

Faktablad för att bedöma indikator för god miljöstatus enligt havsmiljöförordningen

5.2A Biomassa växtplankton i kustvatten (klorofyll a-koncentration och biovolym)

5.2B Klorofyll a-koncentration i utsjövatten

Havsmiljödirektivet syftar till nå god miljöstatus i EU:s havsområden, det vill säga att biologisk mångfald bevaras och ekosystemen hålls friska och fria från föroreningar, samtidigt som ett hållbart nyttjande möjliggörs genom att en ekosystembaserad metod för förvaltning av mänskliga aktiviteter tillämpas.

Som en del av förvaltningen av havet genomförs vart sjätte år en bedömning av havsmiljöns tillstånd i relation till ett definierat önskvärt tillstånd som karaktäriserar god miljöstatus. Vad som kännetecknar god miljöstatus, samt miljö kvalitetsnormer med indikatorer för Nordsjön och Östersjön, fastställs i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter [HVMFS 2012:18](#).

Som underlag för bedömningen publicerar Havs- och vattenmyndigheten faktablad per indikator eller liknande rapporter som mer i detalj redovisar metodik och bedömningsresultat.

Den samlade bedömningen som görs på en mer övergripande nivå publiceras i Havs- och vattenmyndighetens rapporter om bedömningen av miljö tillståndet som publiceras vart sjätte år.

Version: 1.0

Publiceringsdatum: 2024-07-01

Ändringsdatum: ÅÅÅÅ-MM-DD (metadata)

Inledning

Vid ökande näringskoncentrationer i vattenmassan ökar produktionen av växtplankton och därmed deras biomassa som en direkt effekt av övergödning. Den ökade mängden växtplankton leder till ytterligare effekter såsom minskat siktdjup som i sin tur leder till minskad djuputbredning av bottenvegetation, medan nedbrytningen av resulterande organiskt material förbrukar syre.

Klorofyll är ett pigment som finns i alla fotosyntetiserande växter. Det är enkelt att mäta och används därför som ett mått på biomassa av växtplankton i ytvatten.

Indikatorerna *Biomassa växtplankton i kustvatten (klorofyll och biovolym)* och *Klorofyll-koncentration i utsjövatten* är två av flera indikatorer som används för att bedöma effekter av övergödning. Indikatorn för utsjövatten är gemensam inom de regionala havskonventionerna, [Helcom](#) i Östersjön och [Ospar](#) i Nordostatlanten och bedömningen för Östersjön respektive Västerhavet baseras på data från flera länder.

God miljöstatus

Indikatorn 5.2A *Biomassa växtplankton i kustvatten* ligger tillsammans med indikatorn 5.2B *Klorofyll-a i utsjövatten* till grund för bedömning av växtplankton under kriterium D5C2. Kriterium D5C2 ligger tillsammans med övriga kriterier under deskriptor 5 till grund för bedömning av god miljöstatus av övergödning enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter [HVMFS 2012:18](#).

Metod

5.2A Biomassa växtplankton i kustvatten (klorofyll a-koncentration och biovolym)

Bedömning enligt [HVMFS 2019:25](#)¹, bilaga 4, avsnitt 3 för växtplankton i kustvatten och vatten i övergångszon. Kustvattenförekomster aggregeras till kustvattentyper. Bedömningen baseras på biomassan av växtplankton uttryckt som biovolym (mm³/l) och klorofyll a (µg/l) i ytvattnet (0–10 m) under sommaren.

Om det finns data för både klorofyll och biovolym vägs dessa samman till en enhetlig klassificering av växtplankton. Saknas data för någon av parametrarna baseras bedömningen på den befintliga parametern. Bedömningen av klorofyll för kustvattentyper görs genom att skapa ett medelvärde för statusvärdet från alla klassade vattenförekomster inom typen och använda dessa för att skapa en ny ekologisk kvalitetskvot (EK) som kan klassas med hjälp av tabellerna i HVMFS 2019:25.

5.2B Klorofyll a-koncentration i utsjövatten

Övervakning ska ske enligt metodbeskrivningen i övervakningsprogrammen [Växtplankton, bakterieplankton, primärproduktion och blomning](#) och [Fjärranalys av fria vattenmassan](#).

Bedömningen i utsjövatten baseras på klorofyll a i ytvatten under perioden juni – september i Östersjön och mars – september i Västerhavet som jämförs med tröskelvärden. Bedömningen bygger på en kombination av resultat från in-situ provtagning, automatprovtagning från så kallat ferryboxsystem med klorofyllfluorescens samt fjärranalys.

Detaljerad beskrivning

Bedömningsperioden är sex år.

¹ Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten

Havs och Vatten myndigheten

I kustvatten görs bedömning på vattenförekomstnivå. Mätdata finns för många vattenförekomster, men inte för alla. Minsta bedömningsområde är en kustvattentyp som inkluderar många kustvattenförekomster med samma målnivåer. Bedömningen av klorofyll och total biovolym för kustvattentyper görs genom att skapa ett medelvärde av referensvärdet samt medelvärde av statusvärdet från alla vattenförekomster inom en vattentyp. Dessa används för att skapa en ny ekologisk kvalitetskvot (EK) som kan klassas med hjälp av tabellerna i [HVMFS 2019:25](#). Om klassningen överstiger gränsen för god/måttlig status enligt vattendirektivet, bedöms parametern inte klara tröskelvärdet.

I utsjövatten baseras bedömningen på metoder och tröskelvärden som överenskommit i de regionala havskonventionerna [Helcom](#) och [Ospar](#). Detta kan göras eftersom liknande metoder för övervakning är överenskomna i Helcom- respektive Ospar-länderna vilket gör att data från flera länder kan användas för bedömningarna.

I Östersjöns utsjövatten aggregeras mätresultat enligt [Helcom Eutrophication Assessment Manual](#) genom verktyget HEAT (*Helcom Eutrophication Assessment Tool*). HEAT bedömer om tröskelvärden för enskilda indikatorer klaras samt sammanväger indikatorerna till en slutgiltig statusbedömning.

Inom HEAT beräknas medelvärdet av klorofyll a avseende mätvärde insamlade från vattenprover hämtade av forskningsfartyg, från så kallade *ferrybox system* som är automatregistrerande pumpsystem monterade på kommersiell sjöfart samt från satellitdata som har analyserats av Finska SYKE. Satellit- och ferryboxdata aggregeras till ett 20 km-rutnät. I varje bedömningsområde beräknas sedan en medelklorofyllhalt för varje år som är ett viktat medelvärde från dessa tre datakällor. Själva viktningen beror på havsområde men i svenska havsområden viktas klorofyll a från forskningsfartyg högre än data från satellit. Viktningen är 55:45 förutom i Norra Gotlandshavet där viktningen var 40:30:30 och inkluderade även ferrybox observationer. Kvoten mellan detta medelvärde för uppmätta värden och tröskelvärdet beräknas i ett givet bedömningsområde. En sammanvägd bedömning för klorofyll a görs genom att ta medelvärdet av kvoten för alla år. Om detta medelvärde understiger 1 bedöms bassängen klara tröskelvärdet för indikatorn. Bedömningen enligt Helcom omfattar hela Östersjön.

