

Oceanografi

Anna Palmbo, Umeå universitet / Lars Andersson, SMHI

Unika havsområden

Våra svenska havsområden har olika unika egenskaper, främst beroende på skillnader i salthalt och de grunda trösklar som skiljer bassängerna åt. Lättare, sötare ytvatten strömmar söderut från Bottniska viken, och tyngre saltvatten strömmar in från Västerhavet till Östersjön genom de danska sunden. Skillnaden i salthalt mellan ytvatten och bottenvatten skapar en skiktning, en haloklin, som försvårar omblandning av de olika skikten. Skiktningens djup och styrka tillsammans med tillförsel och förluster av näringsämnen, interna processer och vattnets omsättningstid är faktorer som påverkar bassängernas vattenkvalitet.

Processer i yt- och djupvatten

Det är i ytvattnet som de största variationerna i temperatur och innehåll av näringsämnen förekommer. Under vintern när vattnet kyls är ytvattnet homogent ner till

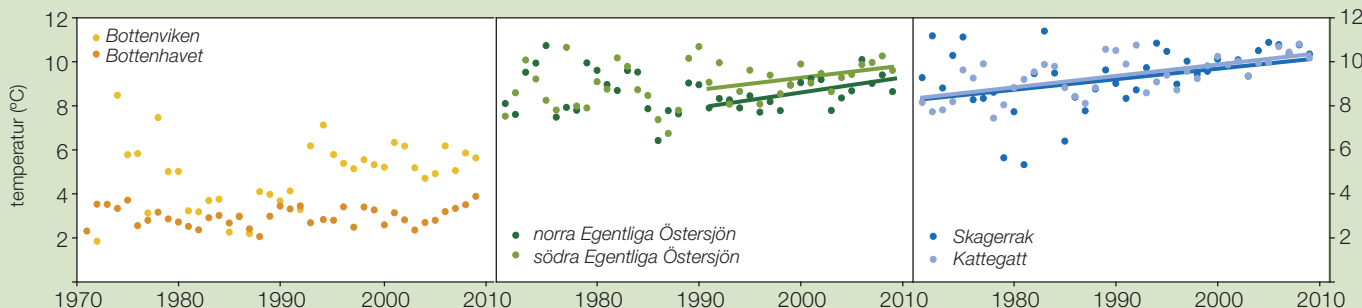
saltsprångskiktet. Den biologiska aktiviteten är låg, och det sker inget upptag av näringsämnen. Man använder sig därför av dessa vintervärden för att se potentialen för nästa säsong vårblooming.

När ytvattnet värms upp under våren bildas ett temperatursprångskikt, och produktionen av växtplankton kommer igång. Skiktningen förstärks under sommaren av ökad uppvärmning och av att tillrinningen av sötvatten ökar under den varma perioden. Även om näringsämnen tillförs genom tillrinning och nedbrytning av plankton så förbrukas de snabbt, och halterna av näringsämnen är följaktligen mycket låga under sommaren. Under hösten avtar den biologiska aktiviteten när vattnet kyls och temperaturskiktningen försvinner.

I djupvattnet är variationerna mindre. Vattenomsättningens storlek beror på bottenpografien, tillförsel av sötvatten, större inflöden av salt och syrerikt vatten

