



Identifiering och förteckning av svenska inlandsvatten enligt artikel 3.1 och bilaga 1 i Nitratdirektivet, baserat på databaser vid SLU

Gunnar Persson
Anders Wilander

Institutionen för miljöanalys
SLU
Box 7050, 750 07 Uppsala

Innehåll

Bakgrund

Definitioner och sökprinciper

Användning av naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag

Dataunderlag för sökning och beräkningar

Riksinventeringar 1995 och 2000

Länsinventeringar av sjöar från 3 län

Tidsserier i svenska sjöar och vattendrag

Samordnad recipienkontroll (SRK)

Typområden på jordbruksmark (JRK)

780 eutrofisjöar

Översikt av antal objekt i olika baser och vad som bedömts.

Resultat

Länsinventering Södermanlands län

Länsinventering Kronobergs län

Riksinventeringar av sjöar år 1995 och 2000

Riksinventeringar av vattendrag år 1995 och 2000

Referenssjöar och intensivundersökta referenssjöar (Miljöövervakning)

Referensvattendrag och flodmynningsstationer (Miljöövervakning)

Typområden på jordbruksmark (JRK)

Sjöar inom Samordnad RecipientKontroll

Vattendrag inom Samordnad RecipientKontroll

De fyra stora svenska sjöarna

Sverigeöversikt

Eutrofa och eutrofierade sjöar

Geografisk presentation av sjömaterialet

Jordbruk i de eutrofa sjöarnas tillrinningsområden

Översikt vattendrag

Slutsatser

Bakgrund

Jordbruksverket har fått ett regeringsuppdrag att genomföra en översyn av de känsliga områdena i enlighet med artikel 3.4 i Nitratdirektivet. Utgångspunkten för förslaget till känsliga områden skall vara en analys av vilka vatten som bör förtecknas enligt artikel 3.1 och bilaga 1 i direktivet. Uppdraget till Jordbruksverket omfattar även en omprövning av redan förtecknade vattenområden och angivna känsliga områden.

För att genomföra detta uppdrag har Jordbruksverket uppdragit åt Institutionen för miljöanalys SLU förteckna svenska inlandsvatten i enlighet med kriterium 1 i bilaga 1, d.v.s. inlandsvatten som har nitrathalter högre än 50 mg/l, samt enligt kriterium 3 dvs identifiera eutrofierade "sötvattensamlingar". Underlag behövs också för att kunna bedöma jordbrukets påverkan på dessa vatten.

Definitioner och sökprinciper

Enligt artikel 3.1 avser Nitratdirektivet enbart förorening från jordbruksaktiviteter och det är ytvatten med sådan förorening eller sådana som skulle kunna påverkas av sådan förorening som söks.

Konkret söks först svenska inlandsvatten som har nitrathalter över 50 mg/l. Enligt Direktivet gäller det främst sådana vatten som nyttjas för dricksvattenproduktion och där nitraten har jordbruksursprung. Här eftersöks höga nitrathalter i två koncentrationsnivåer; 20-50 och >50 mg/l. Jordbrukets bidrag till nitratbelastningen på de vatten som uppvisar höga näringshalter bedöms så långt möjligt. Eftersom dataunderlaget inte är komplett måste vissa generaliseringar göras för att beskriva situationen i ej provtagna vattenmiljöer.

Det andra huvudmomentet är att finna vatten som kan anses vara eutrofierade eller löpa risk att bli eutrofierade om åtgärder ej vidtas. I Nitratdirektivet definieras eutrofiering som "the enrichment of water by nitrogen compounds, causing an accelerated growth of algae and higher forms of plant life to produce an undesirable disturbance to the balance of organisms present in the water and to the quality of the water concerned"

Denna definition av eutrofiering är främmande för svenska vatten där fosfortillgången i de flesta fall reglerar växtproduktionen. I högeutrofierade eller "hypertrofa" vatten, med fosforhalter högre än 100 µg P/l, kan dock kvävetillskott öka produktionen. I praktiken kan kväve i sådana fall ofta härröra från jordbruket. Kvävetillskott kan också öka växtproduktionen i vissa vatten med låga fosforhalter, men i regel tillförs kväve till sådana vatten genom deposition från atmosfären, vilket inte definieras som jordbrukspåverkan enligt Nitratdirektivet.

Direktivet ger dock en ytterligare möjlighet för enskilda länder att använda egna eutrofieringskriterier. I detta fall är det lämpligt att generellt använda fosfortillgång för att beskriva växtnäringssstatus både i sjöar och vattendrag. Man kan då följa det klassificeringssystem som tillämpas enligt "Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag".

Det kan också nämnas att Irland och Frankrike gjort invändningar mot att kväve skulle reglera växtproduktionen i deras vatten och därför velat rapportera enbart kvävereglerade vatten enligt Nitratdirektivets ordalydelse (se ovan). EU-domstolen har dock i en dom fastslagit att man inte får begränsa rapporteringen beroende på om fosfor eller kväve orsakar den förhöjning av växtproduktionen som ingår i begreppet eutrofiering. Det nya Vattendirektivet verkar i samma anda, men är mer allmänt hållet vad gäller "ekologisk status" där eutrofiering är en typ av möjlig störning. Enligt Vattendirektivet blir det under alla omständigheter nödvändigt att göra en total rapportering av eutrofieringspåverkan.

Användning av Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag

I ett första steg bedöms ”tillstånd” ur trofisympunkt med hjälp av halter av fosfor. Detta görs mot bakgrund av den direkta påvekan på framför allt alg tillväxten som fosfor visat sig ha. I bedömningsgrunderna används en indelning i fem fosforklasser som för sjöar baseras på medelvärde av koncentrationer för minst 6 månatliga prov under perioden maj-oktober ett enskilt år eller augustiprov under tre konsekutiva år (vid låga eller måttliga halter). På grund av bristande datatillgång kommer vi att ibland tvingas använda data för fosfor som inte helt uppfyller kraven för bedömning. Klassificeringen för vattendrag skall enligt Bedömningsgrunderna ske utgående från arealspecifika förluster. Sådana data finns bara för ett mindre antal vattendrag. Vattendragen klassificeras i detta sammanhang därför som sjöarna. Den klassificering, enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder, som nyttjas är:

Koncentration ($\mu\text{gP/l}$)	Tillståndsklass
0-12,5	1
12-25	2
25-50	3
50-100	4
>100	5

Tillståndsbedömningen följs av ett andra steg som innefattar en bedömning om de uppmätta fosfor halterna är naturliga eller antropogent skapade och i så fall hur stor den antropogena förhöjningen är. Detta kan ofta beräknas genom att nutida halter jämförs med beräknade bakgrundshalter (”jämförvärden” enligt bedömningsgrunderna). Klassificeringen görs genom en haltkvot. Är avvikelserna stora kan man på goda grunder anta att sjöarna är påverkade av antropogent betingad näringstillförsel och de klassificeras som eutrofierade.

Jämförvärden beräknas här med hjälp av sjövattnets absorbans eller vattenfärg enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Detta jämförvärde speglar den fosformängd som naturligt är associerad till organiskt material i sjön. En enkel funktion ger den lägsta halt av totalfosfor som kan väntas i en opåverkad sjö. För beräkningen krävs mätningar av absorbans maj-okt under tre konsekutiva år vilket i många fall inte kunnat tillgodoses. Beräkningar har då gjorts på tillgängliga data. Haltkvoten (avvikelsekvoten) klassindelas enligt följande:

Avvikelseklass	Avvikelsekvot
1	<1,5
2	1,5 – 2
3	2 – 3
4	3 – 6
5	> 6

Avvikelsekvoten (tot-P uppmätt/ tot-P jämför) påvisar om den blir hög ett fosforöverskott, som kan vara resultatet av mänsklig påverkan.

Även under haltgränsen $25 \mu\text{g P/l}$ (gränsen mellan tillståndsklasserna 2 och 3), som används i några av de använda databaserna, kan det finnas enstaka sjöar som är övergödda men inte kommit med i denna bedömning.

Vår bedömning är att vid avvikelsekvote upp till 1 råder säkert bakgrundsförhållanden. Kvoter upp till 1,5 speglar med stor sannolikhet bakgrundsförhållanden, medan bakgrundshalter med en mindre grad av sannolikhet återfinns i intervallet 1,5 - 2. Även sjöar med beräkningsmässiga förhöjningar i intervallet 2 - 3 ggr kan dock vara naturligt eutrofa.

Resterande sjöar (kvot > 3) bör vara mänskligt påverkade, d.v.s. eutrofierade.

Även kvävehalter (totalkväve) klassificeras och bedöms enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Klassificeringen bygger även i detta fall på uppmätta halter i sjöar men den har ingen direkt koppling till biologiska effekter. Det har däremot den bedömning av kvoten mellan totalkväve och totalfosfor som avslöjar vatten som avviker från normaltillståndet med kväveöverskott. De urskiljs med en kväve/fosfor-kvot som vid låga värden indikerar att ett tillskott av kväve kan verka produktionsdrivande alternativt att en mer betydande kvävefixering av cyanobakterier kan uppträda.

I praktiken kommer vi att först söka i de olika databaserna efter eutrof status mätt som fosforhalt i klasserna 25-50, 50-100 och >100 µg P/l. I den mån dessa innehåller uppgifter om kväve görs även bedömning av fosfor/kväve-kvot.

De nuvarande bedömningsgrunderna är under revidering och förslag till nya finns (Wilander 2004). Skillnaderna ligger främst i att arealspecifika fosfor- och kväveförluster i vattendrag i nuvarande bedömningsgrunder användes vid bedömningen (som ett mått på förluster från marken i ett avrinningsområde) medan koncentrationen i vattendrag bedöms enligt det nya bedömningsgrundsförslaget. Vidare skiljer sig beräkningsmetoderna för att uppskatta bakgrunds- eller referenshalter i den gamla versionen från det nya förslaget. Detta är ett alternativ för att beräkna antropogent påslag, eller eutrofiering men båda metoderna har inte kunnat jämföras eftersom de variabler som behövs inte har mätts i tillräcklig omfattning.

Dataunderlag för sökning och beräkningar

Riksinventeringar 1995 och 2000

Ursprung: Nationella sjöinventeringar har genomförts vart femte år sedan 1972/1975.

Programmet syftar till att ge en bild av tillståndet i det samlade beståndet av svenska sjöar och vattendrag och påverkan av förurning, övergödning och förekomst av metaller. Under senare år har resultat från sjöinventeringarna bl.a. utgjort underlag för internationella överenskommelser om utsläppsbegränsningar av svavel och kväve.

Här används data från inventeringarna 1995 och 2000. Sjöurvalet gjordes 1995 med stratifierat slumpurval bland svenska sjöar större än 0,04 km² och gav 3025 sjöar. På uppdrag av enskilda länsstyrelser gjordes samtidigt kompletterande analyser i 1088 sjöar vilket gav data från totalt 4113 sjöar. Det slumpmässiga, nationella sjöurvalet år 2000 var identiskt och även då gjordes förtätningar i enskilda län vilket gav totalt 3465 sjöar. Vattenkemiska analyser genomfördes med en standarduppsättning variabler, däribland växtnäringshalter, på alla prov. Variabeluppsättningen omfattar alla variabler som ingår i beräkningsrutinerna för referenshalter enligt såväl nuvarande Bedömningsgrunder som förslaget till nya beräkningsgrunder. Proven är tagna aug-dec, med början i norr, under den period då hela vattenmassan i sjöar cirkulerar.

Vattendragsurvalet gjordes i en population av mindre vattendrag med avrinningsområden 15-250 km² jämnt spridda över landet. I denna slumpades 707 vattendrag ut för provtagning. Vid inventeringen år 2000 användes samma urval vilket med tillägg gav 726 vattendrag. Denna provtagning utfördes parallellt med sjöprovtagningen. Materialet omfattar uppgifter om markanvändning, sjöareor, och i vissa fall sjövolym och maximala djup vilka beräknats vid institutionen för miljöanalys eller hämtats från SMHI och andra källor.

Under provtagningen år 1995 var de meteorologiska avvikelserna små i relation till långtidsmedelvärden, det var framför allt kyligare under hösten. År 2000 var avvikelserna

extrema i södra och sydvästra Sverige vad gäller nederbörd och avrinning. Översvämningar omöjliggjorde eller fördröjde provtagning, i vissa fall till januari i vattendragen. I dessa områden bestod avrinningen vattenkemiskt av ytvatten med höga halter av organiskt material, möjligen även fosfor och organiskt kväve, medan saltrikt grundvatten förekom i mindre utsträckning än vanligt.

Referenser:

Wilander, A., Johnson, R.K. & Goedkoop, W. 2003. Riksinventering 2000. En synoptisk studie av vattenkemi och bottenfauna i svenska sjöar och vattendrag. Inst. För miljöanalys, SLU, Rapport 2003:1

Wilander, A., Johnson, R.K., Goedkoop, W. & Lundin, L. 2003 Riksinventering 1995. En synoptisk studie av vattenkemi och bottenfauna i svenska sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket, Rapport 4813.

Länsinventeringar av sjöar från 3 län

Länsstyrelsen i Kronobergs län har med ca 5 års intervall genomfört länsinventeringar i sjöar perioden 1971-1993. Antalet ingående provpunkter har varit mer än 500 och vid provtagningen 1993 provtogs 509 stationer i 396 sjöar. Varje prov analyserades på 14 variabler och på minst en punkt i varje sjö har större konstituenten mätts. Dessutom finns klorofyllmätningar.

