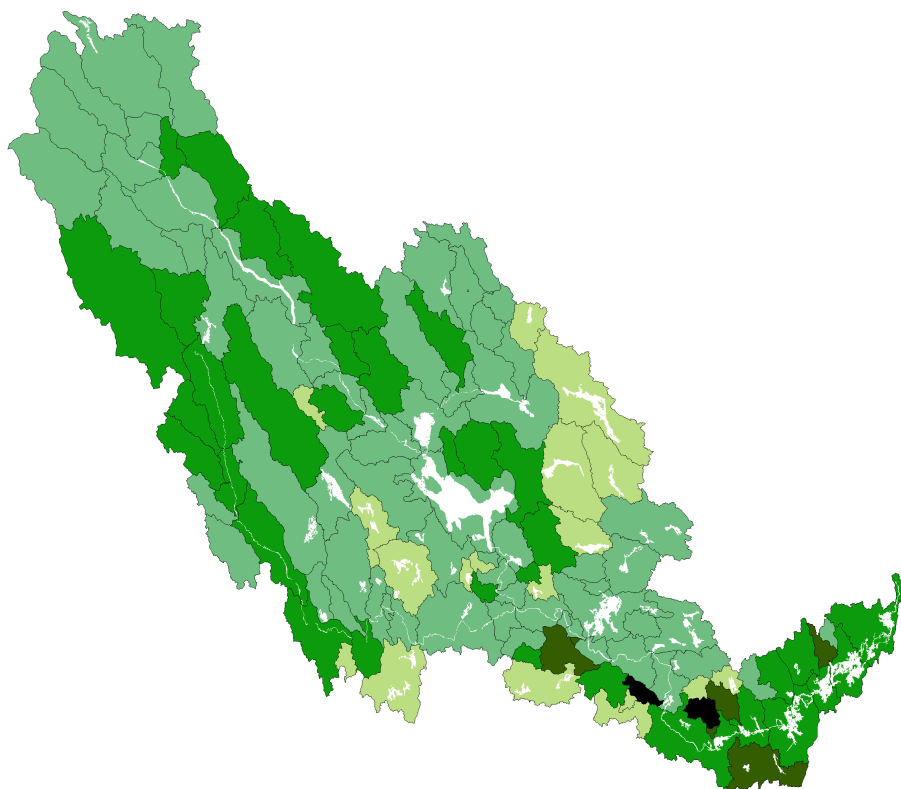


Närsalter i Dalälven 1990-2000



halter & mängder
ursprung & trender
samband & konsekvenser

Rapport för Dalälvens Vattenvårdsförening, DVVF, 2002.

För innehåll och framförda åsikter svarar författarna.

Kartor publicerade med tillstånd av Lantmäteriverket, 96.0352.

ISSN 1403-3127

Omslagsbild: Modellerade totalfosforhalter i delavrinningsområdenas utlopp.

Förord

Dalälvens vattenvårdsförening (DVVF) undersöker sedan 1990 miljöförhållandena i ett antal sjöar och vattendrag i Dalälvens avrinningsområde. Varje år sammanställs resultaten i en årsrapport och med jämna mellanrum ges temarapporter ut med fördjupade analyser och sammanställningar av olika ämnesområden. I föreliggande rapport behandlas närsalterna kväve och fosfor under perioden 1990-2000.

Rapporten har tagits fram av Mats Tröjbom¹, Mopelikan och Lennart Lindeström², ÅF-Miljöforskargruppen. Hans Olofsson, Länsstyrelsen i Dalarna, samt Stefan Löfgren, Institutionen för miljöanalys SLU, har bidragit med konstruktiva synpunkter under arbetets gång.

