

Svartån

En långtidsutvärdering av
recipientkontrollens
mätningar mellan åren
1980-2000



LÄNSSTYRELSEN
Västmanlands län
Miljöenheten
2002 Nr 2

Förord

Det här rapporten har sammanställts av länsstyrelsen i Västmanlands län inom ramen för den regionala miljöövervakningen. Syften med rapporten har varit att utvärdera Svartåns vattenkemiska undersökningar, näringämnestillförsel och beskriva hela Svartåns avrinningsområde. Bedömningen av tillståndet i Svartåns vattensystem har utförts med hjälp av Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Rapporten har sammanställts av Maria Sundberg på Miljöenheten med utgångspunkt från de data som insamlats genom den samordnade recipientkontrollen samt den kommunala kontrollen inom Svartåns avrinningsområde.

Västerås i februari 2002.

Kerstin Kvarnström,
Miljövårdsdirektör

Innehåll

Sammmanfattning	sida 3
Inledning	sida 4
Framtidens miljöövervakning av vatten	sida 4
Beskrivning av Svartåns avrinningsområde	sida 5
Beskrivning av större sjöar inom Svartåns vattensystem	sida 8
Miljöövervakning i Svartån	sida 11
Kemiska och fysikaliska undersökningar	sida 12
Biologiska undersökningar	sida 12
Provtagningsfrekvens	sida 14
Metoder och analysredskap	sida 15
Bedömningsgrunder	sida 15
Analys och resultat	sida 16
Vattenföring	sida 16
Eutrofiering	sida 17
Fosfor halter	sida 18
Kvävehalter	sida 20
Transporter av fosfor och kväve	sida 23
Syrgasförhållande	sida 27
Ljusförhållande	sida 29
Försurning, pH och alkalinitet	sida 31
Metaller i Svartåns vatten	sida 33
Litteraturlista	sida 34
Bilagor	
Bedömningsgrundande parametrar	Bilaga A
Halter av fosfor och kväve	Bilaga B
Transporter av fosfor och kväve	Bilaga C
Syrgasförhållanden	Bilaga D
Ljusförhållanden	Bilaga E
Försurning	Bilaga F
Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem	Bilaga G

Sammanfattning

Svartåns avrinningsområde ligger inom Västerås, Sala och Norbergs kommuner. Svartån avvattnar ett 774 km² stort område som i norra delarna domineras av skogsmark och i södra delarna av jordbruksmark. Svartån passerar innan utloppet i Mälaren genom Västerås stad, där cirka 125 000 innevånare bor. Svartån har flera biflöden, bland annat Murån, Prästhytteån, Solingebäcken och Gärsjöbäcken.

I denna rapport har jag utvärderat fem provtagningspunkter i sjöar och vattensträckor inom Svartåns vattensystem med avseende på kemiska och fysikaliska parametrar. Dessutom har det gjorts en utvärdering av näringsämnen och en beskrivning av alla större sjöar som undersökts inom recipientkontrollen. Ett fåtal biologiska undersökningar har gjorts i Svartån. Provtagningar i Svartåns vattensystem har pågått sedan början av 1970-talet. Svartåns vattenkvalitet har varit svår att utvärdera på grund av uppehåll i provtagningen. Svartåns recipientkontroll har saknat samordning inom vattensystemet. Dock har Västerås stad och Sala kommun utfört samordnad provtagning.

Eutrofieringen är Svartåns största problem. Det har inte skett något större trendbrott av kvävehalter och fosforhalter under 1980-2000. Det förekommer extrema variationer i fosforhalter och fosfortransporter som är direkt beroende av vattenföringen. Utbyggnaden av fosforreningen i reningsverken hade effekter under början av 1980-talet men sedan har ingen direkt minskning i fosfortillförsel uppmätts. Kvävehalter och kvävetransporterna uppvisar ett liknande mönster som fosforhalterna för perioden 1980-1984. Variationen i kvävehalter och månadskvävetransporter är mer säsongsberoende än fosfortransporterna. Mellan åren 1985-1999 har halterna och transporterna av kväve varit relativt stabila inom avrinningsområdet. Medelvärdet av kvävetransporterna under denna period låg generellt på 250-300 ton/år i Svartån, medan fosfortransporterna låg på 15-23 ton/år under 1984-1999. Året 2000 var mycket nederbördsrikt vilket reflekterades i flertalet parametrar. Generellt har tillförslen av näringsämnen från reningsverk minskat i betydelse och de diffusa källorna har ökat. De större punktkällorna i vattensystemet numera är Skultuna reningsverk och två mindre reningsverk längre upp i systemet samt Östra verket vilket släpper ut vatten med en viss begränsad påverkan. Tillförslen av näringsämnen från jordbruken är den största diffusa källan. Även enskilda avlopp är en betydande diffus källa av näringsämnen.

Syrgasförhållandena i Svartån är mycket goda i de fem provtagningsstationerna. Inom Svartåns vattensystem mellan 1980-2000 har förhållandena klassats som mycket goda, klass 1, enligt bedömningsgrunderna. Ljusförhållandena i stationerna däremot indikerar ett näringsrikt vatten och klassas som betydligt färgat vatten, klass 4 till 5. I Svartån är problemen med försurning relativt små och endast begränsad kalkning har utförts.

Inledning

Framtidens miljöövervakning av vatten

I april 1999 antog riksdagen 15 miljökvalitetsmål. Miljömålen skall vi uppnå under en generation. Det innebär att vi måste minska vår påverkan på miljön till nivåer som är långsiktigt hållbara, och att detta skall ske till år 2020.

Europaparlamentets och rådets ramdirektiv för vatten har stor betydelse för möjligheten att nå miljökvalitetsmålen som rör vattenfrågor. Ramdirektivet för vatten trädde i kraft den 22 december 2000. Direktivets syfte har varit att se till att en god ekologisk vattenstatus uppnås och bibehålls inom medlemsländerna. Tidsplanen för att implementera ramdirektivet i svensk lag är som följer:

- behöriga myndigheter utses 2003
- analys av avrinningsdistrikt 2005
- anta åtgärdsprogram 2009
- mål för miljö kvalitet uppfyllda 2015

Den samordnade recipientkontrollen (SRK) utgör en viktig del i övervakningen av sjöar och vattendrag. Under 80-talet blev det vanligt att bilda vattenvårdsförbund. Vattenvårdsförbunden syftar bland annat till en bättre samordnad miljöövervakning. Medlemmar i vattenvårdsförbunden är företag och verksamhetsutövare. I Svartån har man inte lyckats bilda något vattenvårdsförbund än varför det är svårt att få en samlad bild av situationen inom hela avrinningsområdet.

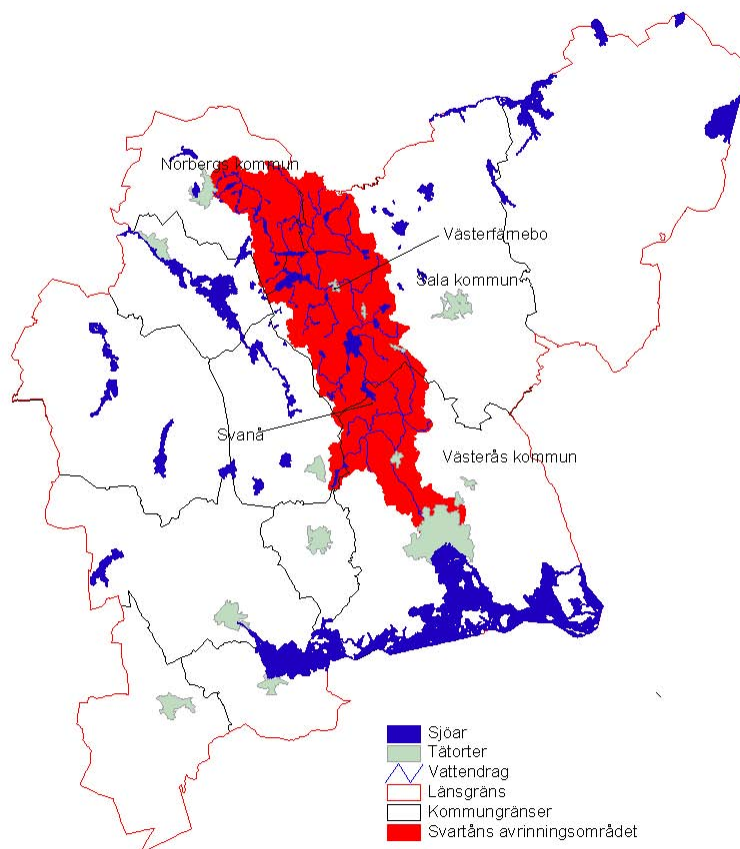
Förutom att ramdirektivet kan komma att kräva en ny organisation av Sveriges hantering av vattenplaneringsfrågor kommer det också att innebära nya krav på miljöövervakningen däribland den samordnade recipientkontrollen, SRK (Wiederholm, 2000). Det är således ofrånkomligt att programmen inom SRK kommer att behöva förändras för att svara mot rapporteringskraven från EU. Recipientkontrollen är i dag samordnad inom delar av avrinningsområden. Det är nödvändigt att se vattendrag och sjöar som en enhet enligt vattendirektivet.

Klassificeringen av ekologisk status enligt vattendirektivet ska för vattendrag grundas på följande faktorer:

- Biologiska faktorer t ex vattenväxter, bottenfauna och fisk.
- Hydromorfologiska faktorer t ex flödesvolym, dynamik, kontinuitet, djup och volym, och strandzonens struktur.
- Kemiska och fysikaliska faktorer t ex temperatur, syreförehållande, försurningsstatus, näringsförhållande och föroreningar.

De stora förändringarna kommer att gälla de biologiska och hydromorfologiska faktorerna. Troligen kommer SRK programmen att behöva kompletteras på dessa områden.

Beskrivning av Svartåns avrinningsområde.



Figur 1. Karta över Svartåns avrinningsområde

Svartåns avrinningsområde ligger inom Västerås, Sala och Norbergs kommuner och dess yta avvattnar ett 774 km² stort område. I avrinningsområdets sydliga del från Mälarens vatten ungefär till Svanå är det stor andel jordbruksmark och det finns inte någon sjö. Detta leder till att stora mängder av näringsämnen flyter ut i Mälaren vilket leder till att övergödningseffekterna är som störst i södra Svartån. Avrinningsområdet utgörs av delar av Västerås stad, där bor cirka 40 000 innevånare av stadens 125 000 innevånare.

Skultuna, Svanå och Västerås är rika på industrisamhällets historiska arv vars huvudmiljö är bruken. Tidig metallindustri har funnits vid Svanå och Skultuna. Båda bruken anlades i början av 1600 –talet. I Skultuna bearbetades mässing och fortfarande pågår viss verksamhet där. Brunnsmiljön i Sättra brunn är också en väl bevarad miljö i avrinningsområdet.

I avrinningsområdets mellersta del mellan Svanå och Västerfärnebo finns det några större sjöar bland annat Hällsjön och Fläcksjön och några mindre sjöar t ex Gussjön och Gärsjön. Svartåområdet kallas det sammanhängande våtmarksområdet som består av fem olika våtmarker vilka är belägna mellan Västerfärnebo och Fläcksjön. Ett av de fem områdena är Nötmyran. Den är klassad som ett CW- område dvs ett internationellt värdefullt våtmarksområde. På Nötmyran har det bedrivits ett omfattande ängsbruk sedan en lång tid tillbaka.

Svartåns naturliga lopp genom landskapet är av stor vikt för områdets natur- och kulturvärde. Nästan varje år svämmar ån över sina bräddar, vilket gynnar det rika fågellivet. Fågellivet i t ex Fläcksjön och Hörendesjön är mycket värdefullt och man observerar ofta rördrom, fiskljuse, havsörn m.m. Fläcksjön och Gussjön som är av rikssintresse för naturvården ingår även i ett Natura 2000-område.

Den nordligare delen av avrinningsområdet utgörs av ett karaktäristiskt bergslagslandskap som domineras av mindre sjöar, åar, myrmark och vida skogar som växer på kuperad terräng. Svartåns källflöden återfinns runt sjöarna Toftsjön och Målsjön i Norbergs kommun. Kombinationen av en hög andel sjöar och en låg andel jordbruksmark begränsar effekterna av eutrofieringen. Emellertid är försurningsrisken större i den nordligare delen av avrinningsområdet vilket främst beror på marksammansättningen.

I Norbergs kommun är vattenflödet begränsat och därför finns inte samma förutsättningar för elproduktion som inom andra delar av Svartåns avrinningsområde. Det kan jämföras med Västerås kommun som har högre flöden eftersom den ligger längst ned i vattensystemet. De kvarvarande dämmena vid bruken längs Svartån utjämnar flödestopparna något under våren.

