ophiura robusta	15,71	1,53	1,04	3,20	52,89
Goniada maculata	2,52	1,50	1,29	3,12	56,01
Abra nitida	3,27	1,36	1,21	2,83	58,83
Thyasira flexuosa	4,88	1,34	0,96	2,80	61,63
Chaetoderma nitidulum	2,15	1,27	1,13	2,66	64,29
Prionospio fallax	21,81	1,21	0,65	2,52	66,80

Medeltätethet (Av. Abund), Medellikhet (Av. Sim), Standardavvikelse för likhet (Sim/SD), Bidrag % (Contrib%), Kumulativ % (Cum%).

Tabell 10. Artsammansättning på station P4. De vanligaste arterna vars individtätethet bidrar med 2/3 av likheten inom stationen. Likhet i medeltal 32 %. SIMPER-analys (PRIMER).

Taxa	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Galathowenia oculata	58,42	5,58	1,96	17,34	17,34
Scoloplos armiger	7,34	4,26	1,67	13,25	30,59
Chaetozone setosa	2,06	2,02	1,12	6,29	36,88
Astarte montagui	2,18	1,40	0,70	4,34	41,22
Glycera alba	1,70	1,29	0,77	4,00	45,22
Edwardsia sp	2,06	1,19	0,61	3,71	48,93
Goniada maculata	0,94	1,15	0,65	3,58	52,51
Ophiura affinis	5,06	1,11	0,64	3,46	55,97
Echinocyamus pusillus	1,18	1,10	0,63	3,41	59,38
Crenella decussata	1,94	1,03	0,54	3,22	62,59
Glycera lapidum	1,26	0,94	0,52	2,92	65,51

Medeltätethet (Av. Abund), Medellikhet (Av. Sim), Standardavvikelse för likhet (Sim/SD), Bidrag % (Contrib%), Kumulativ % (Cum%).

Tabell 11. Artsammansättning på station HA. De vanligaste arterna vars biomassa bidrar med 2/3 av likheten inom stationen. Likhet i medeltal 45 %. SIMPER-analys (PRIMER).

Taxa	Av.Biom	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Anobothrus gracilis	0,98	4,27	3,82	9,57	9,57
Ophiura albida	0,77	4,19	3,33	9,41	18,99
Amphiura sp armar	0,82	3,88	2,67	8,70	27,68
Amphiura filiformis	0,22	2,79	2,71	6,26	33,94
Haploops tenuis	0,15	2,36	3,04	5,30	39,25
Praxillella praetermissa	0,30	2,23	1,55	5,00	44,25
Haploops tubicola	0,11	1,87	1,93	4,20	48,45
Philomedes brenda	0,06	1,73	2,48	3,89	52,34
Ophiura robusta	0,47	1,56	0,99	3,50	55,84
Terebellides stroemi	0,20	1,23	0,87	2,77	58,61
Goniada maculata	0,05	1,22	1,19	2,74	61,35
Abra nitida	0,04	1,02	1,09	2,29	63,64
Thyasira flexuosa	0,05	0,97	0,91	2,18	65,82

Medelbiomassa (Av. Biom), Medellikhet (Av. Sim), Standardavvikelse för likhet (Sim/SD), Bidrag % (Contrib%), Kumulativ % (Cum%).

Tabell 12. Artsammansättning på station P4. De vanligaste arterna vars biomassa bidrar med 2/3 av likheten inom stationen. Likhet i medeltal 27 %. SIMPER-analys (PRIMER).

Taxa	Av.Biom	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Galathowenia oculata	0,22	3,68	1,70	13,56	13,56
Scoloplos armiger	0,10	3,62	1,33	13,35	26,91
Astarte montagui	0,14	1,52	0,67	5,59	32,50
Spisula elliptica	1,03	1,30	0,36	4,79	37,30
Goniada maculata	0,02	1,08	0,61	3,98	41,28
Echinocyamus pusillus	0,10	1,06	0,60	3,91	45,19
Chaetozone setosa	0,00	1,05	1,06	3,86	49,05
Edwardsia sp	0,03	1,02	0,58	3,78	52,83
Owenia fusiformis	0,12	1,00	0,48	3,67	56,50
Ophiura albida	0,17	1,00	0,50	3,67	60,18
Glycera alba	0,02	0,96	0,73	3,54	63,71
Ophiura affinis	0,04	0,87	0,59	3,21	66,93