Utförlig beskrivning av bedömningsmetoden för Östersjön finns i Helcoms bedömningsmanual för övergödning (HELCOM 2015) samt i Helcom:s indikatorrapport ([Chlorophyll-a](#)).

För Västerhavets utsjövatten finns metodbeskrivning i (Ospar 2022) samt i Ospar Indikatorrapporten för klorofyll a, (Chlorophyll-a).

Under Ospars gemensamma förfarande (*Common Procedure, COMP*) används ett liknande verktyg till HEAT, som heter COMPEAT (*Common Procedure Eutrophication Assessment Tool*). På samma sätt som i Östersjön baseras bedömningen i Nordsjön på en kombination av in-situ mätningar och fjärranalysdata från satellit. Data analyseras enligt rutinerna utvecklade inom projektet JMP EUNOSAT av *Royal Belgium Institute of Natural Sciences, RBINS* ([Lavigne m. fl. 2021](#)).

Tröskelvärde

5.2A Biomassa växtplankton i kustvatten (klorofyll a-koncentration och biovolym)

Vid en nivå som minst motsvarar god status för klorofyll a och biovolym enligt gällande bedömningsgrund för växtplankton i kustvatten och vatten i övergångszon ([HVMFS 2019:25](#), bilaga 4, avsnitt 3).

Havs och Vatten myndigheten

5.2B Klorofyll a-koncentration i utsjövatten

När klorofyll a-koncentrationen inte överskrider de värden som anges i tabell 1

Tabell 1. Tröskelvärden för klorofyll.

Havsbassängers utsjövatten	Klorofyll a (µg/l)
Skagerrak - Centrala djupa delen	1,68
Skagerrak-Övriga Skagerrak	1,7
Kattegatt – Norra delen	1,4
Kattegatt - Sydöstra delen	1,2
Öresund	1,6
Arkonahavet och S Öresund	1,8
Bornholmshavet och Hanöbukten	1,6
V Gotlandshavet	1,2
Ö Gotlandshavet	1,9
N Gotlandshavet	1,7
Ålands hav	1,5
Bottenhavet	1,5
N Kvarken	2,0
Bottenviken	2,0

Bakgrund och princip för tröskelvärdet

I kustvattnet är bedömningsgrunderna relaterade till det historiska siktdjupet ([Johnson m. fl. 2013](#)). Interkalibrering har skett genom respektive kalibreringsgrupper i EU-samarbetet inom vattendirektivet ([Carstensen 2016](#)). I tabellerna 2–5 redovisas detaljer för tröskelvärdena för indikator 5.2A.

Tabell 2 Tröskelvärden för biomassa av växtplankton i kustvatten (klorofyll a och biovolym) för kustvatten i Västerhavet.

Bedömningsområde	Bedömnings-säsong	Klorofyllhalt (µg/l)	Klorofyllhalt (µg/l)	Biovolym (mm3/l)	Biovolym (mm3/l)
		Referens-värde	Tröskel-värde	Referens-värde	Tröskel-värde
1n Västkustens inre kustvatten, Skagerak	juni - augusti	1,15	1,85	0,8	1,54
1s Västkustens inre kustvatten, Kattegatt	juni – augusti	1,6	2,81	0,9	1,70
2 Västkustens fjordar	juni – augusti	1,37	2,58	1,35	3,00
3 Västkustens yttre kustvatten, Skagerak	juni – augusti	0,99	1,57	0,8	1,54
25 Göta- och Nordre älvs estuarier	juni – augusti	1,8	2,69	1,4	2,75

Havs och Vatten myndigheten

Bedömningsområde	Bedömnings-säsong	Klorofyllhalt (µg/l)	Klorofyllhalt (µg/l)	Biovolym (mm ³ /l)	Biovolym (mm ³ /l)
		Referens-värde	Tröskel-värde	Referens-värde	Tröskel-värde
4 Västkustens yttre kustvatten, Kattegatt	juni – augusti	1,0	1,49	0,5	1,11
5 Södra Hallands och norra Öresunds kustvatten	juni – augusti	0,99	1,48	0,7	2,12
6 Öresunds kustvatten	juni – augusti	0,94	1,59	0,25	0,76

Tabell 3 Tröskelvärden för biomassa av växtplankton i kustvatten (klorofyll a och biovolym) för kustvatten i Egentliga Östersjön. Skuggade rader (kusttyper 8, 12n, 12s, 13 och 14) använder en salthaltskorrigering som gör att faktiska tröskelvärdet skiljer sig från siffran i tabellen.

Bedömningsområde	Bedömnings-säsong	Klorofyllhalt (µg/l)	Klorofyllhalt (µg/l)	Biovolym (mm ³ /l)	Biovolym (mm ³ /l)
		Referens-värde	Tröskel-värde	Referens-värde	Tröskel-värde
7 Skånes kustvatten	juli - augusti	1,3	1,94	0,18	0,32
8 Blekinge skärgård och Kalmarsund, inre kustvatten	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32
9 Blekinge skärgård och Kalmarsund, yttre kustvatten	juli - augusti	1,3	1,94	0,18	0,32
10 Östra Ölands, sydöstra Gotlands kustv. samt Gotska Sandön	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32
11 Gotlands västra och norra kustvatten	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32
12n Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32
12s Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32
13 Östergötlands inre kustvatten	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32
14 Östergötlands yttre kustvatten	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32
24 Stockholms inre skärgård och Hallsfjärden	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32
15 Stockholms skärgård, yttre kustvatten	juli - augusti	1,4	2,09	0,18	0,32

Tabell 4 Tröskelvärden för biomassa av växtplankton i kustvatten (klorofyll a och biovolym) för kustvatten i Bottniska viken

Bedömningsområde	Bedömnings-säsong	Klorofyllhalt (µg/l)	Klorofyllhalt (µg/l)	Biovolym (mm ³ /l)	Biovolym (mm ³ /l)
Bottenhavet		Referens-värde	Tröskel-värde	Referens-värde	Tröskel-värde
16 Södra Bottenhavet, inre kustvatten	juli - augusti	1,4	2,30	0,21	0,47
17 Södra Bottenhavet, yttre kustvatten	juli - augusti	1,2	2,00	0,18	0,40
18 Norra Bottenhavet, Höga kusten, inre kustvatten	juli - augusti	1,4	2,30	0,21	0,47
19 Norra Bottenhavet, Höga kusten, yttre kustvatten	juli - augusti	1,2	2,00	0,18	0,40
20 Norra Kvarkens inre kustvatten	juli - augusti	1,3	2,28	0,16	0,37
21 Norra Kvarkens yttre kustvatten	juli - augusti	1,2	2,07	0,15	0,39
22 Bottenviken, inre kustvatten	juli - augusti	1,2	2,31	0,16	0,37
23 Bottenviken, yttre kustvatten	juli - augusti	1,1	2,00	0,15	0,39

Tröskelvärden för klorofyll a i Östersjön baseras på en kombination av historiska mätvärden från 1960-talet och prediktiv modellering av Östersjöns tillstånd före signifikant påverkan av övergödning ([Helcom 2013](#)). Dessa tröskelvärden har sedan vidareutvecklats när nya bedömningsområden eller erfarenheter påvisat ett utvecklingsbehov.

