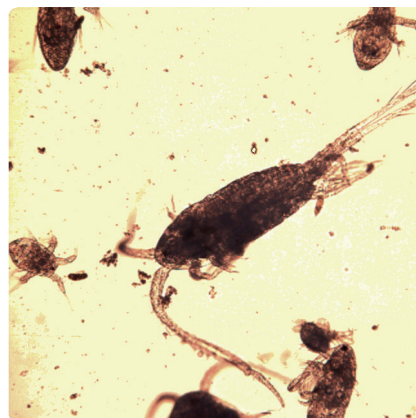
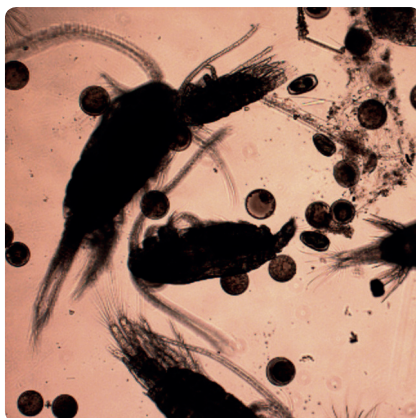


# Djurplanktonindikator för statusklassning i Östersjön

ELENA GOROKHOVA OCH CALLE MATTSSON

RAPPORT 6789 • NOVEMBER 2017



# Djurplanktonindikator för statusklassning i Östersjön

ZOOIND

Slutrapport

Elena Gorokhova och Calle Mattsson

NATURVÅRDSVERKET

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: [natur@cm.se](mailto:natur@cm.se)

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00 Fax: 010-698 10 99

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

Naturvårdsverket:

ISBN 978-91-620-6789-2

ISSN 0282-7298

Havs- och vattenmyndigheten:

ISBN 978-91-879-6771-9

© Naturvårdsverket 2017

Tryck: Arkitektkopia, Bromma 2017

Omslag: Elena Gorokhova

# Förord

Rapporten presenterar resultaten av forskningsprojektet ”Djurplanktonindikator för statusklassning i Östersjön”, ett av fyra projekt inom forskningssatsningen God miljöstatus i Sveriges marina vatten.

Bedömningen av djurplankton är en essentiell del i att beskriva tillståndet för fria vattenmassan (pelagialen) i marina system. Projektet utvecklade en indikator som integrerar djurplanktonbiomassa och individernas storlek till en sammanvägd status för djurplanktonsamhällen i Östersjön. Denna indikator kommer att vara del av den sammanvägda bedömning för pelagialen som används både i regionala bedömningar under Helcom:s ledning och i den nationella rapporteringen enligt havsmiljödirektivet för Östersjön och Västerhavet.

Forskningsatsningen God miljöstatus i Sveriges marina vatten är en central insats för att utveckla indikatorer för Havsmiljödirektivet som tidigare saknat eller har behov av utveckling av existerande indikatorer, t ex biodiversitet, främmande arter och födovävar. Havsmiljödirektivet har som mål att nå god ekologisk status år 2020 och för att nå detta mål är det nödvändigt att användbara indikatorer och övervakningsprogram är på plats som kan göra tillståndsbedömningen mer tillförlitlig. Fyra olika forskargrupper ingår i den omfattande satsningen som började 2014 med att utveckla indikatorer för Havsmiljödirektivet. Projekten har pågått under tre år med avslutning senast 2017.

Rapporten är författad av Elena Gorokhova och Calle Mattsson. Författarna svarar själva för rapportens innehåll.

Projektet har finansierats med medel från Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag, vilket syftar till att finansiera forskning till stöd för Naturvårdsverkets och Havs- och vattenmyndighetens kunskapsbehov.

Göteborg juni 2017

Havs-och vattenmyndigheten

# Innehåll

<b>FÖRORD</b>	<b>3</b>
<b>1. SAMMANFATTNING</b>	<b>5</b>
<b>2. SUMMARY</b>	<b>7</b>
<b>3. BAKGRUND</b>	<b>9</b>
<b>4. SYFTE OCH MOTIVERING</b>	<b>10</b>
<b>5. RESULTAT</b>	<b>11</b>
<b>6. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG</b>	<b>17</b>
<b>7. PUBLIKATIONER OCH ANDRA KOMMUNIKATIONSINSATSER</b>	<b>18</b>
<b>8. KÄLLFÖRTECKNING</b>	<b>19</b>

# 1. Sammanfattning

Vi utvecklade indikator för djurplankton baserat på biomassan och medelstorlek (MSTS) för att utvärdera statusen hos pelagiska näringsvävar. Därmed bedömer man miljöstatus med hjälp av dels djurplanktons medelstorlek, och dels för den totala biomassan av djurplankton. Indikatoren är en del av deskriptorerna för näringsvävar (D4) och biodiversitet (D1) i MSFD. För utvärdering av GES använde vi data på djurplankton, som samlats in av svenska nationella miljöövervakningsprogrammet för fria vattenmassan och dess finska och tyska motsvarigheter över en 30 årsperiod. Resultatet av projektet är en D4-indikator baserad på djurplankton, med rekommendationer för statistisk analys och GES för svenska vatten i Östersjön. Avgränsningarna för god miljö (GES) skickades till projektet HOLAS II (HELCOM) och användes för att bedöma miljöstatus i Östersjön mellan 2011 och 2015.