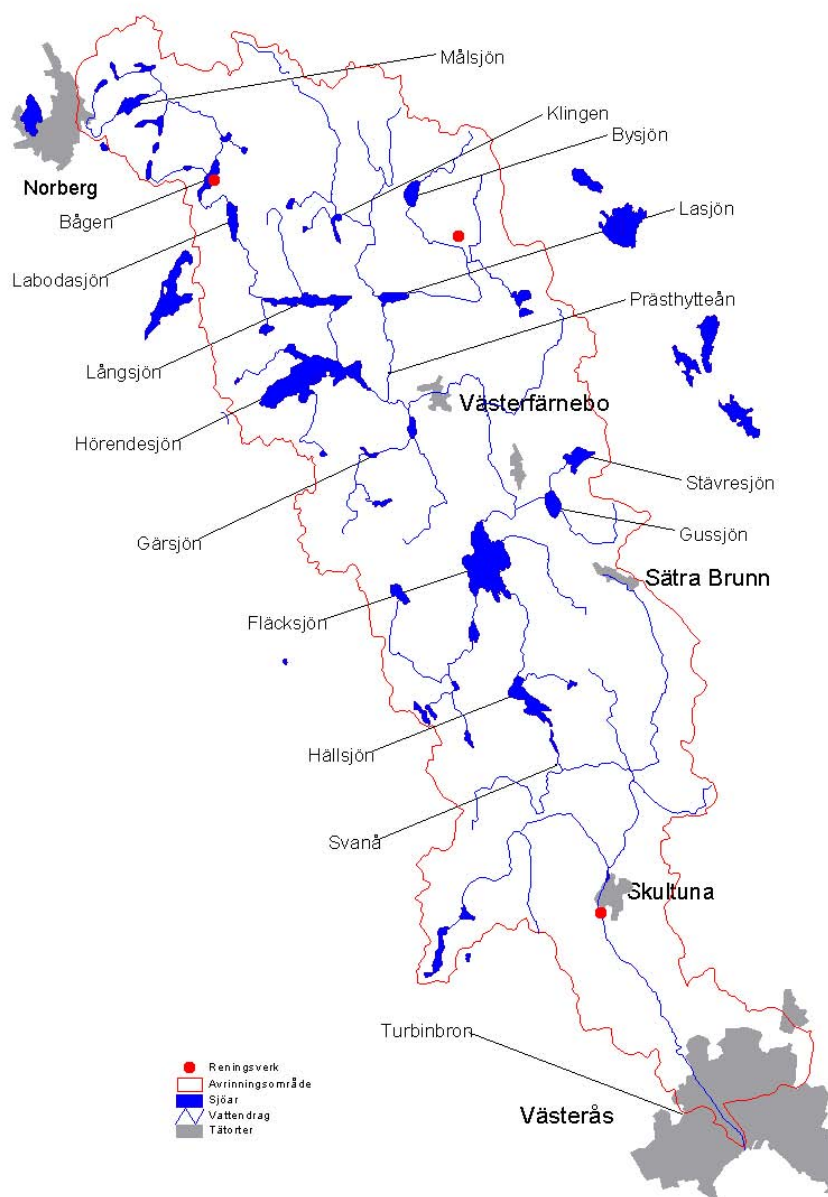
Större punktkällor som avleder ämnen med vatten till Svartån är de kommunala reningsverken och Östra verken. Östra verken i Skultuna är ett industriområde som släpper ut mindre mängder av t ex aluminium och fosfor. Företagen är bland andra Skultuna Ytbehandling AB och SAPA.

Längs Svartån finns tre avloppsreningsverk som avleder sitt behandlande vatten till Svartån. De är belägna i Karbenning, Hedåker och Skultuna. I Norbergs kommun är 200 personer (personekvivalenter) anslutna till Karbennings reningsverk som avleder behandlat vatten till Labodasjön (se **figur 2**). Avloppsvattnet renas biologiskt och kemiskt, vattnet passerar en kalkdamm och avleds sedan ut i Svartån.

I Hedåker inom Sala kommun finns det andra reningsverket vid ett biflöde till Svartån, Murån (se **figur 2**). Hedåkers anläggning har 300 personekvivalenter anslutna. Det största reningsverket som släpper ut behandlat vatten till Svartån är Skultuna reningsverk (se **figur 2**). Anläggningen är dimensionerad till cirka 3 000 personekvivalenter. Det behandlade vattnet renas från fosfor och kväve och enligt reningsverkets beräkningar släpper man ut 10 ton kväve/år samt 0.09 ton fosfor /år (Länsstyrelsen, 2000). Det största reningsverket i Västerås –Kungsängen har ca 100 000 personekvivalenter anslutna. Det behandlade vattnet därifrån avleds till Västeråsfjärden i Mälaren.

Via enskilda avlopp beräknas 1,5 ton fosfor och 22 ton kväve per år av glesbygdsavlopp släppas ut till Svartån. Beräkningarna baseras på att varje person medför en belastning på 2,2 gram fosfor och 12 gram kväve per dag. Dagvatten från delar av Västerås, Skultuna samt några mindre tätorter släpps ut i Svartån. Dagvattnet rinner i de flesta fall orenat ut i recipienten.

Beskrivning av större sjöar inom Svartåns vattensystem



Figur 2. Svartåns avrinningsområde

Inom Svartåns vattensystem finns det 13 sjöar större än 50 hektar. Dessa finns närmare beskrivna i rapporten -Sjöar i Västmanlands län (Länsstyrelsen. 2001). Den sammanlagda sjöytan utgör knappt 4 % (28 km²) av avrinningsområdet och de flesta sjöarna ligger i Sala och Norbergs kommuner. Det ingår flera andra mindre sjöar i Svartåns avrinningsområde bland annat Gärsjön, Gussjön och Stävresjön. De sjöar som kalkas utgörs av

mindre sjöar belägna högst upp i vattensystemet (uppströms Bågen) t ex Ösjön, Öjesjön, Mörttjärn och stora och lilla Tillingen.

Målsjön

Målsjön är en näringsfattig skogsjö som är belägen en kilometer öster om Norberg och avrinningsområdet uppströms består av källflödena. Provtagningar inom SRK har utförts under 80-talet och 90-talet. Avrinningen sker via Smedsjön och vidare ut i Svartån (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem).

Bågen

Bågen ligger i Norbergs kommun och är belägen vid Karbenning. Området kring sjön domineras av åker och ängsmark. Bågen är en näringsrik sjö. Runt sjöns norra del finns jordbruksmark och sannolikt tillförs näringsämnen från denna del till sjön (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem). Det finns också ett sågverk vid Karbenning. Flera sjöar uppströms i vattensystemet har kalkats.

Labodasjön

Labodasjön är en näringsrik sjö med betydligt färgat vatten (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem). Sjön är belägen i Svartåns huvudfåra, söder om Karbenning. Labodasjön ligger vid gränsen till ett försurningshotat område. Labodasjön ligger nära områden som är försurade men buffertkapaciteten i sjön är god. Karbennings reningsverk påverkar vattenkvaliteten till en viss del.

Långsjön uppströms Hörendesjön

Långsjön är en näringsrik sjö (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem). Långsjön är belägen på gränsen mellan Sala och Norberg, uppströms Hörendesjön. Sjön är relativt djup och har betydligt färgat vatten. Långsjön ligger i ett försurningskänsligt område där berggrunden består av gnejs. Sjön är väl buffrad och kalkas inte.

Hörendesjön

Hörendesjön, som är den största sjön i avrinningsområdet, ligger på gränsen mellan Sala och Norbergs kommuner. Sjön är belägen i Svartåns huvudfåra. Avrinningen sker vid Hörnsjöfors. Sjön är måttligt näringsrik med måttligt färgat vatten. Kalkning har skett uppströms i flertalet sjöar dock inte i Hörendesjön. Hörendesjön hyser en rik fiskfauna och även vattenvegetationen indikerar ett artrikt tillstånd (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem).

Bysjön och Lasjön

Lasjön tillförs vatten ifrån Bysjön och Klingen. Bysjön rinner ut i Murån som är ett biflöde till Svartån. Klingen rinner ut i Bjurforsån som också är ett biflöde till Svartån. Information om näringsstatusen i Lasjön är knapphändig (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem). Nedströms Lasjön rinner Prästhytteån som rinner ut i Svartån vid Hörnsjöfors. Hedåkers avloppsreningsverk ligger uppströms Lasjön.

Gusssjön och Fläcksjön

Gusssjön är en grund näringsrik sjö med hög andel jordbruksmark i tillrinningsområdet. Gusssjön tillförs vatten ifrån Stävresjön och avrinning sker via en bäck mot Fläcksjön. Gusssjön och nedströms belägna Fläcksjön ingår i det så kallade "Våtmarkskomplexet". Fläcksjön är en näringsrik slättsjö som har höga halter av kväve och fosfor. Avrinningen sker söderut till Hällsjön (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem). Fågellivet i dessa sjöar är rikt och även fiskbeståndet är betydande.

Hällsjön

Hällsjön är en näringsrik sjö och ligger längst ned av alla sjöar i Svartåsystemet. Avrinningen sker via Svartån som mynnar ut i Mälaren, 30 kilometer nedströms Hällsjön. Jordbruksmark är belägen runt sjön. Näringsstatusen är skattad utifrån ett fåtal provtagningar.

Miljöövervakning i Svartån

Inom Svartåns vattensystem har det pågått provtagning från slutet av 70-talet i kommunal regi, samordnad recipientkontroll (SRK) samt inom programmet för övervakning av miljö kvalitet (PMK). Tabellen nedan innehåller alla provtagningsstationer under 1974-2001 (**Tabell 1. Samtliga stationer**).

Tabell 1. Samtliga stationer

Provtagningspunkter inom Svartåns avrinningsområde			
Provpunkter	Provtagningsår	Koordinater	Kommun
Toftsjön	1978-1995	666185-151245	Norberg
Målsjön	1977-1998	666250-151230	Norberg
Bågen	1976-1998	665731-151441	Norberg
Labodasjön	1977-1998	665460-151675	Norberg
Dammsjön	1993-1998	666379-151024	Norberg
Långsjön	1977-1991,1998	665245-151880	Norberg
Lasjön	1986-1991	665265-152620	Sala
Murån, Bysjön	1975-2001*	665699-152483	Sala
Murån, Nylunda	1975-2001*	665514-152737	Sala
Murån, Mällbytorp	1975-2001*	665404-152784	Sala
Hörendesjön	1977-1991,1995-2001*	664780-152320	Sala
Prästhytteån	1977-1991,1995-2001*	664775-152390	Sala
Gärsjöbacken	1995-2001*	664490-152460	Sala
Persobäcken	1978-1986	661150-154050	Sala
Värplingen	1993-1995	666409-151178	Sala
Västerfärnebo	1974-1991	664775-152640	Sala
Fläcksjön	1977-1991,1995-2001*	663725-153055	Sala
Hällsjön	Enstaka provtagning	663260-153045	Västerås
Svanå	1994-2001*	662940-153250	Västerås
Skultuna	1974-1994	662275-153480	Västerås
Forsby damm	1977-2001*	661730-153740	Västerås
Turbinbron	1978-2001*	660980-154189	Västerås

*=nuvarande provtastationer

Pågående kontroll av Svartåns avrinningsområde:

- SRK, en samordnad recipientkontroll av Svartån i Västerås kommun och Västeråsfjärden. Undersökningen bekostas av bland annat Västerås kommun, Mälar Energi AB och Västerås Hamn AB.
- Två kommunalt skötta program inom Sala kommun. Mätningar sker i dels tre stationer inom Svartåns vattensystem och dels tre stationer i biflödet Murån (också inom Svartåns vattensystem).
- Kemisk kalkeffektuppföljning med provtagning en gång per år i nio sjöar inom Svartåns avrinningsområde.

Provtagning inom SRK sker en gång per månad inom Västerås kommun och stationerna är Svanå, Forsby damm och Turbinbron samt Västeråsfjärden. Där sker inte bara vattenkemiska undersökningar utan växtplankton, klorofyll-a, bottenfauna samt bakterier analyseras också. Resultaten av mätningarna inom SRK utvärderas årligen.

Inom Sala kommuns nuvarande program (2001) sker provtagning en gång per månad vid stationerna Fläcksjön, Prästhytteån och Hörendesjön. Sala kommun provtar även tre stationer inom den samordnade recipientkontrollen vid Sagån-Murån. Stationerna provtas sex gånger per år. I Murån ligger ett reningsverk i Hedåker som har en viss påverkan nedströms. Stationen Bysjön har varit provtagningsstation inom SRK från början av 80-talet. Men provtagningen sker nedströms utloppet varför analysen blir i rinnande vatten. Det två andra stationerna i Murån är Mälbytorp och Nylunda. I Sala kommun ligger också provtagningsstationen Gärsjöbäcken som ingår i Länsstyrelsens regionala miljöövervakningsprogram.

Avslutade kontrollprogram inom Svartåns avrinningsområde:

- PMK, Naturvårdverkets program för miljökontroll vars enda punkt var Turbinbron. Provtagning pågick 1965-1995. Uppgiften har varit att i första hand övervaka långsiktiga och storskaliga förändringar i miljön. Betydelsen var större innan SRKs mätningar påbörjades. Många av PMK's program blev begränsade i 90-talets början på grund av nedskärningar.
- I Norbergs kommun har provtagning skett till och med 1998 vid Bågen, Labodasjön, Målsjön och Dammsjön (uppströms Hörendesjön). Kommunen har utfört undersökningar under 60-70-90 talet mer eller mindre omfattande. Andra sjöar inom Norbergs kommunala provtagning som avslutades tidigare är t ex stationer som Toftsjön och Långsjön.

