

Författare:

Anna Edman

Uppdragsgivare:

Bohuskustens vattenvårdsförbund

Rapport nr

2007-6

Granskare:

Kjell Wickström

Granskningsdatum:

2007-01-31

Dnr:

2002/1445/204

Version:

1.0

Jan Szaron

2007-02-01

Hydrografiska mätningar längs Bohuskusten Trender 1990-2006

Anna Edman

Uppdragstagare SMHI 601 76 Norrköping	Kontaktperson Kjell Wickström 011 – 495 8311 kjell.wickstrom@smhi.se
Uppdragsgivare Bohuskustens vattenvårdsförbund Box 305 451 18 Uddevalla Hemsida: www.bvuf.se	Kontaktperson Pege Schelander 0522-159 80 pege.schelander@bvuf.se INFO@bvuf.se
Distribution Bohuskustens vattenvårdsförbund	
Klassificering (x) Allmän () Affärssekretess	
Nyckelord BVVF, hydrografi, trendanalys, närsalter, syre, siktdjup, klorofyll <i>a</i> , POC, PON	
Övrigt	

1 Sammanfattning

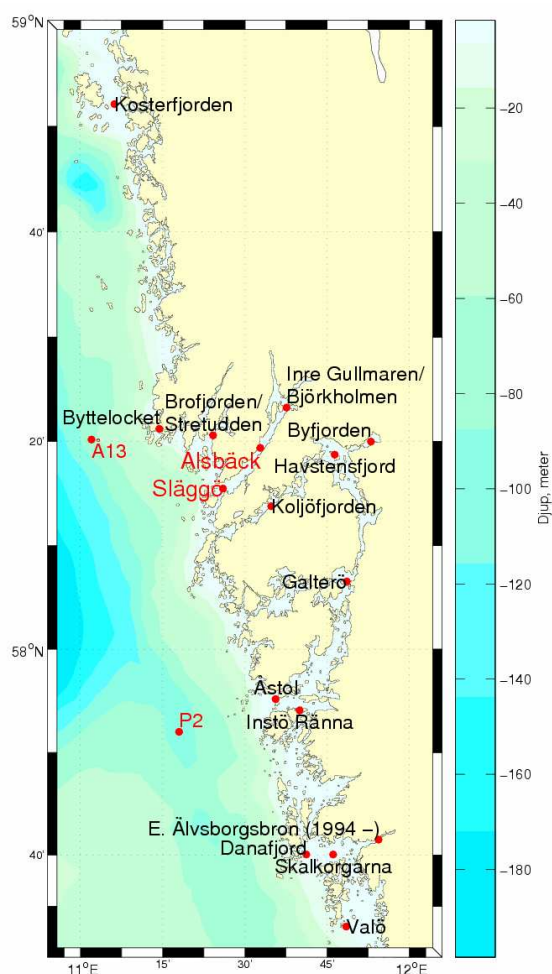
År 2004 gjorde SMHI en trendutvärdering av hydrografiska parametrar längs Bohuskusten, baserat på data från 1990-2004. Trendutvärderingen har här kompletterats och uppdaterats med senaste data, från perioden 1990-2006. Några trender har förändrats, tillkommit eller fallit bort jämfört med utvärderingen år 2004. Resultaten kan sammanfattas i följande punkter:

- Halterna av total-kväve, oorganisk fosfor och oorganiskt kväve (speciellt ammonium) har minskat i hela området.
- Total-fosfor har minskat på flertalet stationer från Byfjorden och söderut.
- Endast enstaka spridda trender har påträffats för övriga näringsämnen, klorofyll *a* och siktdjup.
- Syrehalten i bottenvattnet har minskat vid Skalkorgarna, Valö, Danafjord, Galterö, Byfjorden och Koljöfjorden
- Syrehalten i bottenvattnet har ökat vid Släggö, Alsbäck och i Kosterfjorden
- Både partikulärt organiskt kol och partikulärt organsikt kväve har överlag minskat i området.

2 Bakgrund

År 2004 gjorde SMHI, på uppdrag av Bohuskustens vattenvårdsförbund (BVVF), en sammanställning och utvärdering av de hydrografiska mätningarna längs Bohuskusten (Referens 1). Bland annat gjordes analys av trender av näringsämnen, siktdjup, syre, klorofyll *a*, POC och PON. Dataserierna som då låg till grund för trendutvärderingen sträckte sig från 1990 till en bit in på 2004.