- Djurplankton betar av växtplankton och utgör föda för predatorer, så som fisk. De utgör därför en livsviktig roll i marina näringsvävar då de transporterar energi till högre trofnivåer och därmed ökar produktiviteten i ekosystemet. Dessutom hjälper de till att omsätta näringsämnen och kol. Därför är det nödvändigt att utvärdera djurplanktonsamhällen för att analysera pelagiska näringsvävar.
- Djurplanktons medelstorlek ger en indikation på hur det står till med födotillgång för fisk och betetryck som djurplankton utövar på växtplankton. Storvuxna individer av djurplankton i stora antal ger större möjlighet till effektiv energitransport från växtplankton till fisk. Om djurplanktonsamhället istället domineras av småväxta individer så sker oftast ett större svinn av energi. Med detta i åtanke är det alltså önskvärt med rika djurplanktonsamhällen med storvuxna individer då detta ger en effektivare näringsväv. Därmed är djurplanktonsamhällen som inte består av många storvuxna individer suboptimala och begränsande när det gäller produktivitet och energitransport i näringsväv.
- Indikatoren Djurplanktons storlek och mängd (Mean size and total stock; MSTS) använder dels djurplanktons medelstorlek och dels deras totala biomassa för att utvärdera strukturen av pelagiska näringsvävar med fokus på lägre trofnivåer för att utvärdera huruvida god miljöstatus (GES) uppnås. I regel sker detta då individerna är storvuxna och många till antalet. Ett område anses ha god miljöstatus när både medelstorlek och total biomassa hos djurplankton uppnår specifika tröskelvärden. Värdena för god miljöstatus varierar mellan de olika bassängerna i Östersjön.
- MSTS är gemensam för alla bassänger inom HELCOM. Indikatoren utvärderas med hjälp av HELCOMs bedömningskala 2. Framöver bör diskuteras huruvida exempelvis kustområden och havsområden bör

bedömas olika. Tillförlitligheten hos indikatorn är hög då dataserierna som använts i analysen är långa.

- Bedömning av status med hjälp av indikatorn är redo för Norra Östersjön, Bottniska havet, Bottniska viken och Ålands hav. För resten av Östersjöns bassänger pågår arbetet med att fastställa de för utvärderings skull nödvändiga tröskelvärdena. I svenska vatten, saknar vi en fastslagen bedömning för djurplankton i Kvarnen, Västra Gotlandshavet, Östra Gotlandshavet, Södra Östersjön, Arkona, Öresund och Kattegat i dagsläget.
- God status under perioden 2011-2015 uppnåddes i Bottniska viken och Bottniska havet. I norra Östersjön och i Ålands hav har dock medelstorlek och total biomassa av djurplankton dalat de senaste decennierna, så god miljöstatus uppnåddes ej för perioden 2011-2015. Denna negativa trend är ett resultat av dels fler småvuxna djurplanktonarter (på grund av övergödning) och dels en minskning av hoppkräftor (på grund av högre tryck från predatorer). Det är också möjligt att andra faktorer, som exempelvis minskande salthalt och högre temperatur, skulle kunna ha spelat en roll. Den negativa trenden i flertalet av Östersjöns bassänger indikerar att de pelagiska näringsvävorna är suboptimala apropå energitransport från växtplankton till fisk.

## 2. Summary

We developed ecological indicator that employs zooplankton mean size and total stock (MSTS) to evaluate pelagic food web structure, with particular focus on lower webs. MSTS evaluates good environmental status (GES) using two boundaries, one for mean size and one for total standing stock (biomass) of zooplankton. The indicator contributes to the descriptors D4 (food webs) and D1 (biodiversity) of the MSFD. For GES evaluation, we used zooplankton data collected by the Swedish National Marine Monitoring in combination with Finnish and German Monitoring data; most data series are over 30 years long, and consistent sampling and analysis methodologies have been employed during this time. The outcome of the project is ready-to-use zooplankton indicator, with recommendations on the statistical evaluation and GES values for Swedish waters (Gulf of Bothnia, Baltic Proper and Bornholm basin). The GES boundaries were submitted to HOLAS II project and adopted for Baltic Sea assessment period 2011-2015.

- Zooplankton includes an array of macro and microscopic invertebrates. They play a vital role in the marine food webs. The herbivorous zooplankton feed on phytoplankton and in turn constitute prey to animals at higher trophic levels, including fish. Therefore, zooplankton is an essential link in aquatic food webs, influencing energy transfer in the pelagic food webs and recruitment to fish stocks as well as ecosystem productivity, nutrient and carbon cycling. Hence, the evaluation of zooplankton communities is a prerequisite for analysis of pelagic food web structure.
- The rationale for MSTS is as follows. Mean size of a zooplankton in the community is indicative of both fish feeding conditions and grazing pressure on phytoplankton. High standing stocks of zooplankton composed by larger organisms have higher capacity for transfer of primary production to fish production (i.e., higher energy transfer efficiency). By contrast, dominance of small-sized organisms indicates prevalence of pico- and small nanophytoplankton and thus inefficient energy transfer due to losses in microbial loops. Thus, abundant zooplankton with high mean individual size would represent both favourable fish feeding conditions and high grazing potential, whereas all other combinations of zooplankton stock and individual size would be suboptimal and imply food web limitations in terms of energy transfer from primary producers to higher trophic levels and poorer food availability for planktivorous fish.
- MSTS evaluates whether good environmental status (GES) is achieved using two threshold values, one for mean size and one for total standing stock (abundance or biomass) of zooplankton. An area is evaluated as having achieved good status using the MSTS indicator when both mean



