

# Brunifiering av våra vatten

LARS SONESTEN, SLU

På flera håll i världen har man sett att inlandsvattnen har blivit brunare. Denna brunifiering orsakas av humusämnen som dominerar det lösta organiska materialet i våra vatten. I Sverige sker en ökad uttransport av organiskt kol till våra havsområden. Detta kan till viss del förklaras av klimatförändringar, men det är troligen en kombination av orsaker som ligger bakom.

■ Ökande halter av löst organiskt material har under de senaste två decennierna noterats för många sjöar och vattendrag i både den norra delen av Europa och i Nordamerika. Detta har resulterat i brunifiering av våra inlandsvatten. Orsaken är de bruna humusämnen som är nedbrytningsprodukter från framförallt växter på land. Dessa dominerar det naturliga lösta organiska material som finns i inlandsvatten i framförallt barrskogsregioner. Flera olika teorier har lagts fram om varför denna utlakning av humusämnen från våra marker ökar. Bland annat anses klimatförändringar och ett minskat atmosfäriskt nedfall av svavel och kväve kunna ligga bakom denna ökade uttransport. Sannolikt är det en kombination av flera olika orsaker som ligger bakom fenomenet.

## Brunare även i Sverige

I Sverige är det främst i den södra delen av landet som detta fenomen har iakttagits. Detta överensstämmer med den statistiskt säkerställda ökningen av den flödesnormaliserade totala mängden organiskt kol till ett flertal av de svenska havsområdena från mitten av 1990-talet. I två områden, Bottenviken och Skagerrak, är den ökade belastningen inte statistiskt säkerställd,



Foto: Stefan Löfgren, SLU



➤ En ökad mängd humusämnen i vatten ger en brunare färg. Denna brunifiering av inlandsvattnen har konstaterats på flera håll i världen.

| FÖRÄNDRINGAR I VATTENFÖRING | 1969-2009    |     |          | 1995-2009    |     |          |
|-----------------------------|--------------|-----|----------|--------------|-----|----------|
|                             | Vattenföring | TOC | TOC norm | Vattenföring | TOC | TOC norm |
| Bottenviken                 | ++           |     |          |              |     |          |
| Bottenhavet                 |              |     | -        |              |     | +        |
| Östersjön                   |              | ++  | +++      |              |     | ++       |
| Öresund                     |              |     |          |              |     | +        |
| Kattegatt                   | ++           |     | --       |              |     | +        |
| Skagerrak                   |              | ++  | +++      |              |     |          |
| Alla områden                | ++           |     |          |              |     | +        |

➤ Statistiskt säkerställda förändringar i vattenföring och belastning av totalmängden organiskt kol (TOC) under tidsperioderna 1969-2009 respektive 1995-2009. Kolumnen TOC norm har flödeskorrigerats. Analyser för monoton trend gjorda med Mann-Kendall (Programvara Multitest). Ökande respektive minskande belastning symboliseras med +/- .  $p < 0,05 = +/-$ ,  $p < 0,01 = ++/-$ ,  $p < 0,001 = +++/-$

men i båda fallen så är ökningarna nästan säkerställda.

Om man däremot tittar på förändringar i belastning av organiskt material över hela tidsperioden från 1969 ser man en säkerställd ökning för Skagerrak och Egentliga Östersjön, medan belastningen på Bottenhavet och Kattegatt har minskat.

### Konsekvenser av brunifiering

Ökande mängder av humusämnen i våra vatten innebär bland annat att transporten av ämnen kopplade till dessa humusämnen, som fosfor och många metaller, ökar. Det kan i förlängningen betyda att belastningen på havsmiljön av olika metaller ökar. Till viss del vägs det upp av att biotillgängligheten för metaller många gånger minskar när de är bundna till humusämnen.