November 2002

Mats Tröjbom
Lennart Lindeström

¹ Mopelikan, Slänningebacke 10975, 761 72 Norrtälje, 0176-227237, mopelikan@swipnet.se

² ÅF-Miljöforskargruppen AB, Fryksta Sjöleden 9, 665 91 Kil, 0554-405 50, lennart.lindeström@mfg.se

Dalälvens vattenvårdsförening – DVVF

Dalälvens vattenvårdsförening (DVVF) bildades 1990 med målsättningen att bland annat följa utvecklingen i ett urval sjöar och vattendrag i Dalälven. Mätningar i DVVF:s regi har pågått under mer än ett decennium. Varje år ges en årsrapport ut där de aktuella mätresultaten redovisas och vissa år har även temarapporter sammanställts med en fördjupad analys av en ämnesgrupp eller frågeställning

Dalälvens vattenvårdsförenings policy

Föreningen skall opartiskt verka för en god vattenvård och för att förbättra vattenkvaliteten i Dalälven. Föreningen skall vara opinionsbildande på ett övergripande plan och redovisa resultat på ett faktamässigt och vetenskapligt sätt och även initiera till förutsättningslösa diskussioner, debatter och undersökningar på basis av de resultat som framkommer i den samordnade recipientkontrollen för Dalälven. Föreningen skall ej verka som myndighet eller yttra sig i prövnings- eller tillsynsärenden.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
1. Bakgrund, syfte och förutsättningar	9
Rapportens syfte och struktur.....	9
Fosfor och kväve – livsnödvändiga ”föroreningar”	10
Provtagningsprogrammet	12
Interkalibrering mellan NRR och DVVF/SRK	16
Vattenföring – korrigerad vattenbudget	18
2. Tillståndet i sjöarna	21
Halter i sjöar – översikt.....	21
Geografisk variation i avrinningsområdet	27
Halter – tidsserier	28
Haltvariationer under året.....	33
3. Tillståndet i vattendragen	35
Halter i vattendrag - översikt.....	35
Geografisk variation – halter längs huvudfåroarna	37
Halter - tidsserier	40
Materialtransporter i vattendragen.....	43
Årstidsvariationer - halter och transporter.....	46
Arealförluster – specifik avrinning – flödesvägda halter	49
4A. Bruttokällfördelning	53
METODER OCH UNDERLAG.....	53
Geografisk indelning i delavrinningsområden	53
Punktkällor – Avloppsreningsverk, industrier och fiskodlingar.....	55
Punktkällor - Enskilda avlopp	57
Diffusa källor – deposition och förluster från mark	60
RESULTAT	65
Validering av beräknade typhalter	65
Bruttokällfördelning	69
Beräknade genomsnittliga arealförluster	73
Beräknade halter i mindre vattendrag.....	73
4B. Retention och nettokällfördelning	77
METODER OCH UNDERLAG.....	77
Övergripande beskrivning av vattendragmodellen.....	77
Retentionsmodeller för kväve och fosfor	78
Justeringar och kalibrering	79
RESULTAT	80
Kalibreringsresultat	80
Validering av vattendragmodellen	83
Nettokällfördelning	85
Modellerade halter i delavrinningsområdenas utlopp.....	87
Fastläggning – hur mycket når havet?.....	88
DISKUSSION	90
5. Exempel på konsekvenser i sjöar	95
Översikt.....	95
Växtplankton	96
N/P-kvoter - tillväxtbegränsande näringsämne	99
Bioproduktion - vattenkvalitet	101
Bottenfauna och fisk.....	105
6. Slutsatser	109

Bilagor

- A Tidsserier – sjöar
- B Statistik – sjöar
- C Specifik avrinning
- D Tidsserier – vattendrag
- E Statistik – vattendrag
- F Vattendragsregister – NP-områden
- G Källfördelning – kväve
- H Källfördelning – fosfor
- I Källfördelning per delavrinningsområde
- J Sammanställning punktkällor
- K Markanvändning
- L Jämförelse mellan DVVF/SRK och NRR-stationer
- N Växtplankton - fördelningsdiagram
- O Klassning enligt Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder
- P Trendanalys sjöar
- Q Trendanalys vattendrag
- R Månadsmedelvärden sjöar
- S Jämförelse medianvärden 6/12 ggr per år
- T Månadsmedelvärden vattendrag
- U Regionala arealförluster för jordbruksmark
- V Källfördelning per station - transporter
- W Kartbilagor sjöar och vattendrag

Sammanfattning

Vad är ett närsalt?