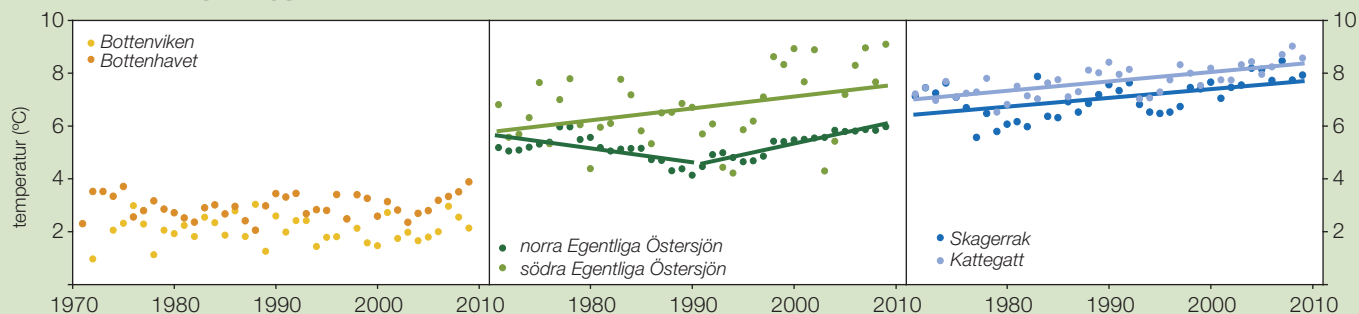


TEMPERATUR I YTVATTEN



↗ Perioden 1970–1990 visar stora variationer i ytvattnets temperatur. I Bottniska viken sjönk den under denna tid. En del av de stora variationerna i början av tidsserien kan dock troligtvis förklaras av att mätningarna inte var lika jämnt fördelade över året som de varit sedan början av 1990-talet, då månadsvisa mätningar infördes. Under den andra mätperioden har ytvattnets temperatur ökat signifikant i samtliga havsområden förutom i Bottniska viken. I Västerhavet är ökningen signifikant över hela perioden.

TEMPERATUR I DJUPVATTEN



↗ Inga signifikanta förändringar i temperaturen kan ses i Bottniska viken. I norra och centrala Egentliga Östersjön minskade temperaturen i djupvattnet signifikant under den första mätperioden. Däremot ökade djupvattnets temperatur signifikant i hela Egentliga Östersjön under den andra perioden, och för södra Egentliga Östersjön är ökningen signifikant över hela mätperioden. I Västerhavet har djupvattnets temperatur ökat signifikant under hela perioden 1971–2009, men särskilt märkbart under den senare mätperioden.



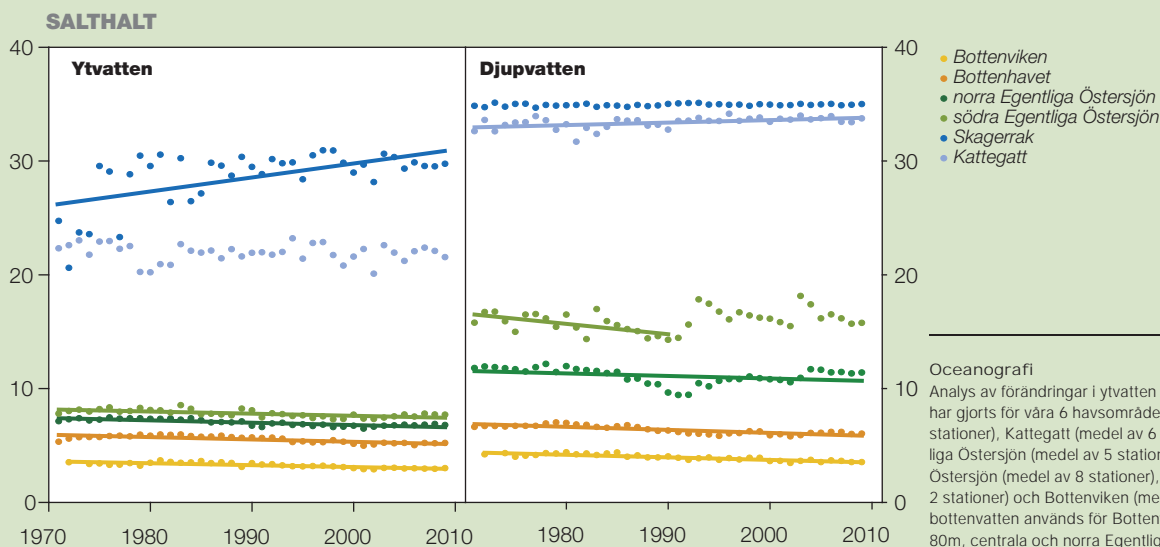
Foto: Sebastian Meckelmann / Stockphoto

från Nordsjön samt belastning från ytvattnet. Skagerrak, som påverkas mycket av Nordsjön, har en god vattenomsättning. Kattegatt är en övergångszon med saltare djupvatten från Skagerrak och sötare ytvatten från Östersjön, och omsättningen av djupvatten kan under kortare tider vara begränsad.