Länsstyrelsen i Södermanlands län genomförde hösten 1999 en stor regional provtagning med helikopter som omfattade 605 sjöar som provtagna på 0,5 m djup. Antalet mätvariabler var begränsat: Totalfosfor, totalkväve, pH, Konduktivitet, alkalinitet och vattenfärg (absorbans). Beräkning av referenshalter för totalfosfor är möjlig endast med den ”gamla”. metoden.

Länsstyrelsen i Stockholm kompletterade vid Riksinventeringen 1995 undersökningen genom tillval av sjöar. Materialet har tidigare utvärderats separat men behandlas här som ingående i Riksinventeringen 1995.

Referenser:

Bengtsson, R. 1993. Sjöarnas tillstånd i Kronobergs län. Inventeringar 1982 och 1987. Länsstyrelsen i Kronobergs län, Meddelande 1993:9.

Lessmark, O. 1997. Sjöar i Kronobergs län 1971-1993. Länsstyrelsen i Kronobergs län, Meddelande 1997:2.

Anon. 1996. Sjöarna i Kronobergs län. Tillståndet 1993 och förändringar sedan 1971. Länsstyrelsen i Kronobergs län, Publikation 96:15.

Anon. 1996. Sjöarna i Kronobergs län. Tillståndet 1993 och förändringar sedan 1971. Länsstyrelsen i Kronobergs län, Publikation 96:15.

Anon. 1996. Sjöarna i Kronobergs län. Tillståndet 1993 och förändringar sedan 1971. Länsstyrelsen i Kronobergs län, Publikation 96:15.

Anon. 1998? Sjöarna i Kronobergs län. Tillståndet 1987 och förändringar sedan 1971. Länsstyrelsen i Kronobergs län.

Anon. 1985. Sjöarna i Kronobergs län. Tillståndet 1982 och förändringar sedan 1971. Länsstyrelsen i Kronobergs län.

Wilander, A. & Eriksson, L. 1999. Hur mår sjöarna i länet? Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 1999:15.

Tidsserier i svenska sjöar och vattendrag

Ursprung:

Från 1983 och framåt har löpande undersökningar gjorts i svenska sjöar, lokalt opåverkade eller obetydligt påverkade. Antalet har varierat från 169 vid starten till maximalt 192 (1988). För närvarande drivs provtagningar i ca 90 av dessa sjöar. Sjöstorleken varierar mellan 0,03 – 33 km², medeldjupet mellan 0,7 – 30 m och höjden över havet 13 – 981 möh.

Vattenkemiska analyser genomförs med en standarduppsättning variabler, däribland växtnäringshalter, på alla prov. Eftersom sjöarna är föga påverkade kan fosforhalter över 25 µg P/l inte väntas annat än som en effekt av mycket humusrikt vatten. Påverkan av nitratrikt vatten från jordbruksområden är utesluten i denna grupp sjöar efter 1995 då programmet reviderades och påverkade sjöar utgick.

Redan i mitten av 1960-talet och början av 1970-talet startades mätserier för att kvantifiera ämnestransporten från land till hav samt för att även göra motsvarande kvantifieringar i inlandet, framför allt i tilloppen till de stora sjöarna. Idag drivs 49 provtagningsstationer för att mäta ämnestransporten till havet och 29 av dessa har varit i drift mer än 30 år och beskriver uttransporten från 82% av Sveriges yta. Dessa mynningsstationer är i regel placerade någon kilometer till några mil uppströms själva utloppet så att punktkällor i mynningsområdet får adderas till flodtransporten för att ge den totala transporten till havet. Mynningsstationerna är ofta påverkade av både punktkällor och diffusa förluster från jordbruk. Vattenkemiska analyser genomförs med en omfattande uppsättning variabler, däribland växtnäringshalter, på alla prov. Denna databas är därför lämpad för att finna antropogena förhöjningar av totalfosfor och ev. kritiska halter av nitrat. De flesta floderna har dock relativt stora avrinningsområden, oftast huvudavrinningsområden enligt SMHI, vilket dels utjämnar haltskillnader fram till mynningen, dels gör det svårt att bedöma enskilda källors roll.

Bland vattendragsstationer med mer än 30 års data finns också 30 stationer som har betydligt mindre flöden och avvattnar delavrinningsområden som inte mynnar i havet. De avvattnar ibland relativt homogena avrinningsområden, delvis med stark påverkan från jordbruk och tätorter. Därmed är de mer ägnade att belysa jordbrukspåverkan och har här bedömts vad gäller fosfor med beräkningar av påslag i relation till referenshalter beräknade enligt det nya förslaget till bedömningsgrunder. Utöver dessa grupper av långtidsuppföljda vattendragsstationer finns många kortare provtagningsserier vilka alla har genomförts efter höga nitrathalter och vilkas fosfor- och kvävetillstånd har bedömts med hjälp av årsmedelvärden. Tillsamantaget har 279 vattendragsstationer behandlats.

Referens:

Fölster, J. & Wilander, A. 2002. Förändringar i vattenkemin i svenska vattendrag under 30 år. Inst. För miljöanalys, SLU, Rapport 2002: 21.

Persson, G. 1996. 26 svenska referenssjöar 1989-1993; en kemisk-biologisk statusbeskrivning. Naturvårdsverket, Rapport 4552.

Wilander, A. 1997. Referenssjöarnas vattenkemi under 12 år; tillstånd och trender. Naturvårdsverket, Rapport 4652.

Samordnad recipienkontroll (SRK)

Ursprung: För alla nyttjare och potentiella förorenare inom ett vattenområde föreskrivs att ev effekter i miljön ska undersökas genom ett kontrollprogram. Dessa brukarsamlas i ett vattenvårdsförbund eller vattenförbund, som inom sitt område ombesörjer provtagning, analys och rapportering till respektive länsstyrelse. Vattenvårdsförbunden byggdes upp framför allt under 1970-talet och 1980-talets första hälft. De allra flesta är organiserade för att täcka hela

avrinningsområden, men storleken på dessa kan variera avsevärt. Många revisioner av programmen har gjorts genom åren, både vad gäller stationsnät och analysomfång. Generellt gäller att stationsantalet minskat och att fosfor och kväve hör till de mätvariabler som blivit kvar genom åren. Det bör också framhållas att transportberäkningar, som kräver vattenföringsdata och frekvent kemianalys för beräkningen, är ovanlig inom SRK trots att utvecklingen i detta avseende ändå varit positiv.

SRK-data har tidigare använts lokalt och regionalt. Nu har data av denna typ fått ett större nationellt intresse bl.a. på grund av rapporteringskrav inom olika EU-direktiv samt de nya svenska miljömålen. Det finns idag 80 st SRK-program i Sverige och en digitalisering och databasuppbyggnad av detta material pågår vid Institutionen för miljöanalys. För 20 förbund finns redan data tillgängliga sorterade på sjöar och vattendrag och data från dessa har nyttjats vid sökningen efter höga nitrathalter och eutrofa förhållanden. Bedömning av det antropogena näringspåslaget, d.v.s. eutrofieringen, kan i detta fall bara göras på ett begränsat antal objekt, främst sjöar, eftersom transporter krävs för bedömningar i vattendragen enligt de gamla bedömningsgrunderna. Enligt de reviderade bedömningsgrunderna krävs data på många variabler som inte mätts rutinmässigt, vilket omöjliggör bedömningar både för sjöar och vattendrag.

Referens: [http://info1.ma.slu.se/max/www_max.acgi\\$Project?ID=Intro&PID=-1](http://info1.ma.slu.se/max/www_max.acgi$Project?ID=Intro&PID=-1)

Typområden på jordbruksmark (JRK)

Ursprung: Från 1988 och framåt startades vattenkemiska analyser i ett stort antal små avrinningsområden i jordbruksbygd. Enligt målsättningen skulle de vara dominerade av åkermark (>50%) och typiska för respektive län som också drev undersökningarna. Arealerna kom i praktiken att variera mellan 1,8-54 km² och åkerprocenten 16-95%. De flesta svenska jordarter fanns representerade. 17 vattendrag ingick ursprungligen och antalet växte till 41 t.o.m. 1993. Programmet har nu omorganiserats så att 8 av totalt 27 områden undersöks av Avdelningen för vattenvårdslära, SLU medan resterande program drivs regionalt som tidigare. SLU har dock ett samlat utvärderingsansvar. De områden som undersöks av SLU har något mer omfattande program med bl.a grundvattenanalyser. Vattenföring registreras kontinuerligt eller modelleras och kemiprover för transportberäkningar tas varannan vecka. Kemianalyserna omfattar främst växtnäringsämnen och organiskt material men inte de stödvariabler som krävs för att beräkna referensvärden för fosforhalter, vare sig med den gamla eller nya metoden. En ev. förhöjning av fosforhalten kan därför inte beräknas på detta stora material. Vxtnäringsstillståndet kan dock väl beskrivas i övrigt både vad gäller halter och transporter. I programmet ingår också insamling av uppgifter från alla lantbrukare om bruks- och gödslingsåtgärder. Detta har bidragit till att uppgifter om enskilda vattendrag anonymiserats och de presenteras här med länskod och nummer. Närmare upplysningar lämnas av Katarina Kyllmar, Avd. för Vattenvårdslära SLU.

Referens:

Kyllmar, K. 2004. Nitrogen leaching in small agricultural catchments. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria 485.

Kyllmar, K., Carlsson, C., Gustafson, A., Ulén, B. & Johnsson, H. 2004. Nutrient discharge from small agricultural catchments in Sweden. Characterization and trends. Dept. of Soil Sciences, Division of Water Quality Management, SLU, Uppsala.

Kyllmar, K. & Johnsson, H. 1996. Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1994/95. Ekohydrologi 40, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

<http://www.umea.slu.se/miljodata/jrk/start.cfm>

780 eutrofisjöar

Ursprung:

En databas avsedd att innehålla basdata om alla svenska sjöar med fosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$ har tagits fram inom Naturvårdsverkets projektarbete om miljö kvalitetsnormer för fosfor i sjöar. Länsstyrelserna har som svar på en enkät till alla länsstyrelser bidragit med data från samordnad recipientkontroll, regional miljöövervakning, och specialundersökningar och kompletterande data har hämtats från nationella register och olika institutioner.

Innehåll:

- Totalfosfor ($\mu\text{g P/l}$)
- Siktdjup (m)
- Klorofyll a (mg/m^3)
- Vattenfärg (mg Pt/l)
- Absorbans (abs 420 nm, 5 cm kuvett)
- TOC (mg C/l)

Teoretiska omsättningstider, sjöareor, sjövolym och maximala djup har hämtats från SMHI och andra källor.

Proven är tagna i ytvattnet (< 2 m djup) under perioden augusti-september från tre närliggande år, främst 1996-1998, alternativt från ett och samma år från tre eller fler (helst 6) på varandra följande månader under perioden maj-oktober. Data från 1990-2000 ingår.

Kvalitetsgradering:

Antalet mättillfällen för totalfosfor speglar tillförlitligheten i medelvärdet.

Efter databasens skapande har den reviderats vid två tillfällen. Data från riksinventeringen 2000 tillförde 130 nya sjöar samtidigt som 60 sjöar togs bort. Vid komplettering 2005 tillkom 8 nya sjöar och mätvärden från ytterligare 19 sjöar inarbetades i medelvärden för befintliga sjöar.

Referens:

Johansson, H. & Persson, G. 2001. Svenska sjöar med höga fosforhalter. 790 naturligt eutrofa eller eutrofierade sjöar. Rapport 2001:8, Inst. för Miljöanalys, SLU, Uppsala.

Översikt av antal objekt i olika baser och vad som bedömts.

Det tillgängliga datamaterialet samt sökningar och klassificeringar har sammanfattats i tabell 1. Uppgifter om totalfosforhalter finns genomgående medan stödvariabler för beräkning av fosforavvikelse kan saknas både för individuella sjöar och för hela dataset. Uppgifter om kvävehalter är inte heller kompletta, dock torde nitratuppgifter finnas i alla set där risk för överskridanden av 50 $\text{mg NO}_3/\text{l}$ finns. Halter av klorofyll a har visat sig finnas i förvånansvärt liten utsträckning vilket medfört att få slutsatser kunnat baseras på klorofyllhalter.

Tabell 1. Sammanfattning av de datamängder som behandlats och deras ursprung

	Tot. antal	N03- kontroll	Antal P>25	P-klass- ning	Avvik. klassning	N-klass- ning	TN/TP- klassning	Klorofyll
Data-set	objekt							
Länsinventering Kronoberg	325	X	99	X	X	X	?	
Länsinventering Södermanland	605		216	X	X	X	X	
Miljöövervakn. sjöar	126	X	16	X	X	X	X	X
Miljöövervakn. vattendr.	288	X	97	X	X	X	X	
Samordn. Recipient Kontr. sjö	286	X	49	X	X	X	X	X
Samordn. Recipient Kontr,vtnr.	356	X	143	X	X	X	X	
Typvattendr. JRK	36	X	36	X		X	X	
780 eutrofa sjöar	?	1)	776	X	X	1)	1)	X
De fyra stora sjöarna	?	X	24	X	X	X	X	
Riksinventering 1995, sjö	4084							
		X	580	X	X	X	X	
Riksinventering 2000, sjö	4018							
Riksinventering 1995, vattendr.	754							
		X	234	X	X	X	X	
Riksinventering 2000, vattendr.	754							

1) 681 sjöar har TN-halt

Resultat

I följande avsnitt redovisas resultaten separat för varjedatabas.