Närsalter är ämnen som växter behöver för att genomföra sin livscykel. Till de viktigaste närsalterna hör fosfor och kväve. Dessa ämnen, som är nödvändiga byggstenar i både växter och djur, måste växter ta upp från omgivningen i form av lösta salter.

Tillgång på fosfor och kväve i våra vattendrag och sjöar är därför en förutsättning för allt biologiskt liv. Men om dessa ämnen förekommer i för stora mängder beroende på exempelvis utsläpp från mänskliga verksamheter, kan det leda till allt för stor växtproduktion med t.ex. dåliga ljusförhållanden, igenväxning och låga syrgashalter som följd.

Vad är det för särskilt med Dalälven?

Dalälven avvattnar ett markområde, som upptar nästan 6,5 % av Sveriges yta. Med sina fjäll, skogar och jordbruksmarker, vidsträckta myrområden och stora sjöar, ödebygder och tätorter är det antagligen det mest mångskiftande bland alla avrinningsområden till Sveriges större vattendrag. Dess geografiska läge gör att detta landområde i flera avseenden kan sägas representera landets genomsnitt. Miljötillståndet i Dalälven, dess utveckling i tiden och sambanden mellan olika variabler har därför ett allmänt informationsvärde även långt utanför Dalälvens gränser.

Vilka uppgifter kan man hitta i rapporten?

Miljöförhållandena i Dalälven undersöks fortlöpande av Dalälvens vattenvårdsförening. Undersökningarna har fortgått i sjöar och vattendrag sedan 1990. I denna temarapport sammanställs data om kväve och fosfor från perioden 1990-2000. Bland annat behandlas haltnivåer i vatten i olika delar av avrinningsområdet, hur halterna varierar under året och om några trender förekommer.

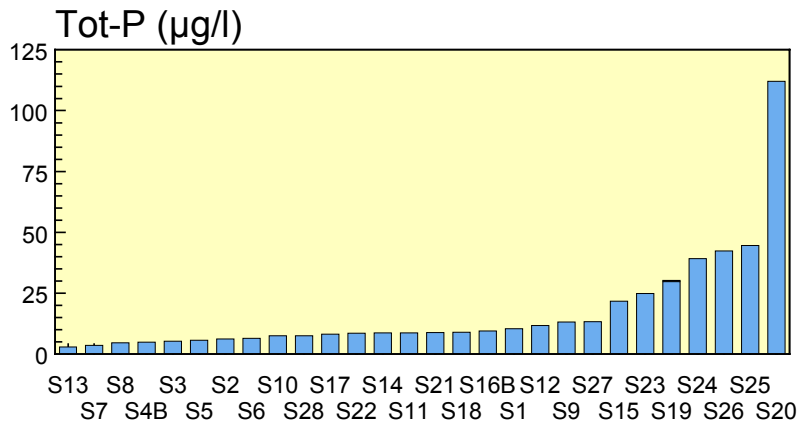
Med hjälp av vattenföringsdata beräknas också transporterade mängder av kväve och fosfor i olika delar av vattensystemet. I rapporten delas hela avrinningsområdet in i över hundra delområden. För varje delområde har information sammanställts om markanvändning, glesbygdsboende, utsläppskällor etc. Tillsammans med uppgifter om läckage/utsläpp av kväve och fosfor från de olika markslagen och boendeformerna, upprättas i rapporten en källfördelningsmodell. Med modellens hjälp kvantifieras därefter de olika källorna av kväve och fosfor till älven. I modellen uppskattas även retentionen, d.v.s. fastläggningen längs vattensystemet och hur mycket som når havet.

Slutligen görs en genomgång av de biologiska förhållandena och kopplingen till i första hand fosfor som i regel är den begränsande faktorn i sötvatten. Näringsrikedomens betydelse analyseras för bl.a. algfloras och bottenfaunans artrikedom och biomassan i sjöarna.

På följande sidor presenteras några av resultaten i kapitel 2-5. I kapitel 6 sammanfattas alla slutsatser i punktform.