I Västerhavet har regionala harmoniserade tröskelvärden för klorofyll a tagits fram inom Ospar-samarbetet. Tidigare brister i den regionala koordineringen blev dock tydliga vid förra bedömningen 2018. Sedan dess har Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) utvecklat den historiska närsaltsbelastningen i norra Europa med modellen E-HYPE genom projektet JMP EUNOSAT. Dessa används inom Ospars modelleringsarbete med en viktad aggregering av nio biogeokemiska modeller för att skapa regionalt konsistenta, vetenskapsbaserade bedömningsgrunder. Modelleringsresultat behövde vidare experttolkning eftersom Kattegatt och Skagerrak låg väldigt nära modellgränser och randvillkoren påverkade gradienterna på ett onaturligt sätt. Bedömningsgrunder sattes som historiska referenskoncentrationer plus 50 % avvikelse ([Ospar 2022](#)).

Bedömningsområde

5.2A Biomassa växtplankton i kustvatten (klorofyll a-koncentration och biovolym)

Samtliga kustvattentyper enligt bilaga 1, kartorna 3–5 i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter [HVMFS 2012:18](#).

5.2B Klorofyll a-koncentration i utsjövatten

Samtliga havsbassängers utsjövatten enligt bilaga 1, kartorna 3–5 i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter [HVMFS 2012:18](#).

Bedömning 2024

Förutom i Skagerrak klarades inte tröskelvärdena i någon utsjöbassäng. Bedömningen visade på försämrade förhållanden i alla utsjöbassänger i Västerhavet samt i tre av fyra bassänger i Bottniska viken. I Kattegatt innebär detta att god status med avseende på klorofyll i bedömningen 2018 har blivit ej god 2024. Detta beror inte enbart på reviderade tröskelvärden i denna bedömning eftersom de observerade klorofyllhalterna inte skulle ha klarat det äldre tröskelvärdet heller.

I Västerhavets kustvatten, samt i Skånes kustvatten, klaras tröskelvärdena för klorofyll. Undantaget är dock Göta och Nordre Älvs estuarier.

Tröskelvärdena för klorofyll klaras inte i Östersjöns utsjövatten (Egentliga Östersjön och Bottniska viken) eller resterande av kustvattentyper.

Detaljerad beskrivning och redovisning av resultat

Bedömningen avser perioden 2015–2020 för Västerhavet och 2016–2021 för Östersjön. Inom kustvattnet har vattenmyndigheterna oftast använt data från 2013 – 2018. Vattenmyndigheternas bedömning ligger till grund för bedömningen i kustvatten. I Västerhavets utsjövatten är klorofyll a-koncentrationerna under tröskelvärdet i Skagerrak, vilket innebär att indikatorn 5.2B klaras i detta bedömningsområde. I Kattegatt och Öresund klaras däremot inte tröskelvärdena.

I Östersjöns utsjövatten klaras inte tröskelvärden i någon havsbassäng vilket innebär att indikatorn 5.2B inte klaras i någon av bedömningsområdena i Östersjön.

Bedömningsresultaten i kustvatten visar en liknande bild som i utsjön. I Västerhavet klarar alla kustvattentyper tröskelvärdena för både klorofyll och biovolym förutom i Göta- och Nordre Älvs estuarier. Även i Skånes kustvatten, som angränsar till Arkonahavet klaras tröskelvärdena, med lägre klorofyllkoncentrationer vid kusten än i utsjön. I alla andra kustvattentyper i Östersjön klaras inte tröskelvärdena för klorofyll a-koncentrationerna. I Norra Bottenhavet och Höga kustens inre kustvatten samt Norra Kvarkens yttre kustvatten klaras tröskelvärdena för biovolym. Genom sammanvägningen med EK-värdet baserat på klorofyll a-koncentrationer bedöms dessa bedömningsområden klara indikator 5.2A. De tre andra kustvattentyperna i Bottniska viken klarade inte tröskelvärdena för biovolym.

Trots att bedömningsområdena i Skagerrak och vid övervägande delen kusten i Västerhavet klarar indikatorerna 5.2A respektive 5.2B visar alla utsjöbedömningar på en försämring jämfört med förra bedömningen från 2018. Även kustvattentyperna 4 Västkustens yttre kustvatten, Kattegatt och 25 Göta och Nordre Älvs estuarier visar på en liknande försämring. Trots detta var halterna i 1s Västkustens inre kustvatten, Kattegatt stabila och övriga kustvattentyper i Västerhavet visade på förbättringar. Detta kan tyda på att påverkan kommer mest utifrån eller kanske att åtgärdstakten i avrinningsområdet – med Göta älv som undantag - är i kapp med möjliga förändringar i klorofyll på grund av till exempel klimatet.

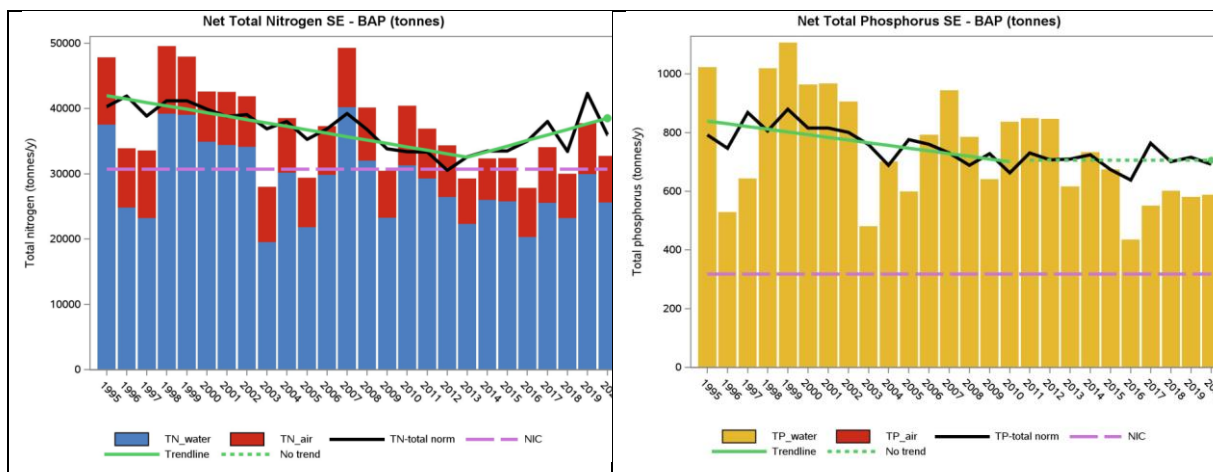
I södra Östersjön, i Arkonahavet och Bornholmshavet, visar bedömningsresultaten också på en förbättring. I Bornholmshavet och Hanöbukten kan detta bero på förändringar i bedömningsområdet där Pommerska bukten nu har separerats från övriga delen. Förbättringarna finns dock även inne i danska vatten.