Ökande halter av humusämnen i vattnet skapar dessutom problem i våra vattenverk, då de kan orsaka tillväxt av mikroorganismer i ledningsnätet. För att motverka detta kan man antingen filtrera råvattnet eller behandla det kemiskt för att minska hälsoriskerna. **S**

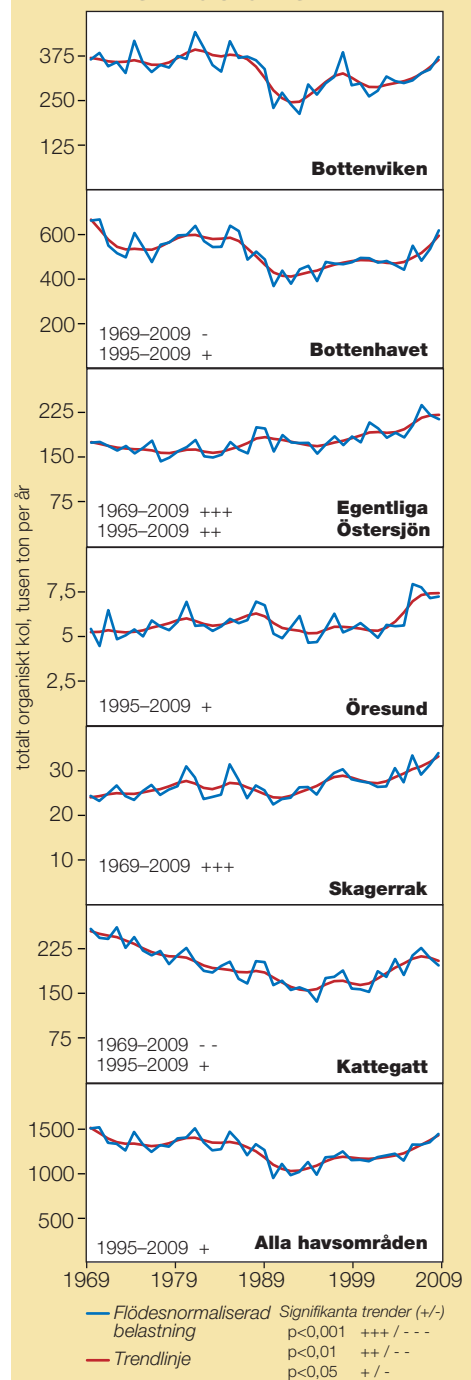
#### LÅSTIPS:

Monteith m.fl. 2007. *Dissolved organic carbon trends resulting from changes in atmospheric deposition chemistry*. Nature 450:22. s 537-541.

Löfgren m.fl. *Vattens färg - Klimatbetingad ökning av vattens färg och humushalt i nordiska sjöar och vattendrag*. <http://publikationer.slu.se/Filer/SLUsvensk.pdf>

Pirzadeh och Collvin 2008. *Blir vattnet i skånska sjöar och vattendrag allt brunare?* Länsstyrelsen i Skåne län, Miljöavdelningen Rapport 2008:11. ISBN: 978-91-85587-98-8

### BELASTNING ORGANISKT MATERIAL



➤ För att kunna se underliggande tendenser till förändrad belastning kan belastningen flödeskorrigeras. På så sätt tar man bort effekterna av att vattenavrinningen varierar med tiden. Den flödeskorrigerade belastningen av organiskt material har ökat till flertalet av våra havsområden sedan mitten av 1990-talet, vilket även gäller den totala belastningen till havet som helhet. Ser man däremot till hela undersökningsperioden från 1969 så ökar belastningen av organiskt material endast till två av områdena, Östersjön och Skagerrak, medan den tenderar till att minska till Bottenhavet och Kattegatt.



Foto: Mikael Hjerpe/Stockphoto

## Nederbörden styr

Figurerna på nästa sida visar att uttransporten av närsalter från de svenska landområdena är mycket stabil, vilket beror på att den i hög grad styrs av vattenavrinningen. Nederbördsrika år förs större närsaltsmängder ut i havet, medan mängderna är mindre under torra år. Inga tydliga tendenser till ökande eller minskande närsaltsbelastning kan ses under de fyra decennier som övervakningen pågått.

Nederbörden under 2009 var jämförelsevis normal över större delen av landet, med undantag för de allra sydligaste och nordligaste delarna som hade ovanligt låg nederbörd. Följaktligen var även vattenflödet ut till Öresund och till Bottenviken lägre än normalt, vilket resulterade i ovanligt låga närsaltstransporter till dessa havsområden. I den mellersta delen av landet orsakade kraftiga sommarregn att avrinningen ökade något, vilket gjorde att medelvattenföringen var förhållandevis normal.