Vilka halter förekommer i sjöarna? (Kap. 2)

Många sjöar inom Dalälvens avrinningsområde är väldigt näringsfattiga. Exempelvis uppvisar Rogsjön norr om Falun (S13) vintertid i allmänhet en halt på 2 µg/l. I Brunnsjön strax söder om Hedemora (S20) kan fosforhalten istället överstiga 100 µg/l. Kvävet uppvisar en liknande bild. Skillnaden i näringsrikedom mellan de undersökta sjöarna är alltså väldigt stor.



Fosforhalten i de undersökta sjöarnas ytvatten skiljer sig åt från 3 µg/l till över 100 µg/l (avser årsmedel-halt i ytvattnet under 1990-2000).

I än högre grad förekommer stora skillnader mellan sjöarna av enskilda närsaltfraktioner. Den direkt biotillgängliga nitratfraktionen uppträder under augusti månad i vissa sjöar i koncentrationer, som understiger mätmetodens detektionsgräns (5 µg/l). I andra sjöar består en stor del av vattnets kväve av just nitrat under denna del av året. Dessa skillnader beror i vissa fall på utsläpp av nitratkväve från olika källor, i andra fall på brist på något ämne för algproduktionen, troligtvis fosfor.

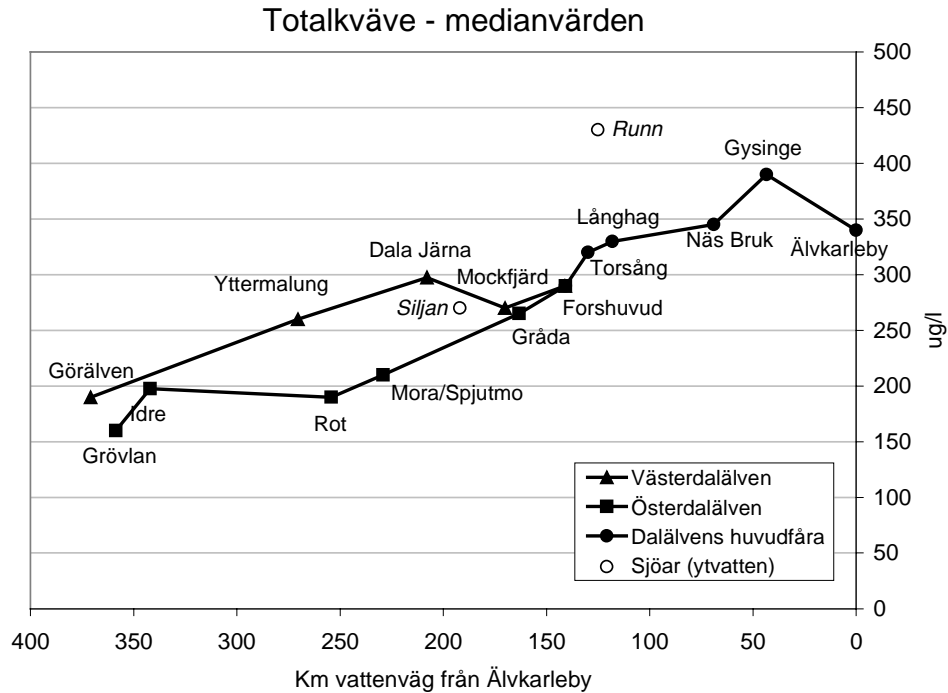
Flera exempel finns på att fosfor och kväve avgår från bottenarna i samband med låga syrgashalter i sjöars bottenvatten. Orsaken till de ansträngda syreförhållandena är i allmänhet ett alltför stort tillflöde av näringsämnen från omgivningarna, vilket leder till en överproduktion av växter, som i sin tur förbrukar syrgas när de dör och bryts ner.

Hur ser det ut i vattendragen? (Kap. 3)

På motsvarande sätt som för sjöarna finns det bäckar och åar inom Dalälvens avrinningsområde som är väldigt näringsfattiga, liksom vattendrag som har mycket höga koncentrationer av fosfor och kväve. I Dalälvens huvudfåra ökar generellt sett näringshalterna nedåt i älven. I Västerdalälven är koncentrationerna högre än i Österdalälven.