size and total stock achieve their specific threshold values. Due to strong environmental gradients in the pelagic communities in the sub-basins of the Baltic Sea, the GES threshold values are specific for each assessment unit.

- The indicator is applicable in the waters of all the countries bordering the Baltic Sea. MSTs is evaluated using HELCOM assessment scale 2; the assessment units are defined in the HELCOM Monitoring and Assessment Strategy (Annex 4). In the future, it should be further discussed whether a higher spatial resolution (i.e. separating coastal and offshore areas) can improve the assessment.
- The indicator-based status evaluation has been completed for the northern Baltic Sea, namely the Gulf of Bothnia, Gulf of Finland, Åland Sea, and Northern Baltic Proper. For the other basins, work to establish the threshold values needed to carry out the evaluation is still in progress. In Swedish waters, GES thresholds are currently not available for the Quark area, Gotland Sea, Arkona, Öresund and Kattegat.
- Good status during the assessment period 2011-2015 was found in the Bothnian Bay and the Bothnian Sea. By contrast, in the Åland Sea, Gulf of Finland and Northern Baltic Proper, zooplankton mean size and/or total biomass have declined during the last decades, and MSTs show not good status during the assessment period of 2011-2015. This negative development results from both an increased contribution of small zooplankton species as a consequence of eutrophication, and a decreased share of copepods as a consequence of higher predation by zooplanktivorous fish. It is also possible, albeit not verified, that altered environmental conditions (e.g. decreased salinity, increased temperature and deep water hypoxia) have contributed to these trends. The detected trends in the mean size and total stocks of zooplankton communities indicate that today's pelagic food web structure is not optimal for energy transfer from primary consumers (phytoplankton) to fish.

### 3. Bakgrund

Enligt det europeiska marina direktivet (MSFD) ska samtliga EU:s länder uppskatta människans påverkan av haven med hjälp av 11 deskriptorer (Anon 2008). Att bedöma en näringsvävs respons till förändrade habitat tas upp av deskriptor 4 (D4), vars indikatorer håller på att utvecklas för regionala hav. Men att finna enkla indikatorer för näringsvävar, som kan utvärdera hälsan av ett ekosystem och dess komplexa interaktioner, har visat sig svårt.

I akvatiska ekosystem är det oftast så att organismer högre upp i näringskedjan visar en svagare eller en fördröjd reaktion, jämfört med organismer längre ned i näringskedjan, när det gäller stressfaktorer som påverkar näringsväven (Stemberger och Lazorchak 1994). Djurplankton utgör en viktig länk i marina näringsvävar, och därmed ett ekosystems hälsa och produktivitet samt omsättning av kol. Då djurplankton är länken mellan växtplankton och fisk, mellan eutrofiering och överfiske, så behöver dessa undersökas för att förstå pelagiska näringsvävar.

I ZOOIND byggde vi vidare på det arbete som startades av Zooplankton Expert Network (ZEN, HELCOM) med målet att utveckla metoder och bedömningskriterier för djurplankton som indikator, som en del av MSFD och anpassat till svenska östersjöområden. Detta hjälpte till att forma deskriptorerna för näringsvävar (D4) och biodiversitet (D1). I denna rapport presenterar vi djurplankton som indikator, rekommendationer med avseende på statistisk analys, samt mål för god miljö (GES) för svenska vatten i Bottniska viken, Bottniska havet, norra Östersjön och södra Östersjön (Bornholm).

## 4. Syfte och motivering

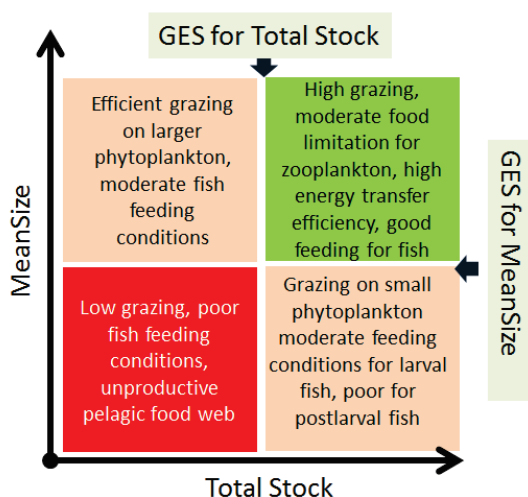
Målet för ZOOIND var att etablera MSTS (medelstorlek och total biomassa av djurplankton) som indikator för MSFD. För att uppfylla detta mål anpassades MSTS för regionala förhållanden inom svensk miljöövervakning.