Havs och Vatten myndigheten

I Östra, Västra och Norra Gotlandhavet var läget stabilt, så även i Bottenhavet jämfört med förra bedömningen. Däremot visar bedömningarna i Ålands hav, Norra Kvarken och Bottenviken på försämringar, jämfört med bedömningen 2018. Då belastning från land har minskat (både kväve och fosfor har minskat till Bottenviken; kväve har minskat till Bottenhavet, ingen ökning i fosfor, se figur 1) beror försämringen troligen på transport av näringsämnen från Egentliga Östersjön och/eller möjliga climateffekter, så som minskad betning av växtplankton på grund av mindre djurplankton (Viitasalo och Bonsdorff, 2021) eller ökning i kvoten mellan klorofyll och kol som en anpassning till mörkare vatten (Paczkowska m.fl. 2016). Girgibo m.fl. (2023) visar på korrelationen mellan klorofyll och temperatur i Norra Kvarken, men förklarar inte mekanism för sambandet.

Åtta av elva kustvattentyper i Egentliga Östersjön visade på en försämring i klorofyll a-koncentrationer sedan förra bedömningen. Den förbättring som ses i Skånes kustvatten har redan noterats.

Fosforbelastningen till Egentliga Östersjön har minskat stadigt, men den flödesnormaliserade kvävebelastningen har ökat kraftigt sedan 2012. Eftersom det redan finns ett fosforöverskott i Egentliga Östersjön, har den nytillförseln av kväve bidragit till ökad primärproduktion vilket troligtvis förklarar en del av den observerade försämringen (Figur 1).



Figur 1 Kväve- och fosforbelastning från Sverige till Egentliga Östersjön 1995 - 2020 (Svendsen m. fl., 2023)
<https://helcom.fi/wp-content/uploads/2023/12/Nutrient-Input-Ceilings-assessment-1995-2020-technical-report.pdf>

Tabell 5 Bedömningsresultat för klorofyll a-koncentrationer i Västerhavets utsjövatten, indikator 5.2B

Bedömningsområde	Tröskel värde (µg/l)	Observerat värde (µg/l)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
Skagerrak (centrala djupa delen)	1,68	1,19	Klarar tröskelvärde	Hög	Försämrade (1,0 µg/l i bedömningen för hela Skagerrak 2017)	Ej bedömd
Övriga Skagerrak	1,7	1,58	Klarar tröskelvärde	Hög	Försämrade (1,0 µg/l i bedömningen för hela Skagerrak 2017)	Ej bedömd
Kattegatt (Norra delen)	1,4	1,67	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Försämrade (0,9 µg/l i bedömningen för hela Kattegatt 2017)	Ej bedömd

Havs och Vatten myndigheten

Bedömningsområde	Tröskel värde (µg/l)	Observerat värde (µg/l)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
Kattegatt (Sydöstra delen)	1,2	1,98	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Försämrade (0,9 µg/l i bedömningen för hela Kattegatt 2017)	Ej bedömd
Öresund	1,6	1,94	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Försämrade	Ej bedömd

Tabell 6 Bedömningsresultat för klorofyll a-koncentrationer i Östersjöns utsjövatten, indikator 5.2B

Bedömningsområde	Tröskel värde (µg/l)	Observerat värde (µg/l)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
Arkonahavet och S Öresund	1,8	2,29	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Förbättrad	Stabil
Bornholmshavet och Hanöbukten	1,6	5,37	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Förbättrad	Stabil
V Gotlandshavet	1,2	2,89	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Stabil	Stabil
Ö Gotlandshavet	1,9	2,99	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Stabil	Stabil
N Gotlandshavet	1,7	3,78	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Stabil	Stabil
Ålands hav	1,5	2,74	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Försämrade	Stabil
Bottenhavet	1,5	2,47	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Stabil	Stabil
N Kvarken	2,0	3,17	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Försämrade	Stabil
Bottenviken	2,0	3,25	Klarar inte tröskelvärde	Hög	Försämrade	Försämrade

Tabell 7 Bedömningsresultat för klorofyll a-koncentrationer i Västerhavets kustvattentyper

Bedömningsområde	Tröskelvärde (µg/l)	Observerat värde Medel (std. avvikelse) (µg/l)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
1n Västkustens inre kustvatten, Skagerak	1,85	1,66 (0,29)	Klarar tröskelvärde	Måttlig	Förbättrad (2,3 µg/l 2018)	Ej bedömd
1s Västkustens inre kustvatten, Kattegatt	2,81	1,98 (0,33)	Klarar tröskelvärde	Måttlig	Stabil (2,0 µg/l 2018)	Ej bedömd
2 Västkustens fjordar	2,58	1,98 (0,34)	Klarar tröskelvärde	Måttlig	Förbättrad (2,5 µg/l 2018)	Ej bedömd
3 Västkustens yttre kustvatten, Skagerak	1,57	1,27 (0,15)	Klarar tröskelvärde	Måttlig	Förbättrad (1,9 µg/l 2018)	Ej bedömd
25. Göta- och Nordre älvs estuarier	2,67	3,21 (0,00)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (2,9 µg/l 2018)	Ej bedömd

Havs och Vatten myndigheten

Bedömningsområde	Tröskelvärde (µg/l)	Observerat värde Medel (std. avvikelse) (µg/l)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
4 Västkustens yttre kustvatten, Kattegatt	1,49	1,23 (0,10)	Klarar tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (1,1 µg/l 2018)	Ej bedömd
5 Södra Hallands och norra Öresunds kustvatten	1,48	1,20 (0,23)	Klarar tröskelvärde	Måttlig	Förbättrade (1,6 µg/l)	Ej bedömd
6 Öresunds kustvatten	1,59	1,26 (0,16)	Klarar tröskelvärde	Måttlig	Förbättrade (2,0 µg/l)	Ej bedömd

Tabell 8 Bedömningsresultat för klorofyll a-koncentrationer i Egentliga Östersjöns kustvattentyper