780 eutrofa sjöar

I databasen ingår inga uppgifter om kvävehalter. Man kan dock anta att sådana mätts i ett stort antal av dessa sjöar vilket kan framkomma vid samkörning med andra databaser. Vad gäller ev. höga nitrathalter finns ingen anledning att vänta sig så höga halter som 50 mg NO₃/l eller däröver. Framställningen koncentreras här på fosfor- och klorofyllhalter.

De ca 780 sjöar som för närvarande finns i databasen för eutrofa sjöar fördelar sig på tillståndsklasser för totalfosforenligt följande:

Tillståndsklass	Klassgränser $\mu\text{g P/l}$	Antal	%
3	25-50	570	74
4	50-100	157	20
5	>100	49	6

Eutrofieringen (avvikelsekvoten) hos 720 av databasens 776 sjöar kan bedömas med hjälp av beräknade referensvärden enligt bedömningsgrunder. Detta ger följande fördelning:

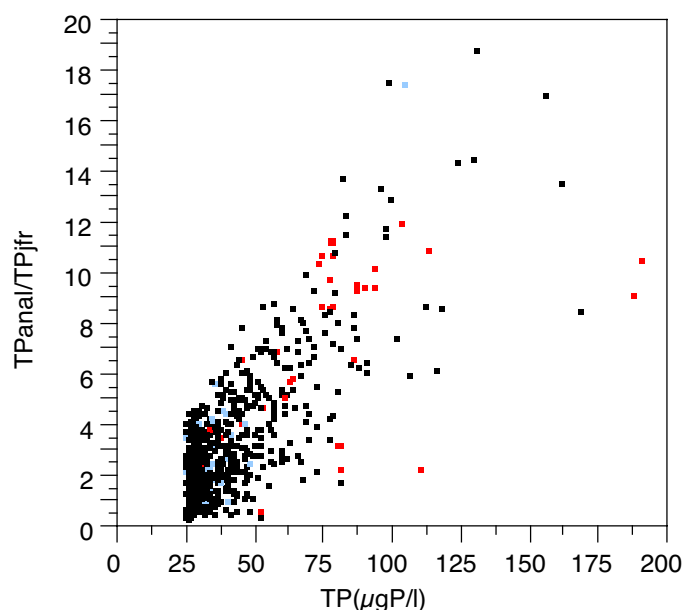
Avvikelseklass	Avvikelsekvot	Antal	%
1	<1,5	124	17
2	1,5 – 2	76	10
3	2 – 3	180	25
4 + 5	>3	340	48

Denna beräkning tyder på att de höga fosforhalterna ($>25 \mu\text{g P/l}$) i en dryg femtedel av sjöarna kan vara naturliga. Ser man till sjöarnas geografiska läge finns många av sjöarna med relativt höga bakgrundshalter i skogslandskapet och de kan med stor sannolikhet avföras från listan med eutrofierade sjöar. Bedömningen säger också att i åtminstone hälften av de bedömda sjöarna är den höga fosforhalten en effekt av eutrofiering. Sambandet mellan avvikelsekvote och totalfosforhalt (fig 1) visar att fosforhalter upp till ca $50 \mu\text{g P/l}$ kan ha låg avvikelse och alltså vara naturligt eutrofa. Figuren visar också det relativt stora antal sjöar som har avvikelsekvote under 2 samtidigt som halten ligger mellan 25 och $50 \mu\text{g P/l}$. Dessa är svårbedömda vad gäller eutrofiering.

Förutom sjöarnas geografiska lägen kan också deras arealer summeras i den mån deras ytor finns i SMHI:s sjöregister. Fördelat på olika koncentrationsklasser och avvikelseklasser är dessa ytor:

Tillståndsklass $\mu\text{gP/l}$	Summa areal (km ²)
25-50	1699
50-100	691
>100	54
Totalt > 25	2470

Avvikelsekvot	Summa areal (km ²)
<1,5	25,5
1,5 – 2,0	53,5
2,0 – 3,0	396,7
>3,0	1521
Totalt kvot >1,5	1997
Ej bedömd area	473



Figur1. Avvikelsekvot (analyserad tot-P-halt/referensvärde) i relation till mätt tot-P-halt. 720 sjöar med tot-P $>25 \mu\text{g/l}$.

De ytor som berörs av medelhöga fosforhalter är som väntat betydligt större än de som innefattar "värstingsjöarna" med halter över 100 µg P/l. Ser man till sjöytor med olika förhöjningskvoter framgår att ytorna i det intervall där osäkerhet kan råda om sjöarna ska bedömas som eutrofierade eller ej är relativt små jämfört med de sjöarealer där eutrofieringsbedömningen är relativt säker. Man kan därför säga att den eutrofierade sjöarealen i denna databas är relativt säkert bedömd och ligger på ca 1520 km². Vill man vidare utreda exakt vilka sjöar med höga fosforhalter som är eutrofierade måste bedömningar göras från fall till fall med lokal kunskap om objekten och deras historia. Databasens material utgör därför ett incitament för de nya vattenadministrationerna att gå vidare med mer omfattande datainsamling samt med bakgrundsutskattningar med kompletterande metoder. Databasens material pekar också konkret ut vilka sjöar som kan vara aktuella för rapportering till EU enligt Vattendirektivet och Nitratdirektivet.

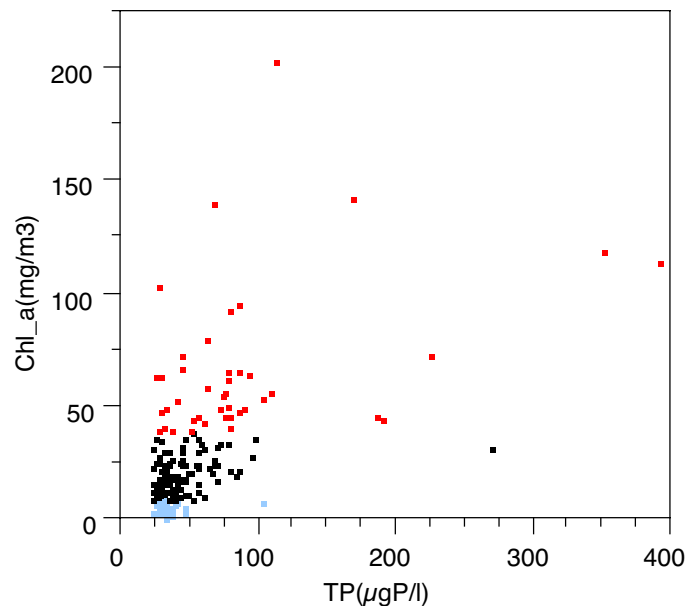
En bedömning av sjöars trofinivå kan också göras med hjälp av klorofyllhalter. Medan bedömningen av en sjös trofitillstånd med hjälp av fosforhalten bygger på att fosfor reglerar växtproduktionen är motsvarande bedömning med hjälp av klorofyllhalter i vattnet oberoende av om fosfor eller kväve reglerar produktionen. För att klassificera klorofyllhalter har Naturvårdsverkets bedömningsgrunder med en femgradig skala använts:

Klass	Kl a halt (µg/l)	Antal sjöar
1	<2,5	0
2	2,5 – 10	38
3	10 - 20	74
4	20-40	61
5	>40	43

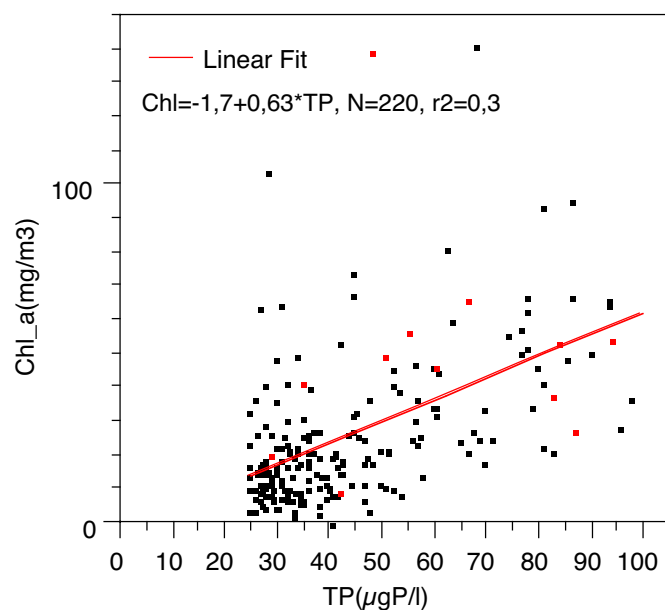
Totalt fanns data från 219 sjöar (av 776). När klorofyllhalterna plottas mot totalfosforhalterna framgår att klorofyllhalterna vid en given fosforkoncentration kan variera avsevärt. En känd orsak är att grunda sjöar har högre klorofyll/fosforkvot än djupa. En låg klorofyllhalt i relation till fosforhalten kan ibland spegla kvävebrist. Det senare har ofta visat sig gälla vid höga fosforhalter, framför allt vid fosforhalter >100 µg P/l. Möjligen kan kvävebrist indikeras på detta sätt i högst 10 sjöar. Det har sitt intresse eftersom kväve i dessa fall kan antas reglera produktionen och passa in i skrivningarna i Nitratdirektivet att nitratutsläpp från jordbruket inte får påverka eutrofieringen i recipienten. Tyvärr ingår inga kvävedata i denna databas och N/P-kvot kan därför inte beräknas och bedömas. De sjöar som i första hand kan beröras är Norresjö, Södresjö, Ingsbergssjön, Ryssbysjön, Lönne och Landsjön.

Man skulle kunna tänka sig att bedöma eutrofiering enbart baserat på klorofyllhalter, men den relativt stora spridningen i relation till fosforhalterna är inte uppmuntrande (fig 2). Även om man begränsar sig till området under 100 µg P/l har sambandet mellan klorofyll och totalfosfor dålig anpassning (fig 3). Det är framför allt förekomsten av extremt höga klorofyllhalter orsakade av "vattenblomningar" som sänker anpassningen. Låga klorofyllhalter vid relativt höga fosforhalter kan möjligen härröra från prov tagna utanför den egentliga produktionssäsongen.

Sammantaget tycks detta material vara mindre väl ägnat att trofi-klassificera vatten enbart baserat på klorofyllhalt.



Figur 2. Samband mellan total-P och klorofyllhalt i sjöar. Olika färger representerar de tre högsta klasserna i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för klorofyll i sjöar (blått=klass 3, svart=klass 4, rörr=klass 4). Alla motsvarar olika grader av eutrofi.



Figur 3. Samband mellan total-P och klorofyllhalt i sjöar med totalfosforhalter under 100 µg P/l.

Länsinventering Södermanlands län

Helikopterprovtagningen i Södermanland 1999 liknar Riksinventeringarna genom att proven togs i oktober och november. Analysvariablerna är inriktade på att beskriva eutrofiering och försurning. Dock saknas nitratkväve samt de variabler som krävs för att beräkna referensvärden för fosfor enligt den föreslagna nya metoden.

Bland de 605 sjöar som provtagits fanns 216 med totalfosforhalter >25 µg P/l. De fördelade sig på klasser enligt bedömningsgrunderna enligt följande:

Tillståndsklass	Klassgränser ($\mu\text{g P/l}$)	Antal
3	25-50	136
4	50-100	62
5	>100	18

Antalet sjöar med förhållandevis höga halter ($>50\mu\text{g P/l}$) var betydligt större än i Kronobergs län.

De flesta av de sjöar som hade fosforhalter över $25\mu\text{g P/l}$ hade också en antropogent förhöjd halt enligt de beräkningar av jämförvärden som gjorts. Ca 150 av sjöarna kan tämligen säkert anses vara eutrofierade vilket framgår av fördelningen på olika avvikelseklasser:

Avvikelseklass	Avvikelsekvot	Antal
1	$<1,5$	37
2	$1,5 - 2$	21
3	$2 - 3$	34
4 + 5	>3	124

Eftersom även totalkväve mätts kan fördelningen på olika haltklasser enligt bedömningsgrunder anges:

Tillståndsklass	Klassgränser ($\mu\text{g N/l}$)	Antal
1	<300	15
2	300-625	325
3	625-1250	260
4	1250-5000	46
5	>5000	0

Denna klassindelning kopplas inte till någon speciell biologisk funktion i sjöekosystemen, men man kan notera att få sjöar har höga halter, medan halterna är låga eller måttliga i de flesta sjöar. Kväve/fosfor-kvoten kan också beräknas i detta material och visar på kväveunderskott i 5 sjöar som har lägre kvot än 10 något som enligt Bedömningsgrunder indikerar ”stort kväveunderskott”. Man bör dock observera att bedömningen ska göras på medelvärden för perioden juni t.o.m. september. Med reservation för detta är de utpekade sjöarna: Blåkullasjön, Skundern, Vadsbrodammar, Åndenäsgölen och Åsten. Alla dessa har totalfosforhalter i intervallet $130\text{--}300\mu\text{g P/l}$, kan vara kvävereglerade, och har potential för massutveckling av kvävefixerade blågrönalger.

