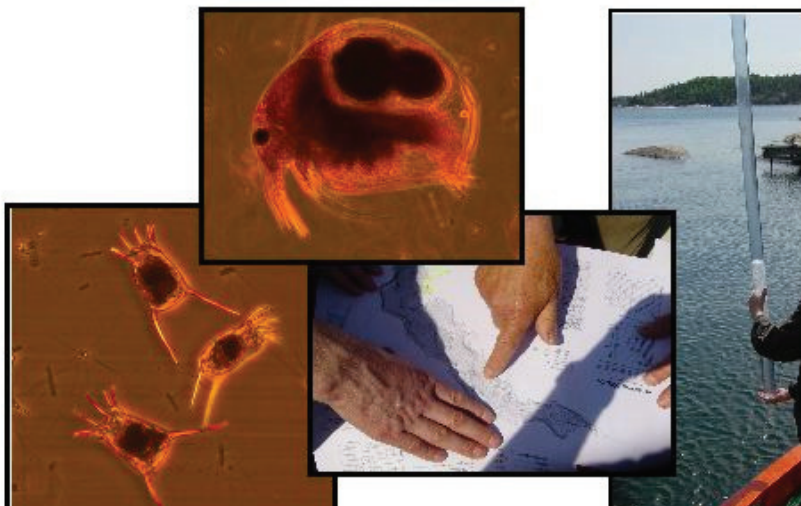


# Djurplankton i Tyresöfjärdarna

Resultat från en undersökning i juni 2012

Jan-Erik Svensson & Stefan Lundberg



Naturhistoriska  
riksmuseet



tyresö kommun 

*Detta PM redovisar resultaten från en undersökning av plankton i Tyresös inre skärgård, Stockholms län. Den har initierats och utförts på uppdrag av Tyresö Fiskevårdsförening. Projektledare har varit Docent Jan-Erik Svensson med biträde av Intendent Stefan Lundberg, Naturhistoriska riksmuseet. Projektet har bekostats gemensamt av Tyresö kommun och Tyresö Fiskevårdsförening.*

*Foton: Stefan Lundberg (provtagningsbilder på framsidan) och Jan-Erik Svensson (organismer).*

*Kartan är framtagen av författarna. Copyright Lantmäteriet 2013.*

*Förstasidans illustrationer visar ett par av de arter bland djurplankton som påträffats vid undersökningen; hjuldjuret Keratella quadrata (nederst, vänster) och hinnkräftan Bosmina longispina maritima (överst, vänster). Foton: Jan-Erik Svensson. Dessutom visas ett par moment från de provtagningar som genomförts. Med ett transparent plaströr lyftes en vattenpelare upp (från två meters djup till ytan) på ett antal provtagningsstationer, från Tyresöfjärdarnas innersta delar till utsidan av Brandholmarna i Gränöfjärden. Foton: Stefan Lundberg.*

*Eventuella frågor angående rapporten besvaras av författarna:*

*Jan-Erik Svensson  
Dr Forselius gata 28, vån 10  
413 26 Göteborg*

*Stefan Lundberg  
Naturhistoriska riksmuseet  
Box 50007  
104 05 Stockholm*

*Mobil: 070-962 05 35*

*Telefon: 08-519 541 35  
Mobil: 0701-824 058*

*E-post: janerik.svensson10@gmail.com*

*E-post: stefan.lundberg@nrm.se*

Denna rapport bör citeras: Svensson, J.-E. & Lundberg, S. 2013. Djurplankton i Tyresöfjärdarna: resultat från en undersökning i juni 2012. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2013:1. Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie.

ISSN: 0585-3249

## **Innehållsförteckning**

Sammanfattning	2
Summary	3
Inledning	4
Hjuldjur, hoppkräftor och hinnkräftor	5
Metodik	5
Förekomst av olika arter	7
En jämförelse av de olika lokalerna	8
Jämförelse med sjöar	10
Jämförelse med undersökningen 2005	12
Förändringar i nätfiskefångst och djurplanktonmängd	13
Slutsats	16
Referenser	17
Bilaga 1. Djurplanktondata.	18
Bilaga 2. Organismbilder.	19

## Sammanfattning

Den här undersökningen har utförts på uppdrag av Tyresö Fiskevårdsförening och är motiverad av den risk för försämrade fiskrekrytering som kan orsakas av för liten tillgång till djurplankton. Syftena är att dokumentera djurplanktonmängden i de fjärdar som föreningen sköter, att bedöma om djurplanktonmängden kan påverka fiskrekryteringen, och att jämföra resultaten med en motsvarande undersökning från 2005.

Djurplanktonförekomsten i öppna Östersjön och i Östersjöns skyddade fjärdar är av intresse av flera skäl:

1) Många arter av djurplankton konsumerar växtplankton varför låga djurplanktontätheter kan bidra till att algmängden ökar. "Djurplanktonbrist" har således framförts som en bidragande orsak till de algblomningar som inträffar i öppna Östersjön.

2) Även i de skyddade fjärdarna kan en eventuell djurplanktonbrist medverka till ökade algmängder men här är istället djurplanktons roll för fiskrekryteringen mer i fokus. I princip alla fiskarter är beroende av djurplankton som föda under sina unga livsstadier. Rekryteringsproblemen har visat sig vara störst i de fjärdar som är mest exponerade mot Östersjöns öppna djurplanktonfattiga vatten.

Provtagningen utfördes med en metod som brukar användas i näringsrika grunda sjöar. Med ett transparent plaströr lyftes en vattenpelare från två meters djup till ytan upp på ett antal provtagningsstationer från Tyresöfjärdarnas innersta delar till utsidan av Brandholmarna i Gränöfjärden.

Proven dominerades av de tre djurplanktongrupperna hjuldjur, hinnkräftor och hoppkräftor. Djurplanktonmängderna var störst i de inre delarna av fjärdarna. Särskilt i Dyviksmaren och Brakmaren bör den höga tätheten av djurplankton kunna medverka till god överlevnad och tillväxt hos fiskyngel. Tätheterna av hinn- och hoppkräftor var relativt låga vid lokalerna på de egentliga Tyresöfjärdarna. Däremot var hjuldjursmängden jämförelsevis hög överlag. Om någon/några djurplanktongrupper var begränsande för fiskproduktionen 2012 bedömer vi det som troligast att det var hinn- och hoppkräftorna. Jämförelsen av resultaten från 2005 och 2012 ger dock inget direkt stöd för att dessa grupper begränsar fiskproduktionen. Tvärtom har fiskfångsten ökat vid föreningens provfiske samtidigt som mängden hinn- och hoppkräftor minskat.

Eventuella åtgärder för att gynna fiskreproduktionen bör fokuseras mot de djurplanktonrikare marerna och de inre delarna av Tyresöfjärdarna. I det fortsatta fiskevårdsarbetet är det också viktigt att studera relationerna mellan olika fiskgrupper (t.ex. rovlevande fisk, planktonätande fisk) och djurplankton. Enligt ekologisk teori kan man genom att gynna rovfisk (t.ex. gädda) även gynna djurplankton, vilket i förlängningen även kan leda till att algmängden i vattnet minskar.

## Summary

This study has been carried out on behalf of Tyresö Fiskevårdsförening and is motivated by the risk of deterioration of fish recruitment that can be caused by too little access to zooplankton. The objectives are to document the amount of zooplankton in the Tyresöfjärden Bay, to assess whether the amount of zooplankton can affect fish recruitment, and to compare the results with a similar survey from 2005.

The zooplankton communities in the pelagial areas as well as in the protected bays of the Baltic Sea are of interest for several reasons:

- 1) Many species of zooplankton consume phytoplankton, hence a low zooplankton density can contribute to an increased phytoplankton biomass. "Zooplankton deprivation" has therefore been suggested as a contributor to the algae blooms that occur in the open Baltic Sea.
- 2) Also in sheltered bays, a possible lack of zooplankton may contribute to increased amounts of algae, but here also the role of zooplankton for fish recruitment is relevant. Virtually all fish species depend on zooplankton as food during their young life stages. In the Baltic recruitment problems have been documented at least in the bays that are most exposed to the zooplankton poor water of the pelagial areas.

Sampling was performed with a method commonly used in nutrient-rich shallow lakes in Sweden. Using a transparent plastic tube, a column of water from two meters depth to the surface was sampled. A number of sampling stations were included, from the innermost parts of the Tyresöfjärden Bay to near the islands of Brandholmarna in Gränöfjärden Bay. In general, the zooplankton community was dominated by rotifers, cladocerans and copepods. Overall zooplankton densities were highest in the interior of the bay. Especially in Dyvikmaren and Brakmaren the high density of zooplankton may support a good survival and growth of fish larvae. Densities of cladocerans and copepods were relatively low at stations close to the open Baltic and if some zooplankton groups were limiting fish production in 2012 we consider these groups as most likely candidates. However, a comparison with the results from 2005 give no direct support for this hypothesis. On the contrary, fish catches have increased during this period while the densities of cladocerans and copepods may have decreased.