Bedömningsområde	Tröskelvärde (µg/l)	Observerat värde Medel (std. avvikelse) (µg/l)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
7 Skånes kustvatten	1,94	1,74 (0,84)	Klarar tröskelvärde	Måttlig	Förbättrade (1,97 µg/l 2018)	Ej bedömd
8 Blekinge skärgård och Kalmarsund, inre kustvatten	2,09	2,75 (0,90)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (1,70 µg/l 2018; Ändrad status)	Ej bedömd
9 Blekinge skärgård och Kalmarsund, yttre kustvatten	1,94	2,04 (0,51)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (1,71 µg/l 2018; Ändrad status)	Ej bedömd
10 Östra Ölands, sydöstra Gotlands kustv. samt Gotska Sandön	2,09	4,11 (1,26)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (2,73 µg/l 2018)	Ej bedömd
11 Gotlands västra och norra kustvatten	2,09	5,07 (2,27)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (2,35 µg/l 2018)	Ej bedömd
12n Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten	2,09	3,24 (2,48)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (2,69 µg/l 2018)	Ej bedömd
12s Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten	2,09	3,28 (0,81)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (2,13 µg/l 2018)	Ej bedömd
13 Östergötlands inre kustvatten	2,09	5,02 (1,68)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Stabil (4,80 µg/l 2018)	Ej bedömd
14 Östergötlands yttre kustvatten	2,09	2,33 (0,05)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Stabil (2,26 µg/l 2018)	Ej bedömd
24 Stockholms inre skärgård och Hallsfjärden	3,00	5,56 (2,26)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (2,91 µg/l 2018)	Ej bedömd
15 Stockholms skärgård, yttre kustvatten	2,09	2,95 (1,33)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrade (2,35 µg/l 2018)	Ej bedömd

Havs och Vatten myndigheten

Tabell 9. Bedömningsresultat för klorofyll a-koncentrationer i Bottenhavets kustvattentyper

Bedömningsområde	Tröskel värde (µg/l)	Observer at värde Medel (std. avvikelse) (µg/l)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
16 Södra Bottenhavet, inre kustvatten	2,30	3,43 (2,37)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrad (2,84 µg/l 2018)	Ej bedömd
17 Södra Bottenhavet, yttre kustvatten	2,00	2,30 (0,57)	Klarar inte tröskelvärde	Låg	Stabil (2,42 µg/l 2018)	Ej bedömd
18 Norra Bottenhavet, Höga kusten, inre kustvatten	2,30	2,66 (0,84)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrad (2,39 µg/l 2018)	Ej bedömd
19 Norra Bottenhavet, Höga kusten, yttre kustvatten	2,00	2,28 (-)	Klarar inte tröskelvärde	Låg	Försämrad (1,62 µg/l 2018; ändrat status)	Ej bedömd
20 Norra Kvarkens inre kustvatten	2,28	3,67 (1,47)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrad (2,78 µg/l 2018)	Ej bedömd
21 Norra Kvarkens yttre kustvatten	2,07	2,24 (-)	Klarar inte tröskelvärde	Låg	Förbättrad (2,59 µg/l 2018)	Ej bedömd
22 Bottenviken, inre kustvatten	2,31	2,88 (1,54)	Klarar inte tröskelvärde	Måttlig	Försämrad (2,26 µg/l 2018, ändrad status)	Ej bedömd
23 Bottenviken, yttre kustvatten	2,00	-	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd

Tabell 10 Bedömningsresultat för biovolym i Västerhavets kustvattentyper

Bedömningsområde	Tröskel värde (mm3/l)	Observer at värde Medel (std. avvikelse)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
1n Västkustens inre kustvatten, Skagerak	1,54	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
1s Västkustens inre kustvatten, Kattegatt	1,70	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
2 Västkustens fjordar	3,00	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
3 Västkustens yttre kustvatten, Skagerak	1,54	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
25. Göta- och Nordre älvs estuarier	2,75	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
4 Västkustens yttre kustvatten, Kattegatt	1,11	0,68 (-)	Klarar tröskelvärdet	Låg	Förbättrad (0,83 mm3/l 2018)	Ej bedömd
5 Södra Hallands och norra Öresunds kustvatten	2,12	0,89 (0,10)	Klarar tröskelvärdet	Låg	Förbättrad (1,63 mm3/l 2018)	Ej bedömd
6 Öresunds kustvatten	0,76	0,28 (0,01)	Klarar tröskelvärdet	Låg	Ej bedömd	Ej bedömd

Havs och Vatten myndigheten

Tabell 11 Bedömningsresultat för biovolym i Egentliga Östersjöns kustvattentyper

Bedömningsområde	Tröskel värde (mm ³ /l)	Observer at värde (mm ³ /l) Medel (std. avvikelse)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
7 Skånes kustvatten	0,32	0,19 (0,01)	Klarar tröskelvärdet	Låg	Ej bedömd	Ej bedömd
8 Blekinge skärgård och Kalmarsund, inre kustvatten	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
9 Blekinge skärgård och Kalmarsund, yttre kustvatten	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
10 Östra Ölands, sydöstra Gotlands kustv. samt Gotska Sandön	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
11 Gotlands västra och norra kustvatten	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
12n Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
12s Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
13 Östergötlands inre kustvatten	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
14 Östergötlands yttre kustvatten	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
24 Stockholms inre skärgård och Hallsfjärden	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
15 Stockholms skärgård, yttre kustvatten	0,32	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd

Tabell 12 Bedömningsresultat för biovolym i Bottenhavets kustvattentyper.

Bedömningsområde	Tröskel värde (mm ³ /l)	Observer at värde (mm ³ /l) Medel (std. avvikelse)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
16 Södra Bottenhavet, inre kustvatten	0,47	0,87 (-)	Klarar inte tröskelvärdet	Låg	Försämrade (0,33 mm ³ /l 2018)	Ej bedömd
17 Södra Bottenhavet, yttre kustvatten	0,40	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
18 Norra Bottenhavet, Höga kusten, inre kustvatten	0,47	0,38 (0,19)	Klarar tröskelvärdet	Låg	Förbättrade (0,48 mm ³ /l 2018)	Ej bedömd
19 Norra Bottenhavet, Höga kusten, yttre kustvatten	0,40	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd
20 Norra Kvarkens inre kustvatten	0,37	0,77 (0,66)	Klarar inte tröskelvärdet	Låg	Försämrade (0,30 mm ³ /l 2018)	Ej bedömd
21 Norra Kvarkens yttre kustvatten	0,39	0,32 (-)	Klarar tröskelvärdet	Låg	Ej bedömd	Ej bedömd

Havs och Vatten myndigheten

Bedömningsområde	Tröskel värde (mm ³ /l)	Observerat värde (mm ³ /l) Medel (std. avvikelse)	Bedömning	Tillförlitlighet	Trend	Trend långsiktig
22 Bottenviken, inre kustvatten	0,37	0,50 (0,64)	Klarar inte tröskelvärdet	Låg	Försämrad (0,25 mm ³ /l 2018)	Ej bedömd
23 Bottenviken, yttre kustvatten	0,39	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd

Tabell 13 Översikt av bedömningsresultat av indikatorn samt kriterium, kustvattentyper i Västerhavet