Länsinventering Kronobergs län

Data finns från undersökningar ca vart femte år 1972-93. Endast 1993 års undersökning har bearbetats. Den omfattar prov från 509 stationer i 371 sjöar. Proven togs under juli och augusti. Den högsta nitrat-kvävehalten som uppmättes låg på $0,58\text{ mg NO}_3\text{-N/l}$.

De totalfosforhalter över $25\mu\text{g P/l}$ som uppmättes härrörde från 99 sjöar. De flesta av dessa hade halter under $50\mu\text{g P/l}$:

Tillståndsklass	Klassgränser ($\mu\text{g P/l}$)	Antal
3	25-50	82
4	50-100	14
5	>100	3

Dessa analyser från en provtagning 1993 finner i hög utsträckning stöd i databasen med 780 sjöar. Eutrofieringen (avvikelsen) av 99 sjöar med fosforhalter >25 µg P/l (av totalt 325 sjöar) kan bedömas med hjälp av beräknade jämförvärden. Detta ger följande fördelning:

Tillståndsklass	Avvikelsekvot	Antal
1	<1,5	17
2	1,5 – 2	15
3	2 – 3	39
4 + 5	>3	28

Det är uppenbart att bland de allra flesta sjöar som har halter över 25 µgP/l är avvikelsen hög vilket ger högst ca 30 sjöar med osäker eutrofieringsbedömning.

Klassificering och bedömning av totalkvävehalter kan också göras på Kronobergsmaterialet:

Tillståndsklass	Klassgränser (µg N/l)	Antal
1	<300	8
2	300-625	260
3	625-1250	98
4	1250-5000	5
5	>5000	0

De flesta sjöarna har låga till måttliga kvävehalter med några enstaka undantag.

Biologiskt torde det i de flesta fall råda ett visst kväveöverskott, dock med minst ett säkert undantag. Det är Södra Bergundasjön som har kväve/fosforkvoten 7 och totalfosforhalten 210 µg P/l vilket tillsammans pekar på att sjön kan vara kvävereglerad och ha potential för massutveckling av kvävefixerade blågrönalger.

Riksinventeringar av sjöar år 1995 och 2000

I de båda riksinventeringarna ingick 3981 sjöar som var gemensamma de båda åren. Om man räknar in de sjöar som provtogs bara i en av undersökningarna besöktes totalt 5026 sjöar de båda åren.

Höga nitrathalter har sökts i varje enskilt prov och data visar inga halter över 50 mg NO₃/l i något prov. Däremot finns halter över 20 mg NO₃/l i 8 sjöar både år 1995 och 2000. Det högsta mätvärdet låg på drygt 40 mg NO₃/l.

I den vidare behandlingen av materialet har målsättningen varit att finna värden som representerar mer av en medelsituation i varje sjö och medelvärden har därför bildats för varje sjö där det är möjligt. I hela materialet (3981 sjöar) fördelar sig medelhalterna av total-N på följande sätt:

Tillståndsklass	Klassgränser (µg N/l)	Antal
1	<300	928
2	300-625	1792
3	625-1250	1044
4	1250-5000	217
5	>5000	0

Detta ger en översiktsskild av kvävesituationen i landets sjöar, men berättar mycket lite om kvävetets roll för eutrofieringen av sjöar.

Den vidare bedömningen inriktades på att finna sjöar med höga fosforhalter (>25 $\mu\text{g P/l}$) vilket fanns i 580 sjöar baserat på medelvärden för båda riksinventeringarna:

Tillståndsklass i RI00	Klassgränser ($\mu\text{g P/l}$)	Antal i RI95+00	Antal enbart i RI95	Antal enbart i RI00
3	25-50	383	77	20
4	50-100	133	26	12
5	>100	64	0	5

Majoriteten av sjöarna har halter i intervallet under 50 $\mu\text{g P/l}$ men anmärkningsvärt många har halter över 100 $\mu\text{g P/l}$. Detta är speciellt värt att notera att eftersom sjöurvalet bygger på slumpurval kan en uppräknig till hela sjöpopulationen ske, vilket ger en bild av omfattande sjöeutrofiering.

En bedömning av avvikelsekvoten har gjorts på samma urval med fosforhalter >25 $\mu\text{g P/l}$. Beräkningen av avvikelsekvoter visar på en uppenbar påverkan för de allra flesta sjöar med hög fosforhalt:

Avvikelseklass	Avvikelsekvot	Antal i RI95+00	Antal enbart i RI95	Antal enbart i RI00
1	<1,5	77	28	3
2	1,5 – 2	67	12	3
3	2 – 3	137	22	7
4 + 5	>3	299	46	10

Beräkning av referenshalter och avvikelsekvot för de sjöar som bara ingår i en av riksinventeringarna har också gjorts men resultatet måste bedömas med än större försiktighet. I de delar av riksinventeringsdata som härrör bara från den ena av inventeringarna finns hela 131 sjöar med fosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$. Som tidigare nämnts är den ev. förhöjda fosforhalten i sådana sjöar svårbedömd.

Kväve/fosfor-kvoterna har också bedömts för de sjöar som ingick i båda riksinventeringarna. Vid en sådan bedömning måste man se data bara som en indikation på kvävereglering eftersom det är speciellt viktigt att ett medelvärde för perioden juni-september används vid en sådan bedömning. När höst- eller senhöst-värden här används kan man kanske säga att tendenser till kväveunderskott kan finnas i ca 20 sjöar:

Klass	N/P-Klassgränser	Antal i RI95+00	Antal i RI95	Antal i RI00
3	10-15	52	11	12
4	5-10	17	2	6
5	<5	2	0	2

Riksinventeringar av vattendrag år 1995 och 2000

I riksinventeringarna 1995 och 2000 provtogs drygt 750 medelstora vattendrag en gång på hösten. Dessa provtagningars representativitet för respektive vattendrag är därför begränsad och betydligt mindre än för sjöarna vars vattenkvalitet utjämnas över längre tid. Trots det har en sökning efter höga nitrathalter gjorts. Det visade sig då att en ej namngiven vattendragsstation (x=634183, y=166238) år 2000 hade 60 mg NO₃/l medan halten 1995 låg på μg -nivå. Även några registreringar i intervallet 20-50 mg NO₃/l gjordes vid de båda riksinventeringarna.

För bedömning av fosfor och kvävehalter användes medelvärden från de två provtagningarna. Avsikten var att få ett något stabilare värde att bedöma, men man måste vid klassificeringar och bedömningar beakta att man baserar sig på bara två provtagningar med 5 års mellanrum under hösten och dessutom i vattendrag. Med dessa förbehåll har kvävehalterna på 754 stationer bedömts:

Tillståndsklass	Klassgränser ($\mu\text{g N/l}$)	Antal
1	<300	178
2	300-625	262
3	625-1250	183
4	1250-5000	114
5	>5000	17

Underlaget för klassificeringen kan som sagt ifrågasättas men det ger ändå en indikation om att ca 100 vattendragsstationer har ovanligt höga totalkvävehalter.

När medelvärdena på totalfosforhalter granskades befanns 234 stationer ha högre halter än 25 $\mu\text{g P/l}$:

Tillståndsklass	Klassgränser ($\mu\text{g P/l}$)	Antal
3	25-50	108
4	50-100	76
5	>100	50

Anmärkningsvärt är att så många som 50 (av 754) vattendragsstationer indikeras ha högre fosforhalter än 100 $\mu\text{g P/l}$. Om även halter 50-100 $\mu\text{g P/l}$ inkluderas, bedöms 126 av 754 d.v.s. 1/6 av svenska vattendrag i denna storlek vara högeutrofa. En enkel uppskalning till populationen av sådana vattendrag i Sverige är visserligen vanskelig, beroende på att ett mer komplicerat slumpningssystem användes, men det höga antalet berörda vattendrag är betänkligt.

Ser man till avvikelsekvoterna finns också där en indikation att många vattendrag är fosforförorenade. Baserat på detta material kan 2/3 av vattendragen vara fosforförorenade!

Tillståndsklass	Avvikelsekvot	Antal
1	<1,5	20
2	1,5 – 2	50
3	2 – 3	59
4 + 5	>3	105

När kväve/fosforkvoterna klassindelats framgår att de flesta ligger i ett normalt spektrum:

Klass	N/P-Klassgränser	Antal
3	10-15	41
4	5-10	4
5	<5	0

Fyra stationer har kvoter under 10 men som tidigare nämnts är denna kvot speciellt vanskelig att bedöma baserat på höstmätningar.

Referenssjöar och intensivundersökta referenssjöar (Miljöövervakning)

Data från miljöövervakningens referenssjöar ("tidsseriesjöar") kommer maximalt från 126 sjöar. De har följts under en lång period och finns från ca 1983-84 och framåt. En avgränsning av materialet gjordes till perioden 1990-2003. Prov har tagits 3-4 ggr årligen i de flesta sjöarna men i ca 25 sjöar togs prov 8 ggr/år fram till 1995. På senare år har 14 sjöar haft sådan intensiv provtagning. Fram till 1995 ingick också ett urval av eutrofa sjöar. Det handlar (enligt nedan) om 16 eutrofa sjöar. I övriga sjöar råder i stort sett bakgrundsförhållanden. I denna databas var nitrathalterna generellt låga men halter över 10 mgNO₃ förekom vid enstaka tillfällen. Vid ett tillfälle noterades drygt 20 mg NO₃/l.

Tillståndsklass	Klassgränser	Antal i Ref.-sjöar
1	<300 µg N/l	24
2	300-625 µg N/l	76
3	625-1250 µg N/l	24
4	1250-5000 µg N/l	2
5	>5000 µg N/l	0

Tillståndsklass	Klassgränser µg P/l	Antal i Ref.-sjöar
3	25-50	10
4	50-100	5
5	>100	1

Klass	Avvikelsekvot	Antal i Ref.-sjöar
1	<1,5	4
2	1,5 – 2	0
3	2 – 3	1
4 + 5 >3		11

De kväve/fosforkvoter som beräknats pekar på kväveunderskott framför allt i Bergträsket (N/P=5,3), möjligen också i Öljaren och Överrudssjön (N/P 5-15).

Vad gäller klorofyllhalt slutligen ligger alla medelvärden i de två högsta tillståndsklasserna vilket pekar entydigt eutrofa förhållanden. Ett undantag finns dock, en sjö med bara 2 µg klorofyll/l och fosforhalten 26 µg /l.

Referensvattendrag och flodmynningsstationer (Miljöövervakning)

Bland de vattendragsstationer inom Miljöövervakningen som avvattnar betydande jordbruksområden finns sådana som har höga nitrathalter. I mätdata från 288 vattendragsstationer fanns 24 stationer som haft nitrathalter över 20 mg/l vid något tillfälle. Bland dessa fanns 5 stationer där halten 50 mg NO₃/l överskridits och på 3 av dessa (Råån, Skivarpsån och Tolångaån) överskreds 50 mg NO₃/l mer än 1 gång. Data ges i bilaga.

Höga nitrathalter är dock ovanliga vilket framgår av när totalkvävehalter från 288 vattendragsstationer klassificerats enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder:

Klass	Klassgränser ($\mu\text{g N/l}$)	Antal i MÖ-vattendrag
1	<300	39
2	300-625	114
3	625-1250	81
4	1250-5000	51
5	>5000	3

Bland stationerna representerar klasserna 4 och 5 mycket höga och extrema värden och det är i huvudsak bland dessa som de antropogent påverkade vattendragsstationerna finns. Eftersom ingen beräkningsmetod för kväverefereensvärden finns angiven har ingen avvikelsekvot beräknats.

Av de 288 vattendragsstationerna visade sig 97 ha fosforhalter >25 $\mu\text{g P/l}$ och klassificerades:

Klass	Klassgränser	Antal i MÖ-vattendrag
3	25-50 $\mu\text{g P/l}$	55
4	50-100 $\mu\text{g P/l}$	38
5	>100 $\mu\text{g/l}$	9

I detta fall fanns ungefär lika många stationer över som under 50 $\mu\text{g P/l}$. Vilket pekar på många påverkade vattendrag i gruppen. Det gör också fosforavvikelsekvoterna som beräknades för alla stationer med fosforhalter >25 $\mu\text{g P/l}$ för alla stationer:

Kväve-fosforbalansen ligger i detta dataset i ett normalt intervall med kvoter mellan 12 och 70 med en hög och en låg "outlier" (90 resp. 10). Den lägsta kvoten härrör från Edeskvärnaåns utlopp i Vättern.

Klass	Förhöjning	Antal i MÖ-vattendrag
1	<1,5	10
2	1,5 – 2	6
3	2 – 3	17
4 + 5	>3	64

Typområden på jordbruksmark (JRK)

Data från 36 vattendrag inom JRK har bearbetats. Urvalet av stationer i utpräglad jordbruksbygd, med önskemål om minst 50% jordbruksmark i tillrinningsområdet, bäddar för höga halter av både kväve och fosfor. I gruppen fanns under tidsperioden 1995-2003 många stationer med höga nitrathalter.

I 23 JRK områden har koncentrationen av NO₃ varit högre än 50 mg/l minst en gång sedan 1995 (tabell 2).

Tabell 2. Antal mätvärden på vattendragsstationer inom JRK med nitrathalter över 50 mg NO₃ perioden 1995-2003

ID	Provantal
E21	26
E22	1
E23	2
E24	1
H29	22
H30	26
I28	20
K32	202
M36	14
M37	8
M39	28
M40	47
M41	9
M42	16
N33	13
N34	18
N35	2
O14	4
O15	1
O18	6
O27	1
T10	20
T9	1

För några av områdena finns endast några få observationer med höga nitrathalter. I fallet E22 finns bara data för 1995 och alla övriga värden för det året är ca 20 mg/l. E23 har endast undersökts 1995 och 2003 och då uppmättes höga nitrathalter vid ett tillfälle varje år; 90% av värdena var lägre än 38 mg/l.