Possible measures to promote fish spawning habitats in the Tyresöfjärden Bay should focus on the zooplankton rich interior parts. In the monitoring program and in the evaluation of the results, it is important to also analyse the relationships between different groups of fish (eg, predatory fish, plankton-eating fish) and zooplankton. According to food web theory, selective favoring of predatory fish (pike) may benefit zooplankton which ultimately also may lead to decreased densities of phytoplankton.

## Inledning

Små mikroskopiska djur i havens och sjöarnas fria vatten röner sällan någon större uppmärksamhet. Med anledning av den miljösituation som råder i Östersjön har dock den grupp av organismer som brukar kallas djurplankton (eller zooplankton) alltmer kommit i fokus (Hansson 2008, Casini m.fl. 2009). Djurplankton kan ha en nyckelfunktion i såväl Östersjöns öppna vatten som i de skyddade fjärdarna. Orsaken är att de utgör ett viktigt inslag i många näringskedjor; de är ju en länk mellan växtplankton och fisk.

Idag diskuteras två olika aspekter av djurplanktonens funktion i Östersjön - deras roll i algproblematiken och deras roll för fiskrekryteringen:

1) Många arter av djurplankton konsumerar växtplankton varför låga djurplanktontätheter potentiellt kan bidra till att algmängden ökar. I Östersjön finns några fiskarter som är specialiserade på att äta djurplankton, t ex strömming, skarpsill, siklöja och nors, och åtminstone skarpsillen verkar ha ökat under de senaste decennierna. Potentiellt kan därför en kraftig predation från djurplanktonätande fiskarter som skarpsill leda till ökade tätheter av växtplankton. ”Djurplanktonbrist” har således framförts som en bidragande orsak till de algblomningar som inträffar i öppna Östersjön (se t.ex. Miljötrender 1/2012).

2) Även i fjärdarna kan en eventuell djurplanktonbrist medverka till ökade växtplanktontätheter men här är istället djurplanktons roll för fiskrekryteringen mer i fokus. I princip alla fiskarter är beroende av djurplankton som föda under sina unga livsstadier. Det gäller t.ex. många av de arter som har de grunda fjärdarna som sina uppväxtområden. Djurplanktonbrist har därför framförts som en orsak till att en del fiskarter har rekryteringsproblem i dessa miljöer. Den potentiellt dåliga tillgången till djurplankton i fjärdarna antas dock hänga samman med situationen ute i öppna Östersjön eftersom rekryteringsproblemen är störst i de fjärdar som är mest exponerade mot Östersjöns öppna djurplanktonfattiga vatten (Ljunggren m.fl. 2005, Sandström m.fl. 2007).

Den här undersökningen har utförts på uppdrag av Tyresö Fiskevårdsförening och är motiverad av den risk för försämrade fiskrekrytering som kan orsakas av för liten tillgång till djurplankton. Syftena är att

- 1) dokumentera djurplanktonmängden i de fjärdar som föreningen sköter, att
- 2) bedöma om djurplanktonmängden kan påverka fiskrekryteringen och att
- 3) jämföra resultaten med motsvarande undersökning 2005. Projektet utgör en del i det ambitiösa arbetet med fiskövervakning och fiskevård som föreningen driver, se t.ex. de rapporter som finns tillgängliga på föreningens hemsida, [www.tyresofiske.com](http://www.tyresofiske.com)

Det saknas idag formella bedömningsgrunder för djurplankton i såväl sött som bräckt vatten. Det innebär att det inte finns några formellt accepterade ”gränsvärden” för vad som ska definieras som låga eller höga tätheter. Den här utvärderingen och bedömningen är därför i första hand baserad på egen erfarenhet från sjöar (t.ex. Persson & Svensson 2004). För att underlätta bedömningen jämförs tätheten av djurplankton i Tyresöfjärdarna också med ett antal mer eller mindre kända sjöar med varierande tillgång på fisk.

## Hjuldjur, hoppkräftor och hinnkräftor

Till djurplankton räknas flera olika djurgrupper men i denna undersökning behandlas de som mängdmässigt brukar ha högst biomassa i kustnära brackvatten: 1) hjuldjur (Rotatoria), 2) hinnkräftor (Cladocera) och 3) hoppkräftor (Copepoda). Av dessa är hjuldjuren de mest primitiva, de är närmast släkt med diverse grupper av maskar. I plankton kan hjuldjuren vara mycket vanliga, i starkt näringsrika svenska sjöar har man uppmätt tätheter på mer än 10 000 ind. l<sup>-1</sup>. Olika hjuldjursarter har dock olika roller i plankton. Några är rovlevande men de flesta lever av bakterier, växtplankton och småpartiklar i vattnet. Hjuldjuren kan ha en viktig roll för fiskynglens överlevnad, framför allt under de allra första dagarna/veckorna efter att ynglen frigjort sig från gulesäcken. Dessutom är hjuldjur viktig föda för andra större djurplankton. De är därför även indirekt viktiga för fiskproduktionen.

En del hinnkräftor är effektiva växtplanktonfilterare medan andra är rovdjur som äter andra djurplankton. Höga tätheter av filtrerande hinnkräftor är därför ofta fördelaktigt, t.ex. för siktdjupet, eftersom grumlande växtplankton effektivt äts upp. Tyvärr brukar det dock finnas ett omvänt förhållande mellan fiskmängd och förekomst av storvuxna effektivt filtrerande hinnkräftor. De är nämligen så attraktiva som fiskföda att de har svårt att komma undan fisken, såvida de inte kan gömma sig på djupt vatten under dagen. I grunda sjöar med mycket fisk saknas ofta gömställen och där dominerar vanligen småvuxna arter av hinnkräftor och algmängden kan vara mycket stor. Liknande förhållanden borde potentiellt råda även i grunda Östersjövikar. Alla hinnkräftor lever dock inte på att filtrera växtplankton. De rovlevande släktena *Podon* och *Evadne* kan också påtagligt påverka mängden av djurplankton. I viss mån kan därför rovlevande hinnkräftor konkurrera med nykläckta fiskyngel om födan.

Bland hoppkräftorna finns flera viktiga bytesdjur för fisk. De är viktiga för alla fiskar men allra viktigast för Östersjöns planktonspecialister. Även gösyngel har visat sig vara effektiva rovdjur på hoppkräftor. Man skiljer egentligen på två grupper av hoppkräftor i plankton. En grupp med långa antenner (Calanoida), där de flesta arterna lever på växtplankton och några är rovdjur, och en annan grupp med korta antenner (Cyclopoida), där de flesta lever som rovdjur, åtminstone i vuxen ålder. Hoppkräftorna måste, som andra kräftdjur, regelbundet ömsa skal när de tillväxer. De kan genomgå upp till sex olika stadier som s.k. naupliuslarv och fem stadier som s.k. copepoditlarv innan de når det fullvuxna och könsmogna vuxna stadiet. De yngsta livststadierna, naupliuslarverna, är särskilt intressanta som föda för nykläckta fisklarver.

## Metodik

Undersökningen genomfördes den 8 juni 2012. Det var en dag med sol/växlande molnighet och svaga vindar. Prov för kvantifiering av djurplanktontätheter togs på nio lokaler varav sex i de egentliga fjärdarna, en i den nästan helt avsnörda Dyviksmaren, en i Brakmaren och en på utsidan av Brandholmarna i Gränöfjärden (se karta). Den sista lokalen togs med för att representera det vatten som eventuellt kan strömma in i Tyresöfjärdarna från den mer Östersjöpåverkade Gränöfjärden. I de egentliga fjärdarna var fyra av stationerna belägna nära strand eller vegetationsbälten där många nykläckta fisklarver förväntas söka föda. Två stationer var belägna ute på fjärdarnas öppna vatten dit larver/yngel av några intressanta fiskarter, som t ex abborre och gös, kan förväntas söka sig en tid efter kläckning. Provtagningen i Dyviksmaren, som är grund och helt har littoral karaktär, gjordes i den centrala delen och även i Brakmaren skedde provtagningen i mitten av bassängen. Vid samtliga stationer mättes siktdjupet och dessutom bestämdes exakta koordinater med en GPS.

Den kvantitativa provtagningen gjordes med en metod som brukar användas i näringsrika grunda sjöar (t.ex. Svensson 2000). Med hjälp av ett 2 m långt transparent plaströr (diameter 50 mm) lyftes en vattenpelare upp (således från 2 m djup upp till ytan) och hälldes i en stor hink. Förfarandet upprepades tre gånger vid varje provtagningsstation. Det insamlade vattnet rördes om och från varje station togs totalt 5 liter ut med en 1 liters bägare och sållades genom en 25 µm planktonduk. Provet överfördes till burk och planktonduken sköljdes mycket noggrant för att få med samtliga djur. Proven fixerades med Lugols lösning, ett jodinhållande konserveringsmedel. På några av stationerna gjordes även s.k. kvalitativa planktonhävdrag från botten till ytan. Avsikten var endast att införskaffa organismer som kunde underlätta artbestämningen.

Proven analyserades och räknades med hjälp av ett inverterat mikroskop (Leitz Diavert). Hjuldjur och naupliuslarver av hoppkräftor analyserades i delprov som motsvarade 3-4% av det totala provet. Övriga former totalräknades.