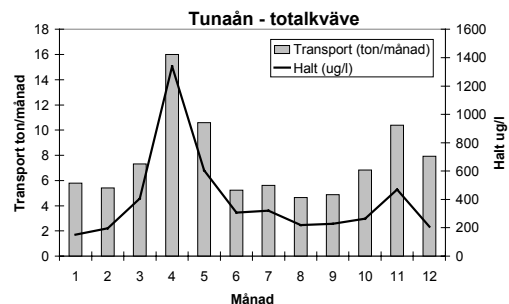
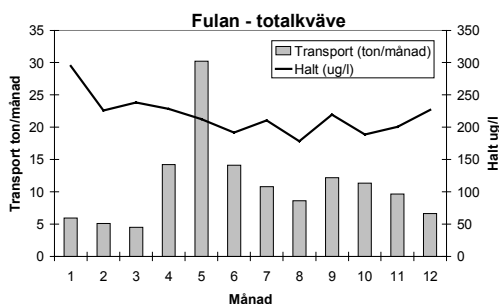
För vattendrag brukar man räkna om koncentrationerna till transporterade mängder med hjälp av uppgifter om vattenföring. Sätts dessa mängder i relation till den markyta som avvattnas, får man ett mått på arealförlusten. Areal förlusten för fosfor är, kanske något förvånande, lika stor i övre delen av Västerdalälven, som i flera vattendrag som avvattnar marker med inslag av jordbruksmark. En förklaring till detta är att nederbörden är väsentligt större i fjälltrakterna än i jordbruksområdena.

Sammanfattning



Kvävehalten längs Dalälvens huvudfåra. Halten ökar nedåt i älven och är högre i Väster- än i Österdalälven (avser medianhalt under 1990-2000).

På några mätstationer har tydliga förändringar registrerats under det aktuella decenniet. Förändringarna beror i vissa fall på ökade eller minskade utsläpp från någon enskild källa, men har i andra fall kunnat kopplas samman med ändrade rutiner för provtagning, analys m.m. Detta visar på vikten att ta reda på vad som verkligen ligger bakom en konstaterad tidstrend. I Dalälvens huvudfåra har inga tydliga förändringar noterats under perioden.



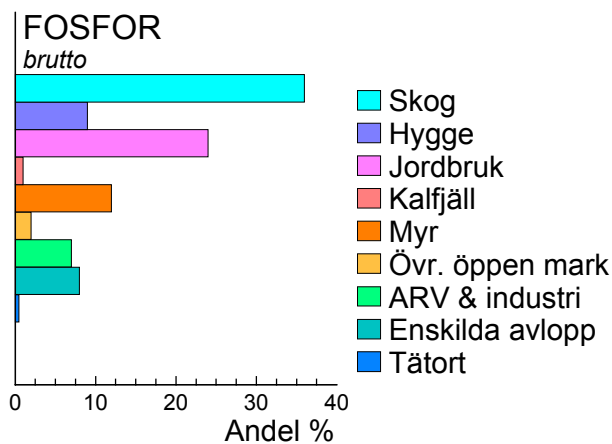
I fjällälven Fulan (t.v.) är vattnets kvävehalt i det närmaste konstant under hela året. Här styrs kvävetransporten av vattenflödet. I jordbruksån Tunaån (t.h.) varierar kvävehalten under året och är högst i april. Här har koncentrationen en avgörande betydelse för transportens storlek under olika delar av året. (Avser månadsmedelvärden under 1990-2000).

Under 1990-talet transporterades i genomsnitt 180 ton fosfor och 4.000 ton kväve per år ut i Bottenhavet med Dalälvens vatten. Dessa mängder utgör ungefär 10 % av den totala tillförseln till denna havsbassäng eller cirka 0,5% av den totala tillförseln till Östersjön.