Bedömningsområde	Klorofyll EK	Biovolym EK	Bedömning 5.2A (och bedömning av kriterium D5C2)
1n Västkustens inre kustvatten, Skagerak	0,704	Ej bedömd	Klaras
1s Västkustens inre kustvatten, Kattegatt	0,840	Ej bedömd	Klaras
2 Västkustens fjordar	0,725	Ej bedömd	Klaras
3 Västkustens yttre kustvatten, Skagerak	0,787	Ej bedömd	Klaras
25. Göta- och Nordre älvs estuarier	0,519	Ej bedömd	Klarar inte
4 Västkustens yttre kustvatten, Kattegatt	0,779	0,838	Klaras
5 Södra Hallands och norra Öresunds kustvatten	0,794	0,900	Klaras
6 Öresunds kustvatten	0,736	0,948	Klaras

Tabell 14 Översikt av bedömningsresultat av indikatorn samt kriterium, kustvattentyper i Egentliga Östersjön

Bedömningsområde	Klorofyll EQRS	Biovolym EQRS	Bedömning 5.2A (samt bedömning av kriterium D5C2)
7 Skånes kustvatten	0,719	0,973	Klaras
8 Blekinge skärgård och Kalmarsund, inre kustvatten	0,499	Ej bedömd	Klarar inte
9 Blekinge skärgård och Kalmarsund, yttre kustvatten	0,580	Ej bedömd	Klarar inte
10 Östra Ölands, sydöstra Gotlands kustv. samt Gotska Sandön	0,391	Ej bedömd	Klarar inte
11 Gotlands västra och norra kustvatten	0,326	Ej bedömd	Klarar inte
12n Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten	0,451	Ej bedömd	Klarar inte
12s Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten	0,448	Ej bedömd	Klarar inte
13 Östergötlands inre kustvatten	0,329	Ej bedömd	Klarar inte
14 Östergötlands yttre kustvatten	0,557	Ej bedömd	Klarar inte
24 Stockholms inre skärgård och Hallsfjärden	0,407	Ej bedömd	Klarar inte
15 Stockholms skärgård, yttre kustvatten	0,478	Ej bedömd	Klarar inte

Tabell 15 Översikt av bedömningsresultat av indikatorn samt kriterium, kustvattentyper i Bottniska viken.

Bedömningsområde	Klorofyll EQRS	Biovolym EQRS	Bedömning 5.2A (samt bedömning av kriterium D5C2)
16 Södra Bottenhavet, inre kustvatten	0,456	0,401	Klaras inte
17 Södra Bottenhavet, yttre kustvatten	0,544	Ej bedömd	Klaras inte
18 Norra Bottenhavet, Höga kusten, inre kustvatten	0,540	0,693	Klaras
19 Norra Bottenhavet, Höga kusten, yttre kustvatten	0,547	Ej bedömd	Klaras inte
20 Norra Kvarkens inre kustvatten	0,451	0,360	Ej god
21 Norra Kvarkens yttre kustvatten	0,568	0,692	God
22 Bottenviken, inre kustvatten	0,514	0,482	Ej god
23 Bottenviken, yttre kustvatten	Ej bedömd	Ej bedömd	Ej bedömd

Bedömningens tillförlitlighet

Bedömning av klorofyllkoncentrationen i utsjön baseras på en stor datamängd från många olika källor. I Västerhavet har enbart satellitdata använts. COMPEAT-verktyget har bedömt datatäckning och den rumsliga och tidsmässiga konfidensen som "hög". I Östersjön har sannolikheten att bedömningsresultaten är korrekta uppskattats till bättre än 90% och därför har tillförlitlighet bedömts som "hög".

I kustvattnet är bedömningen baserad på statusbedömningen inom vattenförvaltningen, under vattendirektivet, där bedömningar i vattenförekomster aggregeras till kustvattentyper. I denna aggregering finns en varierande mängd data: vissa vattenförekomster bedöms baserat på många observationer medan andra väldigt få. Ibland rapporteras inte antal observationer som ligger till grund för bedömningen. Därför bedöms konfidens i kustvattnet oftast till "måttlig". I yttre kustvattnet i Bottenhavet och delar av Bottenviken är det enstaka vattenförekomster som ingått i bedömningen av kustvattentypens status. I dessa har konfidensbedömningen sattes till "låg".

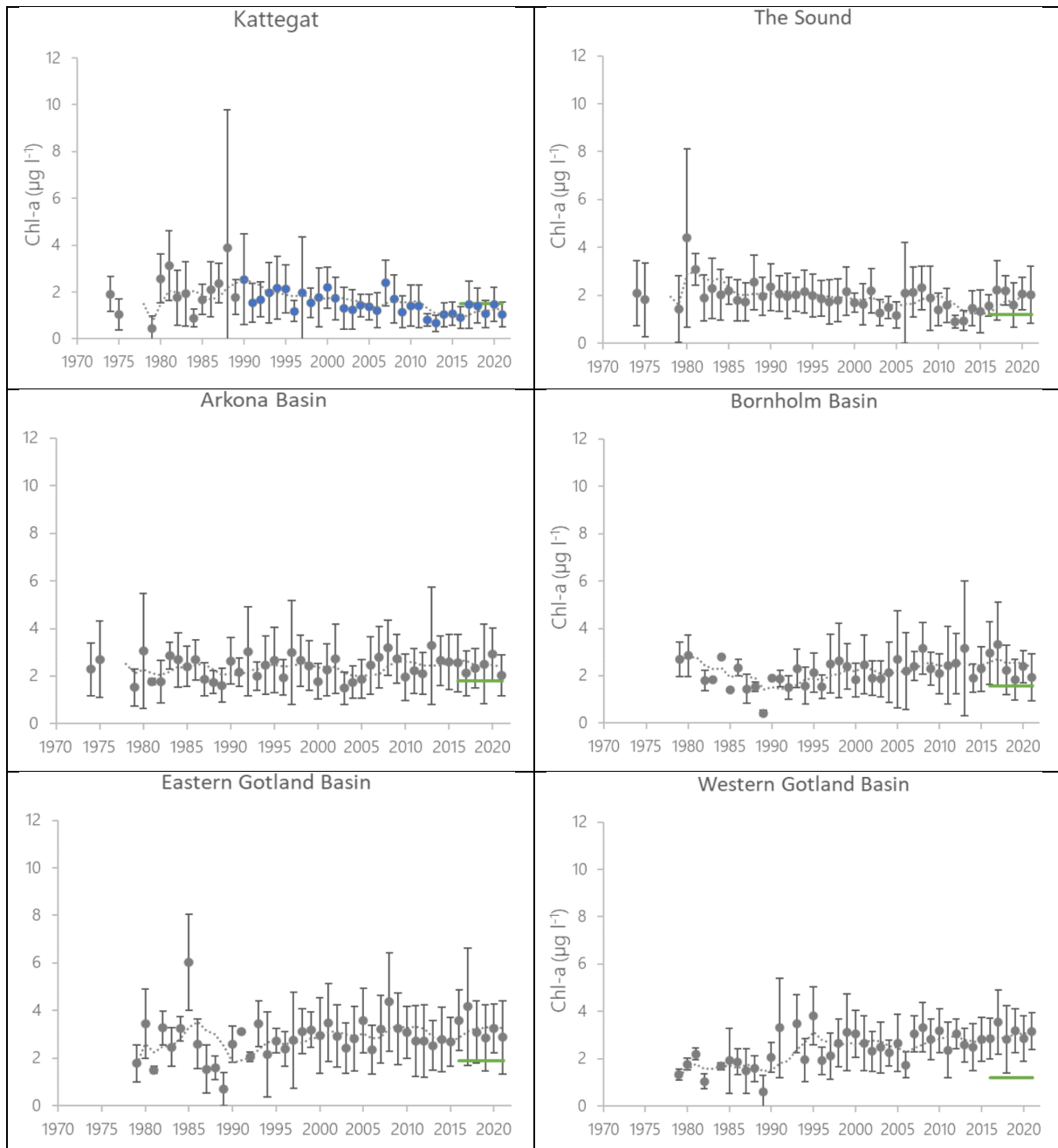
Bedömningen av biovolym uppskattas att ha låg tillförlitlighet eftersom den i flera fall bygger på äldre data: inga observationer har funnits senare än 2018 och en tredjedel av observationerna var från före 2016. Dessa observationer har dock använts för senaste klassning inom vattenförvaltningen och har därför inkluderats i denna bedömning. I Östersjön är variabiliteten inom biovolymen ofta stor, vilket är en ytterligare faktor som sänker konfidensen i bedömningsresultaten.