Djurplanktons medelstorlek indikerar betningstrycket från predatorer och mot växtplankton (Peters 1983, Fuchs och Franks 2010). Stora djurplankton i stora antal medför en större kapacitet för produktion av fisk, och därmed en mer effektiv förflyttning av energi inom näringsväven. Om det finns mycket små växtplankton och bakterier så gynnas små djurplankton, och då sker en mindre effektiv förflyttning av energi inom näringsväven. Därmed är det önskvärt att ha stora djurplankton i stora antal, dels för fiskens skull och dels för att hålla nere antalet växtplankton, och allt annat än detta är suboptimalt för en energieffektiv näringsväv och för planktonätande fisk (Woodward et al. 2005).

## 5. Resultat

### 5.1 MSTS koncept

För denna indikator presenteras djurplanktons medelstorlek som en kvot av abundans av djurplankton (antal individer per vattenvolym) och total biomassa (våtvikt av djurplankton per vattenvolym). Detta kompletteras med total mängd av djurplankton (abundans eller biomassan) för att få fram MSTS (Gorokhova et al. 2016). Därmed är MSTS en tvådimensionell eller flertalig indikator som representerar en syntetisk deskriptor för strukturen hos ett djurplanktonsamhälle (Bild 1). Denna indikator utvärderar den strukturella och funktionella integriteten av en näringsväv.



**Bild 1.** Konceptuell bild över MSTS som en 2D-indikator av förändringar i både medelstorlek (individvikt, medelvärde för samhället) och djurplanktonmängd (biomassa per kubikmeter) av samhället som består av primärkonsumenter.

### 5.2 God miljöstatus (GES)

MSTS utvärderar GES (god miljöstatus) med hjälp av medelstorlek och total biomassa av djurplankton. Avgränsningarna för GES sätts genom att jämföra årliga observationer under bedömningsperioden med naturlig variation av djurplankton storlek and mängd under en tidsperiod när näringsväven inte märkbart påverkades av eutrofiering och hade bra förhållanden för fiskar. Därmed följer att GES uppnås när:

- det finns en stor andel storvuxna individer (mestadels hoppkräftor men även stora hinnkräftor) i djurplanktonsamhället som effektivt betar ned växtplankton och utgör högkvalitativ föda åt fiskar, och

- biomassan av djurplankton är på en tillräcklig nivå för att stimulera fiskars tillväxt samt en lagom nivå av växtplankton.

### 5.3 Referensförhållanden

Referensperioderna för MSTS bör reflektera en tidsperiod då effekterna av eutrofiering, definierat som acceptabel koncentration av klorofyll *a* (det vill säga  $EQR > 1$ ), är låg och där näringen är tillräcklig för optimal tillväxt hos planktonätande fisk. Målsättningen baseras på data från referensperiod inom dataserien för djurplankton från den nationella marina miljöövervakningen för respektive område. I vissa fall används data från närliggande områden för att få tillräckligt lång tidsperiod.

Strategin för att referenser är baserad på:

- bassängspecifika referensförhållanden för koncentration av klorofyll *a* (RefConChl) som har definierats för olika delar av Östersjön (Fleming-Lehtinen et al. 2008, HELCOM 2009), och
- referensdata inom ICES för ung sill och skarpsill som används för att identifiera lämplig referensperiod (RefConFish) där fisken haft en bra tillväxt (till exempel vikt vid viss ålder) och den totala biomassan varit stor. Sill och skarpsill är viktiga arter inom kommersiellt fiske och som predatorer av djurplankton i Östersjön. De båda arterna spelar en mycket viktig roll i näringsväven i bassängerna i Östersjön, och är beroende på tillgänglighet av djurplankton, framförallt under sommarmånaderna (Österblom et al. 2006, Casini et al. 2009).

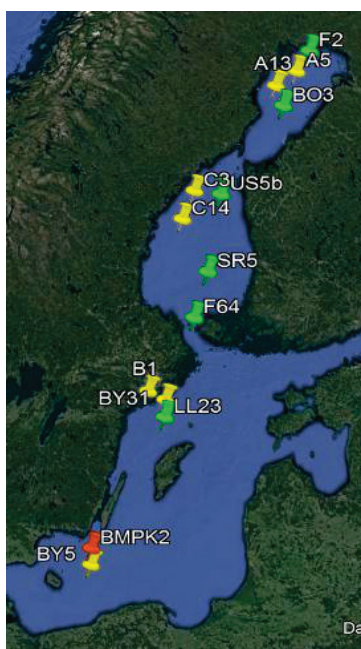
När referensperioder identifierats, baserat på klorofyll *a* och tidsserier för fisk, så sätts avgränsningarna för GES med avseende på medelvikt och total biomassa, som den lägre delen av ett 99 % konfidensintervall (CI) för respektive medeltal tagna från tidsserier för djurplankton under aktuell referensperiod. Ett område utvärderas som till att vara inom GES när både medelstorlek och total biomassa är över satta gränser för GES (Bild 1).