Karta. De nio provtagningslokalernas lägen. Se bilaga för exakta koordinater. © Lantmäteriet 2013.



## Förekomst av olika arter

De vanligaste arterna av djurplankton i Tyresöfjärdarna tillhör således någon av de tre djurplanktongrupperna hjulddjur, hinnkräftor eller hoppkräftor (se tabell). Bland hjulddjuren var arterna *Keratella cochlearis*, *Keratella eichwaldi* och *Keratella quadrata* speciellt vanliga. Dessa arter äter små växtplanktonformer och bakterier. Andra hjulddjur som noterades var t.ex. *Asplanchna* sp., *Brachionus* sp. och *Synchaeta* spp. Av dessa är *Asplanchna* relativt storvuxen (ibland över 1 mm!) och den kan vara rovlevande på andra hjulddjur. De flesta hjulddjuren är dock små, *Keratella* är vanligen mindre än 0,2 millimeter, men de kan ändå vara viktiga som fiskföda omedelbart efter att larverna frigjort sig från gulesäcken.

Den viktigaste filtrerande hinnkräftan i Tyresöfjärdarna är *Bosmina longispina maritima*. Arten lever på växtplankton och bakterier och kan finnas i höga tätheter såväl kring vegetationsbälten som ute på öppet vatten. Den är en viktig födoorganism för all planktonätande fisk, men kan ha en nyckelroll för unga ”oerfarna” årsyngel. Orsaken är att *Bosmina*, till skillnad från flertalet andra av Tyresöfjärdarnas större djurplankton, saknar ett aktivt flyktbeteende när den blir attackerad. En annan hinnkräfta som förekom på några av lokalerna var *Daphnia cucullata*. I sötvatten har den arten ofta en nyckelroll i näringsrika sjöar och i denna undersökning var den viktig i Brakmaren. Det antyder således en hög näringsrikedom vilket borde betyda bättre förutsättningar för hög fiskproduktion där än på andra lokaler.

Hinnkräftorna *Evadne* och *Podon* är också intressanta som fiskföda men de kan själva även vara rovlevande på andra små djurplankton. I viss mån kan de därför konkurrera om födan med de allra minsta fiskynglen. *Podon* var den vanligaste av de rovlevande hinnkräftorna, särskilt i Kalvfjärden, vilket antyder att det finns gott om föda för dessa rovlevande hinnkräftor där.

Bland hoppkräftorna identifierades fyra arter/släkten: *Acartia* sp., *Eurytemora* sp., *Mesocyclops leuckarti* och *Thermocyclops* sp. Adulta (vuxna) individer av dessa hoppkräftor påträffades sparsamt, medan deras yngre livsstadier var vanliga. Många av Östersjöns arter av hoppkräftor lever på växtplankton, av ovanstående särskilt *Acartia* och *Eurytemora*. Även *Mesocyclops* och *Thermocyclops* äter växtplankton som små men de övergår alltmer till att bli rovlevande på andra djurplankton när de blir större. Dessa arter var framför allt viktiga i Brakmaren och Dyviksmaren.

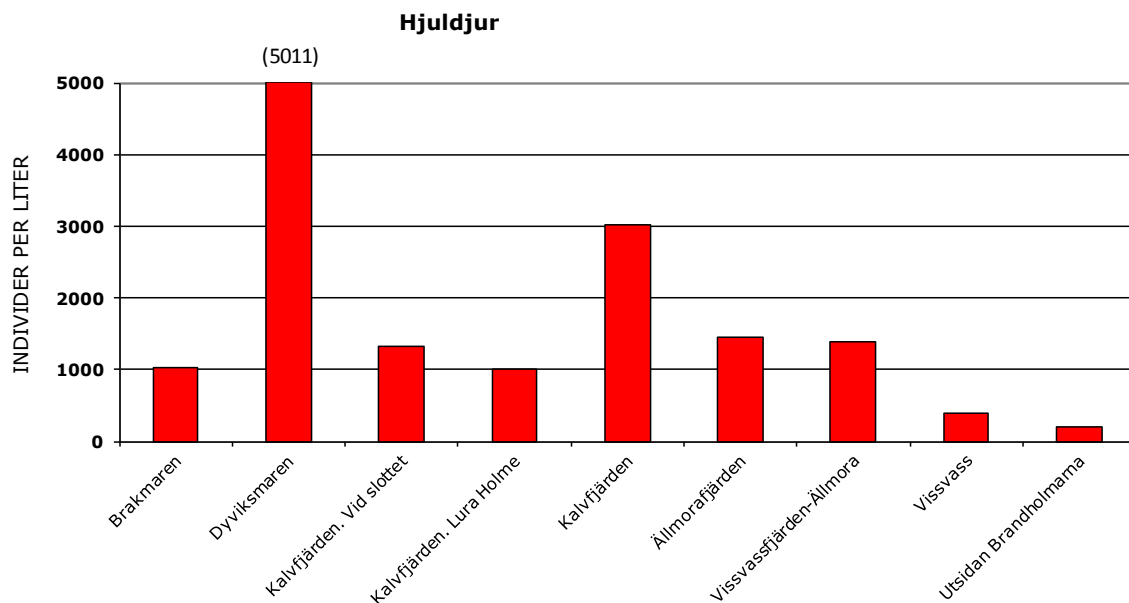
Det kan finnas skillnader mellan olika fiskarter med avseende på vilken djurplanktongrupp de företrädesvis äter. En erfarenhet från studier i sjöar är att årsungar av mört är dåliga på att fånga hoppkräftor. De äter istället mycket hinnkräftor. Yngel av abborre och gös tycks dock vara skickligare än mört på att fånga hoppkräftor. De äter därför i större utsträckning en blandning av hinn- och hoppkräftor. Dessa iakttagelser har gjorts under högsommar och tidig höst, dvs. vid en tidpunkt då årsynglen är så stora att mindre djurplankton som hjulddjur och naupliuslarver inte längre är viktiga som föda.

Utöver representanter för ovanstående stora djurplanktongrupper hittades i proverna även larver av havstulpaner samt larver av musslor. Dessutom var ciliater av släktet *Tintinnopsis* vanliga vid några lokaler. Allmänt gäller att artsammansättningen bland Tyresöfjärdarnas djurplankton är normal och den förväntade. Alla de identifierade djurplanktonarterna är vanliga i Östersjöns fauna.

Vid analysen av djurplanktonproven kunde konstateras att vattnet innehöll rikligt med växtplankton. Det var kiselalger av släktet *Chaetoceros* sp. som blommande, särskilt på de inre lokalerna. Dessa alger gav sig egentligen till känna redan vid provtagningen då de ibland skapade problem vid sällningen av proverna. Samma iakttagelse gjordes vid provtagningen 2005. Vissa utländska arter av *Chaetoceros* kan försvåra livet för fiskyngel eftersom de kan fastna på gälarna men Östersjöns *Chaetoceros*-arter har så vitt bekant inte visats ha denna negativa effekt.

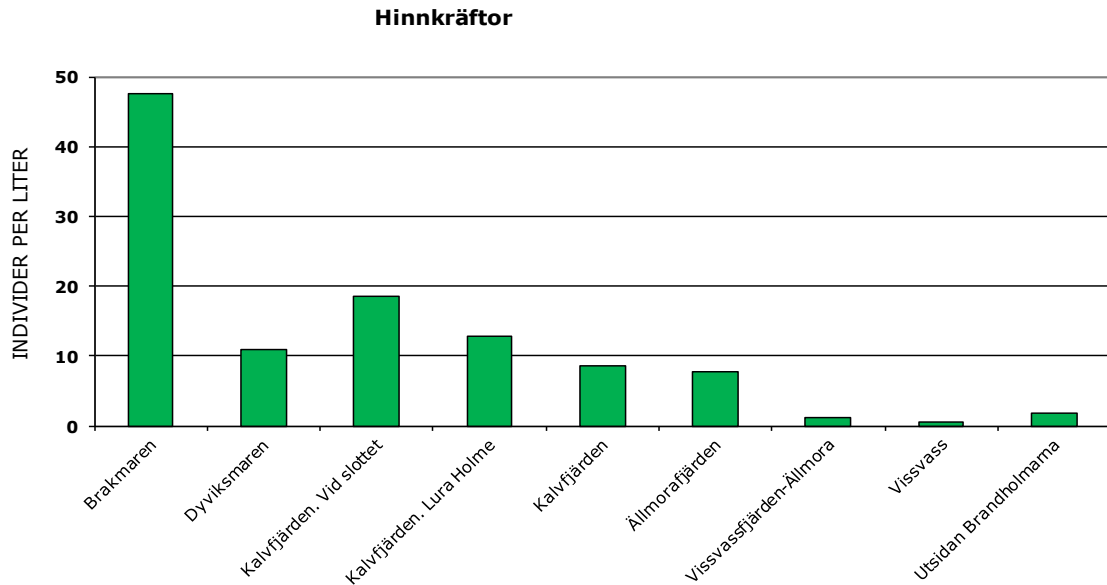
## En jämförelse av de olika lokalerna

*Hjuldjur*: Tätheten av hjuldjur var mycket hög i Dyviksmaren (ca 5 000 ind l<sup>-1</sup>) och hög vid samtliga övriga lokaler utom Vissvass och Brandholmarna (ca 200 ind l<sup>-1</sup>) där den var relativt låg (figur 1). Det fanns ingen tydlig skillnad mellan grunda och djupa lokaler.