Kemiska och fysikaliska undersökningar

Parametrar som ingår i vattenkemiska och fysikaliska undersökningar är vanligtvis: näringsämnen, ljusförhållanden som färgtal och absorptions, syre och syretärande ämnen, försurningsparametrarna, och metaller, temperatur, konduktiviteten, suspenderade ämnen. Metallhalter började undersökas inom Västerås stad 1995 för SRK. Dessförinnan fanns bara enstaka mätvärden t ex mätningar 1983 vid Hörendesjön. Svartån har relativt låga metallhalter i jämförelse med många andra Västmanländska åar. I denna utvärdering har metaller därför inte fått någon större plats, eftersom provtagningen har utförts under en kortare period (från 1995) och den årliga utvärderingen är tillräcklig.

Biologiska undersökningar

Naturvårdverket har utvecklat bedömningsgrunder för en rad olika biologiska parametrar (Naturvårdverket. 1999). Biologiska parametrar återspeglar tillståndet på olika nivå i näringskedjorna och belyser tillståndet mer generellt i sjöar och vattendrag. Resultaten kan ge en vidare kunskap om tillståndet i vattensystemet och den eventuella påverkan av utsläpp. De biologiska parametrarna ger en bild av påverkan på biotan under en längre tid, inte bara en ögonblicksbild som är fallet vid vattenkemiska mätningar. Dock är de biologiska undersökningar mer kostsamma och tidskrävande att utföra och utvärdera

I Svartån har enstaka undersökningar utförts t ex av växtplankton och bottenfauna men undersökningarna har inte gjorts kontinuerligt. I Västeråsfjärden har det gjorts betydligt fler biologiska undersökningar. Bedömningsgrunder finns för följande parametrar: planktiska alger i sjöar, påväxt –kiselalger, vattenväxter i sjöar, bottenfauna och fisk (se nedan).

- **Planktiska alger** i sjöar är av fundamental betydelse i näringskedjan i sjön. Algerna är primärproducenter av organiskt material och syre. Dessutom är algerna föda till djurplankton. Alger svarar snabbt på förändringar i vattenkvalitet eftersom de har en kort generationstid. Parametrar som återspeglar eutrofiering är bland annat halter av kväve och fosfor. Hit hör också den totala volymen av alger och vårutvecklande kiselalger. Åren 1978, 1985 och 1987 skedde provtagningar av växtplankton inom Norbergs kommun i Bågen, Målsjön, Toftsjön och Hörendesjön. Växtplankton i Västeråsfjärden har provtagits från och med 1995 inom SRK fyra gånger per år. Även klorofyll har provtagits sedan 1995 i Västeråsfjärden. Klorofyll utgör en parametrar som ingår i växtplankton.
- **Påväxt i form av alger** har en viktig roll som primärproducenter särskilt i rinnande vatten. I rinnande vatten är det ofta den enda biologiska parameter som går att bedöma. Påväxt är oftast kiselalger och de kan vara goda indikatorer på vattenkvalitet. Erfarenheterna i Sverige av vattenkvalitetsbedömning med hjälp av kiselalger är begränsade. Undersökningar av påväxtalger har inte gjorts i Svartåns vattensystem. Bedömningen gäller endast rinnande vattendrag och grundas på två index.
- **Vattenväxter** spelar en viktig roll i sjöars ämnesomsättning och bildar livsmiljö för andra organismer. Bedömningen av tillstånd i sjöar baseras på antalet förekommande arter. För bedömningen har främst använts flytbladsväxter och undervattensväxter. Dessa växtgrupper har valts då de är väldefinierande. Det har utförts en inventering av tretton sjöar i Västmanland där tre sjöar ligger belägna inom Svartåns vattensystem. Sjöarna var Fläcksjön, Gärsjön och Hörendesjön. Inventeringen skedde under 1998 och utfördes av Länsstyrelsen.
- **Bottnarnas djursamhällen** eller bottenfauna utgör en stor del av den biologiska mångfalden i sjöar och vattendrag. Faunan är också en viktig födoresurs för fisk. Bedömningsgrunder baseras på ett flertal index. Det finns index för att bedöma surhetsgraden i vattendrag, diversitet och renvattenindex som indikerar förekomst av känsliga eller toleranta grupper. Ett vanligt index är Shannons diversitetsindex som beräknar mångformigheten. Riksinventeringarna av bottenfauna 1995 och 2000 utfördes på en provtagningspunkt i Svartån –Tegabäcken. Enligt en övergripande kartläggning av länets bottenfauna som utfördes av Limnodata HB (1995) återfinns ett flertal av länets mest artrika lokaler i Svartåns vattensystem (Lingdell, 1996). Svartån har en varierande struktur och hyser flera länstypiska arter.

- **Fisk** i sjöar har provfiskats under många år speciellt med tanke på kalkeffektuppföljningen men inte kontinuerligt. Provfisket har bedrivits på olika sätt, dels som nätfiske i sjöar och dels genom elfiske i vattendrag.
- Ett annat miljöövervakningsobjekt är flodkräftan. Hela Svartåns vattensystem definieras som flodkräftområde. Flodkräfta återfanns under 1992 i tjugosex sjöar inom Svartåns system. Flodpärlmussla är ett annat objekt. Uppgifter saknas dock inom vattensystemet. Även målarmussla och dammmussla saknas det information om. Bedömningsgrunder finns ej.

Framtida biologiska undersökningar kan bidra med att beskriva tillståndet i naturen och bedöma kvalitet på vatten samt uppnå och bibehålla den ekologiska vattenstatusen. Av de bedömningsgrundande biologiska parametrarna är det lämpligast att utföra analys av växtplankton och bottenfauna, eftersom båda de parametrarna har erkända metoder. Dessutom är erfarenheten störst inom dessa områden.

Provtagningsfrekvens

Tabell 2. Analysfrekvens av kemiska parametrar i fem utvärderade stationer under 1981-2000.

Analysfrekvens					
	Turbinbron	Svanå	Hörendesjön	Prästhytteån	Bågen
1981	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år *	4 ggr/år	4 ggr/år
1982	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år *	4 ggr/år	4 ggr/år
1983	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år *	4 ggr/år	4 ggr/år
1984	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år *	4 ggr/år	4 ggr/år
1985	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år *	4 ggr/år	4 ggr/år
1986	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år
1987	6 ggr/år	6 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år
1988	6 ggr/år	5 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år
1989	6 ggr/år	6 ggr/år	4 ggr/år	3 ggr/år	4 ggr/år
1990	6 ggr/år	6 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år
1991	6 ggr/år	6 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år	4 ggr/år
1992	6 ggr/år	6 ggr/år	ej analys	ej analys	4 ggr/år
1993	6 ggr/år	6 ggr/år	ej analys	ej analys	5 ggr/år
1994	6 ggr/år	6 ggr/år	ej analys	ej analys	6 ggr/år
1995	12 ggr/år	12 ggr/år	6 ggr/år	6 ggr/år	6 ggr/år
1996	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	6 ggr/år
1997	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	6 ggr/år
1998	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	4 ggr/år
1999	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	ej analys
2000	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	12 ggr/år	ej analys

Samtliga provtagningar är ytvatten

*(medel av 3 i ett och samma provtillfälle)

Provtagningsfrekvensen är mycket viktig för att kunna uttala sig om förändringar i tillståndet. Likaså när på året man utför provtagningar är betydelsefullt eftersom många parametrar är mycket säsonsberoende. (Tabell 2. Analysfrekvens av kemiska parametrar i fem utvärderade stationer under 1981-2000). Provtagningen sker oftast under våren och hösten när man provtar fyra gånger per år enligt Handbok för miljöövervakning (1996).

Metoder och analysredskap

Naturvårdsverket har utarbetat en handbok för miljöövervakning där en stor mängd olika undersökningstyper finns beskrivna (Naturvårdsverket. 1996). Handboken uppdateras kontinuerligt med nya undersökningar. DMN (Databas Natur och Miljö) är ett nationellt informationssystem för lagring av miljö- och naturdata. Det ska användas för hantering av data från inventeringar, provtagningar och undersökningar av miljö och naturförhållanden. I dagsläget finns samtliga analysresultat från de kemiska undersökningarna i recipientkontrollen i länet inlagda i DMN. I framtiden kommer databasen att bli tillgänglig via internet.

För att möjliggöra djupare analys i samband med denna sammanställning har man arbetat med ett statistikprogram, Statistica. Det är svårt att analysera vattendata eftersom variansen är så stor vilket innebär att kravet på normalfördelning oftast inte uppfylls. I denna utvärdering har vissa parametrar och stationer tagits bort då rapporten främst har inriktats på stationer som har de längsta tidsserierna och mest kompletta serierna samt där avståndet mellan stationerna har varit relativt långt.

Bedömningsgrunder

Bedömningsgrunderna för miljökvalitet utgör en länk mellan miljöundersökningar och miljömålen och är ett verktyg som på vetenskaplig grund ger möjligheter till värderingar av miljötillståndet. Bedömningsgrunderna har utvecklats av Naturvårdsverket (1999). Skalan för bedömning av tillstånd är indelad i fem klasser. I de fall där skalan bygger på effekter utgör klass 1 tillstånd där inga kända negativa effekter föreligger. De övriga klasserna beskriver allt större negativ påverkan. Olika parametrar har bedömts enligt olika principer t ex olika statistisk fördelning mellan klassgränser och effekter. Parametrarna kan därför ej jämföras med varandra. (se **bilaga A**)

Analys och resultat

Vattenkemiska och biologiska parametrar varierar från år till år beroende på naturliga fluktuationer i naturmiljön t ex nederbörd, solinstrålning och vindverkan. Dessa i sin tur påverkar viktiga processer som avrinning, vittring, uppvärmning och vattenrörelse. Naturliga mellanårsvariationer gör att miljötillståndet varierar.

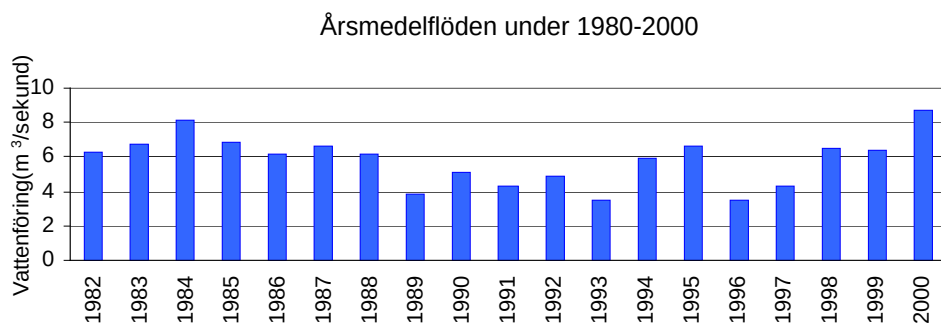
Vattenföring

Vattnet är oftast en tillgång, men kan ibland utgöra ett hot för biotan. Därför behöver man känna till vattenföringens storlek, flödesförlopp och extremvärden. Generellt i alla vattendrag varierar flödet kraftigt mellan åren och så även i Svartån. Också i ett kortare tidsperspektiv är variationerna i vattenföring betydande. Med ett vattendrags vattenföring menas den vattenmängd, som på en tidsperiod passerar ett tvärsnitt av ån. Den anges i regel i kubikmeter per sekund.

Nederbördsmängden påverkar naturligtvis vattenföringen, men även vattenmättnadsgraden i marken vid nederbördstillfället har stor betydelse för hur mycket vatten som rinner ut i vattendragen. När snön smälter och marken har blivit mättad kommer vårflo den till viss del orsakad av snösmältningen. Största delen av nederbörden rinner ned i jorden och bildar grundvatten som först efter en tid når vattendragen. Vårflo den i Svartån kommer i regel mellan vecka 16 och 21. På sommaren är vattenföringen lägre på grund av högre temperatur och den växande floran. Vattenföringen är låg även på vintern. När marken är vattenmättad t ex på hösten reagerar vattenföringen snabbt på nederbörd, då kommer en hösttopp i flödet. Så skedde t ex hösten 2000 då nederbörden var mycket riklig.

PULS är en matematisk modell som har utvecklats av SMHI och som ger kontinuerliga serier av veckovisa vattenföringssvärden för lokaler utan vattenföringsstation. Den verkliga vattenföringen erhålls från SMHI:s station i Åkesta kvarn och vattenföringen i provpunkterna beräknas genom arealproportionering. I denna utvärdering har använts den senare metoden.