Vattenomsättningen i Egentliga Östersjön är mycket beroende av större inflöden av Nordsjövatten. Här finns ett sötare ytvatten som strömmar norrifrån och ett djupvatten från Västerhavet som bildar en permanent haloklin, grundare i söder och lite djupare i norr. Utbyte av djupvatten sker endast sporadiskt, och i djuphålorna med stagnant vatten bildas svavelväte. I Bottniska viken bildas djupvattnet av ett mellanskikt från Östersjön. Här är skiktningen som svagast, och längst upp i Bottenviken kan vattenmassan vara helt homogen under kalla vintrar. Stigande temperaturer

Det geografiska avståndet längs den svenska kusten skapar en temperaturskillnad mellan de olika havsbassängerna, där årsmedeltemperaturen är lägst i Bottniska viken. I de flesta bassänger har temperaturen stigit sedan början av 1990-talet.

Skillnaderna i salthalt skapar en salthaltgradient från 2 i Bottniska viken till 35 i Västerhavet. I ytvattnet har salthalten minskat i Egentliga Östersjön och Bottniska viken sedan slutet av 1980-talet, men de senaste åren ses nu en ökning i Egentliga Östersjön. Den sjunkande trenden kan även ses i djupvattnet i Bottniska viken, medan Egentliga Östersjön tydligt påverkas av större inflöden av Nordsjövatten och salthalten varierar utan tydliga trender. I Västerhavet kan inga tydliga trender ses, varken i ytvattnet eller i djupvattnet.



Oceanografi

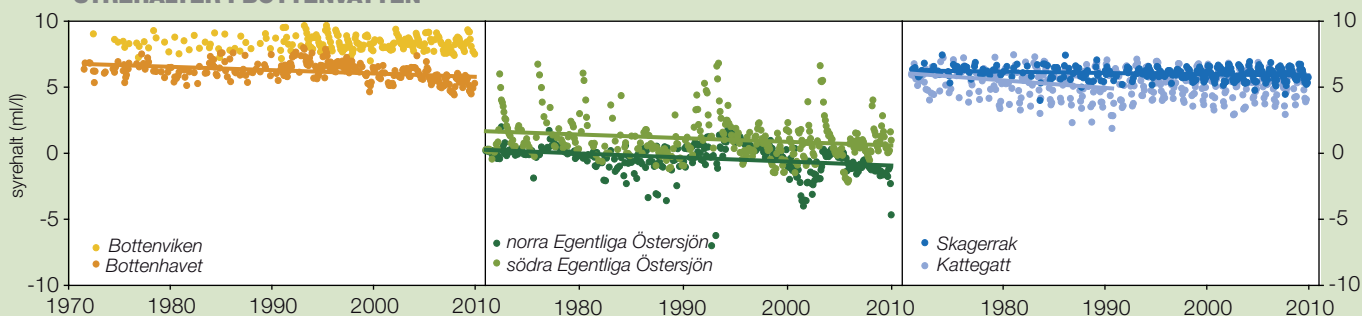
Analys av förändringar i ytvatten (0-10m) och bottenvatten har gjorts för våra 6 havsområden; Skagerrak (medel av 6 stationer), Kattegatt (medel av 6 stationer), södra Egentliga Östersjön (medel av 5 stationer), norra och centrala Östersjön (medel av 8 stationer), Bottenhavet (medel av 2 stationer) och Bottenviken (medel av 2 stationer). Som bottenvatten används för Bottenviken och Bottenhavet > 80m, centrala och norra Egentliga Östersjön > 180m, södra Egentliga Östersjön > 80m, Kattegatt > 30m samt Skagerrak > 75m.

I figurerna för ytvattnet visas årsmedelvärden av temperatur, salthalt, totalfosfor och totalkväve, samt vintermedelvärden (januari-februari i Västerhavet, januari-mars för övriga havsområden) för de oorganiska närsalterna fosfat, DIN (nitrat+nitrit+ammonium) och silikat. I figurerna för bottenvattnet visas årsmedelvärden av temperatur och salthalt, samt månadsmedelvärden av syrehalt. När svavelväte förekommer räknas denna koncentration om till negativt syre, dvs. hur mycket syre som behövs för att oxidera svavelvätet. Analys av trender har gjorts med enkel linjär regression, dels för hela perioden 1971-2009, dels för perioderna 1971-1990 och 1991-2009. I figurerna är endast signifikanta förändringar ($p < 0,05$) markerade. I Bottniska viken är dataunderlaget för den första mätperioden, 1971-1990, varierande då få mätningar har gjorts under året. Inga trendanalyser av temperatur och oorganiska närsalter har därför gjorts för denna period.