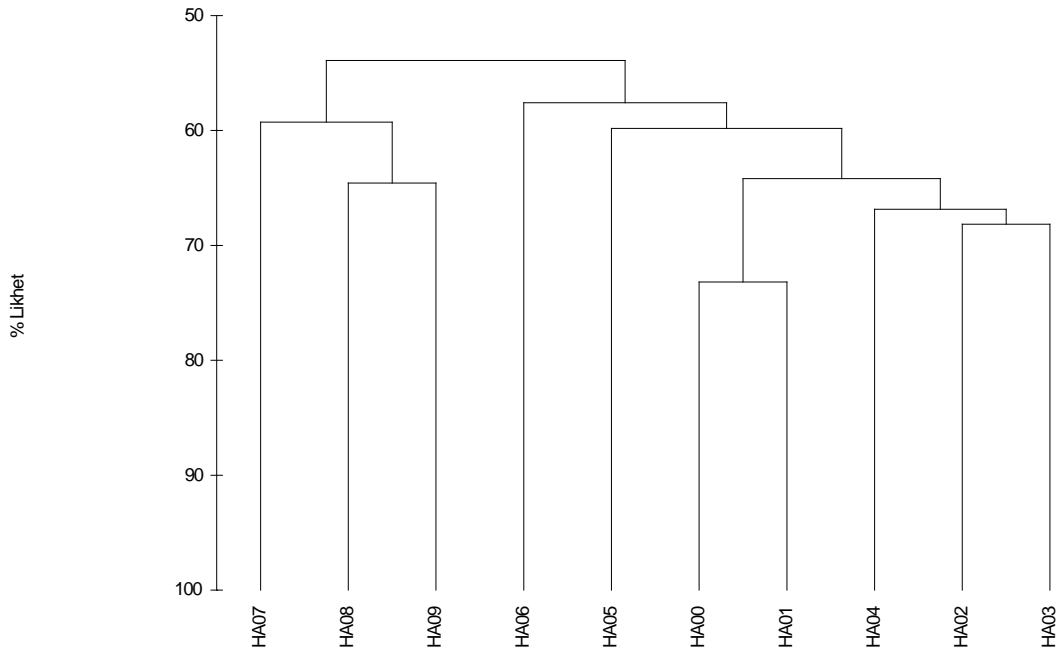
Medelbiomassa (Av. Biom), Medellikhet (Av. Sim), Standardavvikelse för likhet (Sim/SD), Bidrag % (Contrib%), Kumulativ % (Cum%).

Tabell 15. Samvariationer mellan huvudvariabler och Benthic Quality Index för stationerna HA och P4 under perioden 2000-2009. Spearman korrelationer. Signifikansnivå och korrelationskoefficient (rs).

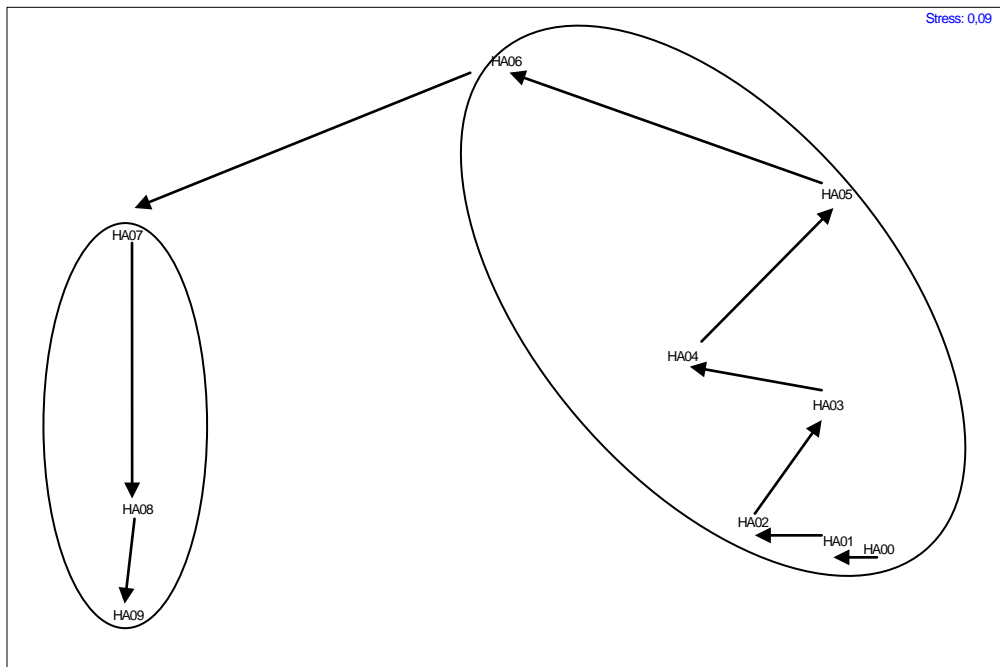
NS = Ej statistiskt signifikant samvariation ($p > 0,05$). n = 10