Klimataspekter

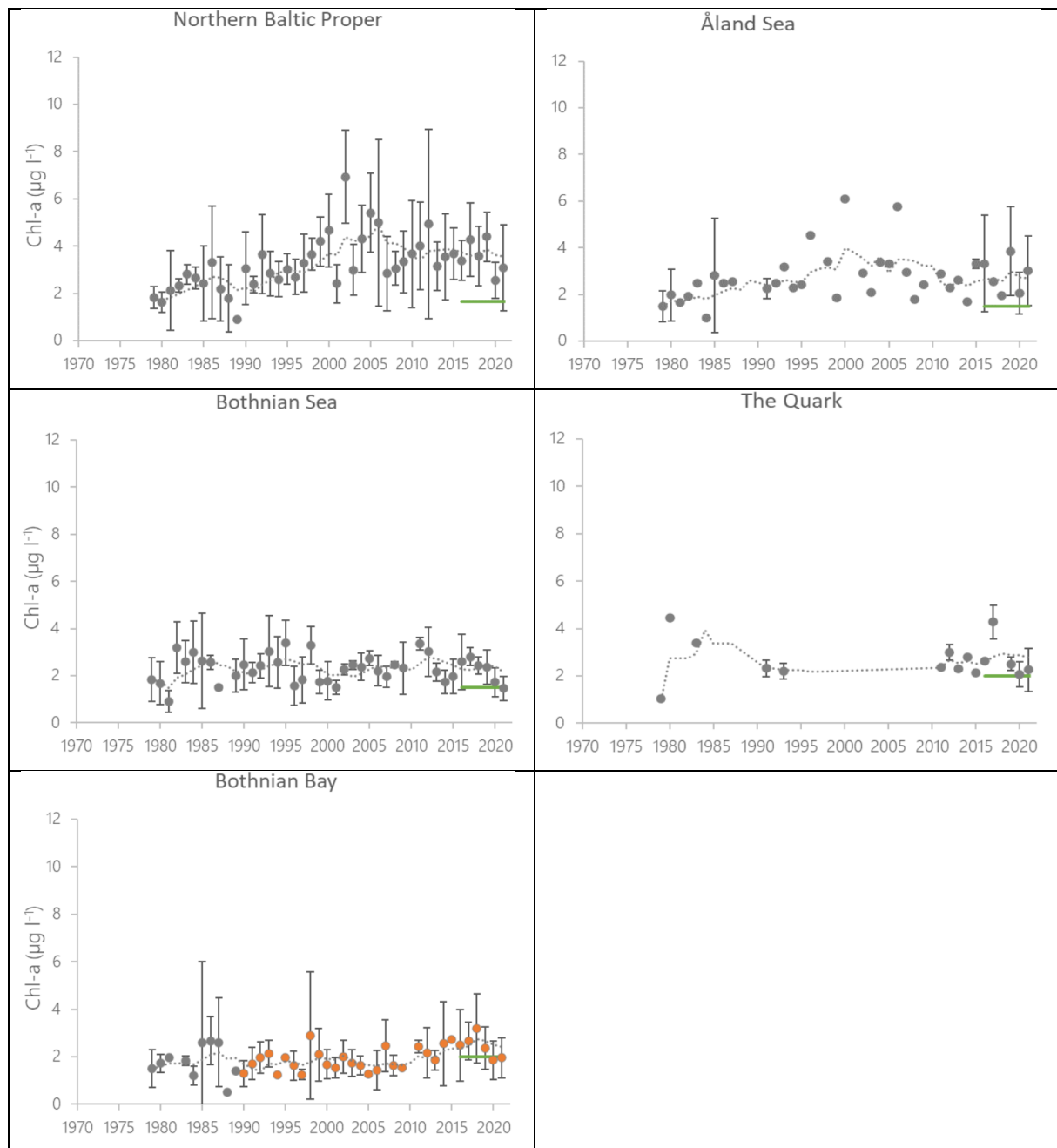
Varmare vatten förväntas öka växtplanktonproduktion och biomassa. Hur detta utvecklas beror dock på utveckling i istäcke, molnighet och vindförhållanden. Snöfall och isläggning kommer att påverka närsaltsflöden från land och vårbloomingen förväntas börja tidigare. Även förändringar i djurplanktonsamhället, som nu består av mindre arter än tidigare, bör påverka uppmätta klorofyllhalter och bioolymer. Paczkowska m. fl. noterade att mycket små cyanobakterier så kallade pikoplankton dominerade i fosforrikt vatten i södra Bottenhavet, medan större nanoplankton fanns i vatten som påverkades av kolbelastning från land. Därför förväntas förändringar i klorofyll och biovolym i kustvatten, men utvecklingen kommer att bero på balansen mellan kolbelastning från land och fosfor/syredynamiken i utsjön.

Havs och Vatten myndigheten

Utvecklingen i utsjön kommer också att påverkas av temperatur och skiktning, vädret, närsaltsbelastning och syrebristens utbredning och sin påverkan på biogeokemiska processer. Som i kustvattnet är det sannolikt att snabbare uppvärmning under våren kommer att återspeglas i en tidigare vårblooming och längre höstbloomingar, men det är oklart om ett förändrat djurplanktonsamhälle kommer att hålla ner växtplanktonbiomassa (minskat top-down kontroll). Oavsett varierar växtplanktons klorofyllinnehåll kraftigt beroende på vilka arter dominerar som försvårar prognoser.



Havs och Vatten myndigheten



Figur 2 Tidserier över utveckling för klorofyll-a koncentrationer i de havsbassänger som bedömts av Helcom (Helcom 2023).