I området N35, också med två tillfällen då nitrathalten var högre än 50 mg/l, var medelhalterna högre; medianhalten var 31 mg/l.

Området O14 hade fyra tillfällen med höga halter; två vardera under åren 1995-96 och 2002-03. I övrigt var halterna relativt låga med 90% av alla värden under 25 mg/l. Det enda tillfället med hög nitrathalt i området O15 inträffade 1996. Därefter har halterna varit låga med mer än 90% av alla värden under 10 mg/l. För området O27 finns bara ett högt värde. I början av undersökningsperioden var halterna i några fall högre än 20 mg/l, men under senare år har de sjunkit till under 15 mg/l. Även i området T9 förekom ett värde större än 50 mg/l, men halterna var i övrigt oftast låga med 90% av värdena under 9,5 mg/l.

Även totalkvävehalterna var generellt höga i JRK-vattendragen vilket framgår när årsmedelhalter tillståndsklassificeras enligt förslaget till nya bedömningsgrunder:

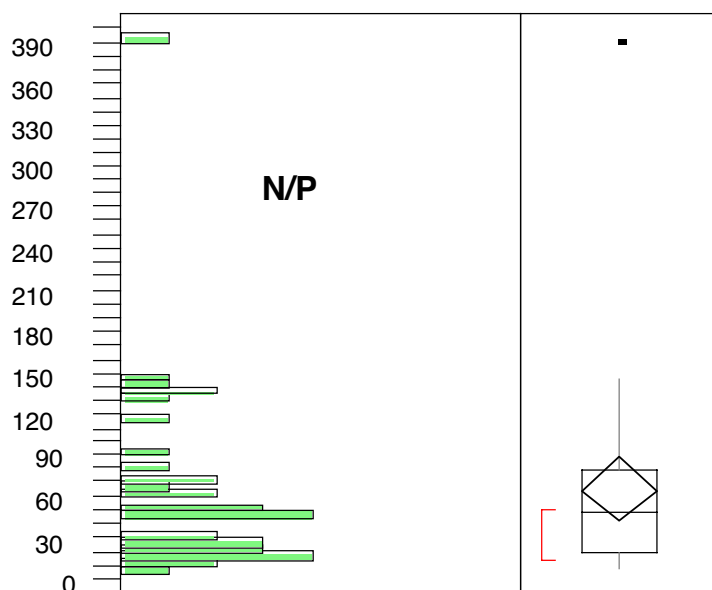
Tillståndsklass	Klassgränser ($\mu\text{g N/l}$)	Antal i JRK-vattendrag
1	<300	0
2	300-625	0
3	625-1250	1
4	1250-5000	16
5	>5000	19

I alla utom möjligen ett JRK-vattendrag signalerar dessa data mycket höga eller extremt höga kvävehalter, d.v.s. en tydlig förorening. Föroreningens ursprung ligger inte enbart i jordbruket utan andra källor är delaktiga. Försök att skatta enbart jordbruksmarkens bidrag har gjorts (Kyllmar 2004). Det kan framgångsrikt göras speciellt om markanvändningen domineras av jordbruket.

I den vidare genomgången av växtnäringshalter framgår också de höga fosforkoncentrationerna:

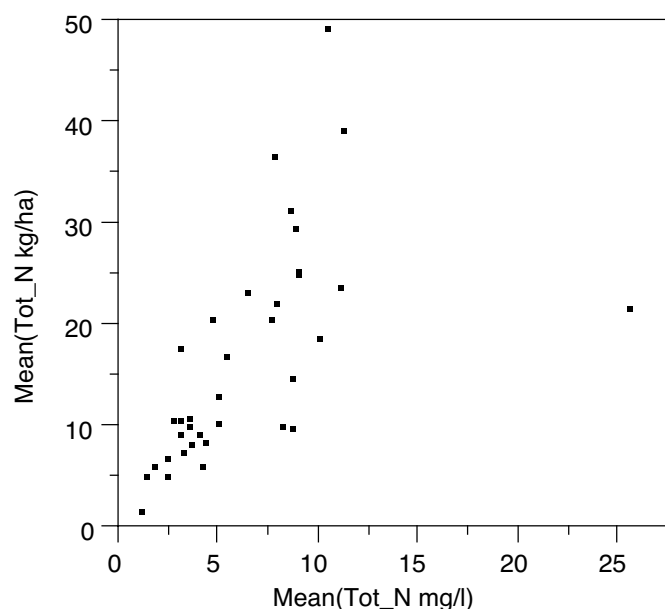
Tillståndsklass	Klassgränser $\mu\text{g P/l}$	Antal i JRK-vattendrag
3	25-50	1
4	50-100	15
5	>100	20

Stationerna med fosforhalter högre än $100 \mu\text{g P/l}$ är betydligt fler än sådana med lägre halter och föroreningsspåverkan är tydlig. Eftersom absorbans- eller vattenfärgsmätningar saknas i materialet kan inga regelrätta referensvärden beräknas. Föroreningen är ändå uppenbar. I detta dataset finns också en betydande obalans mellan fosfor och kvävehalter (figur #). Fördelningen går från ett kväveunderskott med N/P-kvoten 8 (på stationen T9) till ett extremt överskott med kvoten 390 på station M40. I ”normala” vattendrag ligger N/P-kvoten knappast över 50 (figur 4).

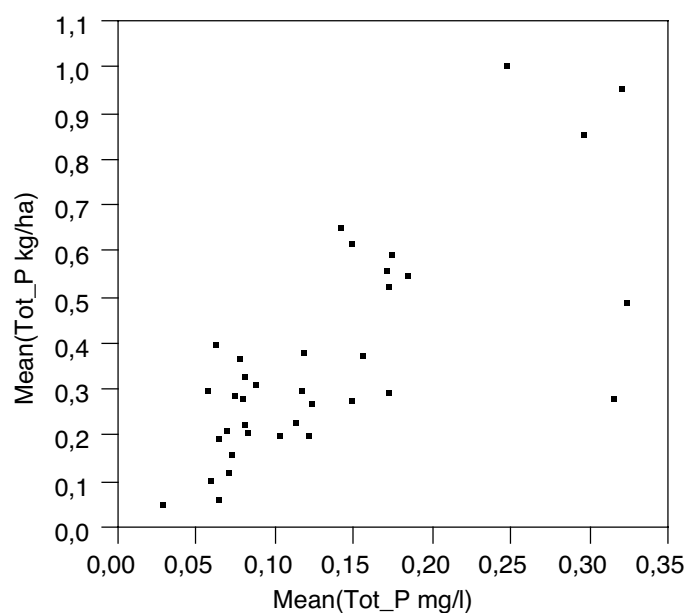


Figur 4. Fördelning av medelvärden för kväve/fosforkvoten i typvattendrag inom JRK.

Eftersom transportberäkningar finns för JRK-vattendragen kan det nuvarande och det föreslagna bedömningssystemen jämföras (figur 5). Figurerna visar att bedömningarna baserade på koncentration alternativt årstransport kan ge avvikande värden. Man kan samtidigt notera att de stora avvikelserna finns i intervallet över den högsta bedömningsgränsen enligt Bedömningsgrunderna. Skillnaderna inom det egentliga bedömningsområdet kan inte bedömas i figurerna men antas vara mindre.



Figur 5. Jämförelse mellan totalkvävehalter och arealspecifika årstransporter av kväve i JRK-vattendrag.



Figur 6. Jämförelse mellan totalfosforhalter och arealspecifika årstransporter av fosfor i JRK-vattendrag.

Sjöar inom Samordnad RecipientKontroll

De äldsta registreringarna i det tillgängliga materialet härrör från 1961 men antalet objekt liksom antalet prov är begränsat fram till början av 1990-talet då 1630 prover togs årligen. Detta antal ökade något fram till 2002 och en första avgränsning gjordes till tidsperioden 1990-2003 som utgjorde bas för fortsatt urval. Först söktes höga nitrathalter i varje enskilt prov. Det högsta värde som påträffades var ca 14 mg NO₃/l.

Enligt bedömningsgrunderna skall den vidare bedömningen inriktas på sommarmedelvärden (maj-okt). Eftersom flera prov ofta togs sommartid kunde medelvärden i detta fall användas, dock ofta baserade på färre än 4 sommarprover. Vidare föreskrivs att epilimnions alternativt ytvattnets kvalitet ska bedömas vilket ledde till att bedömningarna här avgränsades till vatten i djupskiktet 0 -10 m. Antalet sommarmedelvärden för bedömning blev 286 stationer i 266 sjöar.

Totalvävehalterna fördelade sig på tillståndsklasser enligt följande:

Klass	Klassgränser ($\mu\text{g N/l}$)	Antal i SRK-sjöar
1	<300	60
2	300-625	162
3	625-1250	54
4	1250-5000	10
5	>5000	0

SRK-sjöarna hade således inga anmärkningsvärt höga totalkvävehalter jämfört med kvävehalterna i övriga undersökta sjöar, t.ex. i Riksinventeringarna.

Bland de 286 stationer där fosfortillståndet bedömts fanns 49 stycken med totalfosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$. De fördelade sig på tillståndsklasser enligt följande:

Klass	Klassgränser ($\mu\text{g P/l}$)	Antal i SRK-sjöar
3	25-50	37
4	50-100	9
5	>100	3

Med tanke på att majoriteten av de sjöar som provtas inom Samordnad recipientkontroll är förorenade kunde man snarast förvänta ett sämre tillstånd än det som framgår av data. När man även tittar på SRK-sjöarnas avvikelsekvote framstår emellertid att alla, med något undantag, får betraktas som eutrofierade:

Klass	Avvikelsekvot	Antal i SRK-sjöar
1	<1,5	0
2	1,5 – 2	2
3	2 – 3	8
4 + 5	>3	36

Kväve/fosforkvoten har också bedömts för att finna ev. kväveunderskott. Tidsperioden maj-okt har använts för att fånga många mätvärden och bilda sommarmedelvärden. (Enligt Bedömningsgrunderna ska juni-sept användas). Trots indikationerna på kvävebrist i tabellen (nedan) är övriga data från dessa sjöar motsägelserfulla. Den lägsta N/P-kvoten kommer från Öljaren som möjligen kan vara kvävereglerad.

Klass	N/P-Klassgränser	Antal i SRK-sjöar
3	10-15	20
4	5-10	5
5	<5	1

Eftersom relativt många klorofyllanalyser har gjorts i SRK-sjöarna har de klassindelats och visar följande fördelning:

Klass	Kl a halt ($\mu\text{g/l}$)	Antal SRK-sjöar
1	<2,5	1
2	2,5 – 10	11
3	10 - 20	18
4	20-40	12
5	>40	6

Tyngdpunkten ligger i klass 3 vilket grovt motsvarar fosforklass 3 där även fosforhalterna har sin tyngdpunkt.

Vattendrag inom Samordnad RecipientKontroll

Höga nitrathalter har sökts i mätdata från 356 stationer. Bland stationerna fanns # st med nitrathalter över 20 mg/l och på 14 av dessa hade mer än 50 mg NO₃/l uppmätts (Bilaga). De vattendrag som utsatts för svår nitratförorening ligger i huvudsak på Gotland (8 st).

I tre av vattendragen har halter över 50 mg NO₃/l uppmätts vid 23-30 tillfällen vilket är jämförbart med en grupp svårt nitratbelastade JRK-vattendrag,

Användningen av nuvarande bedömningsgrunder försvåras av att transportberäkningar för fosfor och kväve bara finns för en mindre del av stationerna. Vi bedömer därför inte fosfor- och kvävetransport utan följer förslaget till nya bedömningsgrunder som för både sjöar och vattendrag baseras på medelkoncentrationer med samma koncentrationsgränser som nu används för sjöar. Årsmedelvärden på 356 stationer klassificerades:

Klass	Klassgränser ($\mu\text{g N/l}$)	Antal
1	<300	69
2	300-625	137
3	625-1250	109
4	1250-5000	35
5	>5000	6

Bland vattendragen fanns 143 stationer med fosforhalter >25 $\mu\text{g P/l}$. Deras fosfortillstånd klassificerades enligt bedömningsgrunderna:

Klass	Klassgränser ($\mu\text{g P/l}$)	Antal i SRK-vattendrag
3	25-50	65
4	50-100	53
5	>100	25

Av de klassificerade vattendragsstationerna (>25 $\mu\text{g P/l}$) har majoriteten halter högre än 50 $\mu\text{g P/l}$ vilket är ovanligt. Halterna är således ovanligt höga (max 550 $\mu\text{g P/l}$).

Mätningar av absorbans eller vattenfärg fanns i de flesta fall och avvikelsekvoten presenteras för 126 stationer:

Klass	Avvikelsekvot	Antal i SRK-vattendrag
1	<1,5	2
2	1,5 – 2	4
3	2 – 3	27
4 + 5	>3	93

Stor antropogen påverkan bekräftas av de mycket stora förhöjningarna över referensvärdena. Ca 10% av vattendragens kvoter ligger över 10 med maximalt 48 ggr förhöjning. Även kväve/fosforkvoten har beräknats. Kväve/fosforkvoter <10 fanns bara i två vattendragsstationer: Edeskvarnaån, utl.Landsj. och Idebäcken, Norrfors.