SMHI har fått i uppdrag att uppdatera trendanalyserna som gjordes 2004, med senaste data, eftersom mätningarna fortgått och det i dagsläget finns längre dataserier att utnyttja. I Figur 1 visas en karta över Bohuskusten och de mätstationer som använts i trendutvärderingen.



Figur 1. Karta över Bohuskusten med mätstationernas läge. Kartan inkluderar även Släggö, Alsbäck, Å13 och P2 som inte ingår i BVVF:s kontrollprogram.

3 Resultat

I Tabell 1 – Tabell 4 redovisas resultaten av de trendanalyser som gjorts. Nedgående trender markeras med gröna pilar medan uppgående trender markeras med röda pilar. Observera att en nedgående trend är önskvärd för alla parametrar utom syre och siktdjup, eftersom ökat siktdjup eller ökad syrehalt innebär bättre miljöstatus.

3.1 Trender i näringsämnen, klorofyll *a* och siktdjup

Tabell 1 visar trender i ytvattnet (0-10 m) av kväve, fosfor, klorofyll *a* och siktdjup beräknade med säsongsmässigt Kendall-test.

Tabell 2 visar trender i ytvattnet (0-10 m) av kväve, fosfor, klorofyll *a* och siktdjup beräknade med Mann-Kendall-test på dataserier där säsongsmässiga variationer i data först dragits bort.

*Tabell 1. Signifikanta trender i ytvattnet, 0-10 m, beräknade med säsongsmässigt Kendall-test på 10 % signifikansnivå. Pilar markerade med * anger att trenden var signifikant på 10 % nivå, men inte på 5 % signifikansnivå. Tomma rutor anger att trenden var icke-signifikant.*

Station	Tidsintervall	Tot-N	NO ₂	NO ₃	NH ₄	DIN	Tot-P	PO ₄	SiO ₃	Klorofyll <i>a</i>	Siktdjup
E Älvsborgsbron	1994-2006	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑*	
Skalkorgarna	1990-2006	↓*			↓	↓*		↓			
Valö	1990-2006				↓	↓	↓*	↓			
Danafjord	1990-2006	↓*			↓	↓	↓	↓			
Instö Ränna	1990-2006	↓			↓		↓	↓*			
Åstol	1990-2006	↓*			↓		↓	↓			
Galterö	1990-2006	↓			↓	↓	↓*	↓			
Byfjorden	1990-2006	↓	↓		↓	↓	↓	↓		↓	
Havstensfjord	1990-2006	↓	↓		↓	↓*		↓*			
Koljöfjord	1990-2006	↓			↓	↓*				↓	
Släggö	1990-2006	↓	↓	↓	↓	↓		↓*			
Inre Gullmarn	1990-2006				↓			↓*			
Brofjorden	1990-2006	↓*			↓	↓		↓*			
Byttelocket	1990-2006	↓			↓	↓		↓			↑
Kosterfjorden	1990-2006						↓	↓*			

Tabell 2. Signifikanta trender i ytvattnet, 0-10 m, beräknade med Mann-Kendall-test utifrån tidsserier utan säsongsvariation. Pilar markerade med * anger att trenden var signifikant på 10 % nivå, men inte på 5 % signifikansnivå. Tomma rutor anger att trenden var icke-signifikant.

Station	Tidsintervall	Tot-N	NO ₂	NO ₃	NH ₄	DIN	Tot-P	PO ₄	SiO ₃	Klorofyll <i>a</i>	Siktdjup
E Älvsborgsbron	1994-2006	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	
Skalkorgarna	1990-2006	↓*	↓*		↓		↓*	↓			↓
Valö	1990-2006	↓*			↓	↓	↓	↓			
Danafjord	1990-2006	↓			↓	↓	↓	↓			
Instö Ränna	1990-2006	↓			↓		↓	↓			
Åstol	1990-2006	↓*			↓		↓	↓			
Galterö	1990-2006	↓	↓*		↓	↓	↓*	↓			
Byfjorden	1990-2006	↓	↓		↓	↓	↓*	↓		↓*	
Havstensfjord	1990-2006	↓	↓								
Koljöfjord	1990-2006	↓			↓*					↓	
Släggö	1990-2006	↓	↓	↓	↓	↓		↓	↓		
Inre Gullmarn	1990-2006				↓	↓*		↓			
Brofjorden	1990-2006	↓*			↓	↓					↑
Byttelocket	1990-2006	↓			↓	↓		↓			↑
Kosterfjorden	1990-2006						↓				

3.2 Syretrender i bottenvattnet

Trender i syre i bottenvattnet har beräknats baserat på två olika datasets, dels hela årets data, dels data från hösten (augusti-oktober) då halten oftast är som lägst under året. I Tabell 3 visas trendresultaten för båda perioderna tillsammans med den beräknade medelförändringen i syrehalt, enligt säsongsmässigt Kendall-test.