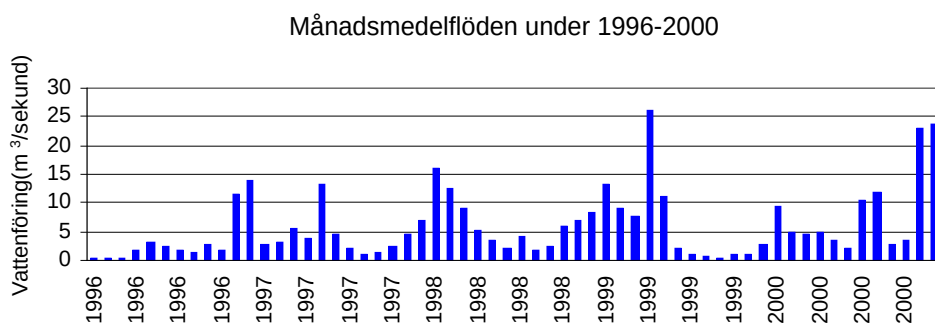
Alla parametrar är mer eller mindre beroende av vattenföringen. Transporter av ämnen är särskilt flödesberoende. Man kan utföra en beräkning av kumulativt ackumulerad transport avseende på vattenflödet. Kumulativa diagram används för att kompensera transporten i vattendragen för variationen i flödet och förtydliga eventuella trender (se **figur 13** och **14**, sidan **26**. Kumulativa grafer).



Figur 3. Årsmedelflöden under 1982-2000 i Svartån.

Resultat

Variationen av vattenföringen är normalt kraftig mellan dagar och mellan månader. Under 1980-2000 kan inte påvisas att årsmedelvärden av vattenföringen har ökat men vattenföringen i antal extremvärde kan ha ökat. Resultaten har visat att årsmedelvärden av flödet minskade något i Svartån under 1984-1993 (**figur 3.** Årsmedelflöden under 1982-2000 i Svartån). Däremot har Svartåns vattenföring ökat de fem senaste åren med en kraftig topp hösten 2000. Normalvattenföring i Svartån har ett flöde på i snitt 6 m³/sekund men variationen är kraftig mellan olika månader (**figur 4.** Månadsmedelflöden under 1996-2000 i Svartån). Vattenföringen var rekordstor under 2000 och årsgenomsnittet vid Åkesta kvarn (SMHI:s flödesstation) var hela 8,7 m³/sek. Låga vattenflöden eller långa torrperioder förekom 1992, 1993 och i början av 1996. Andra extrema flöden var vårfloerna 1982, 1985 och 1999.



Figur 4. Månadsmedelflöden under 1996-2000 i Svartån.

Eutrofiering

Ett näringsrikare tillstånd (eutrofiering) skapas av ökad tillförsel av växtnäringsämnen i sjöar och vattendrag. De växtnäringsämnen som reglerar produktion i sötvatten är i första hand fosfor och i andra hand kväve. Kvoten mellan kväve och fosfor är en bedömningsgrundande parameter (se **sidan 25** och se **bilaga G**).

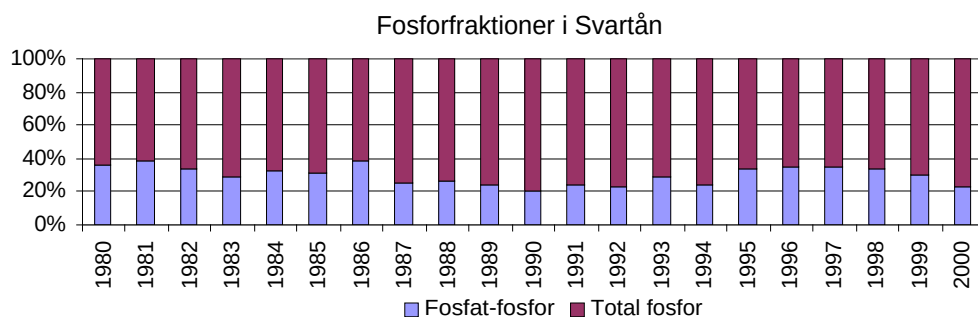
När fosfor förekommer i vattendragen i underskott jämfört med växternas behov av andra ämnen säger man att fosfor är den begränsande faktorn eller reglerande ämnet. Därmed blir en tillsats av fosfor produktionsstimulerande. Kväve har inte lika stor betydelse i sötvatten men kväve är det begränsande ämnet generellt sett i marina vatten. Eutrofiering leder till ökad produktion och biomassa av växter och djur, ökad vattengrumlighet och ökad syrgasförbrukning på grund av nedbrytning av organiskt material. Artsammansättning och diversitet hos växt och djursamhällen påverkas också. Åtgärder för att förhindra utsläpp av fosfor avslutades i början av 80-talet till exempel förbättrad rening i kommunala reningsverken. Effekterna av de åtgärderna har också visat sig inom Svartåns vattensystem.

Fosforhalter

I Sverige har inte många sjöar naturligt fosforhalter över 0,025 mg/liter. Överskridande av 0,025 mg/l-gränsen används som ett mycket grovt övergödningskriterium. I vattendragen och i sjöarna skiljer sig produktionsförhållandena åt väsentligt. Det är svårare att koppla en biologisk förändring till höga halter i vattendrag eftersom förhållandena är så variabla. Halter över 0,025 mg/liter kan tänkas vara naturliga i ett mindre antal vattendrag.

Fosfatfosfor

Fosfatfosfor har inte utnyttjats som bedömningsgrundande parameter främst på grund av de generellt låga halterna. Vid de halter som är aktuella arbetar man i närheten av analysmetodens detektionsgräns. Men mindre fosfathalter kan förekomma generellt under vintern och i sjöars bottenvatten, i förorenade sjöars ytvatten samt i rinnande vatten. Parametern är emellertid underordnad den bedömningsgrundande parametern totalfosfor. Men för en djupare ekologisk kunskap om sjöar och vattendrag kan dock fosfathalten bidra mycket.



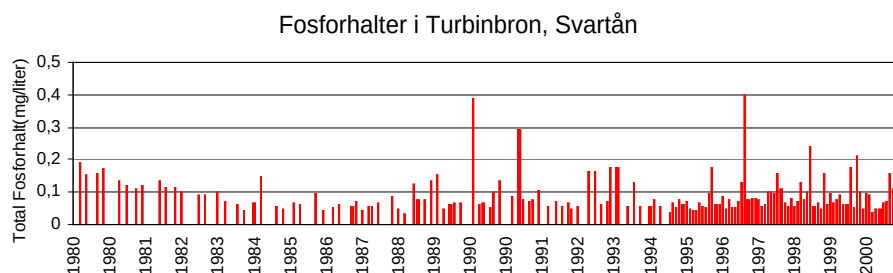
Figur 5. Fosforfraktioner i Svartån, Turbinbron under 1980-2000.

Resultat

Under 1987-1994 har det varit måttligt låga halter av fosfatfosfor (**figur 5. Fosforfraktioner i Svartån**), drygt 20% av de totala fosforförrådet. Orsaken är oklar.

Totalfosforhalt

Totalfosfor inkluderar två komponenter med olika egenskaper dels fosfatfosfor eller oorganiskt fosfor och dels övrig fosfor inkluderat organiskt fosfor. Höga fosforhalter kan förekomma under flödestoppar på grund av att partikulärt fosfor transporteras ut i vattendragen. Effekten blir att vattnet grumlas och korrelationen mellan slamhalt och totalfosforhalten är hög.

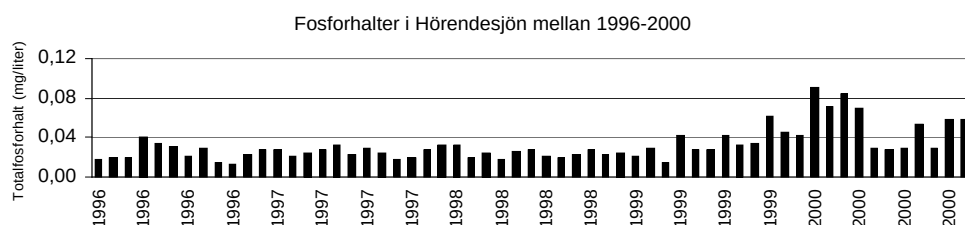


Figur 6. Samtliga provtagningar fosforhalter i Turbinbron, Svartån under 1980-2000.

Resultat

Från 1980 till 1985 har det skett en minskning av fosforhalterna (**figur 6**. Fosforhalt i Turbinbron, Svartån). Åren 1987-1994 var mycket varierande, några år (1990, 1993) var halterna mycket höga medan andra (1987, 1992) hade de lägsta värdena under perioden. Från 1996 till 2000 har fosforhalterna varit mycket höga men stabila och halterna låg på runt 0.09mg/liter. Analysfrekvensen har ökat till 12 gånger per år efter 1995 vilket innebär att de många provtagningarna kan fånga in halter som inte tidigare visats. Att visa årsmedelhalter av fosfor i Svartån är korrekt (se **bilaga B**. Medelfosforhalten vid Turbinbron, Svartån), men det ger en viss ytterligare information att visa samtliga provtagningar.

Generellt är fosforhalterna lägre i norra delen av avrinningsområdet (se **bilaga B**). Fosforhalter är bedömningsgrundande i sjöar. I denna utvärdering ingår stationerna Bågen och Hörendesjön. Bedömningen grundas på säsongsmedelvärde mellan maj-oktober. Hörendesjön har haft måttligt respektive höga halter av fosfor (klass 2, 3). Sjön har dock varit i näringsbalans (klass 2) de flesta åren (se **tabell 3**, sidan 22. Bedömningsgrunder i sjöar). Under vinterhalvåret 1999-2000 ökade halterna dock mycket (**figur 7**. Fosforhalter i Hörendesjön). Bågen har haft något högre fosforhalter men i samma klass (klass 3) vilken innebär höga halter. Även Bågen har varit i N/P-balans de flesta år.



Figur 7. Fosforhalter i Hörendesjön under 1996-2000.

Kvävehalter

De kvävefraktioner som har analyserats i Svartån är oorganiskt kväve och totalkväve. Organiskt kväve beräknas som skillnad mellan totalkväve och de oorganiska fraktionerna. Oorganiskt kväve har i form av nitrat/nitrit och ammonium, en väldigt starkt årstidsbunden variation både i sjöar och vattendrag främst orsakad av vattenföringen. Runt januari och februari har de oorganiska kvävefraktionerna sitt maximum och i regel de lägsta halterna på sensommaren på grund av produktionsförhållanden. Skillnaderna i kvävehalter kan vara upp till en tiopotens mellan det högsta värdet och det lägsta. Generellt har oorganiskt kväve de lägsta halterna under senhöst och förvår i sjöarna. Vattendragen har samma mönster.

Oorganiskt kväve (nitrathalter och ammoniumhalt)

Nitratkoncentrationen i vatten varierar avsevärt under året. Nitratläckage från omkringliggande mark sker under hela året, men är störst under hösten i samband med mineraliseringen av organiskt material i jorden. Det medför att de högsta halterna uppmäts på vårvintern. Det lätttrörliga nitraten tvättas ur marken medan ammonium binds hårdare och blir kvar. Nitrat förekommer generellt i högre halter sommartid i rinnande vatten än i sjöar på grund av produktion.

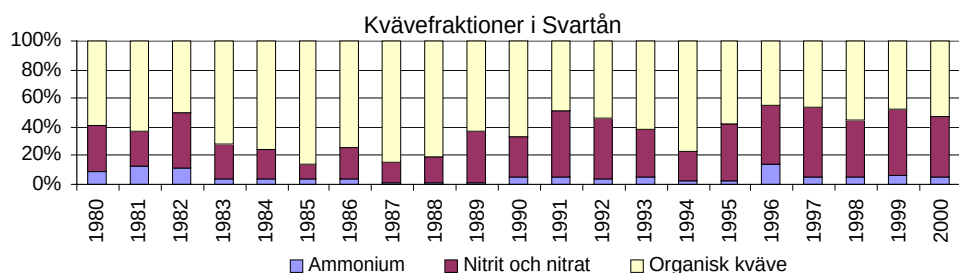
Ammonium förekommer ofta i miljöer med syrebrist och nedbrytning, då oxidationen till nitrat är begränsad genom mycket låga syrgashalter. Syrefattiga miljöer finns oftast i skiktade sjöar och i organiskt förorenade vattendrag. Bottenvatten i sjöar har under vintern och sommaren högre halter av ammonium. Ammonium är ett ämne som redan vid måttligt högt pH (över 8 pH) överförs till molekylär form vars egenskaper är toxiska. I svenska vatten finns det emellertid numera endast i undantagsfall. Halterna av oorganiskt kväve alltså nitrat och ammonium, och endast nitrat, beskriver nästan samma situation beroende på den generellt låga ammoniumhalten.

Organiskt kväve

Organiskt kväve beräknas som differensen mellan totalt kväve och oorganiskt kväve som är nitrat, nitrit och ammonium. Organiskt kväve härrör främst från omgivande mark och från nedbrytning av organiskt material producerat i sjöar och vattendrag samt organismers exkretion. På grund av dess svårbedömda roll i kväveomsättningen och mindre roll som produktionsdrivande fraktion får sammantaget organiskt kväve lägre värde som bedömningsgrund. En metodomläggning för bestämning av totalkväve i mitten av 1980-talet har medfört en sänkning av halten organiskt kväve.