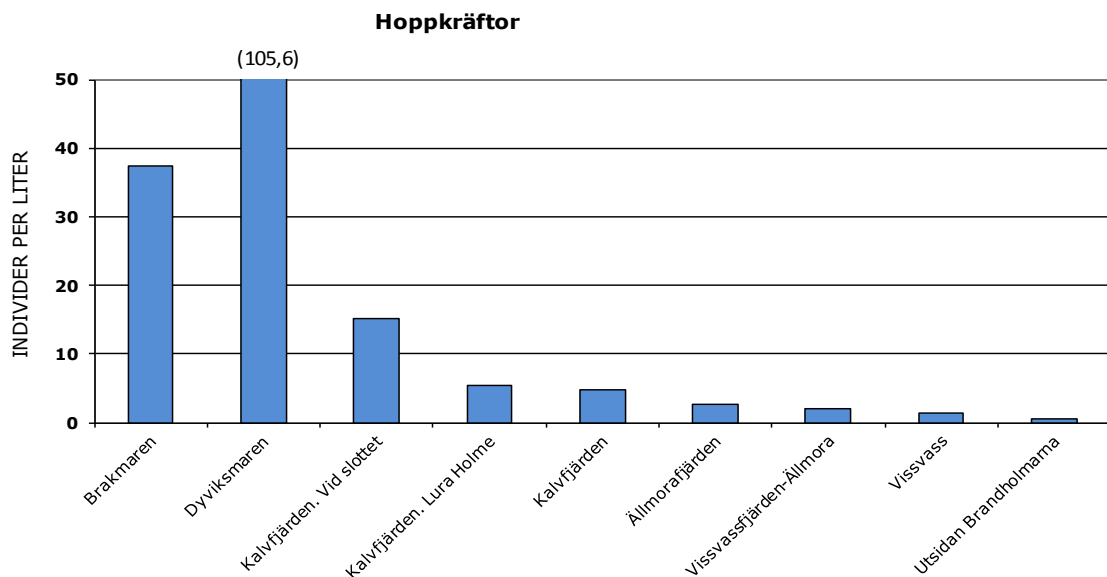
**Figur 1.** Tätheter av hjuldjur den 8 juni 2012 i Brakmaren och Dyviksmaren, på de sex lokalerna i de egentliga Tyresöfjärdarna, samt utanför Brandholmarna.

*Hinnkräftor*: Tätheten av hinnkräftor var högst i Brakmaren och lägst vid Vissvass (figur 2). Även vid Vissvassfjärden-Ällmora och Brandholmarna var tätheten låg. Vid övriga lokaler var tätheten likartad men något högre på lokalerna i Kalvfjärden än på lokalerna i Ällmora- och Vissvassfjärden (figur 2). Det fanns ingen tydlig skillnad mellan grunda och djupa lokaler.

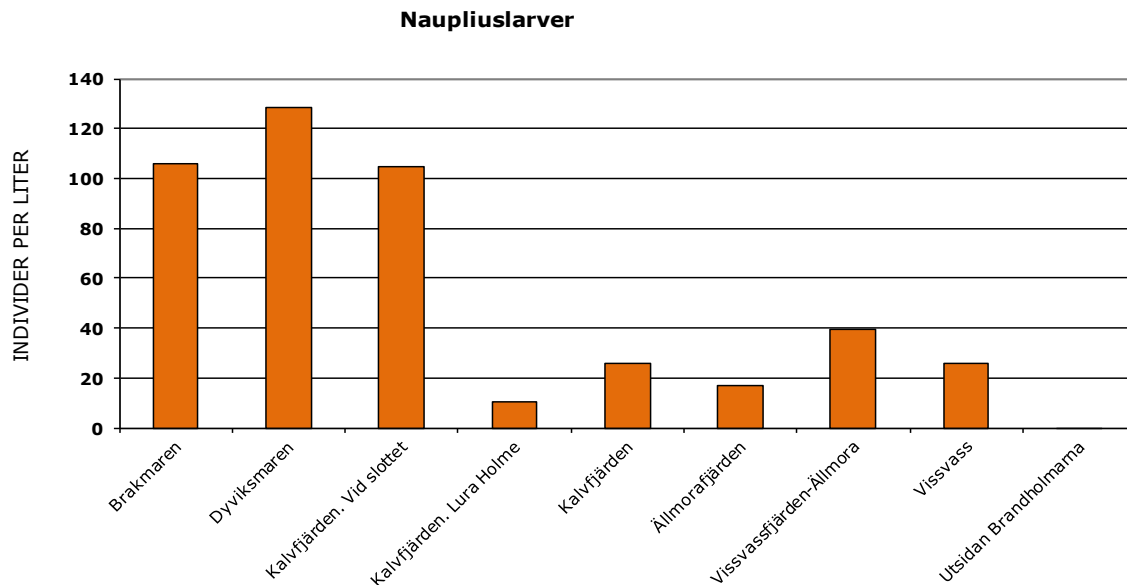


**Figur 2.** Tätheter av hinnkräftor den 8 juni 2012 i Brakmaren och Dyviksmaren, på de sex lokalerna i de egentliga Tyresöfjärdarna, samt utanför Brandholmarna.

*Hoppkräftor:* Tätheten av äldre stadier av hoppkräftor (figur 3) var hög i Brak- och Dyviksmaren. Vid den strandnära lokalen utanför slottet var tätheten intermediär men vid samtliga övriga lokaler var den låg. Dessutom tycks tätheten minska kontinuerligt ut mot Brandholmarna. Tätheten av hoppkräftornas naupliuslarverna (figur 4) visade delvis samma mönster med högst tätheter i de avsnörda och inre fjärdarna och lägst täthet vid Brandholmarna.



**Figur 3.** Tätheter av hoppkräftor (vuxna+copepoditlarver) den 8 juni 2012 i Brakmaren och Dyviksmaren, på de sex lokalerna i de egentliga Tyresöfjärdarna, samt utanför Brandholmarna.



**Figur 4.** Tätheter av hoppkräftornas naupliuslarver den 8 juni 2012 i Brakmaren och Dyviksmaren, på de sex lokalerna i de egentliga Tyresöfjärdarna, samt utanför Brandholmarna.

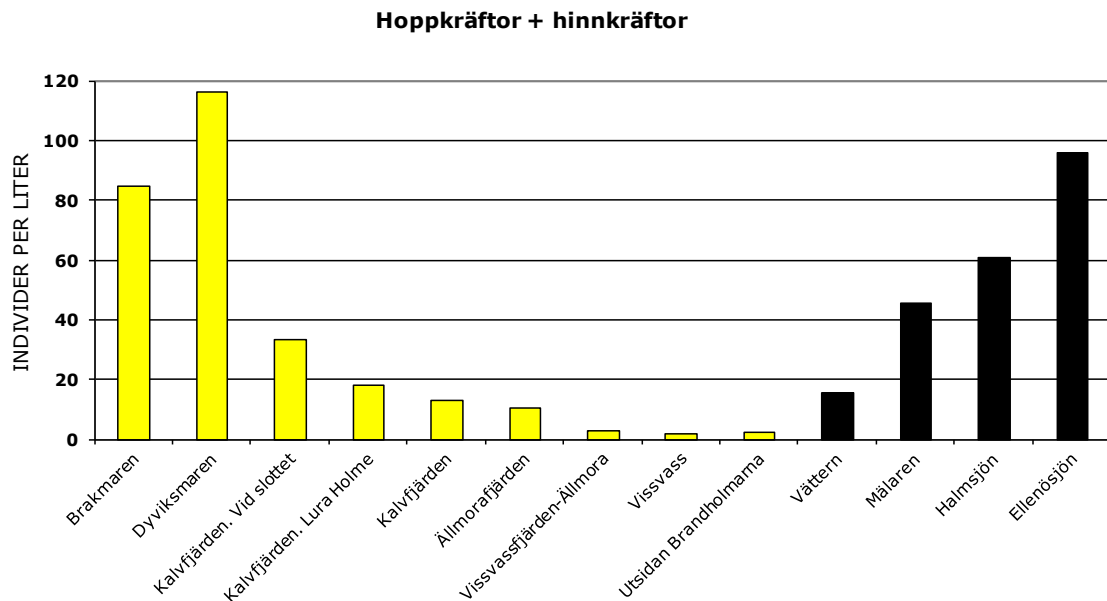
En generell slutsats är att djurplanktontätheten är högre i Brakmaren och Dyviksmaren. För flera djurplanktongrupper uppmättes dessutom högre tätheter vid Kalvfjärdenlokalerna än i Ällmora- och Vissvassfjärden. Lokalen vid Brandholmarna avvek genom sin generellt låga djurplanktontäthet. Det antyder att det finns en risk för minskade djurplanktontätheter i de inre fjärdarna efter hydrologiska situationer när utsjövatten strömmat in. Den högre djurplanktontätheten i de inre fjärdarna antyder också att miljöförhållandena där, t.ex. en högre näringstillgång, kan ha en positiv påverkan på djurplanktonmängden.