För den totala fosforbelastningen för hela landet finns en svag, men statistiskt säkerställd, minskning sedan 1995. Kvävebelastningen uppvisar däremot ingen statistiskt säkerställd förändring under samma period, med undantag för en viss

ökning till Skagerrak. Belastningen av löst organiskt material har med undantag för Bottenviken och Skagerrak ökat sedan 1995.

## En effekt av åtgärder?

Under flera decennier har olika åtgärder satts in för att minska närsaltsbelastningen på våra vatten. Är den minskning av den totala fosforbelastningen vi nu ser en effekt av dessa åtgärder? Sannolikt inte, eftersom den största belastningen sker till Bottenviken och Bottenhavet där åtgärdsutrymmet är mycket litet, eftersom den belastningen till stor del anses vara naturlig. Dessa två områden är dessutom de enda havsområden som i den statistiska analysen är nära att ge statistiskt säkerställda belastningsminskningar för fosfor, medan övriga områden visar långt ifrån säkerställda förändringar.

Hur kan då den totala fosforbelastningen visa en statistiskt säkerställd minskning, trots att ingen förändring till de olika havsområdena är säkerställd? Detta beror sannolikt på den utjämnande effekt av mellanårsvariationen som den totala belastningen får. En högre upplösning på underlagsmaterialet ger en högre variation vilket gör det svårt att statistiskt säkerställa eventuella förändringar.

## Tar tid att se resultat

Att inga tydliga effekter syns av de olika åtgärder som har satts in har flera förklaringar. En anledning kan vara att transporten av organiskt material har ökat. I det organiska materialet finns fosfor och kväve bundet, och den ökade transporten skulle därmed kunna maskera eventuella effekter av insatta åtgärder. Även tröghet i både mark och vatten gör att det tar tid, i vissa fall mycket lång tid, innan effekter av åtgärder kan skönjas fullt ut. Däremot har åtgärderna i många fall haft en positiv effekt på närområdet i såväl inlandsvatten som kustområden. Närsaltsbelastningen och situationen i våra vatten skulle sannolikt vara värre om vi inte hade vidtagit dessa åtgärder.

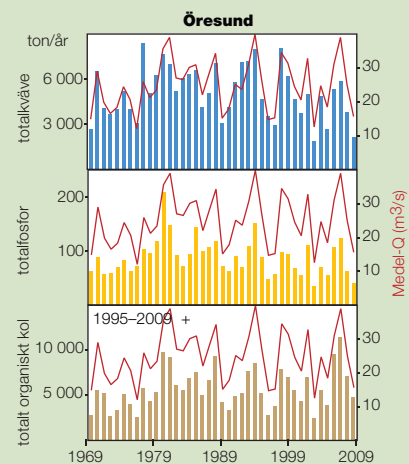
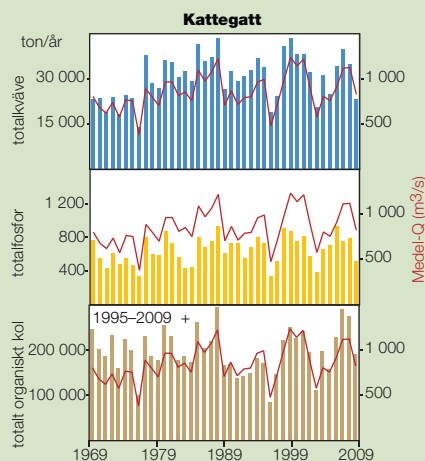
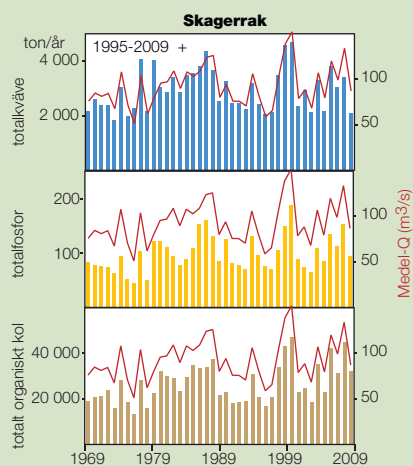
## LÄSTIPS:

På Naturvårdsverkets hemsida, [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se) kan du läsa mer om övervakningsprogrammet Flodmyrningar, samt hitta den årliga rapporten Sötvatten.