De fyra stora svenska sjöarna

Bland de stora sjöarna har Hjälmaren numera en särställning vad gäller fosforhalter och eutrofiering. En väst-östlig koncentrationsgradient av fallande fosforhalter finns mellan sjöns olika bassänger. I Hemfjärden når halterna närmare 100 µg P/l medan halterna i sjöns centrala bassäng är omkring hälften så höga. Eftersom de stora vattenvolymerna finns i de centrala och östra delarna av sjön kan man säga att de mest typiska halterna för sjön ligger omkring 50 µg P/l. Data redovisas i bilaga från Hemfjärden, Mellanfjärden, Storhjälmaren och Östra Hjälmaren.

Kvävehalterna i Hjälmaren är tämligen låga i relation till fosforhalterna. Kväve/fosforkvoten ligger omkring 15 och möjligheten att kvävetillgången reglerar algproduktionen och/eller skapar kvävefixering har diskuterats i en Ambio-artikel (Wilander & Persson 2001). Det kan nämnas att fram till slutet av 1970-talet låg kväve/fosforkvoterna mellan 5 och 10 i Hemfjärden vilket med stor sannolikhet bidrog till massutveckling av kvävefixerande blågröna alger. Fosforhalten pendlade under denna period mellan 200 och 300 µg P/l. Även i Mälaren finns många fjärdar och vikar som har tämligen höga fosforhalter medan de centrala partierna av sjön (Björkfjärden och Prästfjärden) har fosforhalter som oftast understiger 25 µg P/l. På samma sätt som för Hjälmaren kan man säga att de stora fjärdarna karaktäriserar sjön och de utgör i detta fall ca 70% av sjöns vattenvolym. Högre fosforhalter finns emellertid i sjöns västra och nordöstra partier. Galten längst i väster har fosforhalter mellan 40 och 50 µg P/l och Ekoln i NO 30–40 µg P/l. Flera andra grunda vikar och fjärdar har också relativt höga fosforhalter. De som presenteras i bilaga är Galten, Blacken, Västeråsfjärden, Granfjärden, Ulvhällsfjärden, Svinnegarnsviken, Ekoln, Skarven, Görväln. Även i Mälaren har fosforhalterna reducerats från 1970-talet. Det har inneburit att kväve/fosfor-kvoterna ökat något i de flesta fjärdarna. I Galten ligger den dock fortfarande omkring 15.

Graden av eutrofiering i Mälaren har diskuterats i olika sammanhang och man har då även försökt skatta det antropogena påslag som kan finnas under den här använda gränsen 25 µg P/l (Renberg, I. 2001)

I Vätern dominerar definitivt de stora fosforfattiga vattenvolymerna till mer än 95%. Trots det finns flera vikar och fjärdar som har fosforhalter över 25 µg P/l. De flesta finns i sjöns norra kustområde men i söder, inte långt från Vargön ligger Dättern som har fosforhalter nära 100 µg P/l. I norr finns fosforhalter >25 µg P/l i Ekholmssjön-Kyrkebyviken, Arnöfjorden, Ölmeviken och Varnumsviken. I ytterligare några områden kan gränsen tangeras.

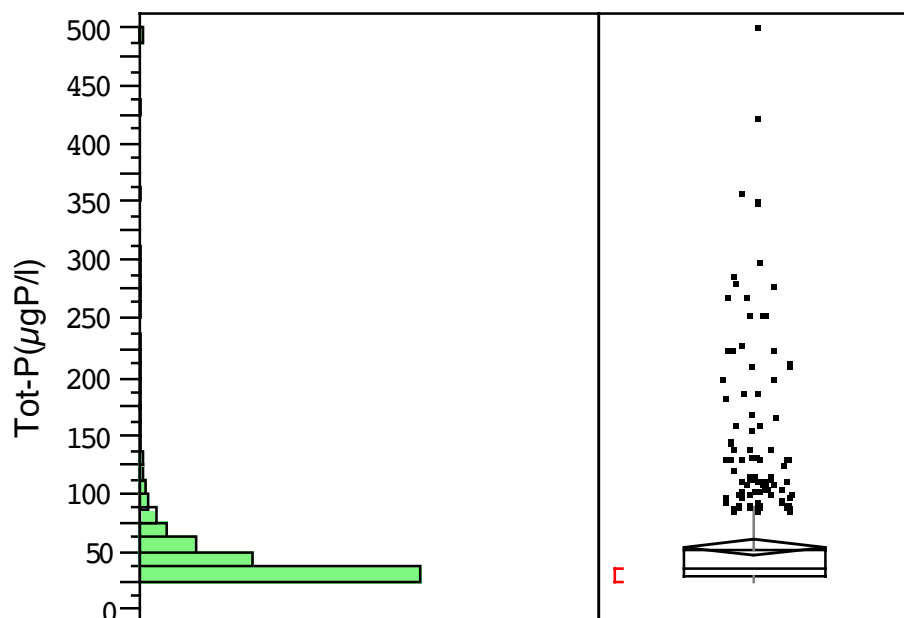
I Vätern har den redan låga fosforhalten i utsjön sjunkit över lång tid. Det har däremot inte kvävehalten inte gjort. Den har istället ökat till ett tydligt överskott av nitratkväve. Orsaker och konsekvenser diskuteras bl.a. av Wilander och Persson (2001).

Även i Vättern finns enstaka vikar och fjärdar med dåligt vattenutbyte med öppna sjön där fosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$ har rapporterats. Detta gäller i första hand för Alsen vid Askersund längst i norr .

Sverigeöversikt

Eutrofa och eutrofierade sjöar

Genomgången av de olika databaserna ger en ny och mer komplett bild av växtnäringstillståndet i svenska sjöar. I den tidigare sjösammanställningen redovisades uppmätta totalfosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$ i totalt ca 780 sjöar. När sjöar från de nu inventerade databaserna lagts samman (och dubletter utesluts) blev det totala antalet 996 stycken. Ökningen var alltså 216 sjöar. I detta antal har inte fjärdar och vikar i de stora sjöarna inkluderats utan behandlats separat (se ovan). Av fördelningen av uppmätta fosforhalter (figur 7) framgår att den högsta noteringen låg på 2100 $\mu\text{g P/l}$ och att 27 sjöar hade halter över 200 $\mu\text{g P/l}$. De sjöar som hade fosforhalter över 100 $\mu\text{g P/l}$ är också fler i den uppdaterade databasen, 73 jämfört med 52 i den tidigare databasen.



Figur 7. Fosforhalternas fördelning i 996 sjöar med fosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$. En sjö med den högsta halten (Valsjön, 2100 $\mu\text{g P/l}$) har uteslutits.

Klassificeringen enligt Bedömningsgrundernas tillståndsklasser visar fördelningen av något lägre halter:

Tillståndsklass	Klassgränser	Antal i hela databasen
3	25-50 $\mu\text{g P/l}$	712
4	50-100 $\mu\text{g P/l}$	207
5	>100 $\mu\text{g/l}$	73
Summa		996

De databaser som tillfört flest sjöar till denna summering är Helikopterprovtagningen i Södermanland 1999 och SRK-databasen. Det är viktigt att notera att fler liknande databaser kan finnas ute i landet. Vi vet t. ex. att fler sjöar provtas inom den samordnade recipientkontrollen eftersom data som kunnat inkluderas här bara härrör från ca 20 av totalt ca 80 vattenvårdsförbund. Den preliminära summan på ca. 1000 sjöar antas därför öka i

framtiden. Vi kan också anta att sjöar på den nuvarande listan kan utgå med tiden beroende på att åtgärder vidtas. En fingervisning om antalet sjöar som inom en dekad skulle kunna avföras från listan kan möjligen ges av antalet sjöar med fosforhalter mellan 25 och 30 $\mu\text{g P/l}$. Det är idag 258 sjöar.

Den totala sjöarealen med fosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$ kan bara anges med ett bortfall på 153 sjöar d.v.s för 847 sjöar. Den är då 4707 km². Till denna area tillkommer flera fjärdar i de stora sjöarna samt hela Hjälmaren som ensam har en area på 484 km².

Avvikelsekvoter för fosfor har beräknats enligt de gällande bedömningsgrunderna där så varit möjligt d.v.s. i 962 sjöar. Kvoterna har sedan klassindelats:

Klass	Avvikelsekvot	Antal i hela databasen
1	<1,5	161
2	1,5 – 2	103
3	2 – 3	217
4 + 5	>3	481
Summa		962

Som tidigare nämnts kan sjöarna i klass 1 med stor sannolikhet antas ha bakgrundshalter liksom en del sjöar i klass 2 och ytterligare ett mindre antal i klass 3. Att ange exakta siffror för antalet eutrofierade sjöar är här svårt, inte minst beroende på det bräckliga dataunderlaget. Ska en siffra anges torde den ligga omkring 800 eutrofierade sjöar. Resterande sjöar har nästan uteslutande halter under 40 $\mu\text{g P/l}$ vilket kan uppnås under referensförhållanden med mycket hög vattenfärg. Det måste framhållas att enstaka sjöar kan avvika från detta mönster vilket gör att säkra bedömningar kräver extra kännedom om lokala förhållanden. Som tidigare nämnts saknade några av databaserna uppgifter om totalkvävehalter. I vissa fall har det varit relativt enkelt att komplettera med sådana och den slutliga databasen kom därigenom att innehålla totalkvävehalter i 681 sjöar som klassificerades enligt Bedömningsgrunderna:

Klass	Klassgränser	Antal i hela databasen
1	<300 $\mu\text{g N/l}$	9
2	300-625 $\mu\text{g N/l}$	145
3	625-1250 $\mu\text{g N/l}$	414
4	1250-5000 $\mu\text{g N/l}$	109
5	>5000 $\mu\text{g N/l}$	4
Summa		681

Kvävetets roll i ekosystemet har vidare bedömts med N/P-kvoter i samma sjöar:

Klass	N/P-Klassgränser	Antal i hela databasen
1	>30	111
2	15-30	429
3	10-15	109
4	5-10	24
5	<5	8
Summa		681

Här kan man säga att fler sjöar än väntat hade kväve/fosfor-kvoter under 10 vilket kan indikera kväveunderskott (se ovan). Som redan tidigare påpekats kräver just bedömningen av denna kvot bra data för perioden juni-september. Detta har dock inte kunnat tillgodoses för många av dessa sjöar. Arton stycken är t.ex. bara provtagna vid de två Riksinventeringarna på hösten vilket ganska säkert bidragit till den låga kväve/fosforkvoten. Bland resterande sjöar med låg kväve/fosforkvot finns några med hög totalfosforhalt ($>100 \mu\text{g P/l}$) vilket var att vänta. Där finns emellertid också 5 sjöar, provtagna inom SRK, med måttliga fosforhalter ($<60 \mu\text{g P/l}$) och mycket låga totalkvävehalter ($<500 \mu\text{g N/l}$). De avvikande förhållandena bör ytterligare granskas.

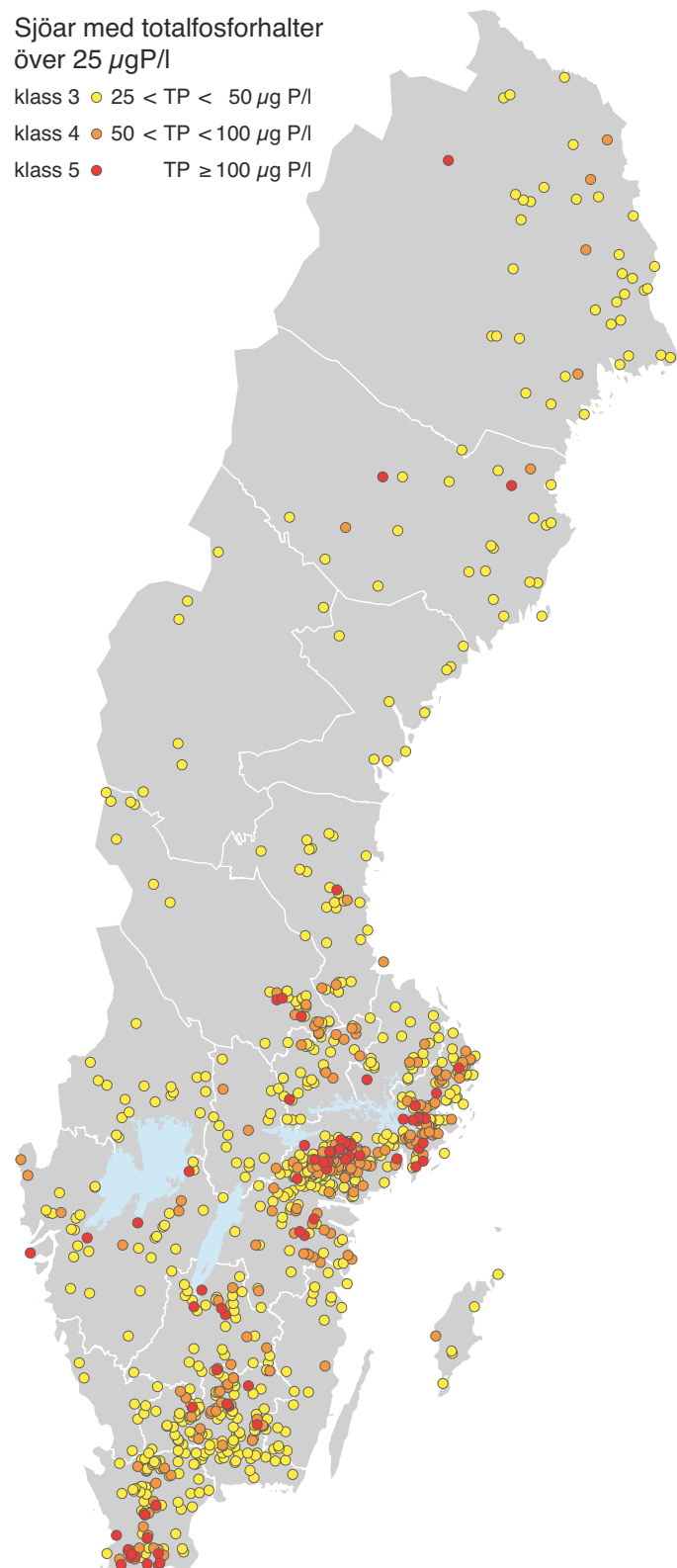
Från ca 1/4 av sjöarna finns uppgifter om klorofyllhalter:

Tillståndsklass	Kl a halt($\mu\text{g/l}$)	Antal i hela databasen
1	$<2,5$	2
2	$2,5 - 10$	50
3	$10 - 20$	97
4	$20-40$	73
5	>40	56
Summa		278

I 1/5 av sjöarna var klorofyllhalterna extremt höga och klassificerades i klass 5 enligt bedömningsgrunderna. I fyra av dessa sjöar var klorofyllhalterna ”mycket extremt” höga, över $140 \mu\text{g}$ klorofyll a/l. Bara 1/5 klassificerades i klasserna 1+2. Sambandet med totalfosfor eller totalkvävehalter var dock inte starkare än i den äldre databasen (jfr. fig 2 & 3)

Geografisk presentation av sjömaterialet

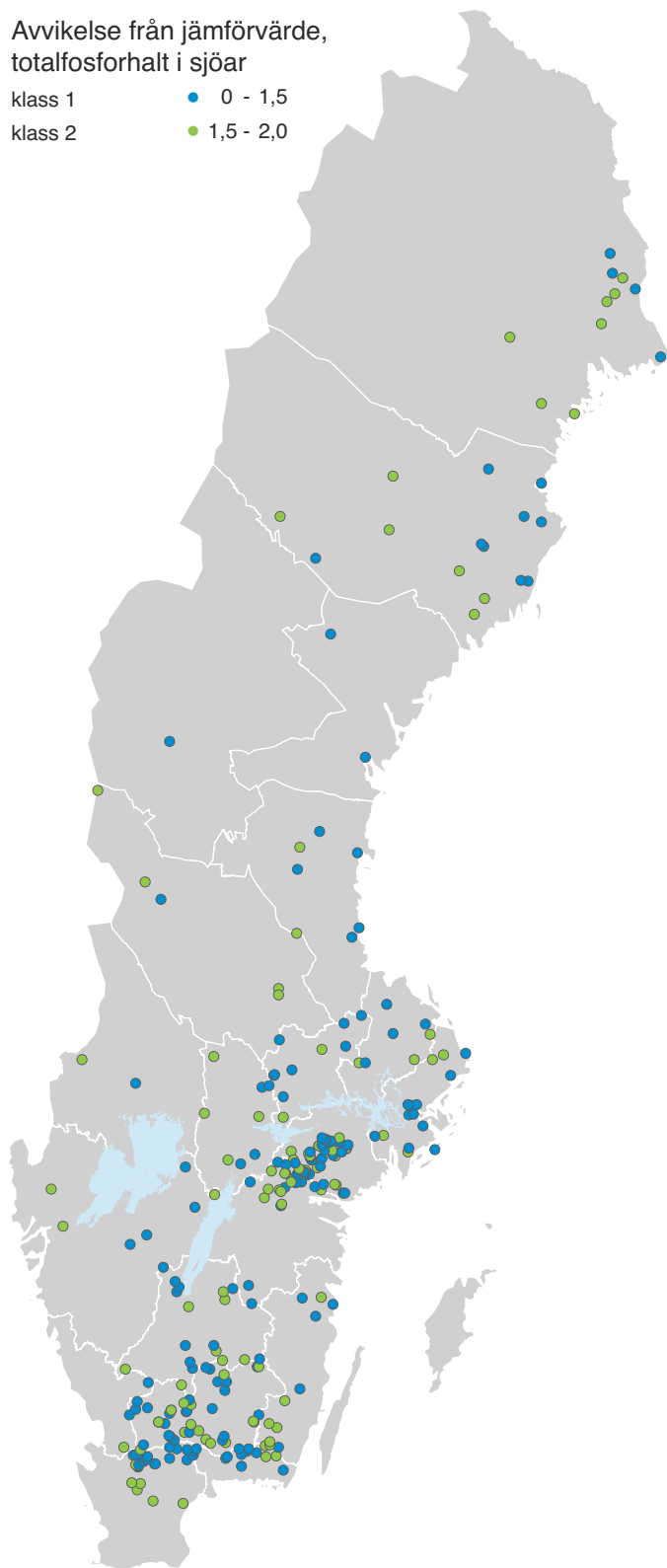
Den areella fördelningen av sjöar med totalfosforhalter över $25 \mu\text{g/l}$ framgår av figur 8. Fördelningen är i stort sett den förväntade, dock med väsentligt fler sjöar i Södermanland än tidigare. Ett särskilt problem utgör de många sjöarna med höga fosforhalter i fjällvärlden i allmänhet samt i Västerbottens och Norrbottens län. De höga halterna skulle kunna bero på en naturligt förhöjd bakgrund. Under sådana förhållanden borde avvikelsekvoterna vara låga. Så är dock inte fallet för många av dessa sjöar. Detta framgår av figur 9 som visar de 268 sjöar som har avvikelsekvot < 2 . Visserligen ligger en del av dessa i norra Norrland men huvuddelen ligger i södra Sverige. Det använda bedömningssystemet pekar således på att det finns osannolikt många eutrofierade sjöar i Väster- och Norrbotten. Orsaken kan inte enkelt avgöras men kan mycket väl vara ett regionalt avvikande förhållande mellan ”bakgrundsfosfor” och vattenfärg.



Figur 8. De identifierade sjöarna med totalfosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$. Gult = halter i intervallet 25-50 $\mu\text{g P/l}$, orange = halter i intervallet 50-100 $\mu\text{g P/l}$, rött = halter över 100 $\mu\text{g P/l}$.

Avvikelse från jämförvärde,
totalfosforhalt i sjöar

klass 1 ● 0 - 1,5
klass 2 ● 1,5 - 2,0



Figur 9. Sjöar med låg avvikelsekvot för fosfor vilka kan ha bakgrundshalter trots att nuvarande fosforhalt överstiger $25 \mu\text{g P/l}$. Blått = 0-1,5 ggr avvikelse från referenshalt (=jämförhalt), grönt = 1,5-2,0 ggr avvikelse från referenshalt.

Den länsvisa fördelningen av sjöar med höga fosforhalter har summerats i tabell 3. I vissa fall kan länsgränser som går genom sjöar skapa problem med länsstillhörigheten. Eftersom de fyra stora sjöarna behandlas separat har problemen bara rört enstaka sjöar.

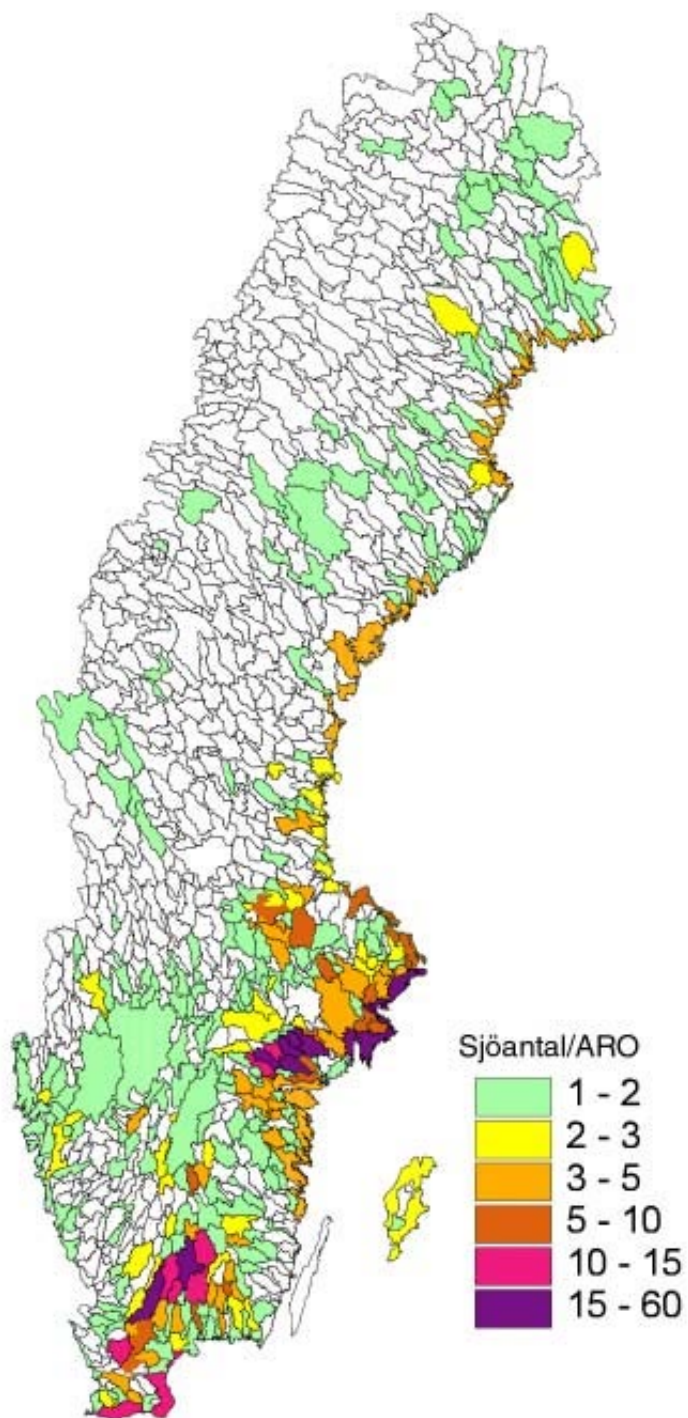
Tabell 3. Sjöar med fosforhalter över 25 $\mu\text{gP/l}$ fördelade på olika län. Sjöarna inom varje län har fördelats på avvikelseklasser enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Län	Tillståndsklass			Summa
	Klass 3	Klass 4	Klass 5	
Norrbottnens län	36	4	1	41
Västerbottnens län	19	2	2	23
Jämtlands län	7	0	0	7
Västernorrlands län	8	0	0	8
Gävleborgs län	26	3	1	30
Dalarnas län	30	10	3	43
Västmanlands län	26	9	1	36
Örebro län	13	3	0	16
Värmlands län	18	0	0	18
Västra Götalands län	29	5	3	37
Hallands län	4	0	0	4
Skåne län	63	19	13	95
Blekinge län	13	0	0	13
Gotlands län	4	1	0	5
Kalmar län	19	2	0	21
Kronobergs län	114	22	8	144
Jönköpings län	29	4	4	37
Östergötlands län	60	20	4	84
Södermanlands län	112	57	17	186
Uppsala län	20	3	1	24
Stockholms län	62	41	12	115

Det största antalet sjöar fanns i Södermanlands län följt av Kronobergs, Stockholms och Skåne län. Efter Östergötlands län följer sedan en grupp med Dalarna, Västmanland, Jönköpings V. Götalands och Norrbottens län.

En beskrivning av sjöarnas fördelning inom olika medelstora avrinningsområden har också gjorts (fig 10). Avrinningsområdenas antal är ca 1000 och identiska med de som tidigare använts inom Transport – Retention – Källfördelningsprojektet (Brandt & Ejhed 2002). Uppgifter om varje områdes hydrologiska koppling, andel sjö samt sjödjupsförhållanden finns i Svenskt VattenArkiv hos SMHI. I TRK-projektet har dessutom markanvändningen i över hela Sverige digitaliserats och tabeller med markanvändning finns för varje delavrinningsområde. Speciell noggrannhet har ägnats åt jordbruksmarkens avgränsning. Kopplat till till varje avrinningsområde finns också den modellberäknade kväve- och fosforförlusten från jordbruksmark, punktkällor och deposition.

Förekomsten av eutrofa sjöar inom varje TRK-område kan sättas i relation till alla dessa områdesdata. Här har dock en avgränsning gjorts som inneburit att varje sjös tillhörighet till respektive TRK-område har bokförts i databasen. Antalet sjöar med höga fosforhalter fosforhalter (>25 g P/l) inom varje TRK-område har sedan presenterats med hjälp av en färgskala (fig 10).



Figur 10 Förekomst av eutrofa sjöar (>25 µg P) inom varje rapporteringsområde inom TRK. Antalet sjöar inom varje område anges med färgkod.

Med hjälp av kartorna kan man t.ex. jämföra med de kartor över fosfor och kväveförluster från jordbruksmark, skogsmark, hygge samt punktkällor som presenteras i TRK-projektets rapport (Brandt & Ejhed 2002). Eftersom kartan baseras på fosforhalter bör figuren jämföras med figurerna 32 och 39 hos Brandt & Ejhed (2002) som visar diffus fosfortillförsel till olika TRK-områden.