Tabell 3. Signifikanta syretrender i bottenvattnet, beräknade med säsongsmässigt Kendall-test på 10 % signifikansnivå. Pilar markerade med * anger att trenden var signifikant på 10 % nivå, men inte på 5 % signifikansnivå. Tomma rutor anger att trenden var icke-signifikant.

Station	Tidsintervall	Trend (helår)	Höstitrend (aug-okt)	Medeländring (ml/l per år)	
				Helår	Höst
E Älvsborgsbron	1994-2006				
Skalkorgarna	1990-2006		↓		-0.07
Valö	1990-2006	↓*		-0.02	
Danafjord	1990-2006	↓*		-0.01	
Instö Ränna	1990-2006				
Åstol	1990-2006				
Galterö	1990-2006		↓*		-0.03
Byfjorden	1990-2006	↓		-0.18	
Havstensfjord	1990-2006				
Koljöfjord	1990-2006	↓	↓	-0.07	-0.03
Släggö	1990-2006	↑*		0.02	
Alsbäck	1990-2006	↑	↑	0.04	0.05
Inre Gullmarn	1990-2006				
Brofjorden	1990-2006				
Byttelocket	1990-2006				
Kosterfjorden	1994-2006	↑	↑*	0.03	0.04
Utsjöstationer:					
Å13	1990-2006				
P2	1990-2006		↓*		-0.03

3.3 POC- och PON-trender

Trender i POC och PON har beräknats med säsongsmässigt Kendall-test och redovisas för de 6 stationer där mätningar sker i Tabell 4.

Tabell 4. Signifikanta trender i ytvattnet, värden från 0 m och 5 m djup, beräknade med säsongsmässigt Kendall-test på 10 % signifikansnivå. Pilar markerade med * anger att trenden var signifikant på 10 % nivå, men inte på 5 % signifikansnivå. Tomma rutor anger att trenden var icke-signifikant. I befintligt kontrollprogram mäts POC och PON endast vid stationerna i tabellen.

Station	Tidsintervall	POC	PON
Danafjord	1990-2006	↓*	↓*
Åstol	1990-2006	↓*	↓*
Havstensfjord	1990-2006	↓*	↓*
Koljöfjord	1990-2006	↓*	↓*
Brofjorden	1990-2006	↓*	↓*
Kosterfjorden	1990-2006		

4 Vad har hänt? – Kommentarer till tabellerna

4.1 Trender i näringsämnen, klorofyll *a* och siktdjup

Halterna av flera av näringsämnena har minskat signifikant under perioden 1990-2006. Speciellt gäller detta Tot-N, NH₄, DIN och PO₄ i så gott som hela kustbandet, men även Tot-P har minskat på flertalet stationer från Byfjorden och söderut. Endast på en station finns en signifikant trend när det gäller SiO₃, nämligen Släggö, där SiO₃-halten har minskat.

Ingen station uppvisar en signifikant ökning av undersökta näringsämnen. Alla signifikanta trender har alltså varit nedgående när det gäller näringsämnen.

Halten klorofyll *a* har minskat i Byfjorden och Koljöfjorden medan den ökat vid E Älvsborgsbron.

Siktdjupet har blivit bättre (ökande trend) i Brofjorden och Byttelocket medan en försämring/minskning i siktdjup ägt rum vid Skalkorgarna.

4.1.1 Jämförelse mot föregående trendutvärdering

De trender som tagits fram här skiljer sig på några punkter från de trender som beräknades 2004. Framförallt syns idag en signifikant minskning i Tot-N på i stort sett alla stationer, som inte var lika tydlig vid förra utvärderingen. Däremot finns inte längre någon signifikant minskning av Tot-P i de norra delarna av kustbandet. Inte heller de signifikant ökande klorofyll *a*-halter som beräknades vid föregående

utvärdering existerar längre, med undantag av E Älvsborgsbron där trenden består. I övrigt visas i stort sett samma trender som förut, med främst minskande NH_4 , DIN och PO_4 .