➤ I Bottniska viken har salthalten i ytvattnet minskat signifikant under hela perioden. Även i Egentliga Östersjön har en minskning skett under hela perioden, för norra och centrala delen även under den första perioden. De senaste åren kan en liten ökning noteras. I Skagerrak har salthalten ökat signifikant under den första perioden samt hela perioden. Detta beror dock troligast på den stora variationen under 1970-talet. I Kattegatt kan inga signifikanta förändringar ses.

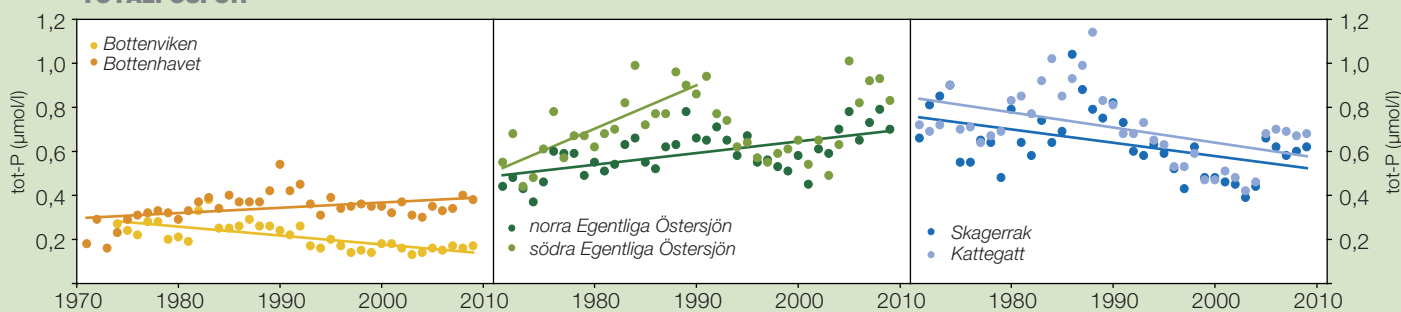
Salthalten i djupvattnet har minskat i Bottniska viken under perioden. I Egentliga Östersjön styrs salthalten av större inflöden av saltvatten från Nordsjön, och de sista stora inflödena 1983, 1993 och 2003 syns tydligt i södra delen. Här minskade salthalten i djupvattnet signifikant under den första mätperioden, men har sedan varierat. I norra och centrala Egentliga Östersjön har den minskat den första perioden och ökat den andra, totalt har en minskning skett under hela mätperioden. I Kattegatt har salthalten ökat signifikant över hela perioden, men förändringen är ytterst liten. I övrigt ses inga förändringar i salthalt i Västerhavet, där omsättningen är god.