Var kommer fosfor och kvävet ifrån? (Kap. 4A)

I första hand tänker man nog på jordbruk, industrier och kommunala avloppsreningsverk som viktiga källor för fosfor och kväve. Men dessa ämnen tillförs Dalälven också från många andra typer av källor, såsom skogs- och hyggesmark, myrar m.m. Med hjälp av modellen har tillförseln från de olika källorna beräknats. Det visar sig att skogsmark tillsammans med hyggesmark svarar för den största tillförseln. Nästan hälften av fosfor och kvävet som når något ytvatten inom Dalälvens avrinningsområde kommer härifrån.

För kvävet del bör man samtidigt ha i åtanke att en ännu större mängd tillförs markerna i form av luftburna föroreningar. Ungefär 40 % av denna mängd ”absorberas” av markerna (byggs in i växtbiomassa, avgår åter till luften etc) medan resten rinner ut i vattendragen.



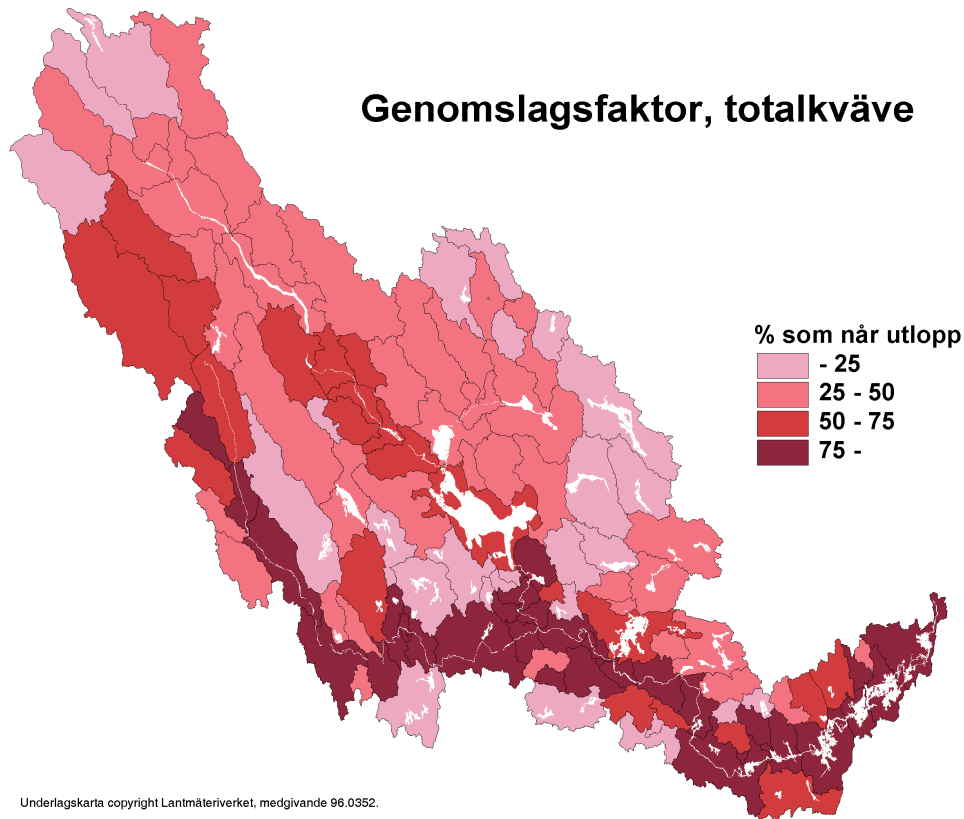
Tillförseln av fosfor till Dalälven från olika källor under 1990-talet. (brutto = utan hänsyn till fastläggning).

Ungefär en fjärdedel av fosfor i Dalälven härrör från jordbruksmarkerna, medan tillskottet från industrier och reningsverk är betydligt mindre, sammanlagt ungefär 7 %. Anmärkningsvärt nog tillförs lika mycket fosfor, ungefär 8 %, från enskilda avlopp längs älven, dvs från villor och sommarstugor som inte är anslutna till det kommunala ledningsnätet.