Variabler	Signifikansnivå	rs
Antal taxa HA vs BQI	NS	
Individtäthet HA vs BQI	NS	
Biomassa HA vs BQI	NS	
Antal taxa P4 vs BQI	$p < 0,001$	0,952
Individtäthet P4 vs BQI	$p = 0,011$	0,745
Biomassa P4 vs BQI	NS	
Antal taxa HA vs P4	NS	
Individtäthet HA vs P4	$p = 0,029$	0,673
Biomassa HA vs P4	NS	
HA Antal taxa vs individtäthet	$p < 0,001$	0,830
HA Biomassa vs individtäthet	$p = 0,002$	0,818
HA Antal taxa vs biomassa	$p = 0,033$	0,661
P4 Antal taxa vs individtäthet	$p = 0,013$	0,733
P4 Biomassa vs individtäthet,	NS	
P4 Antal taxa vs biomassa	$p = 0,033$	0,661

Station HA 2000-2009

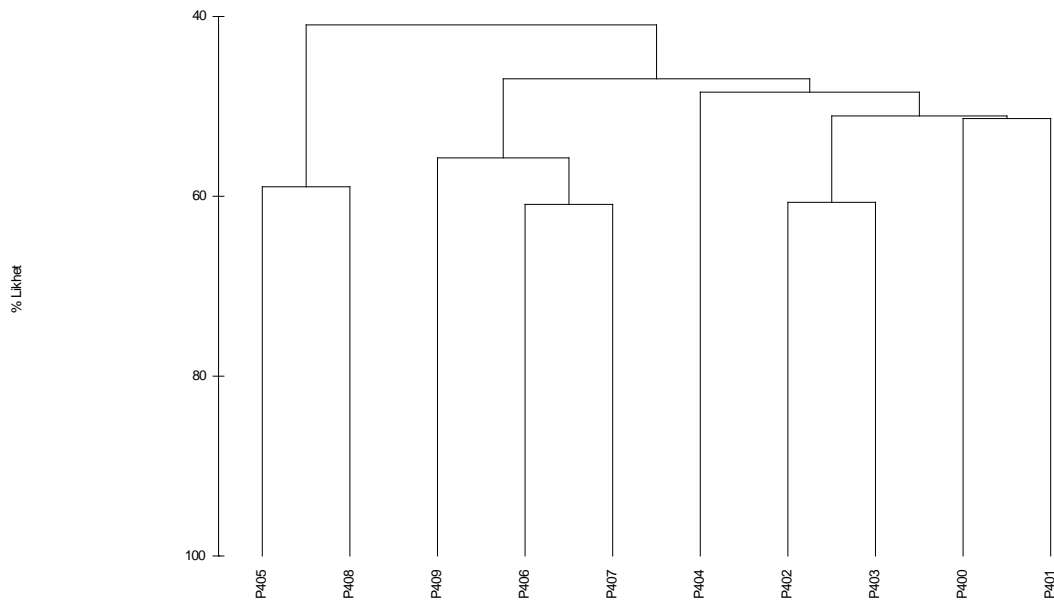


Station HA 2000-2009

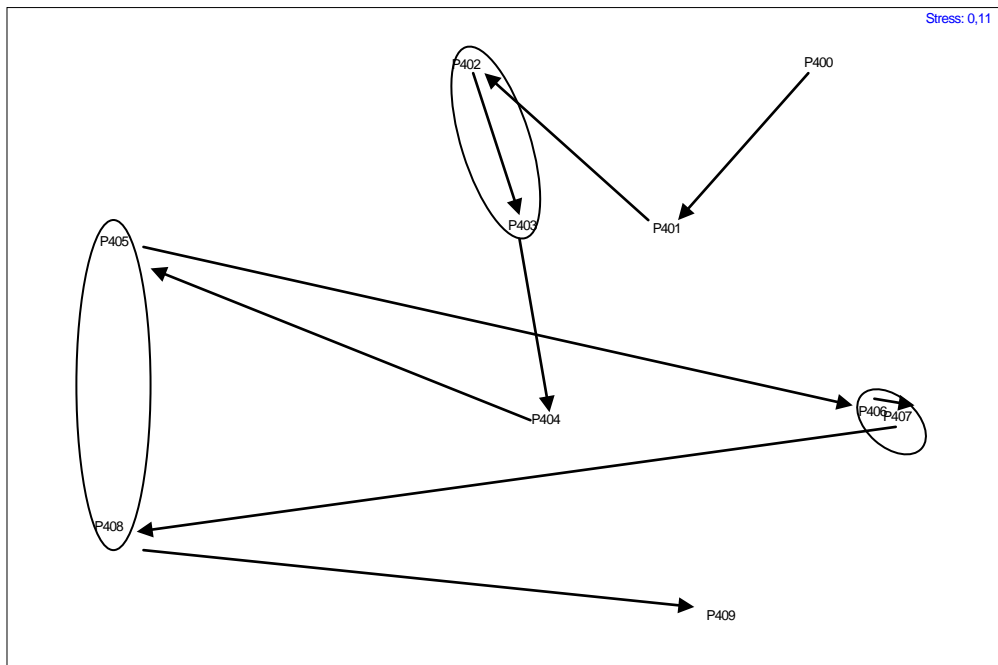


Figur 12. Likheter mellan resultaten för olika år station HA avseende individtätheten. Överst klusteranalys och nederst MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Pilar anger förloppet 2000-2009. Inringade år har gruppvis likhet > 60 %. Stress <0, 1 ger bra representation utan förväntad feltolkning.

Station P4 2000-2009



Station P4 2000-2009



Figur 13. Likheter mellan resultaten för olika år station P4 avseende individtätheten. Överst klusteranalys och nederst MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Pilar anger förloppet 2000-2009. Inringade år har gruppvis likhet omkring 60 %. Stress >0, 1 innebär att detaljer bör tolkas med skepsis.