### Jämförelse med sjöar

Det råder ingen tvekan om att mängden hjuldjur är hög i Tyresöfjärdarna. Många svenska sjöar med avsevärt högre fisktätheter har lägre tätheter av hjuldjur. Även mängden naupliuslarver är i nivå med normala förhållanden i sötvatten. I detta skede är det därför vår bedömning att de allra yngsta fiskynglen inte lider av någon påtaglig ”djurplanktonbrist” i de inre delarna av Tyresöfjärdarna. I varje fall kan bristen inte vara större än i sjöar med motsvarande hjuldjurstätheter och jämförelsevis höga fiskproduktion. Undantaget är utsjölokalen vid Brandholmarna och eventuellt de yttre delarna av Vissvassfjärden. Enligt vår bedömning är det istället den sammanlagda mängden av hinn- och hoppkräftor (exkl. nauplier) som är kritisk, dvs. den föda fisken börjar utnyttja några veckor efter att de blivit frisimmande.

I figur 5 görs en jämförelse av totalmängden av dessa grupper mellan Tyresöfjärdarna och ett antal svenska sjöar. I figuren blir även skillnaderna mellan Tyresöfjärdarna tydliga. Tätheterna var högre på lokalerna inom Kalvfjärden än på lokalerna inom Vissvassfjärden medan tätheten i Brakmaren och Dyviksmaren var hög. Av jämförelsesjöarna är Ellenösjön (södra Dalsland) en sjö med mycket hög fisktäthet (5-10 kg per nätansträngning), Halmsjön (vid Arlanda) och Mälaren mesotrofa sjöar med jämförelsevis hög fiskproduktion, medan Vättern är näringsfattig med låg fiskproduktion. Jämförelsen visar att lokalerna i Kalvfjärden vid provtagningstillfället hade djurplanktontätheter som var mindre än i mesotrofa sjöar, typ Mälaren. Lokalerna på Vissvassfjärden har i denna jämförelse låga tätheter av hinn- och

hoppkräftor. Det är också uppenbart att utsjölokalen har mycket låga tätheter medan de avsnörda mararna har höga tätheter. Potentiellt skulle därför Brakmaren och Dyviksmaren kunna fungera som utmärkta yngelkammare för fisk.



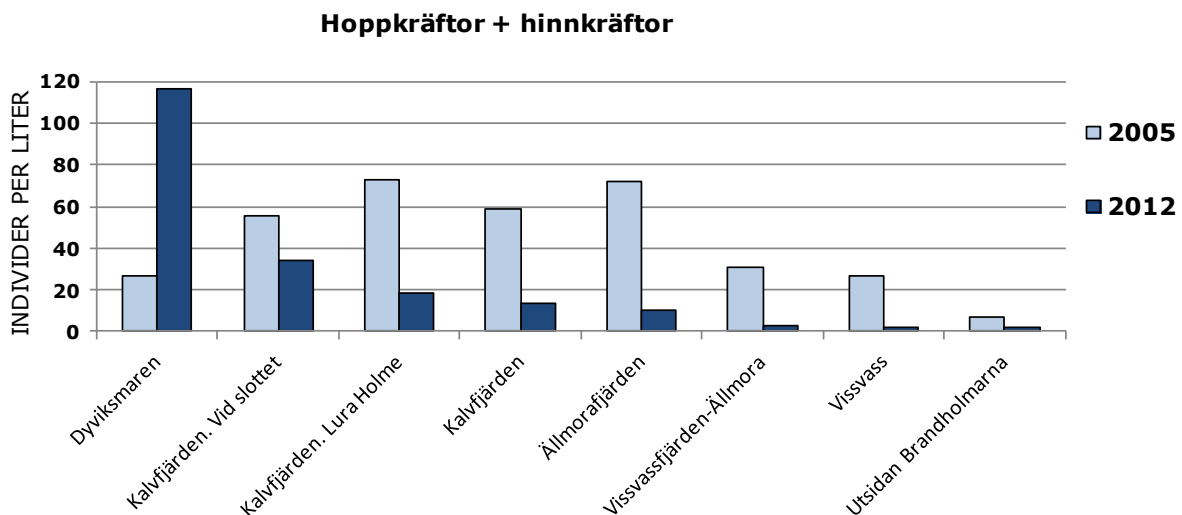
**Figur 5.** Den sammanlagda tätheten av hoppkräftor och hinnkräftor (exkl. naupliuslarver) på de studerade lokalerna samt i ytvattnet vid sommarprovtagningar i fyra svenska sjöar. Data från den näringsfattiga Vättern är från 16 juli 2003, data från Mälaren är från Södra Björköfjärden i juli 2005, data från Halmsjön vid Arlanda är från 13 juni 2005 och data från den mycket fiskrika Ellenösjön i Dalsland är från 11 juni 1997. Informationen från Vättern kommer från databasen hos Inst. för Vatten och miljö vid SLU ([www.ma.slu.se](http://www.ma.slu.se)), övriga data kommer från egna analyser.

Om vi antar att rekryteringen av fisk i Tyresöfjärdarna påverkas av djurplankontillgången såsom den illustreras i figur 5 bör således Brak- och Dyviksmaren ha bäst rekrytering. Därefter följer Kalvfjärdenlokalerna som bör ha högre fiskrekrytering än Ällmorafjärden medan Vissvassfjärden bör ha lägst rekrytering. Mängden djurplankton kan dock variera mycket under säsongen såväl i Tyresöfjärdarna som i de sjöar som använts som jämförelseobjekt. Det bör även poängteras att resultaten baseras på ett enstaka provtagningstillfälle, vilket är en stor osäkerhetsfaktor vid bedömningen.

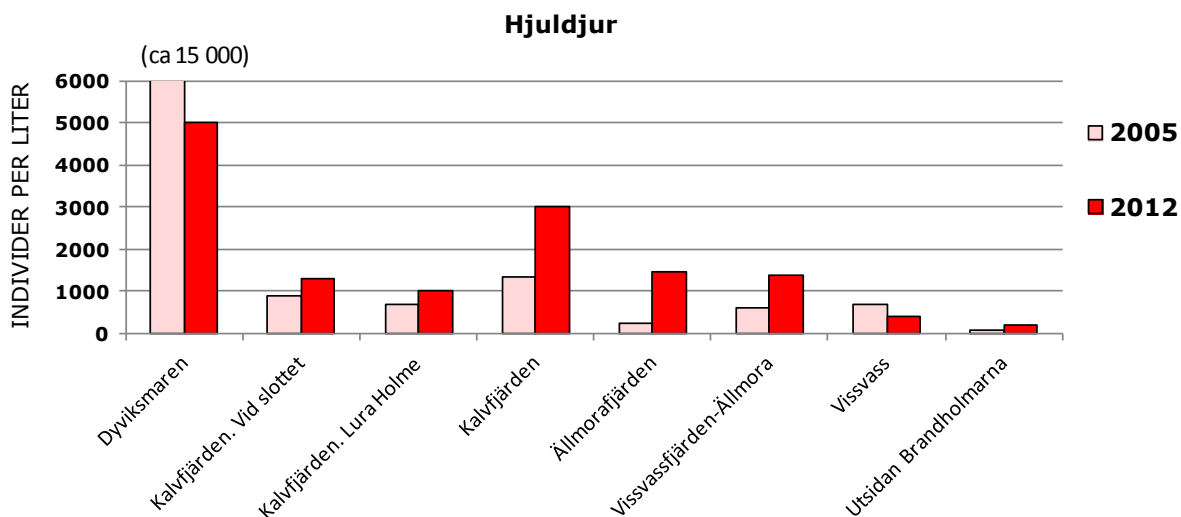
## Jämförelse med undersökningen 2005

Figur 5 visar således en tydlig och konsekvent skillnad mellan lokalerna för den sammanlagda mängden hinn- och hoppkräftor. I figur 6 jämförs deras täthet mellan undersökningarna 2005 och 2012. Även här är skillnaderna tydliga och konsekventa. Mängderna var tydligt lägre 2012 på alla lokalerna utom den helt avsnörda Dyviksmaren. Resultatet är entydigt och indikerar sämre djurplanktontillgång för all djurplanktonätande fisk efter att de lämnat den storlek då de äter mindre former som hjuldjur och naupliuslarver. För hjuldjuren verkar förändringen vara den omvända även om skillnaderna inte är lika stora och entydiga (figur 7). Även här avviker Dyviksmaren, och dessutom lokalen vid Vissvass, men i övrigt var hjuldjurstätheten högre 2012 vid sex av de åtta lokalerna. Vad gäller naupliuslarverna har det inte skett några entydiga förändringar.