Andelen kväve från industrier och kommunala reningsverk är större än för fosfor, knappt 20 %. Nästan 10 % av det kväve som tillförs älven kommer som deposition direkt på sjöytorna.

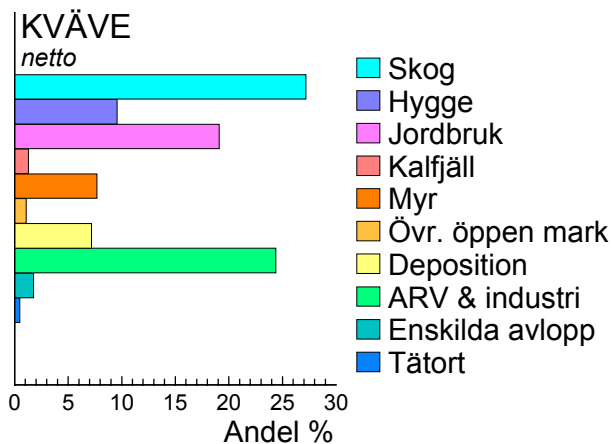
Hur stora andelar når ända till havet? (Kap. 4B)

Mycket av fosfor och kvävet som tillförs Dalälven når aldrig ner till havet. En hel del byggs in i växter och djur och hamnar slutligen i sjöarnas bottensediment. En del kväve avgår till luften. Med hjälp av de mätningar som gjorts i Dalälvens vattenvårdsförenings regi har de andelar som slutligen når havet kunnat uppskattas. Grundprincipen är, att ju längre väg vattnet har till havet och ju fler sjöar som passeras, desto mindre del når slutligen fram.



Genomslagsfaktorn för kväve, dvs den andel som når havet av det kväve som släpps ut eller på annat sätt tillförs vattensystemet inom olika delar av Dalälvens avrinningsområde.

Detta innebär i sin tur att de källor som ligger längst från havet och från Dalälvens huvudfåra generellt sett påverkar havet mindre än de källor som ligger nära havet och älvfåran. Av den mängd fosfor och kväve som exempelvis frigörs från fjällmyrar fastläggs ungefär tre fjärdedelar innan älven mynnar i havet. Av kväve- och fosforutsläppen från industrier och kommunala reningsverk fastläggs i genomsnitt endast en fjärdedel.



Tillförseln av kväve till Bottenhavet under 1990-talet från olika källor inom Dalälvens avrinningsområde. (netto = med hänsyn tagen till fastläggning och avgång).

Sammanfattning

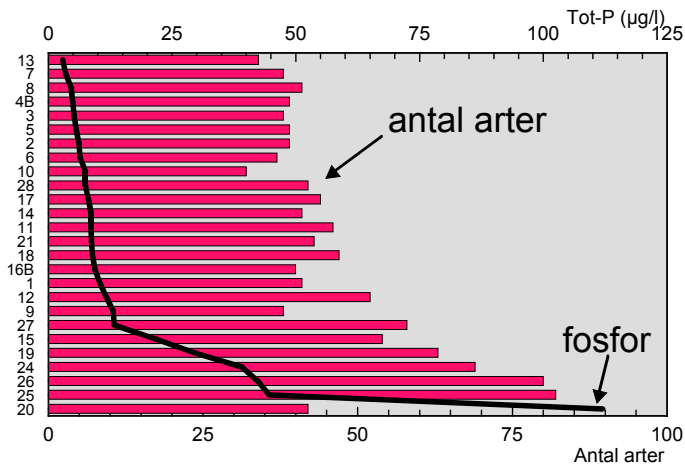
Fastläggningen av fosfor och kväve längs vattensystemet är särskilt viktig att ta hänsyn till när man vill minska tillförseln till havet och ska värdera vad en enskild åtgärd leder till för effekt. Effekten kan variera högst avsevärt beroende var inom avrinningsområdet den utförs!

Den framtagna modellen gör det också möjligt att göra motsvarande beräkningar för mindre delområden i Dalälven, exempelvis för att uppskatta konsekvenserna för Siljan av åtgärder uppströms denna sjö.