SMHI, Vattenåret 2009. Faktablad nr 45.

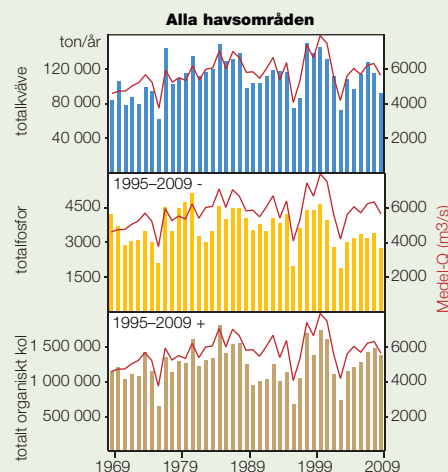
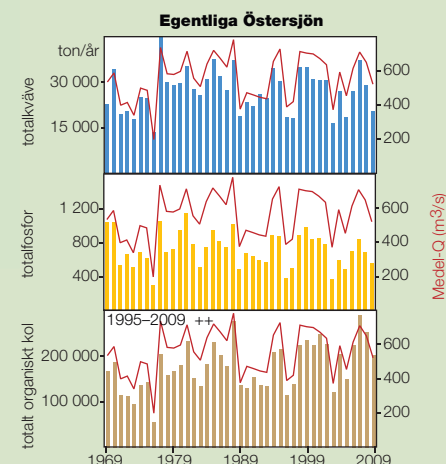
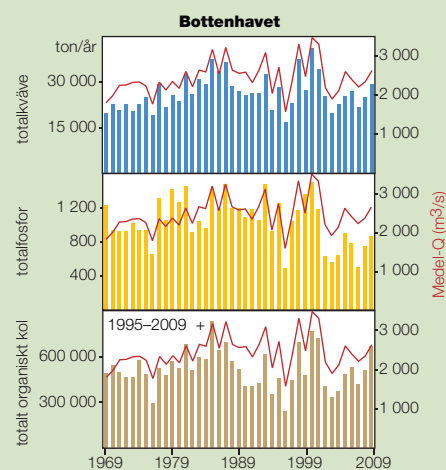
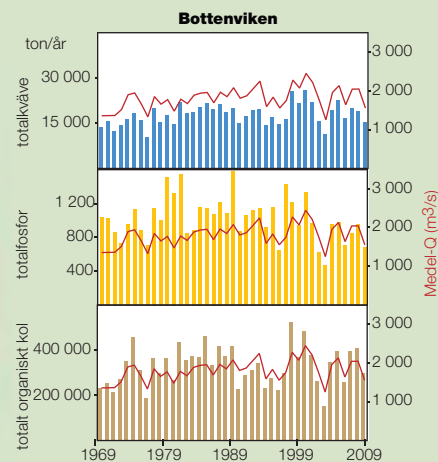
Statistiska analyser av tidsserier med programvarorna Multitest och Multitrend. <http://www.ida.liu.se/divisions/stat/research/Software/index.en.shtml>

## BELASTNINGEN PÅ HAVET



Signifikanta trender (+/-)  
 $p < 0,001$  +++ / ---  
 $p < 0,01$  ++ / --  
 $p < 0,05$  + / -

➤ Stapeldiagrammen visar den årliga belastningen av kväve, fosfor och totalmängden organiskt kol via vattendragen på de olika havsbassängerna samt på havet totalt. Årsmedelvattenföringen (röd linje) uppvisar generellt sett en stor mellanårsvariation.



Kvävebelastningen har inte förändrats nämnvärt sedan 1995. Den totala fosforbelastningen har minskat något sedan 1995. Den flödesnormaliserade belastningen av löst organiskt material (mätts som totalmängden organiskt kol, TOC) har med undantag för Bottenviken och Skagerrak ökat sedan 1995. All belastning styrs till stor del av vattenföringen.