SYREHALTER I BOTTENVATTEN

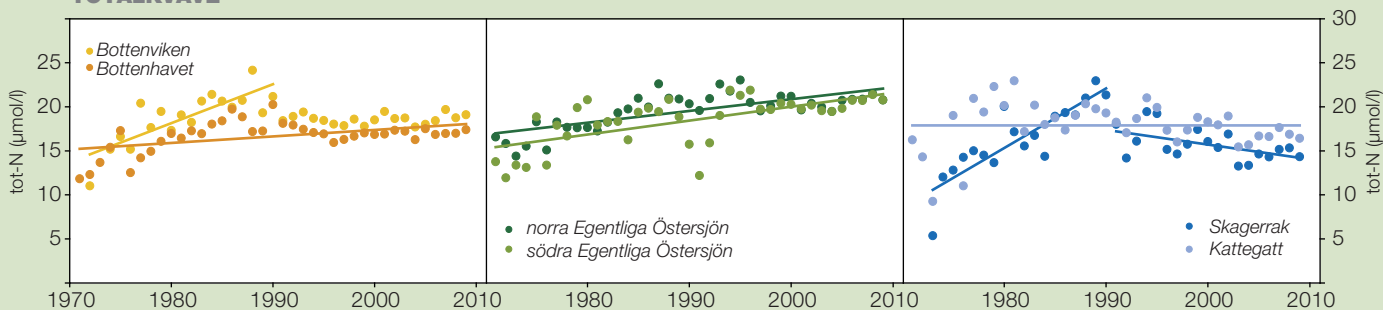


➤ I Bottenviken ligger syrehalterna på höga nivåer och inga förändringar kan ses. I Bottenhavet har syrehalterna i bottenvattnet minskat signifikant, troligen på grund av de försämrade syreförhållandena i Östersjöns mellanskikt som bildar djupvattnet i Bottenhavet. I Egentliga Östersjön är det numera sällsynt med stora inflöden från Västerhavet. I de södra delarna sker normalt några mindre vattenutbyten per år, medan stagnationsperioderna i de norra delarna kan vara långa. Syrehalterna har minskat signifikant i hela bassängen under mätperioden. En allt större del av Östersjöns botten drabbas av syrebrist och utbredning av svavelväte. I Västerhavet, där djupvattnet består av salt Nordsjövatten är vattenomsättningen god, och i Skagerrak finns inga problem med låga syrehalter. I Kattegatt kan omsättningen av djupvatten under kortare perioder vara begränsad. Under första perioden har en signifikant minskning skett i både Skagerrak och Kattegatt, och i Skagerrak även över hela perioden. Minskningen är dock mycket liten.

TOTALFOSFOR



TOTALKVÄVE



➤ Variationer i totalfosfor och totalkväve under året är liten. Under vintern består största delen av totalfosforhalterna och en betydande del av totalkvävehalterna av oorganiska fraktioner. Vår och sommar domineras totalhalterna av organiskt material när de oorganiska fraktionerna tas upp av planktonsamhället. Halterna av totalfosfor och totalkväve ökade signifikant i nästan alla havsområden fram till slutet av 1980-talet. Totalfosforhalterna minskade sedan under 1990-talet för att sedan öka igen under 2000-talet. Totalkvävehalterna har under den andra mätperioden minskat något eller legat på samma nivå. I Västerhavet är minskningen signifikant.

Sjunkande kvävehalter

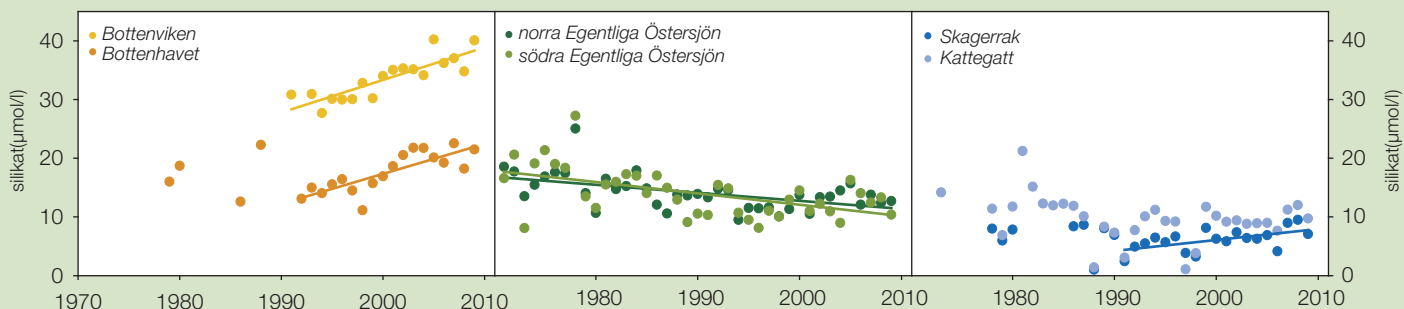
Halterna av totalkväve är ungefär lika i alla bassängerna medan den oorganiska delen är lägre i Bottniska viken och Egentliga Östersjön än i Västerhavet, där mellanårsvariationen är större. Halterna av totalfosfor och fosfat ligger på samma nivå i Västerhavet och Egentliga Östersjön

men är markant lägre i Bottniska viken. De absolut lägsta nivåerna finns i Bottenviken. Däremot är halterna av kisel som högst i Bottniska viken och lägst i Västerhavet.