### 5.4 Övervakningsstationer och data

Tidsperioderna i denna analys varierar från 15 till 39 år. Utvärderingar med hjälp av MSTS är för närvarande begränsade till djurplanktonsamhällen under tidsperioden juni till september. Denna säsongsbetonade period är då mest data samlas in, samt då planktonproduktion och predation på denna är som störst (Johansson et al. 1993; Adrian et al. 1999). Strukturen på marina näringsvävar varierar naturligt. Därför är indikatorn konstruerad för att upptäcka förändringar i samhällsstrukturer som nämnvärt avviker från denna variation under sommaren.

Data som använts för utveckling och analys av MSTS (Bild 2) kom från:

- Svenska nationella miljöövervakningsprogrammet (Fria vattenmassan):  
Bottniska viken (stationerna A13, 1994-2015, och A5, 2000-2015),  
Bottniska havet (stationerna C14 och C3, 2000-2015), norra Östersjön  
(stationerna B1, 1976-2015, och BY31, 1979-2015), Bornholmsbassängen  
(station BY5, 2007-2015).
- Finska marin övervakningen: Bottniska viken (stationerna BO3 och F2,  
1979-2015), Bottniska havet (stationerna SR5 och US5b, 1979-2015),  
norra Östersjön (station LL23, 1981-2012).
- Tyska marin övervakningen: Bornholmsbassängen (station BMPK2, 1980-  
2011).



**Bild 3.** Provtagningsstationer för djurplanktonmiljöövervakning som användades för MSTS-baserad analys. Färgkoder: gul – svenska stationer, grön – finska stationer och röd – tysk station.

I vårt projekt har vi på grund av bristande dataunderlag endast bedömt status för djurplankton i Norra Östersjön, Bottniska havet, Bottniska viken och Ålands hav. För resten av Östersjöns bassänger pågår arbetet med att fastställa de för utvärderings skull nödvändiga tröskelvärdena. Vi har särskilt undersökt möjligheter för att utveckla och använda MSTS i södra Kattegatt (se Bilaga A).

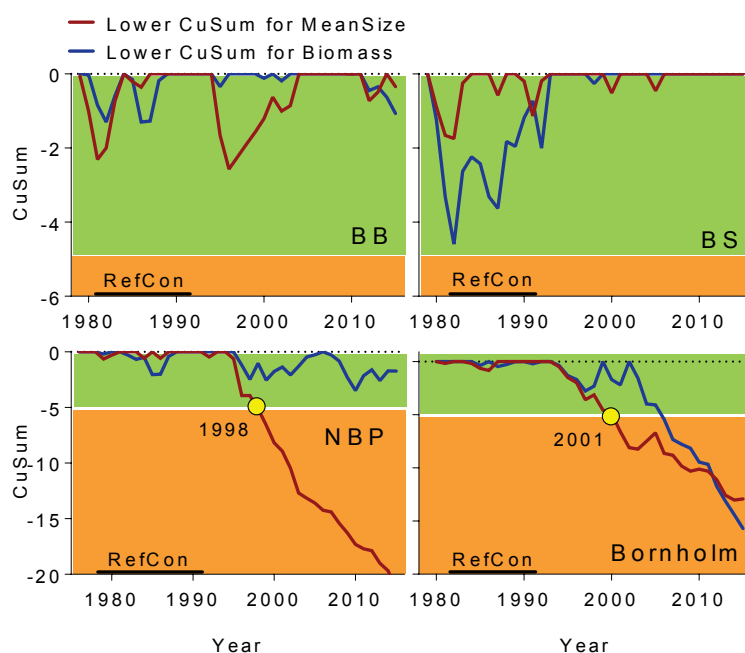
## 5.5 Kontrolldiagram

Tidsserier för medelvikt och total biomassa av djurplanktonsamhällen analyseras med kontrolldiagram för kumulativ summa (CuSum). Metoder för CuSum-analys upptäcker ihållande små förändringar när långtgående medelförändringar ändras i observerade processer eller perioder (Manly och Mackenzie 2003). Om processen är stabil, exempelvis där förändringar i djurplanktonsamhälle beror på naturliga

variationer, så förväntas kommande observationer ligga inom toleranta nivåer (Mesnil och Petitgas 2009) som representerar naturlig variabilitet. Hypotesen att processen är stabil läggs ned om observationerna faller utanför toleranta nivåer. För att undersöka trender för ackumulerade små förändringar för djurplanktons medelstorlek och total biomassa över längre tidsperioder, så konstrueras CuSum-diagrammen genom att först bestämma ett beslutsintervall för CuSum (DI-CuSum, *Decision Interval*) som räknas fram via tillbakasyftande ackumulerade negativa förändringar (låg DI-CuSum värde; Lucas 1982) och utvärdering av huruvida observerade värden är inom CuSum-LCL (LCL står för *Lower Control Limit*; lägsta gräns satt till  $-5\sigma$ ). Läs Gorokhova et al. (2016) för detaljer om uträkningar och behandling av data.