Policyrelevans

Havsmiljödirektivet: deskriptor och kriterium	Vattendirektivet: kvalitetsfaktor	Annan EU- lagstiftning	Nationella miljökvalitetsmål	Regionalt (Helcom, Ospar) och/eller annan policyrelevans
Deskriptor 5. Övergödning Kriterium D5C2. Halter av klorofyll	Växtp plankton	-	Ingen övergödning	Helcom core indicator (Chlorophyll-a) Ospar common indicator (Chlorophyll a concentration)

Rapporteringsuppgifter

Koppling till havsmiljödirektivet Bilaga III

Grundläggande förhållanden (Bilaga III, Tabell 1)

Tema	Ekosystemrelaterad faktor
Livsmiljö	Breda livsmiljötyper i vattenpelaren (pelagisk) och på havsbotten (bentisk), eller andra livsmiljötyper, inbegripet med dem förknippade biologiska samhällen i hela den berörda marina regionen eller delregionen. Dessutom för pelagiska livsmiljöer: halt av klorofyll a, planktonblomningsfrekvens och geografisk utsträckning.
Ekosystem, inbegripet näringsvävar	Ekosystemets struktur, funktion och processer. Geografisk och tidsmässig variation i produktivitet.

Belastning och påverkan (Bilaga III, Tabell 2a)

Tema	Belastning
Ämnen, avfall och energi	Tillförsel av näringsämnen: diffusa källor, punktkällor, deposition från atmosfären.

Ingående kriteriekomponent(er)

Kriteriekomponent (motsvarar Element i rapporteringsmallen)	Parameter (kan för vissa komponenter vara fler än en)	Enhet
Klorofyll a	Koncentration i vatten	µg/l
Klorofyll a	Biovolym	mm ³ /l

Havs och Vatten myndigheten

Ingående parametrar, övervakning, datavärd och länk till datapaket

Parameter	Övervakningsprogram enligt havsmiljöförordningen	Datavärd samt databas med hyperlänk	Hyperlänk till rådata-snapshot	Hyperlänk till metadata
Koncentration i vatten (klorofyll) Biovolym (klorofyll)	Växtp plankton, bakterieplankton, primärproduktion och blomning	SMHI https://www.smhi.se/data/oceanografi/datavardskap-oceanografi-och-marinbiologi VISS https://viss.lansstyrelsen.se/Exports.aspx?pluginType=StaticFiles&pluginGuid=25D838E3-245C-4C8D-BB52-1008FD95F5DE&Category=2	Helcom https://maps.helcom.fi/arcgis/rest/directories/arcgisoutput/MADS/tolsGPServer/agsChlorophylla_HOLAS3.zip https://maps.helcom.fi/arcgis/rest/directories/arcgisoutput/MADS/tolsGPServer/agsChlorophylla_FerryboxData_HOLAS3.zip https://maps.helcom.fi/arcgis/rest/directories/arcgisoutput/MADS/tolsGPServer/agsChlorophylla_EOData_2016_2021Means_HOLAS3.zip Ospar https://odims.ospar.org/en/submissions/ospar_chlorophyll_snapshot_2022_06/ Kustvatten https://viss.lansstyrelsen.se/RepeatedExports/PB021%20Kustvattnet%20-%20Statusklassningar%20senaste%20bed%20C3%B6mning%20f%C3%B6rvaltningscykel%203%202023-05-22%2004.41.xlsx	Helcom https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/en/catalog.search#/metadata/5326090b-6414-4070-a003-1e6f098b2908 Ospar https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/indicator-assessments/chl-a-concentrations/#collapse-assessment-metadata-381131

Referenser

Carstensen, J. (2016) [Intercalibration of chlorophyll a between Denmark, Norway and Sweden, Western Baltic \(BC6\), Kattegat \(NEA8b\) and Skagerrak \(NEA8a, NEA9 and NEA10\)](#). Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 38 pp. Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 76.

Girgibo, N., Lü, X., Hiltunen, E., Peura, P. and Dai, Z. (2023), 'The air temperature change effect on water quality in the Kvarken Archipelago area', Science of The Total Environment 874, 162599. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723012159>

Havs- och vattenmyndigheten (2016a) [Hydrografi och närsalter, kartering](#).

Havs- och vattenmyndigheten (2016b) [Hydrografi och närsalter, trendövervakning](#).

[Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter \(HVMFS 2012:18\) om vad som kännetecknar god miljöstatus samt miljö kvalitetsnormer med indikatorer för Nordsjön och Östersjön](#).

[Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter \(HVMFS 2019:25\) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.](#)

Helcom (2013) [Approaches and methods for eutrophication target setting in the Baltic Sea region.](#) Balt. Sea Environ. Proc. No. 133.

Helcom (2015) HELCOM Eutrophication Assessment Manual, <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/11/Eutrophication-assessment-manual.pdf>

HELCOM (2023). Chlorophyll-a. HELCOM core indicator report. Online. 20230828, <https://indicators.helcom.fi/indicator/chlorophyll/>

Johnson R. K., Lindegarth, M. & Carstensen J. (2013) [Establishing reference conditions and setting class boundaries](#). WATERS Report 2013:2.

Lavigne, H., Van der Zande, D., Ruddick, K., Cardoso Dos Santos, J.F., Gohin, F., Brotas, V., Kratzer, S. (2021) Quality-control tests for OC4, OC5 and NIR-red satellite chlorophyll-a algorithms applied to coastal waters, Remote Sensing of Environment, Volume 255, 2021, 112237, ISSN 0034-4257, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112237>.

Ospar (2013) [Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area](#). Adopted: 2013, Gothenburg, Agreement 2013-08.

Ospar (2022) [ICG-EMO report on model comparison for historical scenarios as basis to derive new threshold values](#). OSPAR Publication p00895.

Paczkowska, J., Rowe, O., Schlüter, L., Legrand, C., Karlson, B. and Andersson, A. (2016), 'Allochthonous matter: an important factor shaping the phytoplankton community in the Baltic Sea', Journal of Plankton Research 39(1), 23--34. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1014945/FULLTEXT01.pdf>

Prins, T. and Enserink, L. 2022. Concentrations of Chlorophyll-a in the Greater North Sea, Celtic Seas and Bay of Biscay and Iberian Coast. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the Northeast Atlantic. OSPAR Commission, London. Available at: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/indicator-assessments/chl-a-concentrations>

Svendsen, L.M., B. Gustafsson, S.E. Larsen and H. Tornbjerg, 2023, 'Nutrient Input Ceiling (NIC) assessment 1995-2020 - Technical report. HELCOM (2023)', 124 pp, <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2023/12/Nutrient-Input-Ceilings-assessment-1995-2020-technical-report.pdf>

Viitasalo, M. and Bonsdorff, E. (2022), 'Global climate change and the Baltic Sea ecosystem: direct and indirect effects on species, communities and ecosystem functioning', Earth System Dynamics 13(2), 711--747. <https://esd.copernicus.org/articles/13/711/2022/>