Tabell 16. Artsammansättning 2000-2006 på station HA. De vanligaste arterna vars individtätethet bidrar med 2/3 av likheten inom stationen. Likhet i medeltal 51 %. SIMPER-analys (PRIMER).

Taxa	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Haploops tenuis	88,27	4,52	4,63	8,91	8,91
Anobothrus gracilis	50,64	4,45	5,54	8,76	17,67
Philomedes brenda	42,15	3,37	2,87	6,64	24,31
Ophiura albida	15,52	3,22	4,53	6,34	30,66
Haploops tubicola	21,24	3,03	2,42	5,97	36,62
Ophiura robusta	22,67	2,66	2,25	5,24	41,86
Amphiura filiformis	7,00	2,30	2,85	4,54	46,40
Praxillella praetermissa	3,33	1,78	1,80	3,50	49,90
Goniada maculata	2,70	1,46	1,29	2,87	52,77
Abra nitida	3,64	1,21	1,20	2,38	55,15
Ampelisca tenuicornis	3,24	1,19	1,09	2,34	57,49
Galathowenia oculata	5,73	1,12	1,00	2,21	59,70
Terebellides stroemi	2,88	1,10	1,01	2,18	61,88
Chaetoderma nitidulum	1,48	1,09	1,09	2,16	64,03
Nuculana minuta	1,55	1,05	1,09	2,07	66,10

Medelbiomassa (Av. Abund), Medellikhet (Av. Sim), Standardavvikelse för likhet (Sim/SD), Bidrag % (Contrib%), Kumulativ % (Cum%).

Tabell 17. Artsammansättning 2007-2009 på station HA. De vanligaste arterna vars individtätethet bidrar med 2/3 av likheten inom stationen. Likhet i medeltal 53 %. SIMPER-analys (PRIMER).