TRK-områden med flest eutrofa sjöar finns i Södermanland och Kronobergs län samt kustområdena i Stockholms län och i Skåne. Minst tio eutrofa sjöar finns i vart och ett av de aktuella TRK områdena. Antagligen innebär det att man kan tala om de eutrofa sjöarna som ett inslag i landskapet som blivit så stort att det kräver åtgärd. Möjligen bör man vid en sådan bedömning också ta hänsyn till det totala antalet sjöar i landskapet. Eftersom de eutrofa sjöarna tenderar att vara små bör man kanske helst bedöma deras yta i relation till ytan av övriga sjöar i området.

Denna teknik bör kunna utvecklas och göra det möjligt att karaktärisera de eutrofa vattenområdenas omfattning och lägga den till grund för åtgärder.

Figur 10 visar också att förhållandevis många eutrofa sjöar ligger i TRK-områden längs Norrlandskusten. Huruvida dessa områden har naturligt eller antropogent höga fosforhalter kan ännu inte säkert avgöras. Den relativa avsaknaden av eutrofa sjöar i hela Västsverige är också intressant. Fosfortillförseln till dessa områden är minst lika stor eller större som till Östra Sverige enligt TRK. Möjliga förklaringar kan vara att utspädningen är större i väst beroende på att avrinningen är i runda tal dubbelt så stor som i östra Sverige. Detta skulle åtminstone delvis förklara det låga antalet eutrofa sjöar där. En annan förklaring kan givetvis vara att databaserna inte är kompletta för denna region. En tredje förklaring till att t. ex. Västgötaslätten har så få eutrofa sjöar är det låga antalet sjöar i landskapet. Detta gäller för övrigt alla slättområden t. ex. i Skåne, Gotland och Hallandskusten.

Jordbruk i de eutrofa sjöarnas tillrinningsområden

Kopplingen mellan intensivt jordbruk i sjöarnas tillrinningsområden och varierande grad av eutrofi i sjöarna kan beskrivas på olika sätt. Man kan välja att arbeta med jordbrukets omfattning och förluster inom hela TRK-områden som matchas mot tillståndet i områdets sjöar som det beskrivits ovan. Man kan också välja att söka kopplingar mellan tillståndet i varje enskild sjö och jordbruksverksamheten i dess tillrinningsområde. För att korrekt bedöma jordbrukets roll krävs kompletta källfördelningar för varje sjö och för både kväve och fosfor. Detta är ett omfattande arbete som också kan möta problem, speciellt vad gäller fosfor. Generella förhållanden kan dock beskrivas på enklare sätt som innebär att man inriktar sig på att beräkna hur mycket jordbruksmark som finns inom varje sjös tillrinningsområde. Med hjälp av denna areal och mer eller mindre exakta uppgifter om arealspecifika förluster kan sedan en mer eller mindre komplett källfördelning göras och relateras till tillståndet i sjön.. Grundläggande i detta sammanhang är att ta fram sjöarnas tillrinningsområden och arealen jordbruksmark. Detta har gjorts genom sökningar i många olika register vid Institutionen för miljöanalys. På detta sätt kunde avrinningsområden och markanvändning för ca 250 sjöar läggas till databasen. Avrinningsområden för ytterligare sjöar har tagits fram med hjälp av en höjddatabas samt Röda kartan. Markanvändningen inom områdena har beräknats från databaser över jordbruksstöd (Blockdata och IAKS). Totalt finns nu markanvändningsdata för tillrinningsområdena till 734 sjöar. Även detta har lagts till databasen som med nuvarande omfattning kan användas för att söka en koppling mellan trofitillstånd och arealerna av olika markslag i tillrinningsområdena och, med hjälp av schabloner, även växtnäringstillförseln.

Översikt vattendrag

Växtnäringssituationen i vattendrag har beskrivits med hjälp av 5 dataset. Materialet är Sverigetäckande på ett annorlunda sätt än sjödata. Flodmynningsdata (ca 50 stationer) representerar i makroskala avrinningen från ca 82 % av Sveriges landareal medan data från drygt 700 vattendrag i de båda riksinventeringarna förmedlar en ögonblicksbild av små vattendrag i landet. Data från långa tidsserier kommer framför allt från flodmynningar och andra vattendrag inom miljöövervakningen, SRK och JRK. Tillsammans finns data från 680 vattendragsstationer i dessa övervakningssystem där Bedömningsgrundernas krav på data över minst tre år är rimligt tillgodosedda även om en månatlig provtagning inte alltid har tillämpats och medelvärden för enstaka år ibland fått accepteras. Den sökning efter höga nitrathalter som gjorts ger en helt annorlunda och allvarligare bild av nitrutförorening än data från sjöarna. Totalt identifierades # stationer med nitrathalter över 20 mg NO₃/l (bilaga). Bland dessa fanns 42 stationer med mätvärden över 50 mg NO₃/l (bilaga). 22 av dessa stationer härrörde från typvattendragen inom jordbrukets recipientkontroll. Av övriga stationer kom 14 från vattendragen inom SRK, 5 från Miljöövervakningens vattendrag och ett från Riksinventeringarna. Även antalet överskridanden är högst på JRK-stationerna med fler än 10 överskridanden på 11 stationer och med ett enstaka maximumvärde på 202 överskridanden på stationen K32.

Skillnaden mot nitrattillståndet i sjöarna är mycket tydlig och kan enklast förklaras genom stor denitrifikation, stort växtupptag och sedimentation i sjöar. Denna retention gynnas av lång uppehållstid, riklig tillgång till organiskt material eller hög växtproduktion i sjöarna. Denna miljö finns företrädesvis i eutrofa sjöar som därför sällan har mycket höga kvävehalter. På frågan om hur allmängiltig nitratsituationen i de provtagna JRK och SRK-vattendragen är finns inget enkelt svar. Vattendragens nitrathalter och transporter är beroende av kvävetillförsel på det sätt som beskrivits för inom TRK-projektet. Där har tillförseln av kväve från olika källor summerats för varje rapporteringsområde vilket gör det möjligt att beräkna teoretiska kvävehalter med hjälp av vattenföringsdata. Möjligheten att beräkna även nitrathalter (inte bara totalkvävehalter) borde finnas men i avsevärt mer begränsad omfattning. Det finns också ett skalproblem vid beskrivning av nitrathalter. Vad som beräknas eller mäts för ett TRK-område gäller inte i dess mindre delar. De högsta halterna finns alltid i små vattendrag och diken vilket väl exemplifieras av tillståndet i JRK-områdena som är små jämfört med övriga områden. Sjunkande nitrathalter med stigande storlek på avrinningsområdena beror normalt på ökat inslag av mark med låga kväveförluster. Nitratdirektivets krav att högre nitrathalter än 50 mg NO₃ inte ska förekomma finns inte kopplat till någon vattendragsstorlek eller något avrinningsområdeskriterium. Ett sådant kriterium skulle definitivt underlätta uppläggningsen av mätsystem och modellberäkningar.

Växtnäringstillståndet klassificerades på totalt 680 vattendragsstationer med provtagning i tidsserier samt på 754 stationer med enstaka mätningar. Den förra gruppen avser stationer inom SRK, JRK och miljöövervakning, den senare gruppen avser de båda Riksinventeringarna. I den fortsatta presentationen ingår inte riksinventeringsdata som bedömts vara av en mer tillfällig karaktär än resten av materialet enligt vad som tidigare diskuterats.

Kvävehalter från 680 vattendragsstationer fördelade sig på följande klasser:

Klass	Klassgränser ($\mu\text{g N/l}$)	Antal MÖ	Antal SRK	Antal JRK
	<300	39	69	0
2	300-625	114	137	0
3	625-1250	81	109	1
	1250-5000	51	35	16
5	>5000	3	6	19

De olika dataseten redovisas separat för att tydligt se var avvikande höga värden finns. De avvikande höga kvävehalterna finns framför allt i JRK-vattendragen som oftast har jordbruksdominans i sina avrinningsområden och dessutom är små (se ovan). Inom den samordnade recipientkontrollen finns också många stationer med höga kvävehalter. Man kan dock inte utan närmare utredning uttala sig om orsakerna till att så många stationer tillhör kväveklasserna 4+5. Vad gäller SRK-vattendragen kan man också säga att överraskande många hade låga kvävehalter. De har mycket låga totalkvävehalter (klass 1) i jämförelse med miljöövervakningsvattendragen där många stationer borde ha låga kvävehalter eftersom de innehåller en kärna av vattendrag ska ha referensförhållanden. Som kontrast ska SRK-programmen främst följa utvecklingen i påverkade vatten och borde därför ha färre stationer med låga halter.

Även inom miljöövervakningen finns även överraskande höga kvävehalter, ofta beroende på att avrinningen från många medelstora jordbruksområden ingår. Där finns t.ex. 11 jordbruksår med mer än 30% jordbruksmark i avrinningsområdena.

Klassificeringen av fosforhalter visade att 276 av 680 stationer hade totalfosforhalter över 25 $\mu\text{g P/l}$:

Klass	Klassgränser ($\mu\text{g P/l}$)	Antal MÖ	Antal SRK	Antal JRK
3	25-50	55	65	1
4	50-100	38	53	15
5	>100	9	25	20

Gruppen av JRK-vattendrag inkluderar även mycket höga fosforhalter dock inte så extremt förhöjda som för kväve.

Inom gruppen av SRK-stationer fanns 143 stycken med fosforhalter >25 $\mu\text{g P/l}$, de flesta över 50 $\mu\text{g P/l}$. Dessa kan tämligen säkert betraktas som förorenade med stöd av de beräknade avvikelsekvoterna (se nedan). Vid en jämförelse mellan fosfor- och kvävehalter på SRK-stationerna finns en tendens till större fosfor- än kväveförorening. Utvidgas denna jämförelse till fosforhalterna på miljöövervakningsstationerna är tyngdpunkten på höga fosforhalter inte lika tydlig. Trots att många stationers halter ligger under 50 $\mu\text{g P/l}$ tyder avvikelsekvoterna på en tydlig fosforförorening även inom denna grupp av stationer.

De avvikelsekvoter som kunde beräknas kom från miljöövervakningsstationer och den samordnade recipientkontrollens vattendragsstationer:

Klass	Avvikelsekvot	Antal MÖ	Antal SRK	Antal JRK
1	<1,5	10	2	
2	1,5 – 2	6	4	
3	2 – 3	17	27	
4 + 5	>3	64	93	

Underlag för sådana beräkningar (vattenfärg el. absorbans) saknas för JRK-stationerna.

Baserat på de höga halterna kan man ändå förutskicka höga kvoter och en tydlig antropogen påverkan med något enstaka undantag. Vad gäller balansen mellan kväve och fosfor finns ett helt spektrum kväve/fosforkvoter från JRK-områdena. Fosforöverskott ($N/P < 10$) indikeras på en station medan kväveöverskott ($N/P > 30$) indikeras för 24 av 36 stationer. I de flesta fall är kväveöverskottet mycket tydligt (figur 4).

Även bland vattendragsstationerna inom SRK fanns bara två stationer med indikationer på kväveunderskott.

Från miljöövervakningens stationer rapporterades fosfor/kvävekvote mellan 10 och 90 i alla vattendrag utom ett där kvoten låg under 10. Samma vattendrag (Edeskvarnaån) hade avvikande låg kvot även vid provtagningar inom SRK.

Sammantaget är både fosfor- och kvävehalter, speciellt nitrathalter, höga i många små vattendrag. Detta framkommer sällan vid mätningar nära kusten i de stora vattendragen där växtnäringshalterna i regel är låga. Där små vattendrag valts ut slumpmässigt för provtagning (Riksinventeringarna 95+00) visar sig många vattendrag ha höga halter liksom inom andra vattendragsgrupper (JRK och SRK). Detta indikerar att små vattendrag fortfarande kan vara starkt förorenade utan att detta kan beskrivas på ett bra rikstäckande sätt. Fler undersökningar i små avrinningsområden samt representativitetsstudier behövs för att spegla tillståndet i hela landet.

Slutsatser

De databaser som sammanställts täcker med provtagningsplatser merparten av de jordbrukstäta områdena i landet. Tillståndet i sjöfattiga slättområden kan beskrivas med vattendragsdata medan sjödata kan användas för andra områden.

Ytvatten, speciellt sjöar, präglas generellt av låga till måttligt höga halter av nitrat. Detta beror på att flera, naturliga processer minskar halterna, såsom denitrifikation och upptag i alger och annan vegetation. Endast små vattendrag uppvisade höga nitrathalter. På 43 stationer förekom halter över 50 mg NO_3/l vid något provtagningstillfälle.

Bedömningen av eutrofiering har baserats på Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder, och har främst grundats på halter av totalfosfor. Extremt höga halter kan lätt identifieras som antropogen påverkan. För stationer med halter närmare gränsvärdet för eutrofi på 25 $\mu g/l$ har i möjligaste mån avvikelse från jämförvärde beräknats enligt Bedömningsgrunder och använts för att identifiera sjöar med antropogen eutrofiering. Beräkningarna har gjorts enligt nuvarande bedömningsgrunder eftersom mätvärden för de parametrar som krävs för beräkningar enligt ett nytt förslag saknas i stor utsträckning.