### 5.6 MSTS-dynamik och CuSum-diagram för Bottniska viken, Bottniska havet och norra Östersjön

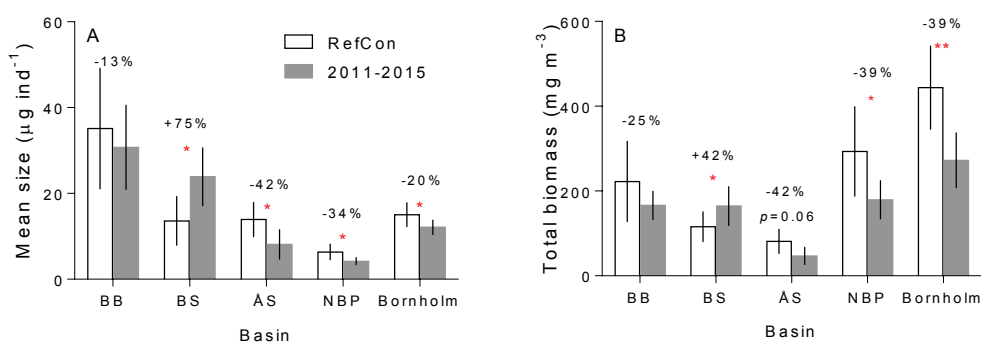
Både nedgående och uppåtgående trender observerades i de längre dataserierna för medelstorlek och total biomassa, vilket visas genom låg CuSum-dynamik (Bild 3).



**Bild 3.** I Bottniska viken och Bottniska havet har varken medelstorlek eller biomassa överträtt LCL ( $-5\sigma$ ) mellan åren 1979-2015, vilken visar på relativt stabila djurplanktonsamhällen inom GES. I norra Östersjön (1998) och i Bornholmsbassängen (2001) däremot har medelstorleken överträtt denna tröskel och har sedan inte återhämtat sig till GES. I båda fallen var detta relaterat till minskad medelstorlek hos djurplankton, samt i fallet Bornholmsbassängen även låg biomassa efter 2006.

De totala förändringarna av djurplanktons individvikt, representerat av medelstorlek och total biomassa i alla bassänger, varierade mellan -34 % till +75 % för medelstorlek samt mellan -39 % till +42 % för total biomassa (Bild 4). Den kraftigaste minskningen av djurplankton har skett i norra Östersjön, där medelstorleken gått från 6  $\mu\text{g ind.}^{-1}$  (1972-1992) till 4  $\mu\text{g ind.}^{-1}$  (2011-2015). Under samma period har den totala biomassan gått från 290 till 180  $\text{mg WW m}^{-3}$ . Liknande förändringar har skett i Bornholmsbassängen, där medelstorlek och total biomassa minskat med 20 respektive 39 %.

I Bottniska havet har dock en ökning skett för medelstorlek och total biomassa (Bild 3 och 4), där medelstorlek ökat från 14 till 24  $\mu\text{g ind.}^{-1}$  och total biomassa från 150 till 160  $\text{mg WW m}^{-3}$  (Bild 4). Dessa ökningarna har skett under de senaste tjugo åren och är ett resultat av en växande population av hoppkräftan *Limnocalanus macrurus*, som är en ishavsrelikt och ett storvuxet djurplankton. Populationen växte under nittiotalet och har förblivit relativt stor sedan dess.



**Bild 4.** Förändring i (A) djurplankton medelstorlek (individvikt, medelvärde för samhället och standardavvikelsen) och (B) biomassan ( $\text{mg}$  våt vikt per kubikmeter, medelvärde för samhället och standardavvikelsen) i förhållande till referensperioden för varje bedömningsområde. Procentuell förändring (2011-2015 mot RefCon) visas för varje bassäng. Stjärnor indikerar signifikansnivåer, där \*  $p < 0.05$  och \*\*  $p < 0.01$ .

## 5.7 GES i svenska vatten

Tidserierna som finns tillgängliga för svenska vatten möjliggjorde att etablera mål för GES i Bottniska viken, Bottniska havet, norra Östersjön och Bornholm (Tabell 1).



Område	Målvärden för medelvikt/biomassa <sup>1</sup>
Bornholm	13.3/381 <sup>2</sup>
Norra Östersjön	5.0/220 <sup>3</sup>
Ålands hav	10.3 / 55 <sup>4</sup>
Bottniska havet	8.5/84 <sup>5</sup>
Bottniska viken	23.7/161 <sup>5</sup>

**Tabell 1.** Reviderade avgränsningar för GES och status för arbetet att etablera mål för GES

<sup>1</sup> Dessa värden är de lägre 99%-CI från referensperioden. Statistiskt signifikanta förändringar från målen tas fram via CuSum-LCL ( $-5\sigma$ );

<sup>2</sup> Dessa värden är baserade på svenska data; de kommer att revideras för att passa med tyska och polska data.

<sup>3</sup> Värdena som tidigare föreslagits för öppet hav och kuster i NBP reviderades för att ge en uppskattning som kan appliceras för utvärdering nivå 2. Det viktade medeltalet användes för att få fram kombinerad data och mål för GES för övervakning av öppet hav och kust. Det reviderade målet för GES är baserat på både finska och svenska data. För utvärdering enligt NBP är det obligatoriskt att använda både data för öppet hav och kust, för dessa mål för GES kan användas på medeltal av samhällen.

<sup>4</sup> Baserat på finska data och accepterat av svenska experter. Inga svenska stationer finns för detta område.