Taxa	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Anobothrus gracilis	50,33	5,55	6,88	10,49	10,49
Prionospio fallax	61,47	4,99	2,40	9,43	19,91
Amphiura filiformis	13,33	3,98	5,51	7,51	27,43
Ophiura albida	6,40	3,55	3,47	6,70	34,13
Philomedes brenda	16,80	3,51	2,35	6,63	40,76
Haploops tenuis	9,07	3,12	2,07	5,90	46,66
Thyasira flexuosa	9,27	2,73	1,64	5,17	51,82
Ampelisca tenuicornis	5,13	2,50	2,36	4,72	56,55
Haploops tubicola	2,00	2,06	1,47	3,89	60,44
Praxillella praetermissa	1,47	1,79	1,64	3,37	63,81
Chaetoderma nitidulum	3,60	1,77	1,25	3,34	67,16

Medelbiomassa (Av. Abund), Medellikhet (Av. Sim), Standardavvikelse för likhet (Sim/SD), Bidrag % (Contrib%), Kumulativ % (Cum%).

Tabell 18. Artsammansättning 2000-2006 på station HA. De vanligaste arterna vars biomassa bidrar med 2/3 av likheten inom stationen. Likhet i medeltal 51 %. SIMPER-analys (PRIMER).

Taxa	Av.Biom	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Anobothrus gracilis	1,09	4,20	4,07	9,00	9,00
Ophiura albida	0,78	3,66	4,02	7,84	16,84
Amphiura sp armar	0,53	3,16	2,89	6,78	23,62
Ophiura robusta	0,69	2,77	2,06	5,94	29,56
Haploops tenuis	0,20	2,68	4,99	5,75	35,30
Praxillella praetermissa	0,38	2,35	1,63	5,03	40,33
Amphiura filiformis	0,15	2,34	2,76	5,01	45,34
Haploops tubicola	0,15	2,12	2,39	4,54	49,88
Philomedes brenda	0,07	1,70	2,55	3,64	53,52
Echinocardium cordatum	1,93	1,49	0,63	3,18	56,70
Terebellides stroemi	0,26	1,36	0,96	2,91	59,62
Goniada maculata	0,05	1,19	1,26	2,54	62,16
Nuculana minuta	0,13	1,05	1,02	2,26	64,42
Abra nitida	0,03	0,90	1,11	1,92	66,34

Medelbiomassa (Av. Biom), Medellikhet (Av. Sim), Standardavvikelse för likhet (Sim/SD), Bidrag % (Contrib%), Kumulativ % (Cum%).

Tabell 19. Artsammansättning 2007-2009 på station HA. De vanligaste arterna vars biomassa bidrar med 2/3 av likheten inom stationen. Likhet i medeltal 50 %. SIMPER-analys (PRIMER).

Taxa	Av.Biom	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Amphiura sp armar	1,46	6,05	4,88	12,24	12,24
Ophiura albida	0,75	5,60	3,52	11,32	23,57
Anobothrus gracilis	0,73	4,46	3,65	9,02	32,58
Amphiura filiformis	0,36	4,11	4,59	8,30	40,89
Thyasira flexuosa	0,11	2,17	1,56	4,40	45,28
Prionospio fallax	0,04	2,11	2,31	4,27	49,55
Praxillella praetermissa	0,12	2,07	1,39	4,19	53,74
Haploops tenuis	0,04	2,00	2,05	4,04	57,78
Philomedes brenda	0,03	1,87	2,27	3,78	61,56
Haploops tubicola	0,02	1,59	1,39	3,23	64,79
Amphiura chiajei	0,10	1,38	0,78	2,79	67,58

Medelbiomassa (Av. Biom), Medellikhet (Av. Sim), Standardavvikelse för likhet (Sim/SD), Bidrag % (Contrib%), Kumulativ % (Cum%).