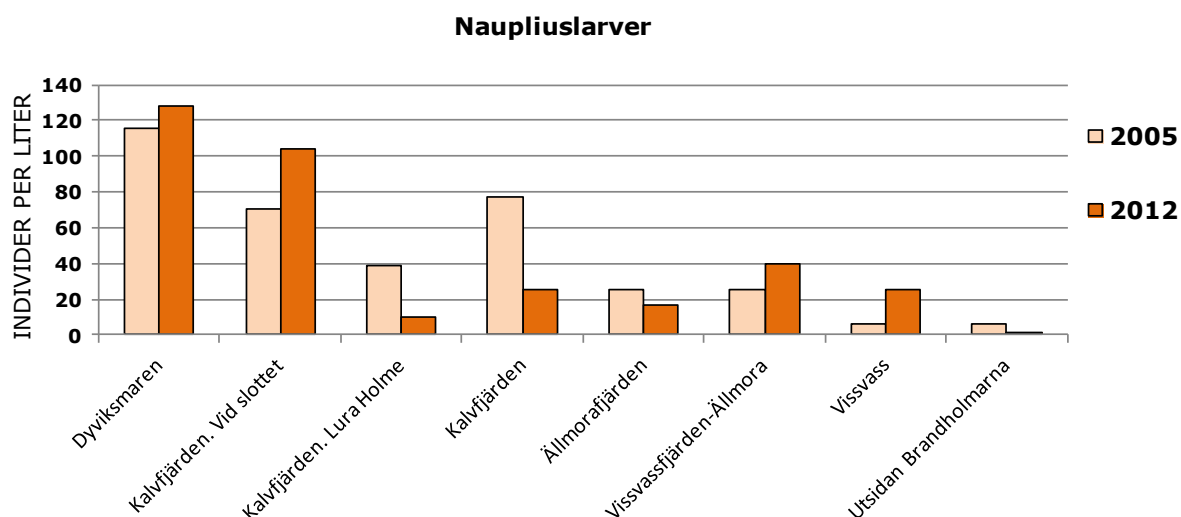
Sammantaget antyder denna jämförelse eventuellt en bättre födotillgång för de alldeles nykläckta fiskynglen 2012 eftersom de kan antas gynnas av den något högre hjuldjurstätheten. Å andra sidan kan födotillgången sedan ha varit avsevärt sämre (jämfört med 2005) när fisken sedan skulle övergå till att äta de större hopp- och hinnkräftorna.



**Figur 6.** Den sammanlagda tätheten av hopp- och hinnkräftor den 18 juni 2005 och den 8 juni 2012 på de lokaler som ingick i båda undersökningarna. Naupliuslarver är inte inkluderade.



**Figur 7.** Den sammanlagda tätheten av hjuldjur den 18 juni 2005 och den 8 juni 2012 på de lokaler som ingick i båda undersökningarna.



**Figur 8.** Den sammanlagda tätheten av naupliuslarver av hoppkräftor den 18 juni 2005 och den 8 juni 2012 på de lokaler som ingick i båda undersökningarna.

## Förändringar i nätfiskefångst och djurplanktonmängd

Ett försök till analys av sambandet mellan fiskförekomst och djurplanktonmängder visas i tabell 1 och figur 9. Tabellens fiskdata är medelfångsten per nätansträngning vid de stora provfiskena i de olika delfjärdarna. Ursprungsdata har hämtats från fiskevårdsförningens hemsida ([www.tyresofiske.com](http://www.tyresofiske.com)) och kommer från de provfiskena som gjordes samma år som djurplanktonundersökningarna genomfördes eller det år som ligger närmast i tiden. Tabellens djurplanktondata är medeltätheter från de olika fjärdarnas provlokaler. Endast hinn- och hoppkräftor samt hjuldjur behandlas eftersom endast deras tätheter eventuellt förändrats mellan åren (figur 6 och 7).

Vad gäller fiskfångsten kan man konstatera att den var större i Kalvfjärden än i de övriga delfjärdarna vid båda undersökningarna. Dessutom var fiskfångsten överlag större vid den senaste undersökningen. Båda djurplanktongrupperna i tabellen har alltid varit vanligast i Kalvfjärden och minst vanliga i Vissvassfjärden. Dessutom har hinn- och hoppkräftorna minskat mellan undersökningarna i alla fjärdarna medan hjuldjuren ökat påtagligt i Kalv- och Ällmorafjärden men minskat i Vissvassfjärden.

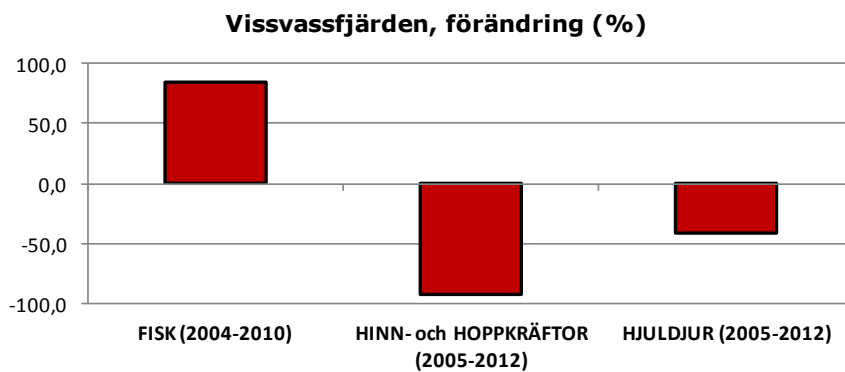
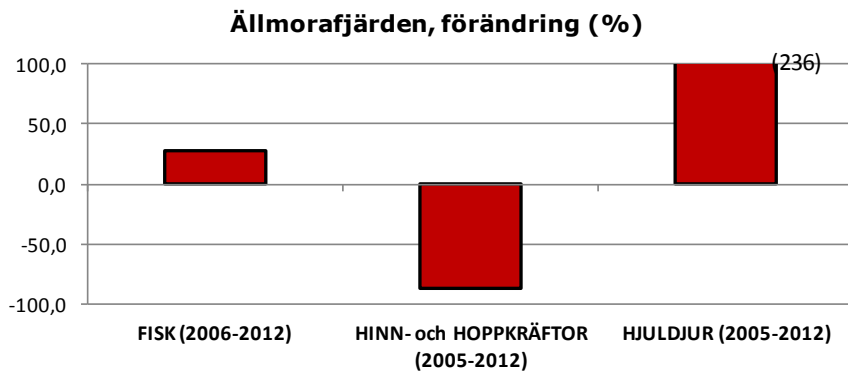
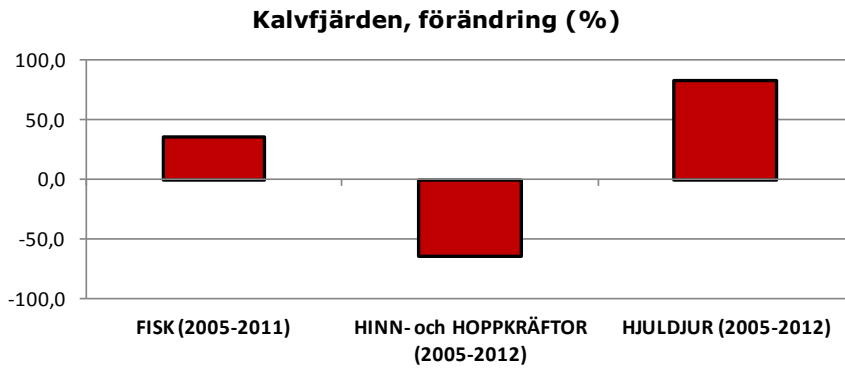
**Tabell 1.** Medelfångst av fisk och medeltätheter av olika djurplanktongrupper i Tyresöfjärdarnas tre delfjärdar vid undersökningar i mitten av 2000-talet och den senaste undersökningen. Se text för förklaring.

	<b>Kalvfjärden</b> 2005	<b>Kalvfjärden</b> 2011/2012
FISK (Kg/nät)	3,58	4,84
HINN- och HOPPKRÄFTOR (Ind./liter)	62,2	21,8
HJULDJUR (Ind./liter)	970,7	1772,8
	<b>Ällmorafjärden</b> 2005/2006	<b>Ällmorafjärden</b> 2012
FISK (Kg/nät)	2,12	2,71
HINN- och HOPPKRÄFTOR (Ind./liter)	51,7	6,9
HJULDJUR (Ind./liter)	419,2	1408
	<b>Vissvassfjärden</b> 2004/2005	<b>Vissvassfjärden</b> 2010/2012
FISK (Kg/nät)	1,75	3,22
HINN- och HOPPKRÄFTOR (Ind./liter)	26,4	2
HJULDJUR (Ind./liter)	659,2	390,4

I figur 9 åskådliggörs de relativa förändringar som skett mellan undersökningarna. Fiskfångsten har ökat i alla delfjärdarna. Hinn- och hoppkräftorna har minskat i alla delfjärdarna. Hjuldjuren har minskat i Vissvassfjärden men ökat i de andra delfjärdarna.