<sup>5</sup> Baserat på finska data och accepterat av svenska experter. Finska data användes då de ger längre tidsserier som överlappar både RefCon<sub>Chl</sub> och RefCon<sub>Fish</sub>.

Det är viktigt att notera att de svenska dataserierna Bottniska viken, Bottniska havet och Bornholmsbassängen är ganska korta. För att definiera GES har därför referensförhållanden identifierats från FIMR/SYKE-data för Bottniska viken och Bottniska havet, samt IOW-data för Bornholmsbassängen (Gorokhova et al. 2016). Därtill kommer att polska data för Bornholmsbassängen indikerar lägre referensvärden för både medelstorlek och total biomassa (Margonski och Calkiewics 2016). Ytterligare studier krävs därför innan värden för GES i Bornholmsbassängen kan anses klara att användas.

## 6. Slutsatser och förslag

Arbetet med att utveckla en indikator möjliggjordes av långa serier av övervakningsdata från svenska nationella marinövervakningen, samt liknande projekt i Tyskland och Finland. Data från dessa tre länder användes för att etablera värden för GES i den havsmiljö som dessa delar. En annan viktig tillgång för detta var det HELCOM-assisterade arbetet om standarder och interkalibrering av insamling och analysmetoder för övervakning av djurplankton. Att kunna använda samma standard för djurplanktonsamlingar underlättade analysen, och möjliggjorde den gemensamma användningen av nationella dataserier i gemensamma vatten, vilket i sin tur hjälpte pålitligheten och robustheten av uppskattningarna för djurplanktonsamhällenas mätetal.

Det huvudsakliga resultatet av detta arbete är att MSTS har accepterats av HELCOM som indikator (<http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/indicators>). Under perioden 2011-2016 kommer indikatorn endast användas i Bottniska viken, Bottniska havet, Finska viken och norra Östersjön. MSTS har diskuterats inom ZEN-HELCOM gruppen och testats av andra nationella laboratorier som indikator för D4 inom MSFD (ex. Simm et al. 2014, Margonski and Calkiewicz 2016). MSTS kommer utredas vidare och möjligen användas i andra medlemsländer framöver.

Vår utvärdering antyder att i norra Östersjön och Bornholmsbassängen så verkar djurplanktonsamhällena inte uppnå GES, då medelstorleken och den totala biomassan varit mindre än vid referensförhållandena. Förändringar i taxonomisk struktur varierar mellan bassängerna, och ingen specifik art har identifierats som orsak överlag.

Resultatet av MSTS-baserad analys behöver jämföras med andra näringsvävsindikatorer inom D4, enligt aktuell ekologisk statusanalys i specifika analysområden. För detta syfte behövs indikatorer baserade på bakterier, växtplankton och djurplanktonätande fisk för att bättre förstå hur väl MSTS fungerar (inklusive hur väl varje specifik indikator fungerar) och för att bereda en integrerad analys.

### BILAGA A.

E. Gorokhova. Application of zooplankton indicators to Kattegat data. Presentation at the COREBAM meeting, Göteborg, 1 October 2014.

## 7. Publikationer och andra kommunikationsinsatser

Gorokhova E, Lehtiniemi M, Postel L, Rubene G, Amid C, Lesutiene J, Uusitalo L, Strake S, Demereckiene (2016) Indicator properties of Baltic zooplankton for classification of environmental status within Marine Strategy Framework Directive. PLoS ONE 11(7): e0158326.

Gorokhova E, Bignert A (Submitted manuscript, available upon request). Mean body size of Baltic zooplankton and its lipid content: implications for fish feeding conditions.

HELCOM (2017) Zooplankton mean size and total stock. HELCOM core indicator report. Online. Assessed August 2017, [http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/zooplankton-mean-size-and-total-stock-\(msts\)](http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/zooplankton-mean-size-and-total-stock-(msts)). ISSN 2343-2543.

Margonski P, Calkiewicz J (2016) Testing changes in the food web structure using zooplankton indicators in the southern Baltic Sea, ICES/PICES 6ZPS 2016/W1.

Tam J, Link JS, Rossberg AG, Rogers SI, Levin PS, Rochet MJ, Bundy A, Belgrano A, Libralato S, Tomczak M, van de Wolfshaar K, Pranovi F, Gorokhova E, Large SI, Niquil N, Greenstreet SP, Druon JN, Lesutiene J, Johansen M, Preciado I, Patricio J, Palialexis A, Tett P, Johansen G, Houle J, Rindorf A. (2017, in press) Towards Ecosystem-Based Management: identifying operational food-web indicators in marine ecosystems. ICES Journal of Marine Science; <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw230>