Appendix. Artlista 2000-2009 för stationerna HA och P4 med synonymer

Namn	Synonym
Abietinaria abietina	
Abra alba	
Abra nitida	
Abra prismatica	
Acanthocardia echinata	Cardium echinatum
Acidostoma obesum	
Acteon tornatilis	
Actiniidae indet	
Aequipecten opercularis	Pecten opercularis
Aglaophamus rubella	
Alcyonium digitatum	
Ampelisca brevicornis	
Ampelisca diadema	
Ampelisca macrocephala	
Ampelisca sp	
Ampelisca tenuicornis	
Ampharete acutifrons	
Ampharete baltica	
Ampharete lindstroemi	
Amphictene auricoma	Pectinaria auricoma
Amphithoe rubricata	
Amphitrite cirrata	
Amphiura chiajei	
Amphiura filiformis	
Amphiura sp armar	
Anobothrus gracilis	Sosane gracilis
Antalis entalis	
Aonides cf paucibranchiata	
Aonides oxycephala	
Aoridae indet	
Aphrodita aculeata	
Apistobranchus tullbergi	
Aporrhais pespelecani	
Arctica islandica	
Aricidea cerrutii	Aricidea suecica
Artacama proboscidea	
Astarte elliptica	Tridonta elliptica
Astarte montagui	Tridonta montagui
Asterias rubens	
Asteroidea indet	
Atylus vedlomensis	
Autonoe longipes	Lembos longipes
Balanus balanus	
Bela nebula	
Brada villosa	
Brissopsis lyrifera	
Buccinum undatum	
Bylgides sarsi	Antinoella sarsi
Campanularia verticillata	
Capitella capitata	
Caprella septentrionalis	
Cerianthus lloydii	
cf Cirratulus cirratus	
cf Parascolelepis tridentata	Scolelepis tridentata
Chaetoderma nitidulum	
Chaetozone setosa	
Chamelea striatula	Venus gallina
Cheirocratus sp	
Cheirocratus sundevalli	
Chone fauveli	Chone infundibuliformis
Cirratulidae indet	
Cirrophorus eliasoni	Paraodenis eliasoni
Corbula gibba	
Corella parallelogramma	
Corophium affine	
Corophium crassicorne	
Corophium sp	
Crangon allmani	
Crenella decussata	

Cuspidaria cuspidata	
Cylindria cylindracea	
Diastylis lucifera	
Diastylis rathkei	
Diastylis tumida	
Diplocirrus glaucus	
Dipolydora caulleryi	Polydora caulleryi
Dipolydora quadrilobata	Polydora quadrilobata
Dosinia linctata	Dosinia lupinus
Doto sp	
Dynamena pumila	
Dyopetos monacanthus	Dulichia monacantha
Dyopetos porrectus	Dulichia porrecta
Dyopetos sp	
Echinocardium cordatum	
Echinocardium flavescens	
Echinocardium sp	
Echinocyamus pusillus	
Edwardsia sp	
Enipo kinbergi	
Ennucula tenuis	Nuculoma tenuis
Eteone barbata	Mysta barbata
Eteone cf flava	
Eteone cf longa	
Euchone papillosa	
Eumida bahusiensis	
Eumida sanguinea	
Eunoe nodosa	
Euspira pallida	Lunatia pallida
Galathowenia oculata	
Gammaropsis melanops	
Gammaropsis nitida	
Gari fervensis	Psammobia fervensis
Gastrosaccus spinifer	
Gattyana amondseni	
Gattyana cirrhosa	
Glycera alba	
Glycera lapidum	
Glycera sp	
Glycinder nordmanni	
Golfingia sp	
Golfingia vulgaris	
Goniada maculata	
Halcampa chrysanthellum	Halcampa duodemcarrata
Haliclona urceola	
Haploops tenuis	
Haploops tubicola	
Harmothoe glabra	
Harmothoe imbricata	
Harmothoe impar	
Heteromastus filiformis	
Hiatella arctica	
Hippomedon denticulatus	
Hyalia vitrea	Onoba vitrea
Hyas coarctatus	
Hydrallmania falcata	
Hydroides norvegica	
Hydrozoa indet	
Inachus dorsettensis	
Iphimedia obesa	
Janira maculosa	
Jassa falcata	
Jassa pusilla	
Lagis koreni	Pectinaria koreni
Laonice bahusiensis	Laonice cirrata
Lepeta caeca	
Lepidonotus squamatus	
Leptochiton asellus	Lepidopleurus asellus
Leptostylis sp	
Leucon nasica	