Hur påverkas växter och djur? (Kap. 5)

En mycket låg näringshalt kan gynna vissa växt- och djurarter, men kan samtidigt leda till en allmänt nedsatt produktion av exempelvis fisk. Även en mycket hög näringshalt kan gynna vissa arter, medan flertalet växt- och djurarter drabbas negativt. Mest optimala förhållanden ur såväl mångfald- som produktionsynpunkt verkar råda i måttligt näringsrika vatten. Vad som kan betraktas som ”bra” eller ”dåligt” ur mänsklig synpunkt är inte entydigt.

Upp till en viss näringsnivå ökar exempelvis antalet växtplanktonarter i Dalälvens sjöar. Ett motsvarande samband tycks däremot inte gälla för de bottenlevande djursamhällena, som snarare minskar i mångfald vid ökande fosforhalter (i sötvatten är generellt sett fosfor det begränsande ämnet för produktionen). Fiskbiomassan är i allmänhet större i näringsrika än i näringsfattiga sjöar, men samtidigt är inslaget av s.k. vitfisk större (mört, braxen etc.).



Antalet arter växtplankton i Dalälvens sjöar ökar generellt sett då näringsrikedomen, fosforhalten, ökar. När fosforhalten blir mycket hög verkar artantalet åter minska.

En sekundär effekt av en stor produktion av växtplankton är risken för dåliga syreförhållanden. Som redan nämnts förbrukas nämligen syrgas när de döda växterna bryts ner. Under vinter och sommar, då det i djupare sjöars vattenmassa vanligtvis bildas ett temperatursprångskikt, riskerar därför syret i vattnet att ta slut. Detta leder i sin tur till att de flesta djur på sjöarnas djupbottnar dör, samtidigt som näringsämnen åter kan frigöras från bottenarna. Dessa effekter har observerats i flera av Dalälvens sjöar.

Sammanfattande slutsatser

I rapporten dras bland annat följande slutsatser. I kapitel 6 sammanfattas samtliga slutsatser i punktform.

- I Siljan, Långsjön (Romme), Rällsjön, Forssjön och Brunnsjön minskade både kväve- och fosforhalterna generellt sett under 1990-2000.
- I Vikasjön, Amungen (Hedemora), Finnhytte-Dammsjön, Åsgarn och Rossen ökade halterna generellt sett under 1990-2000. De tydligast är ökningarna uppmättes för totalkväve.
- Halterna av totalkväve och nitrat ökade i Herrgårdsdammen 1999 och i Långshytteån 1994.
- I Broån minskade totalfosforhalterna stadigt under 1990-2000.
- Av den totala bruttotillförseln till avrinningsområdet utgör skogsmark inklusive hygge de största källan för kväve (sammanlagt 45%), följt av avloppsreningsverk och industrier (18%), samt jordbruk (14%). Även för fosfor är skogsmark inklusive hygge den största källan (sammanlagt 45%), följt av jordbruk (24%) och lågmyr (12%).
- Av kvävetillförseln till Bottenhavet står skogsmark inklusive hygge för den största delen (37%), följt av avloppsreningsverk och industri (24%), samt jordbruk (19%).
- Av fosfortillförseln till Bottenhavet står skogsmark inklusive hygge (36%) tillsammans med jordbruksmark (32%) för merparten av fosfortillförseln. Även kategorin enskilda avlopp har en relativt sett stor andel av fosfortillförseln (9%) jämfört med motsvarande siffra för kväve (2%).
- Totalt tillfördes vattendragen i Dalälvens avrinningsområde cirka 7 500 ton kväve och 270 ton fosfor per år under perioden 1990-2000. 44 % av kvävet och 45% av fosfor fastlades i sjöarnas sediment eller avgick till luften och sammanlagt 4200 ton kväve och 150 ton fosfor nådde Dalälvens utlopp i Bottenhavet.



DVVF Dalälvens Vattenvårdsförening • c/o StoraEnso Research • 791 80 Falun
Telefon 023-78 81 40 • Telefax 023-78 80 18 • E-mail marie.hellberg@storaenso.com