Resultat

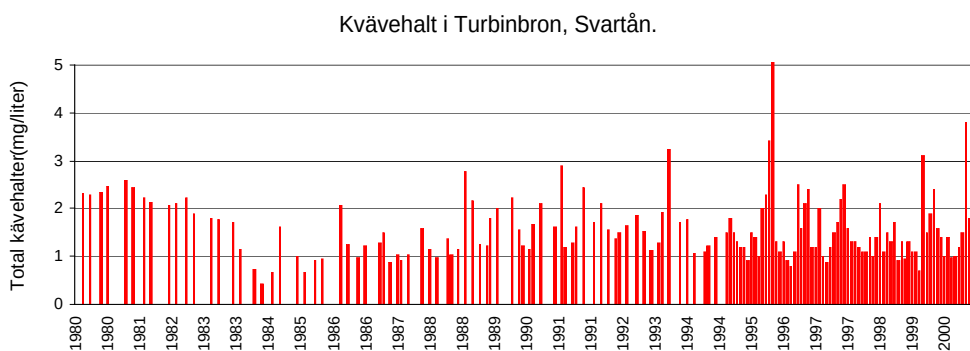
Organiskt kväve ökade under perioden 1985-1988. Troligen på grund av den metodomläggning som beskrivs ovan. Andra förändringar är att ammoniumhalterna under 1980-1982 samt 1996 var förhöjda. Samma år var totala kvävehalterna också höga. Sammantaget kan man utläsa en mindre minskning av organiskt kväve under det senaste decenniet. Samtidigt har nitrat- och nitritfraktioner ökat (**figur 8**. Kvävefraktioner: organiskt kväve, ammoniumhalt och nitrat-nitrithalt i Svartån).



Figur 8. Kvävefraktioner i Turbinbron, Svartån under 1980-2000.

Totalkväve

Totalkväve kan ofta föreligga proportionellt mot oorganiskt kväve och utgör därmed en användbar bedömningsgrund. Bedömningsvärdet kan likna situationen för den med totalfosfor. En viktig roll spelar totalkvävehalten i bedömningen av begränsade ämne, dvs N/P kvoten. Denna parameter används också som en bedömningsgrund för sjöar.



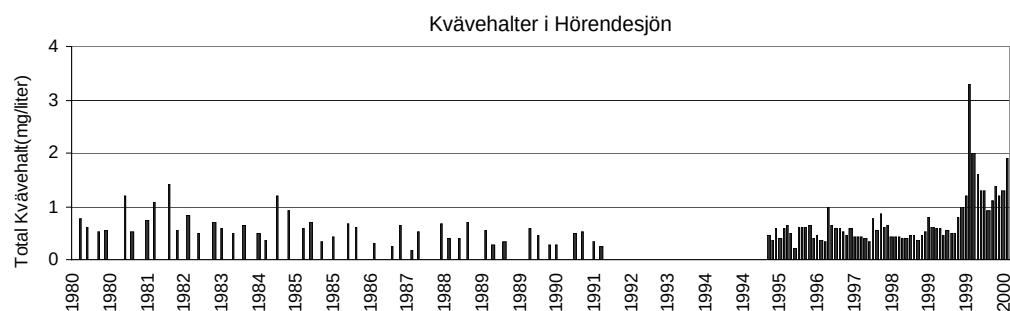
Figur 9. Samtliga provtagningar av kvävehalter i Turbinbron, Svartån under 1980-2000.

Resultat

Alla totala kvävehalterna mellan 1980 och 1983 har varit på en mycket hög nivå, runt 2 mg/liter (**figur 9**. Kvävehalt i Turbinbron, Svartån). I slutet av 1980-talet låg medeltalet på 1,0-1,5 mg/liter och trenden fortsätter något nedåt, även om det har förekommit vissa höga toppar de senaste fem åren t ex 1996. Orsaken är att analysfrekvensen har ökat vilket kan fånga in halter som

inte tidigare visats. Att visa årsmedelhalter av kväve i Svartån är korrekt (se **bilaga B**. Halter av fosfor och kväve), men det ger en viss ytterligare information att visa samtliga provtagningar.

Generellt är totala kvävehalterna lägre i norra delen av avrinningsområdet. Kvävehalter är bedömningsgrundande i sjöar. I denna utvärdering ingår sjöarna Bågen och Hörendesjön vars bedömningar grundas på säsongsmedelvärden mellan maj-oktober. Även andra sjöar har bedömts (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar inom Svartåns avrinningsområde)



Figur 10. Kvävehalterna i Hörendesjön under 1980-2000.

Kvävehalterna i Hörendesjön var varit måttligt höga (klass 2) under 1983-1999 och sjön har haft en balans mellan kväve och fosfor under 1983-1999 (**figur 10** och **tabell 3**. Bedömningsgrunder i sjöar). Under slutet av 1999 och 2000 ökade kvävehalterna kraftigt i Hörendesjön men kvoten mellan kväve och fosfor har inte förändrats. De högre halterna reflekteras i ljusförhållandena och transporterna. Orsaken till ökningen kan vara höga flöden. Bågen har haft högre kvävehalter än Hörendesjön (klass 3) och även högre fosforhalter vilket innebär att sjön är i balans enligt bedömningsgrunderna (klass 2) utom ett fåtal år se nedan (**tabell 3**).

Tabell 3. Bedömningsgrunder av näringsstillstånd i Bågen och Hörendesjön under 1980-2000.

Bedömningsgrunder av tillstånd i Bågen och Hörendesjön													
Bågen (mg/liter)					Hörendesjön (mg/liter)								
	Fosfor halt	Klass	Kväve halt	Klass	N/P kvot	Klass		Fosfor halt	Klass	Kväve halt	Klass	N/P kvot	Klass
1980	0,037	3	0,707	3	20	2	1980	0,022	2	0,699	3	34	1
1981	0,041	3	0,585	3	48	1	1981	0,028	3	0,658	3	40	1
1982	0,039	3	0,770	3	16	2	1982	0,019	2	0,737	3	44	1
1983	0,048	3	0,710	3	17	2	1983	0,027	3	0,535	2	23	2
1984	0,053	3	0,485	3	18	2	1984	0,035	3	0,655	3	20	2
1985	0,032	3	0,410	3	22	2	1985	0,025	3	0,462	2	20	2
1986	0,020	3	0,280	3	30	2	1986	0,023	2	0,620	2	19	2
1987	0,016	3	0,313	3	27	2	1987	0,026	3	0,425	2	20	2
1988	0,018	3	0,348	3	36	2	1988	0,039	3	0,400	2	14	3
1989	0,038	3	0,470	3	13	3	1989	0,020	2	0,418	2	20	2
1990	0,036	3	0,625	3	18	2	1990	0,026	3	0,366	2	19	2
1991	0,031	3	0,410	3	18	2	1991	0,022	2	0,422	2	19	2
1992	0,027	3	0,485	3	22	2	1992	*		*		*	
1993	0,022	3	0,383	3	21	2	1993	*		*		*	
1994	0,037	3	0,390	3	30	1	1994	*		*		*	
1995	0,029	3	0,437	3	27	2	1995	0,020	2	0,477	2	31	1
1996	0,025	3	0,497	3	27	2	1996	0,024	2	0,557	2	23	2
1997	0,036	3	0,453	3	20	2	1997	0,025	2	0,468	2	20	2
1998	0,024	3	0,465	3	29	2	1998	0,024	2	0,413	2	21	2
1999	*		*		*		1999	0,038	3	0,520	2	21	2
2000	*		*		*		2000	0,038	3	1.183	4	31	

Baseras på säsongsmedelvärde mellan maj-augusti, oktober samt totala näringsämnet/liter

Transporter av kväve och fosfor

Ämnestransporten har beräknats genom att halter av kväve och fosfor multiplicerats med dygnsmedelvattenföring som baseras på mätning av vattenföring och arealproportionering där vattenföring ej uppmätts. Genom linjär interpolering av halterna mellan provtagningsstillfällena har dygnstransporten beräknats. Det innebär att provtagningsfrekvensen är mycket viktigt när transporter beräknas (**Tabell 4 och 5**. Transporter av kväve och fosfor under 1981-2000).

Tabell 4 . Transporter av kväve under 1981-2000.

Tabell 5. Transporter av fosfor under 1981-2000.

KväveTransport		Årsmedeltransport (Ton/år)			
	Bågen	Hörendesjön	Prästhytteån	Svanå	Turbinbron
1981	25,38	43,63	67,95	248,44	459,64
1982	7,84	36,99	47,15	136,88	383,97
1983	9,15	27,25	49,91	149,23	281,74
1984	7,30	33,46	61,29	159,91	269,68
1985	7,33	23,71	38,62	119,24	272,00
1986	5,69	20,37	40,45	127,03	311,81
1987	5,83	19,85	47,88	145,77	245,67
1988	5,29	21,58	32,70	129,55	253,75
1989	3,94	13,04	12,22	75,99	255,69
1990	6,68	15,39	51,85	105,99	292,26
1991	5,55	11,61	33,32	85,32	284,61
1992	5,28	*	*	95,50	283,65
1993	3,85	*	*	69,94	245,69
1994	6,34	*	*	132,29	294,95
1995	5,72	*	*	135,94	306,59
1996	4,31	14,62	32,48	98,45	217,89
1997	4,68	14,80	46,55	119,87	250,35
1998	7,34	23,59	64,06	169,20	319,13
1999	*	25,13	52,70	120,38	279,29
2000	*	96,11	29,52	254,69	456,15

*= Ej provtagning eller ofullständig analys

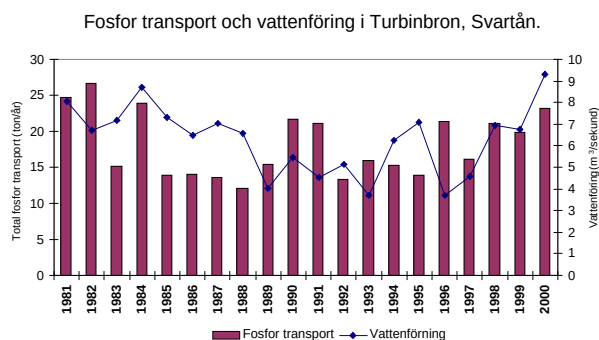
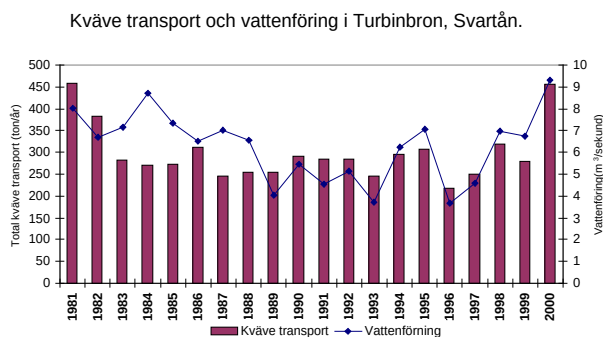
FosforTransport	Årsmedeltransport (Ton/år)				
	Bågen	Hörendesjön	Prästhytteån	Svanå	Turbinbron
1981	0,61	1,33	4,04	11,10	24,68
1982	0,51	0,82	1,71	11,34	26,72
1983	0,56	1,15	2,16	7,63	15,18
1984	0,58	1,61	2,99	9,75	23,92
1985	0,35	1,12	2,40	8,56	13,83
1986	0,26	1,11	2,60	7,42	14,04
1987	0,23	1,12	2,38	7,90	13,64
1988	0,16	1,47	1,38	7,78	12,13
1989	0,40	0,67	0,62	3,24	15,45
1990	0,39	0,70	1,95	5,32	21,67
1991	0,25	0,56	1,69	4,61	21,06
1992	0,22	*	*	6,33	13,31
1993	0,16	*	*	4,60	15,96
1994	0,32	*	*	8,17	15,34
1995	0,22	*	*	5,32	13,93
1996	0,18	0,56	1,27	4,92	21,43
1997	0,24	0,75	2,30	5,91	16,11
1998	0,25	1,01	6,16	7,44	21,15
1999	*	1,27	2,44	7,01	19,79
2000	*	3,19	1,12	9,74	23,19

*= Ej provtagning eller ofullständig analys

Resultat

Vattenföringen har speciellt stor betydelse där dygnsberäkningar av transporter utförts eftersom vattenföringen kan variera kraftigt mellan dagarna. Fosfor- och kvävetransporterna är generellt lägre i norra delen av avrinningsområdet. Transporterna av både kväve och fosfor har varit små i Bågen (se **tabell 4 och 5** samt **bilaga C**). Fosfortransporterna har mer än halverats på 18 år men transporterna av kväve har varit mycket stabila (utom 1981 års värde). De minskade fosfortransporterna kan förklaras med att reningsverken numera med hjälp av bättre fosforrening tillför Bågen mindre näringsämnen.