Det finns naturligtvis flera osäkerheter i tabell 1 och figur 9. Bl.a. inkluderar provfiskedata från Kalvfjärden även Brakmaren och provfiskedata från Vissvassfjärden inkluderar Åvaviken där djurplankton inte provtagits. Dessutom provtogs djurplankton bara vid en lokal i Vissvassfjärden vilket ger en stor osäkerhet.





**Figur 9.** Relativa förändringar i fångst av fisk och olika djurplanktongrupper i Tyresöfjärdarnas tre delfjärdar mellan undersökningar i mitten av 2000-talet och den senaste undersökningen. Se text för förklaring.

## Slutsats

Undersökningen av djurplankton och analysen av fiskfångsterna har gett entydiga resultat i vissa avseenden och tvetydiga resultat i andra avseenden. Våra viktigaste slutsatser är:

1. Djurplanktonmängderna var större i de inre delarna av fjärdarna än vid lokalerna närmast utsjön. Särskilt i Dyviksmaren och Brakmaren bör den höga tätheten av djurplankton kunna medverka till god överlevnad och tillväxt hos fiskyngel.
2. Tätheterna av hinn- och hoppkräftor var relativt låga vid lokalerna på de egentliga Tyresöfjärdarna jämfört med några svenska typsjöar. Däremot var hjuldjursmängden jämförelsevis hög överlag. Om någon/några djurplanktongrupper var begränsande för fiskproduktionen 2012 bedömer vi det därför som troligast att det var hinn- och hoppkräftorna.
3. Jämförelsen av resultaten från 2005 och 2012 ger dock inget direkt stöd för att dessa grupper begränsar fiskproduktionen. Tvärtom har fiskfångsten ökat samtidigt som mängden hinn- och hoppkräftor minskat. Å andra sidan kanske 2012 års låga djurplanktontäthet inte visar sig förrän vid kommande provfisken. Den allra yngsta fisken fångas ju inte vid nätprovfisken.

Det är svårt att studera fiskrekrytering och fisklarvers ekologi. Det finns nyare undersökningar som antyder att de allra yngsta fiskynglen är mer beroende av andra typer av planktonorganismer än man tidigare trott, t.ex. ciliater (Zingel m.fl. 2012). Dessutom är det svårt, eller rentav omöjligt, att avgöra vad som är orsak och verkan i en beskrivande undersökning som denna. Vi har t.ex. haft som utgångspunkt i vårt resonemang att mängden djurplankton är en begränsande resurs åtminstone någon gång under fiskens unga liv och att höga djurplanktontätheter därför är positivt ut fiskproduktionssynpunkt. Det omvända förhållandet kan naturligtvis också vara giltigt – planktonätande fisk kan begränsa mängden djurplankton. Det går t.ex. inte att utesluta att minskningen av hinn- och hoppkräftorna mellan undersökningarna 2005 och 2012 är en effekt av att mängden fisk har ökat. Dessutom kan det vara värdefullt att analysera eventuella förändringar i relationen mellan planktonätande fisk och rovlevande fisk.

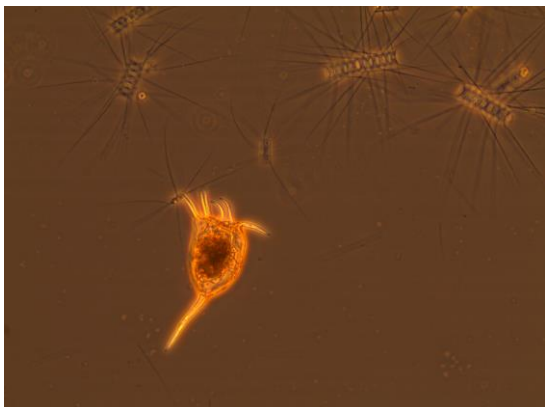
## Referenser

- Casini, M., Hjelm, J., Molinero, J-C., Lövgren, J., Cardinale, M., Bartolino, V., Belgrano, A. & Kornilovs, G. 2009. Trophic cascades promote threshold-like shifts in pelagic marine ecosystems. *PNAS* 106: 197-202.
- Hansson, L-A. 2008. Biomanipulering som restaureringsverktyg – kunskapssammanställning för limniska och marina system. I: Kan Östersjön restaureras. Naturvårdsverket. Rapport 5860.
- Ljunggren, L. Sandström, A., Johansson, G., Sundblad, G. & Karås, P. 2005. Rekryteringsproblem hos Östersjöns kustfiskbestånd. *Finfo* 2005: 5.
- Miljötrender. Nyheter & resultat från SLU. No 1/2012.
- Persson, G. & Svensson, J-E. 2004. Kvantitativa djurplanktonundersökningar i Sverige. När, var, hur och varför? Inst. för miljöanalys, SLU. Rapport 2004: 21.
- Sandström, O., Söderlund, B. & Andersson, C.H. 2007. Fiskrekrytering i Stockholms skärgård. Länsstyrelsen i Stockholms län. Rapport 2007: 31.
- Svensson, J-E. 2000. Plankton i Ellenösjön-Östersjön före och efter mörtfisktrålning. Rapport från Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås. 31 sid.
- Zingel, P., Paaver, T., Karus, K., Agasild, H. & Nöges, T. 2012. Ciliates as the crucial food source of larval fish in a shallow eutrophic lake. *Limnol. Oceanogr.* 57: 1049-1056.

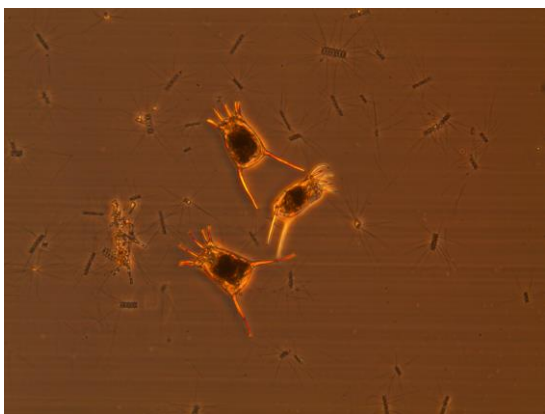
**Bilaga 1.** Djurplanktondata från nio lokaler vid Tyresöprovtagningen 8 juni 2012 (individer per liter). Proven togs med ett transparent plaströr (diameter = 50 mm) med vars hjälp en vattenpelare (2-0 m) lyftes upp vid varje provstation. Ur det insamlade vattnet togs en delmängd, 5 liter, som fixerades i Lugols lösning. Vid laboratorieranalysen räknades hjuldjur och naupliuslarver av hoppkräftor i ett delprov motsvarande ca 3-4% av hela provet, övriga zooplanktonformer totalräknades.

	Kalvfjärden. Vid slottet	Kalvfjärden. Lura Holme	Kalvfjärden (20 m djupet)	Ällmorafjärden	Vissvassfjärden-Ällmora	Vissvass	Brakmaren	Dyviksmaren	Utsidan Brandholmarna
x-koordinat (RT 90)	6570602	6568653	6569924	6567161	6565556	6565632	6567750	6566694	6565246
y-koordinat (RT 90)	1642844	1644410	1643988	1647194	1648107	1647300	1643817	1648552	1649812
Djup på platsen	4,5	-	ca 20	17	16,8	5,8	5	1,5	ca 30
Siktdjup	1,7	2,6	2,6	3,2	4	4,5	2,5	>1,5	6,1
<b>HJULDJUR (Rotatoria)</b>									
Asplanchna sp							2,4	25,6	
Brachionus sp								6,4	
Filinia sp								409,6	0,2
Keratella cochlearis	51,2	19,2	6,4		224	6,4	83,2	4032	6,4
Keratella cochlearis retrocurva	409,6	768	2566,4	1030,4	633,6	243,2	518,4	256	89,6
Keratella eichwaldi	96	38,4	115,2	83,2	224	108,8	12,8	12,8	38,4
Keratella quadrata, raka spröt	409,6	64	128	115,2	12,8		204,8	268,8	
Keratella quadrata, böjda spröt	313,6	76,8	147,2	108,8	115,2	6,4	179,2		32
Synchaeta monopus	6,4			12,8	44,8	25,6	19,2		25,6
Synchaeta sp	25,6	32	44,8	89,6	121,6		6,4		6,4
<b>HOPPKRÄFTOR (Copepoda)</b>									
Acartia sp, adulter	0,2							1,6	
Eurytemora sp, adulter							0,2		
Mesocyclops leuckarti							0,8		
Thermocyclops sp	0,4						9,4	1,6	
Cyclopoida, obestämd art		0,2						0,2	
Calanoida copepoditer	12,6	2,2	3,4	2,4	2	1,4		64	0,6
Calanoida naupliuslarver	96	6,4	25,6	6,4	25,6	12,8	12,8	44,8	0,2
Cyclopoida copepoditer	2	3,2	1,4	0,4			27	38,4	
Cyclopoida naupliuslarver	6,4				12,8	12,8	89,6	83,2	
<b>HINNKRÄFTOR (Cladocera)</b>									
Bosmina longirostris	2								
Bosmina longispina maritima	2,6	8,6	5,4	3,6	0,4		37,6	9,4	
Ceriodaphnia sp							0,2	1	
Chydorus sphaericus								0,2	
Daphnia cucullata		0,2					7,6		0,2
Diaphanosoma brachyurum							0,2		
Evadne nordmanni	0,2	0,8	0,2	0,4	0,4		1		0,4
Podon polyphemoides	15,8	3,2	3	3,8	0,4	0,6	1,2	0,4	1,2
<b>ÖVRIGT</b>									
Larver av havstulpaner	2,2	3,8	0,2	10,4	1,2		3,4	0,4	
Larver av musslor		0,6			0,8		1		
<b>HJULDJUR</b>	<b>1312</b>	<b>998,4</b>	<b>3008</b>	<b>1440</b>	<b>1376</b>	<b>390,4</b>	<b>1026,4</b>	<b>5011,2</b>	<b>198,6</b>
<b>HOPPKRÄFTOR (exkl nauplier)</b>	<b>15,2</b>	<b>5,4</b>	<b>4,8</b>	<b>2,8</b>	<b>2</b>	<b>1,4</b>	<b>37,4</b>	<b>105,6</b>	<b>0,6</b>
<b>HINNKRÄFTOR</b>	<b>18,6</b>	<b>12,8</b>	<b>8,6</b>	<b>7,8</b>	<b>1,2</b>	<b>0,6</b>	<b>47,6</b>	<b>11</b>	<b>1,8</b>
<b>Naupliuslarver</b>	<b>104,6</b>	<b>10,2</b>	<b>25,8</b>	<b>16,8</b>	<b>39,6</b>	<b>25,6</b>	<b>105,8</b>	<b>128,4</b>	<b>0,2</b>
<b>ÖVRIGT</b>	<b>2,2</b>	<b>4,4</b>	<b>0,2</b>	<b>10,4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>
<b>Summa DJURPLANKTON</b>	<b>1452,6</b>	<b>1031,2</b>	<b>3047,4</b>	<b>1477,8</b>	<b>1420,8</b>	<b>418</b>	<b>1221,6</b>	<b>5256,6</b>	<b>201,2</b>