Halterna av näringsämnen ökade fram till slutet av 1980-talet. Både kväve- och fosforhalterna minskade sedan under 1990-talet. Därefter har kvävehalterna fort-

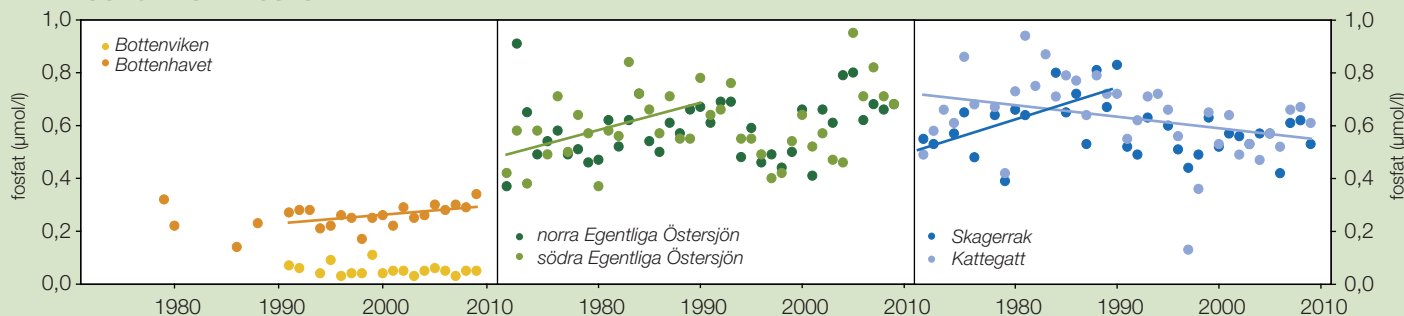
satt att minska eller legat på samma nivå under 2000-talet medan fosforhalterna har ökat. En minskning kan skönjas de senaste åren i Egentliga Östersjön. Kiselhalterna har minskat i Egentliga Östersjön och ökat i Västerhavet och framför allt i Bottniska viken.

KISEL

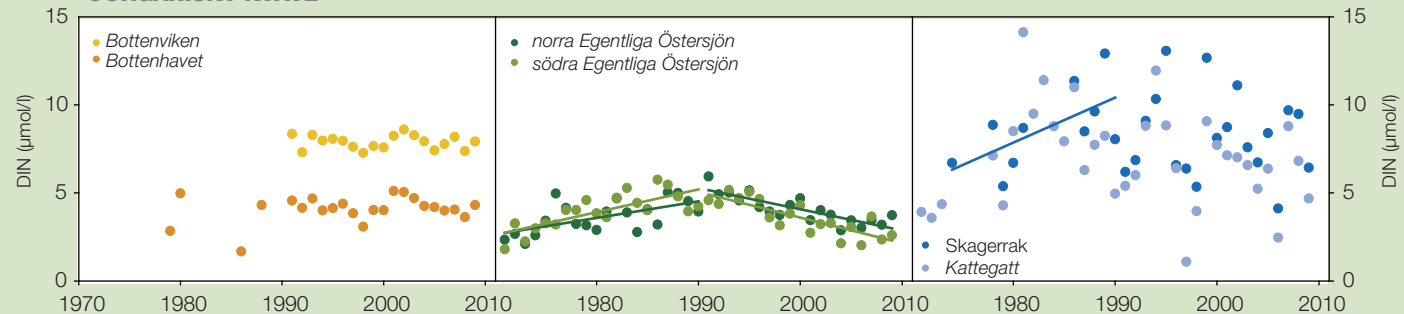


↗ Halterna av kisel minskade under första perioden, signifikant i Egentliga Östersjön. Sedan har halterna planat ut i Egentliga Östersjön. I Skagerrak och framför allt i Bottniska viken har de ökat signifikant.

OORGANISKT FOSFOR



OORGANISKT KVÄVE



↗ Halterna av fosfat ökade signifikant i södra Egentliga Östersjön och Skagerrak under den första mätperioden. Fram till 2000 minskade sedan fosfathalterna för att under det sista årtiondet åter öka. Ökningen de sista åren beror troligen framför allt på interna processer, inte på belastningen från land. Det finns en tendens till minskning de senaste åren. Fosfathalterna i Bottenhavet har ökat signifikant under den andra mätperioden, medan halterna i Bottenviken ligger på oförändrat låga nivåer hela mätperioden.

↗ Halterna av oorganiskt kväve ökade signifikant i Egentliga Östersjön och Skagerrak under den första mätperioden, för att i Egentliga Östersjön sedan minska signifikant under den andra mätperioden. I Västerhavet är årsvariationen större på grund av vattenutbytet med Nordsjön, och inga trender kan ses under den andra mätperioden. Inte heller i Bottniska viken har någon signifikant förändring i halten av oorganiskt kväve skett under den senare perioden.