4.2 Syretrender

Både nedåtgående och uppgående trender i syre i bottenvattnet har påträffats. Vid Släggö, Alsbäck och i Kosterfjorden har syrehalterna ökat, medan Skalkorgarna, Valö, Danafjord, Galterö, Byfjorden och Koljöfjorden visar minskade halter. Av de stationer som uppvisat minskade syrehalter är det bara Byfjorden och Koljöfjorden som emellanåt är helt syrefria och där svavelväte bildas. Vid Skalkorgarna, Valö och Danafjord ligger syrehalten som lägst kring 3-4 ml/l och vid Galterö har syrehalter strax under 2 ml/l uppmätts som lägst under perioden.

4.2.1 Jämförelse mot föregående trendutvärdering

Vid jämförelse mot 2004 års utvärdering finns nu en signifikant ökande syrehalt vid Släggö, Alsbäck och Kosterfjorden. Dessutom finns nu en signifikant minskning av syre i Byfjorden som inte fanns då. I övrigt är trenderna i stort sett desamma som 2004.

4.3 POC- och PON

Både POC och PON har överlag minskat i området. Vid alla stationer, utom Kosterfjorden, finns signifikanta nedgående trender i POC och PON. Det gjorde det också vid utvärderingen 2004, men då visades en ökning i PON-halten i Kosterfjorden, som inte finns idag, se Tabell 4.

5 Dataunderlag för trendutvärdering

Provtagning längs Bohuskusten utförs regelbundet enligt ett fastställt kontrollprogram. Kartan i Figur 1 visar vilka mätstationer som ingår i kontrollprogrammet. Vid alla stationer sker provtagning på standarddjup från ytan till botten, utom vid Alsbäck där mätningar endast utförs i bottenvattnet.

I trendanalysen har huvudsakligen data från 1990-2006 använts, men med ett par undantag. Station Älvsborgsbron lades ner 1994 och ersattes med E Älvsborgsbron längre österut, vilket gör att trendanalyserna på denna station grundar sig på dataserier från 1994-2006. Dessutom saknas mätningar från bottenvattnet i Kosterfjorden före 1994, vilket gör att syreutvärderingen bygger på data från 1994-2006 på denna station.

De parametrar som utvärderats är:

- Näringsämnen kväve, fosfor och kisel i form av:
 - Oorganiskt kväve (DIN), bestående av summan av fraktionerna nitrit (NO_2), nitrat (NO_3) och ammonium (NH_4)
 - Oorganiskt fosfor (Fosfat, PO_4)
 - Oorganiskt kisel (Silikat, SiO_3)
 - Oorganiskt + organiskt kväve (Tot-N)
 - Oorganisk + organisk fosfor (Tot-P)
- Siktdjup
- Klorofyll *a*
- Partikulärt organiskt kol och kväve (POC och PON)
- Syre (O_2)

6 Metoder för trendutvärdering

För att undersöka om det finns en trend i en dataserie har två olika typer av trendanalyser gjorts på materialet, linjär regression och en icke-parametrisk metod (säsongsmässigt Kendall-test).

Säsongsmässigt Kendall-test, som är en modifierad form av Mann-Kendall-test, används ofta inom miljöområdet för att undersöka trender hos t.ex. månadsvisa vattenkvalitetsdata. Detta beror på att testet är bra på att hantera data som varierar under året, olika typer av datafördelningar, luckor i dataserien och avvikande datapunkter.

Linjär regression däremot förutsätter att dataunderlaget är normalfördelat och metoden är mer känslig för t.ex. avvikande värden. Som jämförelse till säsongsmässigt Kendall-test har linjär regression genomförts på dataserier där den säsongsmässiga variationen först tagits bort. Från varje serie har då årsmedelcykeln subtraherats, d.v.s. från alla januaridata subtraherades januari-medelvärdet osv.

I trendanalys med säsongsmässigt Kendall-test räknas signifikans av trenderna fram, d.v.s. hur säker en trend är. I denna utredning har trender på 10% signifikansnivå studerats, vilket betyder att det är mindre än 10% sannolikhet att identifierade trender är ett resultat av slumpen.

Mer information om Mann-Kendall-test och säsongsmässigt Kendall-test ges i Referens 2.

7 Referenser

- Referens 1.* Axe P, Andersson L., Håkansson B., Sahlsten E. & Ingemansson A.,
”Sammanställning och utvärdering av de hydrografiska mätningarna längs
Bohuskusten.” SMHI Rapport 2004-57
- Referens 2.* Hirsch R.M., Slack J. & Smith R., ”*Techniques of trend analysis for monthly
water quality data*”, Water Resources Research vol 18 nr 1, pp 107-121,
February 1982