Kvävetransporterna i Hörendesjön minskade mellan åren 1980-1991, men sedan har transporterna ökat något mellan åren 1995-2000. Åren 2000 var exceptionellt nederbördsrikt och det ledde till kraftig ökad kvävetransport (**tabell 4 och 5** samt **bilaga C**). Fosfortransporterna mellan 1981-1999 var relativt konstanta och låg oftast under 1,5 ton/år. Under 2000 noterades ett rekordvärde också i fosfortransporten. Det har medfört trendbrott i nästan alla parametrar t ex av högre halter av fosfor och kväve och minskat ljusinsläpp (se **bilaga B**. Halter av fosfor och kväve i och **bilaga E**. Ljusförhållande).



Figur 11. Transporter av kväve och vattenföring i Turbinbron, Svartån.
Figur 12. Transporter av fosfor och vattenföring i Turbinbron, Svartån. Se också bilaga C transporter och vattenföring vid Svanå, Hörendesjön, Prästhytteån och Bågen.

Prästhytteån och Murån är ett näringsrikt biflöde till Svartån (se **tabell 3 och 4 samt bilaga C**) (Norin. 1994). Troligen beror det på en hög andel jordbruksmark och att Hedåkers reningsverk ligger uppströms. Kvävetransporterna är stora och varierande men något kraftigt trendbrott har inte förekommit utom under 2000, då noterades det högsta värdet under perioden. Fosfortransporterna har varit relativt stabila med undantag av värdena under åren 1981 och 1998 som var mycket högre.

Kvävetransporterna vid Svanå och Turbinbron uppvisar ett liknande mönster (**figur 11 och bilaga C**), vilket speglar vattenföringen. Mest extrema har 1981 och 2000 års transporter varit. Kvävetransporten vid stationerna har mellan 1983-1999 varit relativt oförändrad dock uppvisar Svanå ett något lägre transportresultat mellan 1989-1993. Generellt uppvisar Svanå dock medelvärden under 1983-1999 på 100-150 ton/år. Klarare trend finns i kvävetransporten vid Turbinbron denna period, men då uppmättes kvävetransporter på 250-300 ton/år. Fosfortransporten i båda stationerna varierar under perioden. Fosfortransporterna minskade mellan åren 1980-1989 i Svanå men sedan har värdet varit ostabilt och högt. Fosfortransporten följer också vattenföringen men vissa år har transporten ökat och vattenföringen minskat t ex 1982 och 1996, vilket man tydligast ser vid Turbinbron (**figur 12. Fosfortransport i Turbinbron, Svartån**). Orsaken till höga näringsämnen är att ån rinner i ett längre parti utan sjöar och rinner genom ett bördigt jordbruksområde som läcker ut näringsämnen till ån.

Arealförluster

Produktionsförhållanden och organismernas livsmiljö skiljer mellan rinnsträckor och sjöar. I rinnande vatten bedöms den arealspecifika förlusten av kväve respektive fosfor. Koncentrationen av fosfor och kväve i ett vatten beror av tillförda mängder och graden av utspädning. Tillförseln från mark beräknas vanligen med hjälp av schablonvärden för tillförd mängd per ytenhet, den s k arealförlusten. Här har används två standardareal - koefficienter för Mälarens avrinningsområden som beräknats av Lars Edenman, Länsstyrelsen i Västmanland (se nedan **tabell 6**. Standard-arealkoefficienter).

Tabell 6. Standard-arealkoefficienter

Standard-arealkoefficienter		
Markfördelning	Fosfor (kg/ha*år)	Kväve (kg/ha*år)
Jordbruksmark	0,60	10
Övrig mark	0,06	1,7

Från mark och punktkällor avges varje år betydande mängder kväve och fosfor (tabell 7. Källfördelning i hela avrinningsområdet). Fosfor kommer i första hand från jordbruket medan kvävet kommer ifrån flera källor t ex jordbruket, skogsmark och luft. Källfördelningen av fosfor och kväve från två olika marktyper har beräknats ifrån standard-arealkoefficienterna. Enskilda avlopp inom jordbrukslandskapet medför också fosfor och kväveutsläpp. Dessa ingår i beräknade arealkoefficienter. Belastningen från reningsverken och industrin har hämtats från miljörapporter. Belastningen från dagvattnet baseras i denna rapport på ett värde enligt Norin (1994).

Tabell 7.. Källfördelning i hela avrinningsområdet.

Källfördelning för fosfor och kväve i hela avrinningsområde av näringämnen			
Källa	Areal (km ²)	Fosfor (Ton/år)	Kväve (Ton/år)
Jordbruksmark	166	10,85	140
Övrig mark	608	4,54	87
Dagvatten		3,30	22
Reningsverk		0,09	10
Industri		0,18	?
Total	772	18,95	259
Uppmätta medelvärden		18,51	284

Anmärkning: Medelvärdet beräknades mellan 1982-1999

Resultat

Av punkter i rinnande vatten ingår i denna rapport stationerna Prästhytteån, Svanå och Turbinbron. Resultaten visar på ett mycket näringsrikt tillstånd för alla tre stationerna och arealförlusterna klassas som höga respektive extremt höga (klass 4, klass 4 respektive 5). Förlusten av fosfor klassas litet högre än förlusten av kväve (se **tabell 8**).

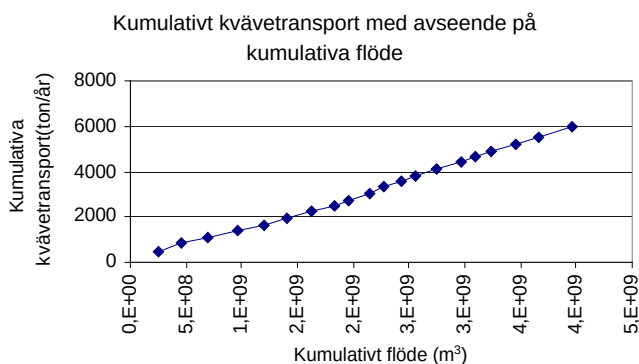
Tabell 8. Arealförlust i Svartån.

Arealförluster i Svartån				
	Arealförlust av fosfor		Arealförlust av kväve	
	(kg/ha*år)	klass	(kg/ha*år)	klass
Prästhytteån	0,27	4	4,0	3, 4
Svanå	0,26	4	5,3	4
Turbinbron	0,81	5	12,0	4

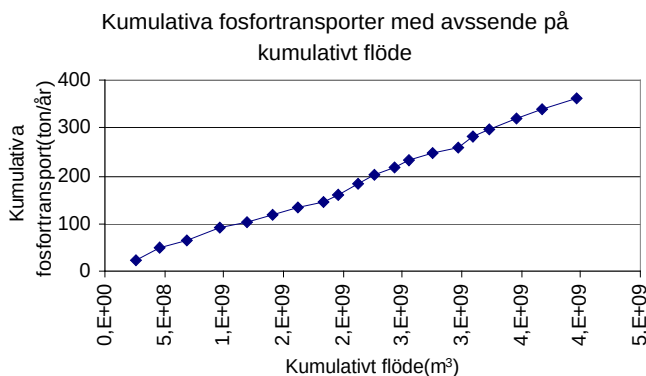
Baseras på uppmätta medelvärden 12 ggr/år 1997-1999

Kumulativa grafer för kväve- och fosfortransporter

Transporter av näringsämnen i vattendrag är särskilt flödesberoende. Kumulativa grafer har därför använts för att kompensera transporten i vattendragen för den stora variationen i flödet och förtydliga eventuella trender i datamaterialet. Den kumulativa transporten avsatt mot det kumulativa flödet visar ett linjärt förhållande när transport och flöde är oförändrade. (**figur 13** och **14**. Kumulativa grafer).



Figur 13. Kumulativa kvävetransport med avseende på kumulativa flödet, årsvis under 1981-2000.



Figur 14. Kumulativa fosfortransport med avseende på kumulativa flödet, årsvis under 1981-2000.

Resultat

Resultaten påvisar inte någon tydlig förändring. Enligt **figurerna 13** och **14** kan man dock utläsa en måttlig förändring av lutningen som visar att kumulativa kvävetransporten är mer flödesberoende än fosfortransporten, då kvävetransporten är mer linjär mot flödet än fosfortransporten.

Kväve/fosfor kvoter

Kvävehalter och kvoten mellan kväve och fosfor har kommit att relatera till effekter i kustzonen och i havet snarare än i sjöar. Men kvotskalan är också till för att bedöma näringsstillståndet i sjöar. Kvotmodellen har utarbetats och anpassats för svenska sjöar och baseras på kvoten mellan totala fosfor och totala kvävehalter. Den kritiska kvoten, alltså balansen mellan kväve och fosfor, bedöms ligga omkring 15 med ett osäkert intervall mellan 10 och 17 då en eller båda ämnena kan verka reglerande på biomassan. Det finns tydliga brytpunkter för kvoten t ex när blomningar av cyanobakterier uppträder runt 30 och därunder. Kvävefixering börjar bli sannolik vid 15/17 och där förekomst av kvävefixering blir mycket sannolik vid 10. Under kvoten 10 kan inte kvävefixeringen kompensera hela fosfortillskottet. Det leder till att kväve blir produktionsreglerande.

Resultat

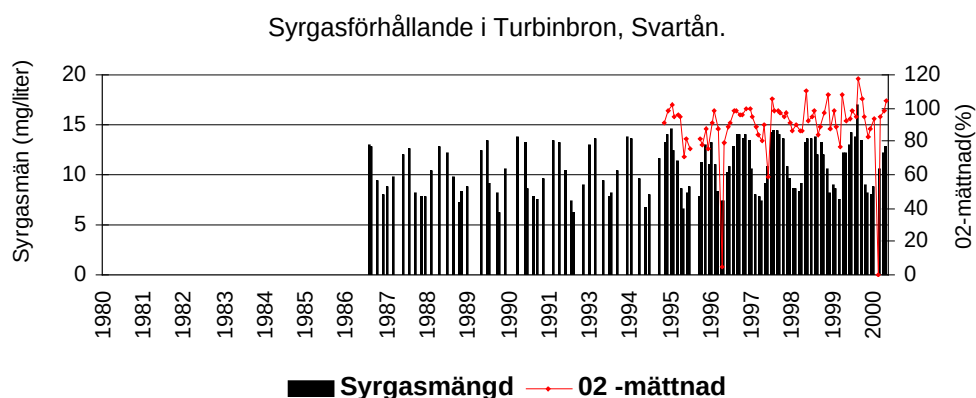
Resultaten visar på att variationen i sjöarna av N/P-kvoter varit relativt begränsad utom för Målsjön som är en extremt kvävebelastad sjö med ett kväveöverskott (klass 1) (se **bilaga G**. Bedömningsgrunder i större sjöar i Svartåns vattensystem). Bågen och Hörendesjön har oftast under 1980-2000 varit i näringsbalans (klass 2).

Fläcksjön har haft mycket höga halter av fosfor (klass 4) men inte så höga halter av kväve (klass 3). Det leder till en näringsbalans eller ett måttligt kväveunderskott (klass 2 och 3). Även Långsjön och Labodasjön har en högre halt av fosfor samt en någon lägre halt av kväve vilken resulterar i en N/P-kvot som ligger på 10-30 (klass 2 och 3). Lasjön har emellertid ett måttligt till stort kväveunderskott (klass 3, 4) dock har Lasjön bara undersökts sex år under 1980-talet.

Syrgasförhållande

I rinnande vatten är syrgastillgången oftast god eftersom vattendragen är grunda och omrörningen är god. Däremot i skiktade sjöars vatten är det varierande tillgång på syrgas. Syrgas förbrukas i höga koncentrationer vid ökande nedbrytning av organiskt material. Då uppstår syrebrist. Syrefattiga miljöer är t ex bottenvatten i sjöar. Syresituationen i bottenvattnet är som sämst vid slutet av stagnationsperioderna sommar och vinter. Andra syrefattiga miljöer kan vara i vattendrag vid låg vattenföring. Under sjöarnas cirkulationsperiod, då yt- och bottenvatten blandas om, är syrgasförhållandena i hela vattenmassan oftast goda.

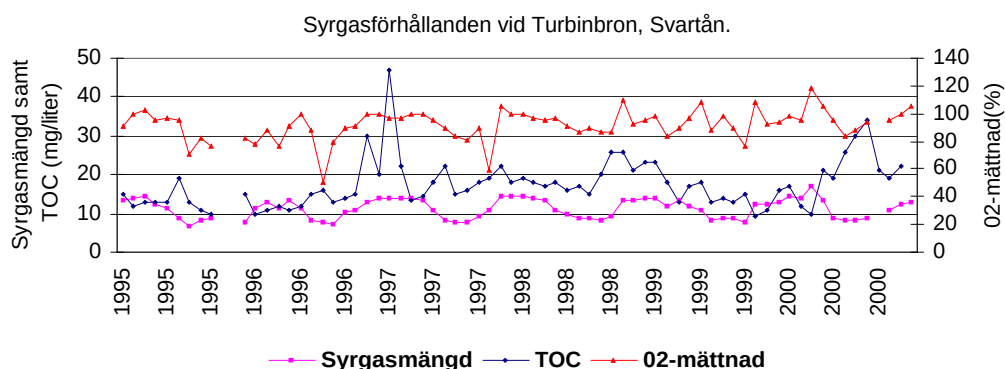
Mättnadsgraden i ytvattnet är relativt god hela året. Under sommardagar då vattenväxter och växtplankton avger mycket syrgas kan mättnadsgraden överstiga 100 %. Syrgas har mätts under 20 år som milligram per liter. TOC, totalt organiskt kol är ett mått på mängden organiskt material (syretärande ämnen). Tidigare uppmättes COD (chemical oxygen demand), en annan enhet som också bedömer syretärande ämnen.