## 8. Källförteckning

- Adrian R, Hansson S, Sandin B, DeStasio B, Larsson U (1999) Effects of food availability and predation on a marine zooplankton community—a study on copepods in the Baltic Sea. *Int Rev Hydrobiol* 84: 609–626
- Anon. (2008) Directive 2008/56/EC of the European Parliament and the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Union.*; L 164/19, 25.06.2008.
- Casini M, Hjelm J, Molinero JC, Lövgren J, Cardinale M, Bartolino V, et al. (2009) Trophic cascades promote threshold-like shifts in pelagic marine ecosystems. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 197–202
- Fleming-Lehtinen V, Laamanen MJ, Kuosa H, Haahti H, Olsonen R (2008) Long-term Development of Inorganic Nutrients and Chlorophyll a in the Open Northern Baltic Sea. *AMBIO.*; 37: 86–92.
- Fuchs H, Franks PJS (2010) Plankton community properties determined by nutrients and size-selective feeding. *Mar Ecol Prog Ser* 413: 1–15.
- Johansson S, Hansson S, Araya-Nunez O. Temporal and spatial variation of coastal zooplankton in the Baltic Sea. *Ecography.* 1993; 16: 167–173.
- Gorokhova E, Lehtiniemi M, Postel L, Rubene G, Amid C, Lesutiene J, Uusitalo L, Strake S, Demereckiene (2016) Indicator properties of Baltic zooplankton for classification of environmental status within Marine Strategy Framework Directive. *PLoS ONE* 11(7): e0158326.
- HELCOM (2009) Eutrophication in the Baltic Sea—An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. *Balt. Sea Environ. Proc.*; No. 115B., 169 pp.
- Lucas JM (1982) Combined Shewhart-CUSUM quality control schemes. *J Qual Tech.* 14: 51–59.
- Manly BFJ, Mackenzie DI (2003) CUSUM environmental monitoring in time and space. *Environ Ecol Stat* 2003; 10: 231–247.
- Margonski P, Calkiewicz J (2016) Testing changes in the food web structure using zooplankton indicators in the southern Baltic Sea, ICES/PICES 6ZPS 2016/W1.
- Mesnil B, Petitgas P. (2009) Detection of changes in time-series of indicators using CUSUM control charts. *Aquat Liv Res.* 2009; 22: 187–192.
- Peters RH (1983) *The Ecological Implications of Body Size.* Cambridge University Press, New York; 329 pp.

- Simm M, Kotta J, Jänes H (2014) Mean weight and total biomass of zooplankton as a core indicator of biodiversity of the Marine Strategy Framework Directive: an example of the Gulf of Riga. *Estonian J Ecol* 63: 232-241.
- Stemberger RS, Lazorchak JM (1994) Zooplankton assemblage responses to disturbance gradients. *Can J Fish Aquat. Sci* 51: 2435–2447.
- Woodward G, Ebenman B, Emmerson M, Montoya JM, Olesen JM, Valido A, et al. (2005) Body size in ecological networks. *Trends Ecol Evol* 20: 402–409.
- Österblom H, Casini M, Olsson O, Bignert A. (2006) Fish, Seabirds and trophic cascades in the Baltic Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 323: 233–238.

# Djurplanktonindikator för statusklassning i Östersjön

ELENA GOROKHOVA OCH CALLE MATTSSON

RAPPORT 6789

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6789-2  
ISSN 0282-7298

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Rapporten har tagits fram inom forskningsprogrammet God ekologisk status för Sveriges marina vatten som pågick 2014-2016 och som kommer att bidra till pågående bedömning av havsmiljöns tillstånd inom havsmiljödirektivet. Antalet plankton i havet och dess storlek kan visa hälsotillståndet för den fria vattenmassan (pelagialen) i havet. I rapporten presenteras förslag på en indikator som ger en sammanvägd status för djurplanktonsamhällen i Östersjön. Forskningen är ett stöd för Havs och vattenmyndighetens arbete med att utveckla indikatorer för havsmiljödirektivet.

Inom forskningssatsningen har följande rapporter utgivits:

Statusklassning inom MSFD i Östersjön – kustfiskexemplet

- Förvaltning av de okända och ohanterliga - Indikatorer för främmande arter i marin miljö
- Ekosystembaserad utveckling och testning av indikatorer för pelagiska födovävar
- Djurplanktonindikator för statusklassning i Östersjön



KUNSKAP DRIVER  
MILJÖARBETET FRAMÅT

Havs  
och Vatten  
myndigheten



# Djurplanktonindikator för statusklassning i Östersjön

ELENA GOROKHOVA OCH CALLE MATTSSON

RAPPORT 6789

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6789-2  
ISSN 0282-7298

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Rapporten har tagits fram inom forskningsprogrammet God ekologisk status för Sveriges marina vatten som pågick 2014-2016 och som kommer att bidra till pågående bedömning av havsmiljöns tillstånd inom havsmiljödirektivet. Antalet plankton i havet och dess storlek kan visa hälsotillståndet för den fria vattenmassan (pelagialen) i havet. I rapporten presenteras förslag på en indikator som ger en sammanvägd status för djurplanktonsamhällen i Östersjön. Forskningen är ett stöd för Havs och vattenmyndighetens arbete med att utveckla indikatorer för havsmiljödirektivet.

Inom forskningssatsningen har följande rapporter utgivits:

- Statusklassning inom MSFD i Östersjön – kustfiskexemplet
- Förvaltning av de okända och ohanterliga - Indikatorer för främmande arter i marin miljö
- Ekosystembaserad utveckling och testning av indikatorer för pelagiska födovävar
- Djurplanktonindikator för statusklassning i Östersjön



KUNSKAP DRIVER  
MILJÖARBETET FRAMÅT

Havs  
och Vatten  
myndigheten