Leucon nasicooides	
Leucothoe liljeborgi	
Levinsenia gracilis	
Limea loscombi	Limea loscombi
Lyssianassidae indet	
Maera loveni	
Magelona alleni	
Maldane sarsi	
Maldanidae indet	
Mangelia attenuata	
Melanella lubrica	
Melinna cristata	
Melita dentata	
Microdeutopus anomalus	
Microdeutopus sp	
Modiolus modiolus	
Montacuta ferruginosa	Tellimya ferruginosa
Montacuta tenella	Decipula tenella
Musculus niger	
Mya arenaria	
Mysella bidentata	
Myxicola cf infundibulum	
Nemata indet	Nematoda indet
Nemertea indet	Nemertini indet
Nephtys caeca	
Nephtys ciliata	
Nephtys hombergii	
Nephtys incisa	
Nephtys longesetosa	Nephtys longesetosa
Neptunea antiqua	
Nereimyra punctata	Castalia punctata
Nicomache lumbricalis	
Nipponnemertes pulchra	Amphiporus pulcher
Notomastus latericeus	
Nucula nitidosa	
Nucula sulcata	
Nuculana minuta	Jupitera minuta
Nuculana pernula	
Nymphon brevirostre	
Oedicerotidae indet	
Ophelia borealis	Ophelia limacina
Ophelina acuminata	
Ophiocomina nigra	
Ophiodromus flexuosus	
Ophiopholis aculeata	
Ophiothrix fragilis	
Ophiura affinis	
Ophiura albida	
Ophiura robusta	
Ophiura sp	
Orbinia sertulata	
Orchomene nana	Orchomenella nana
Owenia fusiformis	
Pagurus bernhardus	
Pandalina brevirostris	
Pariambus typicus	
Parvicardium minimum	
Parvicardium pinnulatum	Parvicardium ovale
Pectinaria belgica	
Petaloproctus borealis	
Phascolion strombus	
Phaxas pellucidus	Cultellus pellucidus
Pherusa plumosa	
Philbertia linearis	
Philine aperta	
Philine scabra	
Philocheras bispinosus	
Philomedes brenda	Philomedes globosus
Pholoe cf baltica	Pholoe inornata
Pholoe pallida	

Phoronis muelleri	
Photis longicaudata	
Photis reinhardi	
Phoxocephalus holboelli	
Phtisica marina	
Phyllodoce groenlandica	Anaitides groenlandica
Phyllodoce maculata	Anaitides maculata
Pista cristata	
Pleurogonium spinosissimum	
Poecilochaetus serpens	
Polybius depurator	Liocarcinus depurator
Polycirrus medusa	
Polynoidae indet	
Polyphysia crassa	Eumenia crassa
Praxillella affinis	
Praxillella praetermissa	
Praxillura longissima	
Priapulid caudatus	
Prionospio fallax	Prionospio malmgreni
Prionospio multibranchiata	
Processa sp	
Protomedea fasciata	
Psammochinus miliaris	
Pseudamussium peslutrae	Pseudamussium septemradiatum
Pseudopotamilla reniformis	
Pseudoprotella phasma	
Psolus phantapus	
Rhodine gracilior	
Rhodine loveni	
Sabella pavonina	
Sabellides octocirrata	
Saxicavella jeffreysi	
Scalibregma inflatum	
Scoletoma fragilis	Lumbrinereis fragilis
Scoloplos armiger	
Sertularia cupressina	
Sertularia tenera	
Sige fusigera	
Sphaerodorum gracilis	Sphaerodorum flavum
Spio filicornis	
Spio gonocephala	
Spiophanes bombyx	
Spiophanes kroeyeri	
Spisula elliptica	
Spisula subtruncata	
Stenula rubrovittata	
Stomphia coccinea	
Streblosoma intestinale	
Strongylocentrotus droebachienis	
Synelmis klatti	
Terebellides stroemi	
Thelepus cinninatus	
Thracia phaseolina	
Thyasira flexuosa	
Timoclea ovata	Venus ovata
Travisia forbesi	
Trichobranchus roseus	
Trochochaeta multisetosa	
Tryphosites longipes	
Turbellaria indet	
Unicola planipes	
Westwoodilla caecula	
Virgularia mirabilis	
Vitreolina philippii	