Figur 15. Syrgasförhållande i Turbinbron, Svartån under 1980-2000.

Resultat

Syrgastillgången totalt sett i de fem utvärderade stationerna i Svartån är mycket god. Enligt bedömningsgrunderna klassas syrgashalter i Turbinbron som klass 1, över 7 mg/liter (**figur 15. Syrgasförhållande i Turbinbron samt se bilaga D. Syrgasförhållandena**). Men en av stationerna som inte har syrerika förhållanden, är Bysjön vid Murån. Bysjön har under 1999 varit relativt syrefattigt. Av de andra undersökta sjöarna i systemet är det främst i Toftssjön och Fläcksjön som perioder med syrebrist uppträder i bottenvattnet. Fläcksjön har blivit syrefattigare under slutet av 1990-talet. I Svartåns nedre lopp, Svanå och Turbinbron, har TOC halterna (syretärande ämnen) under 2000 varit mycket höga (klass 5). Även under 1997 var det mycket höga värden (**figur 16. Syrgasförhållande vid Turbinbron, Svartån under 1995-2000**). Orsaken kan vara dels att ån rinner genom ett näringsbelastat jordbruksområde kombination med höga flöden. Dock har det inte reflekterats på syrgasmängden.

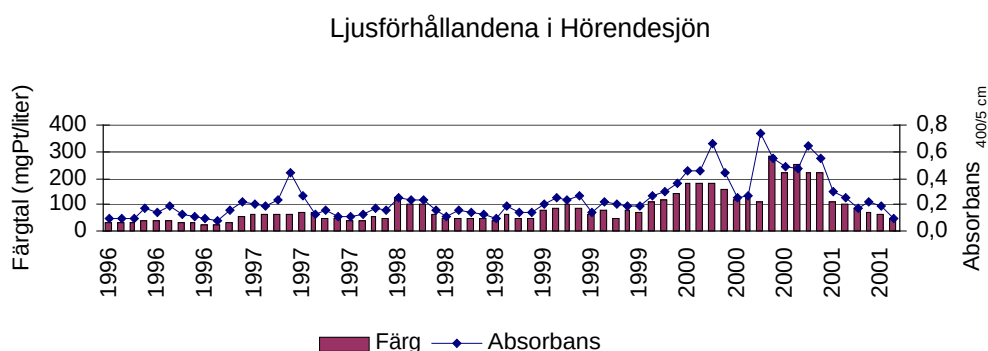


Figur 16. Syrgasförhållande vid Turbinbron, Svartån under 1995-2000.

Ljusförhållanden

Ljusförhållanden i vatten styrs av vattenfärg och slamhalt. Ljusförhållandet påverkar livsbetingelserna direkt för många organismer. Korrelationen mellan slamhalt eller vattnets färg och totalfosforhalten är stor (Norin, 1994). Det medför också en korrelation mellan ökad näringsbelastning och ett minskat ljusinsläpp. Det finns tre olika parametrar som uppskattar ljusförhållandet, vattenfärg, turbiditet och siktdjup. En nyare metod för bestämning av vattenfärg är absorbans hos vattnet. Parameter bestäms instrumentellt i en fotometer på filtrerat vatten. Jämfört med mätningar av vattenfärg är denna metod att föredra. Absorbansen kan omvandlas till vattenfärg genom en omräkningsfaktor. Vattnets färg beror på innehållet av humussyror samt järn- och manganföreningar.

Högt grundvattenstånd i marken ger ett avrinnande vatten med hög humushalt och därmed ett högre färgtal. Miljöer med högt grundvattenstånd är bland annat våtmarker och sumpskogar. I rapporten utvärderas bara parametern färgtal på grund av längre tidsserier av färgtal, samt absorbans. Säsongsvariationen under åren är kraftig orsakad av partiklar i vattnet, speciellt under hösten.



Figur 17. Ljusförhållande i Hörendesjön under 1996-2001.

Resultat

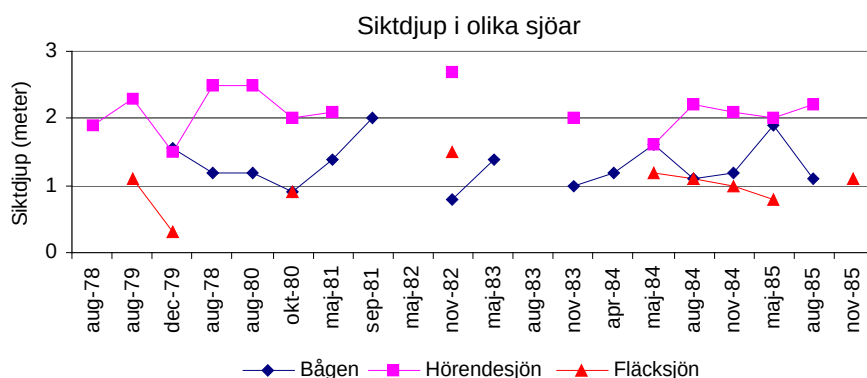
Sammantaget har Svartåns sjöar och vattendrag ett kraftigt färgat vatten, klass 4, mellan 60-100 mgPt/liter (se **bilaga E**. Ljusförhållanden). Hörendesjön ligger klart under vad som är normalt i Svartån. Troligen beror det på att Hörendesjön har en stor areal samt att sjön har låg näringsbelastning. Emellertid har det under 1999 och början av 2000 i Hörendesjön skett en kraftig ökning av färgtalet och även blivit en högre absorbans. Orsaken kan vara att näringsnivån på vattnet har ökat (**figur 17**. Ljusförhållande i Hörendesjön samt **bilaga B**. Halter av fosfor och kväve). Vattnets färg i Bågen har ej påvisat någon tydlig trend och värdet ligger stabilt över gränsen till klass 4. Prästhytteån är mycket näringsbelastad och det leder till ett högt färgtal där också. Värdena i Prästhytteån har varit mycket höga (klass 5) hela

tiden utom under 1999 och i början av 2000, då vattnet var svagt färgat (klass 2) enligt bedömningsgrunderna.

Turbinbron och Svanå har inte heller haft något trendbrott. Vattenfärgen i det sydligare avrinningsområdet klassas som kraftigt färgat, klass 4 enligt bedömningsgrunderna och vattnet är även kraftigt näringsbelastat. Efter ökningen av analysfrekvensen 1995 har man också sett en säsongsvariation i stationerna Svanå och Turbinbron, på vintern har en ökning skett. Bedömningsgrundande värden beräknas på maj- och oktoberprover. Andra månader kan man upptäcka halter som inte tidigare visats (se **bilaga E. Ljushöjningarna**). Resultaten tyder på betydligt färgat vatten (klass 4) under denna period i alla stationer utom Hörendesjön, där måttligt färgat vatten uppmättes (klass 3).

Siktdjupet

Siktdjupet är en sammantagen bedömning av vattnets färg, suspension och grumlighet. Numera mäts siktdjupet enligt en metodik som finns i handboken för miljöövervakning (1996). Det är en metod som har varit förmål för diskussion. Metoden är enkel och billig men är subjektiv. Siktdjupet i Svartån har mätts mellan åren 1978-1985 vid stationerna Bågen, Hörendesjön och Fläcksjön (**figur 18. Siktdjup inom Svartåns avrinningsområde**). Resultaten av siktdjupsmätningarna i Svartån får anses som osäkra men de ger en bild av att desto längre ner i vattensystemet man kommer ju kortare siktdjup får man. Orsaken är att längre ner i systemet är näringsbelastningen högre.



Figur 18. Siktdjup inom Svartåns avrinningsområde mellan åren 1978-1985. Bågen är belägen högst upp i vattensystemet och Fläcksjön längst ned.

Försurning, pH och alkalinitet

Försurning kan definieras som att vattnets syraneutraliserande förmåga har minskat. Denna kan orsakas antingen antropogent via luftburna föroreningar, eller naturligt genom vittring ur sura bergarter. Riksinventeringen 1995 av sjöar och vattendrag i Sverige, visar att 20 procent av dessa var påverkade av försurning. Effekter av försurning påverkar artsammansättningen av både djur och växter. Försurningen är i allmänhet längst framskriden i de små sjöarna och vattendragen högst upp i vattensystem, där jordlagren brukar vara tunna och urlakade. Detta gäller även för norra delen av Svartåns vattensystem. I Svartån har man mätt pH och alkalinitet från provtagningarnas början, ca 1975.

Ett ”surt tillstånd” kan enklast definieras som ett pH-värde lägre än 7 i ett vatten men mer detaljerat har tillståndet enligt bedömningsgrunderna klassat som ett pH-värde 5,7-6,2. Variationen i pH-värdet kan vara stor under ett år. Även under dygnet kan pH-värdet variera. Under vårfloden är pH lägst. De så kallade ”surstötarna” innebär att pH-värdet minskar dramatiskt som följd av snösmältningen på våren, eller efter långvarigt regnande i kombination med tillrinningsområdets jord och berggrund. När växtplanktonproduktionen är hög är också pH högt. Det medför att pH-värdet är lägre nära botten än vid ytan under sommarhalvåret. Vidare kan högre metallhalter i biotan bero på att tillgängligheten av metaller ökar då pH-värdet minskar. En annan parametrar som också kan relateras till försurning är labilt, toxiskt aluminium. Aluminium har ett komplext förhållande till pH. I klara vatten, utan humusämnen, kan halterna av toxiskt aluminium vara höga. I ett humöst vatten kan effekter av aluminium vid samma pH-värde emellertid bli mindre eftersom det är uppbundet med humusämnen. Endast pH-värdet kan inte bedöma hur surt ett vatten är även alkaliniteten kan hjälpa till att utvärdera tillståndet i naturen.

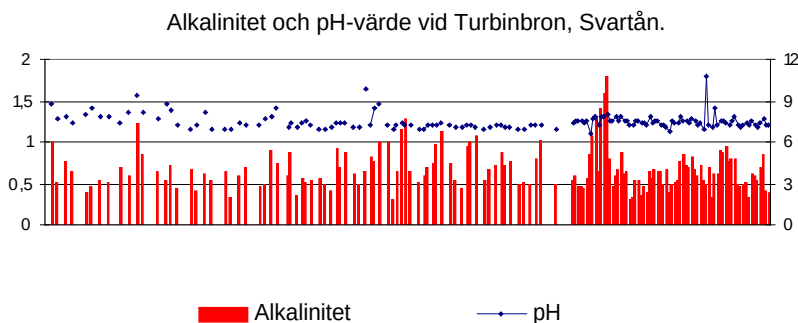
Alkaliniteten (buffertkapaciteten) är ett mått på vattnets förmåga att motstå försurning. Alkaliniteten är låg i samband med regn och snösmältning. Tillskott av sura ämnen får större effekt på vattnets surhet (pH) ju lägre alkaliniteten är. Det betyder att när alkaliniteten närmar sig noll sjunker pH-värdet allra snabbast. Låga alkalinitetsvärden kan ha andra orsaker som inte alltid är kopplade till försurning, när det t ex är låg salthalt i vatten är alkaliniteten naturligt låg. Humösa vatten har också låga värden på både alkalinitet och pH, på grund av humussyror.

Tabell 9. Kalkning inom Svartåns avrinningsområde

Kalkning inom Svartåns avrinningsområde			
Sjöar	Koordinater	Senaste	Nästa planerade
		kalkningen	kalking
Lilla Tillingen	663147-152621	1998	
Stora Tillingen	663166-152570	2001	
Toren	663076-152542	1998	
Öjesjön	663723-152444	1999	2003
Hyttjärnen	665904-151297	2001	2003
Toftsjön	666186-151247	1999	2004
Ösjön	665871-151196	2000	2005

Alla framtida datum är mycket preliminära

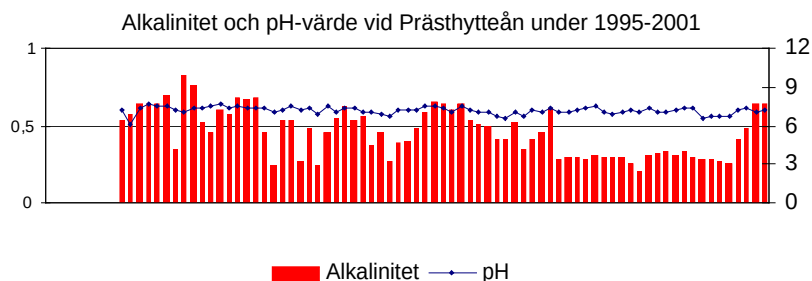
I syfte att motverka effekterna av försurningen sprids numera varje år ungefär 200 000 ton finmald kalksten i svenska sjöar. Kalken upplöses efterhand genom vittringsprocesser på samma sätt som i kalkrika marker. I Västmanlands län kalkade man under 2001 med 1700 ton i 52 sjöar i hela länet. I Svartåns vattensystem har relativt begränsade kalkningar utförts. Kalkningen har pågått sedan början av 80-talet och omfattar i dagsläget åtta sjöar i Svartåns vattensystem (se **tabell 9.** Kalkning för Svartåns vattensystem).