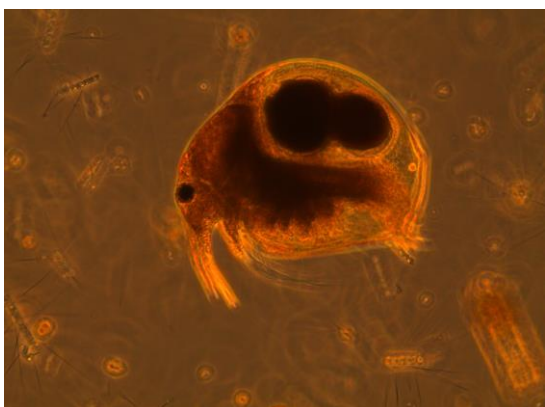
**Bilaga 2.** Organismbilder från provtagningen i Tyresöfjärdarna i juni 2005



Hjuldjuret *Keratella cochlearis retrocurva* och kiselalger tillhörande släktet *Chaetoceros*



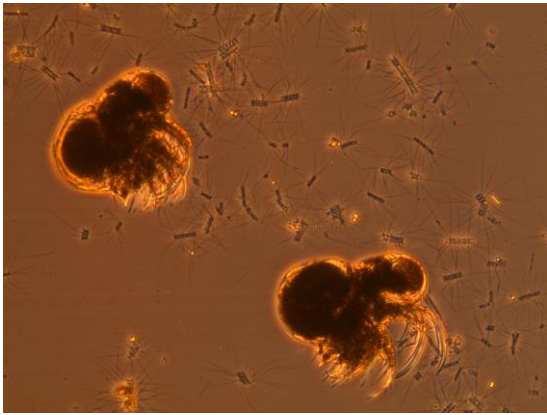
Hjuldjuret *Keratella quadrata*



Hinnkräftan *Bosmina longispina maritima*



*Evadne nordmanni*, en rovlevande hinnkräfta



*Podon polyphemoides*, en rovlevande hinnkräfta



Hoppkräftan *Eurytemora* sp. med lossnande ägg

## Tidigare utgivet i samma serie:

1. Förgiftar vi naturen? Tom Lötmarker 1966
2. Djuriskt/mänskligt beteende Lennart Steen & Lars Fält 1967
3. Tandens i kultur, fantasi och verklighet Tor Ørvig 1968
4. Dinosaurier från Kina: dinosauriernas värld Krister Brood 1989
5. Den svenska Sydpolsexpeditionen 1901-1903 Krister Brood 1989
6. Inventering av nissöga (*Cobitis taenia*) i Edsviken, Stockholms län, 2004. Basinventering inom Edsvikensamarbetet och Natura 2000. PM från Forskningsavdelningen, Naturhistoriska riksmuseet. 2004:1.  
Stefan Lundberg & Bo Delling 2004
7. Inventering av stormusslor i Albysjön, Tyresö kommun, 2004. Basinventering inom Tyresåsamarbetet. PM från Forskningsavdelningen, Naturhistoriska riksmuseet. 2004:2.  
Stefan Lundberg 2004
8. Inventering av bottenfaunan i bäck mellan Flaten och Drevviken, Stockholms stad 2004. En naturvärdesbedömning utifrån bottenfaunans artrikedom. PM från Forskningsavdelningen, Naturhistoriska riksmuseet. 2004:3.  
Erland Dannelid & Stefan Lundberg 2004
9. Bottenfaunan i Sättraån, Stockholms stad 2004. Utvecklingen efter ett år med kontinuerligt vattenflöde. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2005:1.  
Christina Ekström & Stefan Lundberg 2005
10. Brunkullan (*Nigritella nigra*) i Jämtland och Härjedalen. Ekologi, Populationsutveckling och skötsel aspekter. Slutrapport för "Aktion Brunkulla". PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2005:2.  
Folke Björkbäck & Jim Lundvist 2005
11. Bottenfaunan i fem vattendrag runt Edsviken. Resultat från undersökningar 2004. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:1.  
Stefan Lundberg & Christina Ekström 2006
12. Inventering av stormusslor i Edsån, 2005. Basinventering inom Oxundaåns vattenvårdsprojekt. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:2.  
John Tapper & Stefan Lundberg 2006
13. Inventering av stormusslor i Fysingen, 2005. Basinventering inom Oxundaåns vattenvårdsprojekt. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:3.  
John Tapper & Stefan Lundberg 2006
14. Liv i vattnet vid Tisnaren. Bottenfaunaundersökningar i Tisnarens vattenområde, 2001. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2006:4.  
Stefan Lundberg & Urban Pettersson 2006
15. Miljöbokslut 2006. Naturhistoriska riksmuseets miljöledningssystem. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2007:1.  
Stefan Lundberg & Yvonne Arremo 2007

- 16. Mälarens stormusselfauna. Resultat från inventeringar längs Mälarens stränder. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2007:2.**  
Stefan Lundberg & Ted von Proschwitz 2007
- 17. Mälarens stormusselfauna. Lokalbeskrivningar. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2007:3.**  
Stefan Lundberg & Ted von Proschwitz 2007
- 18. Miljöövervakningsstrategi för stormusslor. Utveckling av nationell miljöövervakning för sötvattenslevande stormusslor 2008. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2008:1.**  
Stefan Lundberg & Jakob Bergengren 2008.
- 19. Inventering av stormusslor i Svennevadsån-Skogaån, Örebro län, 2007-2008: Miljöövervakning och utredning av åtgärdsbehov. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2008:2.**  
Stefan Lundberg, Urban Pettersson & John Tapper 2008
- 20. Miljöbokslut 2007, Naturhistoriska riksmuseets miljöledningssystem. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2008:3.**  
Stefan Lundberg & Yvonne Arremo 2008
- 21. Street Life under ytan. Resultat från dykinventering i Fyrisån inom Uppsala stad 2008. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2008:4.**  
Stefan Lundberg 2008
- 22. Miljöbokslut 2008, Naturhistoriska riksmuseets miljöledningssystem. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2009:1.**  
Stefan Lundberg & Yvonne Arremo 2009
- 23. DNA-baserade metoder för taxonomisk bestämning ('DNA barcoding'): Potentiella tillämpningar för effektivare miljöövervakning. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2009:2.**  
Thomas Lyrholm 2009
- 24. Genomförda naturvårdsåtgärder för bevarande av tjockskalig målarmussla *Unio crassus* i Svennevadsån-Skogaån, Örebro län, 2009. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2009:3. Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie.**  
Stefan Lundberg, Urban Pettersson & John Tapper 2009
- 25. Uppföljning av naturvårdsåtgärder för bevarande av tjockskalig målarmussla *Unio crassus* i Svennevadsån-Skogaån, Örebro län, 2010. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2010:1. Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie.**  
Stefan Lundberg & Urban Pettersson 2010
- 26. Nationell miljöövervakning av stormusslor i Norasjön, Södertälje kommun, 2010. PM från Naturhistoriska riksmuseet. 2010:2. Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie.**  
Stefan Lundberg, Bo Ljungberg & Erik Wijnblad 2010