Figur 19. Alkalinitet och pH vid Turbinbron under 1980-2000.

Resultat

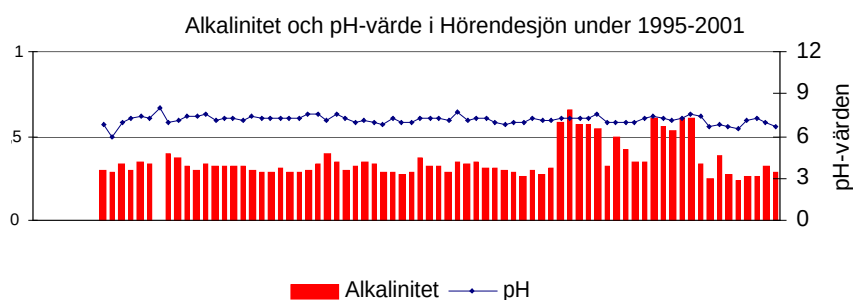
Resultaten visar generellt att Svartån har en mycket god buffringsförmåga (alkalinitet) i hela avrinningsområdet enligt bedömningsgrunderna, klass 1. Även pH-värde är nära neutralt, klass 1 (**figur 19** samt **bilaga F.** Försurning). Dock har alkalinitetsvärdet minskat något under 1999 och 2000 i Prästhytteån (**figur 20.** Alkalinitet och pH vid Prästhytteån). Det kan bero på ett extremt hög flöden. Alkalinitetsvärdet har sedan dess ökat igen under 2001.



Figur 20. Alkalinitet och pH vid Prästhytteån under 1995-2001.

Under samma tidsperiod skedde en fördubbling av buffertvärdet i Hörendesjön under slutet av 1999 samt i början av 2000 till runt 0,6 mekv/liter (se **figur 21.**

Alkalinitet och pH vid Hörendesjön). Orsaken till dubblingen är oklar. Alkalinitetsvärdet har sjunkit igen under slutet av 2000. En annan förändring av alkalinitetsvärdet nedströms Fläcksjön (Svanå och Turbinbron) var under 1996 där en kraftig höjning förekom, men bara under några månader. Svartåns vattensystem har en god förmåga att stå emot försurning. Men alkalinitetsvärdet i delar av vattensystemet har varit instabilt under 1999-2000. Det bidrar till en osäkerhet i bedömningen.



Figur 21. Alkalinitet och pH vid Hörendesjön under 1995-2001.

Metaller i Svartåns vatten.

Metaller förekommer naturligt i låga halter i sötvatten. I sediment är halterna högre genom en naturlig anrikning. Halterna varierar beroende på berggrund och jordarter i tillrinningsområdet till sjön eller vattendragen. Förhöjda metallhalter på grund av ökad samhällelig användning, är allvarlig eftersom många metaller kan ge biologiska störningar redan vid låga halter. Tungmetaller har en täthet som är större än 5 gram/cm³ och de är i allmänhet mer toxiska än de lättare metallerna.

En rad faktorer påverkar metallhalten i vatten. Halterna av flera metaller är vanligtvis högre i vatten med lågt pH än under pH-neutrala förhållanden t ex aluminium. Det beror på att metaller i högre grad stannar kvar i löst form i sura vatten utan att fällas ut och sedimentera. Andra faktorer som kan påverka metallhalten i vatten är humus och lerpartiklar. Sjöar kan man förvänta sig en lägre halt av metaller i vatten än i vattendrag. Risker för att biologiska skadeverkningar skall finnas i vatten är i hög grad beroende av i vilken form metallen uppträder. Metaller lösta i vatten i fri jonform kan tas upp biologiskt och leda till giftverkan. I det nationella miljöövervakningsprogrammet har metallanalyser i vattendrag successivt införts sedan början av 1980-talet. I riksinventeringar 1995 och 2000 ingick några stationer i Svartån. Det har tagits ett fåtal prover innan Västerås stads kontrollprogram för Svartån startade 1996. I Svartåns kontrollprogram analyseras de så kallade tungmetallerna samt aluminium och kisel.

Resultat

Resultaten visar på att alla metaller som har analyserats förekommer i låga halter, klass 2, enligt bedömningsgrunderna, utom kopparhalterna (Larsson, 2001). Kopparhalterna är måttligt höga, klass 3. Koppar visar stora variationer i de naturliga halterna, troligen på grund av flöden och skillnader i mark

förhållanden. Koppar är naturligt förekommande i högre halter i slättlandsområde, än i andra områden. I Skultuna ligger Skultuna mässing som tillverkar mässingföremål, men man har inte visat några kopparutsläpp enligt miljörapporterna. Vidare resultat finns i de årliga utvärderingarna av recipientkontrollen från Västeråsfjärden och Svartån som finns hos Länsstyrelsen och Västerås stad.

Litteraturlista

- Alm, G. Vesterberg, S. 2001. Sjöar i Västmanlands län. En sammanställning av befintlig kunskap om Västmanlands större sjöar. Länsstyrelsen i Västmanlands län. Västerås.
- Darphin, J-P. 1999. Avtryck av den industriella utvecklingen. En inventering i Västmanlands län 1998-1999. Västmanlands läns museum. Västerås.
- Larm, T. 1994. Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling. VAV. VA-Forsk.
- Larsson, K. 2001. Recipientkontroll av Västerfjärden och Svartån, 2000. Västerås. VA-projekt.
- Larsson, L. 1997. Näringsläckage till vattendrag, problem och åtgärder, Västerås kommun. Institutionen för teknik och resurshushållning, Mitthögskolan, Östersund.
- Lingdell, P-E. Engbom, E. 1996. Förslag till objekt för miljöövervakning i västmanländska vattendrag, förslagen grundar sig på sammansättningen av vattenlevande smådjur. Limnodata HB. Länsstyrelsen i Västmanlands län.
- Naturvårdverket. 1999. Bedömningsgrunder-Sjöar och vattendrag. Rapport 4913. Uppsala.
- Naturvårdverket. 1999. Bedömningsgrunder-Sjöar och vattendrag-Bakgrundsrapport 1. Rapport 4920. Jönköping.
- Naturvårdverket. 1999. Bedömningsgrunder-Sjöar och vattendrag-Bakgrundsrapport 2. Rapport 4921. Jönköping.
- Norin, L. 1994. Svartåns vatten, övergödningsproblem, åtgärdsinriktning. Länsstyrelsen i Västmanlands län. Västerås.
- Widerholm, T. 1989. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdokument 1. Näringsämnen, syre, ljus, försurning. SNV Rapport 3627.

Bilaga A. Bedömningsgrundande parametrar

Bedömningsgrunder av tillstånd

Näringsstatusen med avseende på totalfosfor- och totalkvävehalten samt kvoten mellan totalkväve och totalfosfor bedöms med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Rapport 4913) enligt tabell 1-3. I rinnande vatten bedöms parametrarna arealförluster med samma rapport enligt 4-5. Slutligen har syreförhållandena, ljusförhållandena och förurningen med avseende på syrehalt, vattenfärg, siktdjup, alkalinitet samt pH-värde bedöms enligt tabellerna 6-9.

Tabell 1. Tillstånd, totalfosforhalt i sjöar, (µg/l)

Klass	Benämning	Halt maj- okt.	Halt aug.
1	Låga halter	<12,5	<12,5
2	Måttligt höga halter	12,5-25	12,5-23
3	Höga halter	25-50	23-45
4	Mycket höga halter	50-100	45-96
5	Extremt höga halter	>100	Ej def.

Tabell 2. Tillstånd, totalkvävehalt i sjöar, (µg/l)

Klass	Benämning	Halt maj- okt.
1	Låga halter	<300
2	Måttligt höga halter	300-625
3	Höga halter	625-1250
4	Mycket höga halter	1250-5000
5	Extremt höga halter	>5000

Tabell 3. Tillstånd, totalkvävehalt/ totalfosfor-kvot i sjöar

Klass	Benämning	Kvot juni- september.
1	Kväveöverskott	>30
2	Kväve-fosfor balans	15-30
3	Måttligt kväveunderskott	10-15
4	Stort kväveunderskott	5-10
5	Extremt kväveunderskott	<5

Tabell 4. Tillstånd, arealspecifik förlust av totalkväve i rinnande vatten, (kg N/ha,år)

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust.
1	Mycket låga förluster	<1,0
2	Låga förluster	1,0-2,0
3	Måttligt höga förluster	2,0-4,0
4	Höga förluster	4,0-16,0
5	Mycket höga förluster	>16

Tabell 5. Tillstånd, arealspecifik förlust av totalförluster i rinnande vatten, (kg F/ha,år)

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust.
1	Mycket låga förluster	>0,04
2	Låga förluster	0,04-0,08
3	Måttligt höga förluster	0,08-0,16
4	Höga förluster	0,16-0,32
5	Extremt höga förluster	>0,32

Bilaga A. Bedömningsgrundande parametrar

Tabell 6. Tillstånd, syrehalt (mg O²/liter)

Klass	Benämning	Halt årsminimum
1	Syrerikt tillstånd	>7
2	Måttligt syrerikt tillstånd	5-7
3	Svagt syretillstånd	3-5
4	Syrefattigt tillstånd	1-3
5	Syrefritt eller nästan syrefritt tillstånd	<1

Tabell 7. Tillstånd, vattenfärg

Klass	Benämning	Abs _{400/5}	Färgtal (mgPt/liter)
1	Ej eller obetydligt färgat vatten	<0,02	<10
2	Svagt färgat vatten	0,02-0,05	10-25
3	Måttligt färgat vatten	0,05-0,12	25-60
4	Betydligt färgat vatten	0,12-0,2	60-100
5	Starkt färgat vatten	>0,2	>100

Tabell 8 Tillstånd, pH- värde

Klass	Benämning	
1	Nära neutralt	>6,8
2	Svagt surt	6,5-6,8
3	Måttligt surt	6,2-6,5
4	Surt	5,6-6,2
5	Mycket surt	<5,6

Tabell 9. Tillstånd, buffertkapacitet (mekv/l)

Klass	Benämning	
1	Mycket god buffertkapacitet	>0,20
2	God buffertkapacitet	0,10-0,20
3	Svag buffertkapacitet	0,05-0,10
4	Mycket svag buffertkapacitet	0,02-0,05
5	Ingen eller obetydlig buffertkapacitet	<0,02

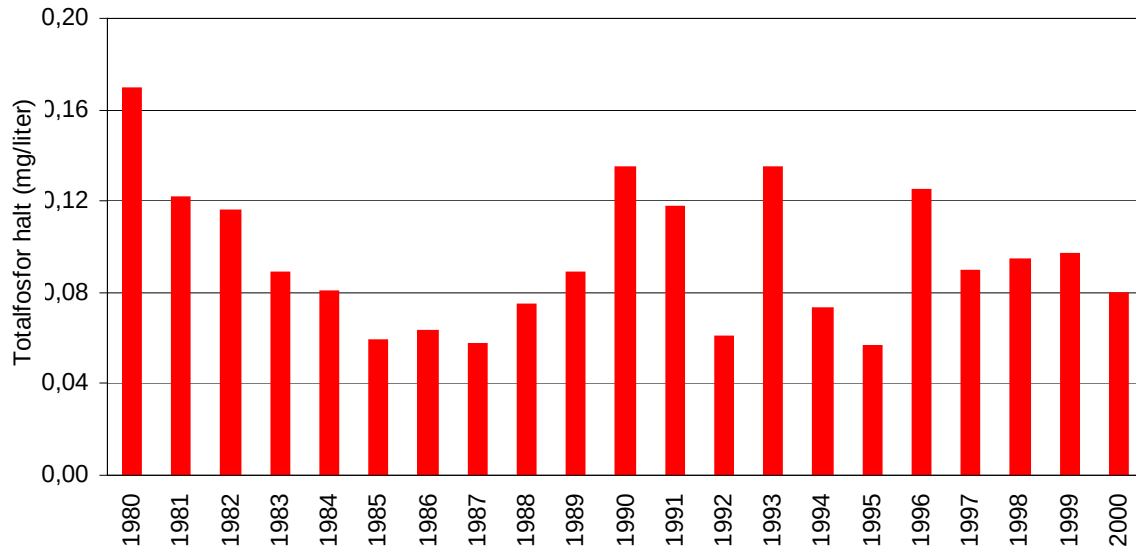
Om metallhalter i vatten/sediment har mätts, bedöms tillståndet med stöd av Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Rapport 4913) enligt tabell 10

Tabell 10. Tillstånd, metaller i vatten (µg/l)

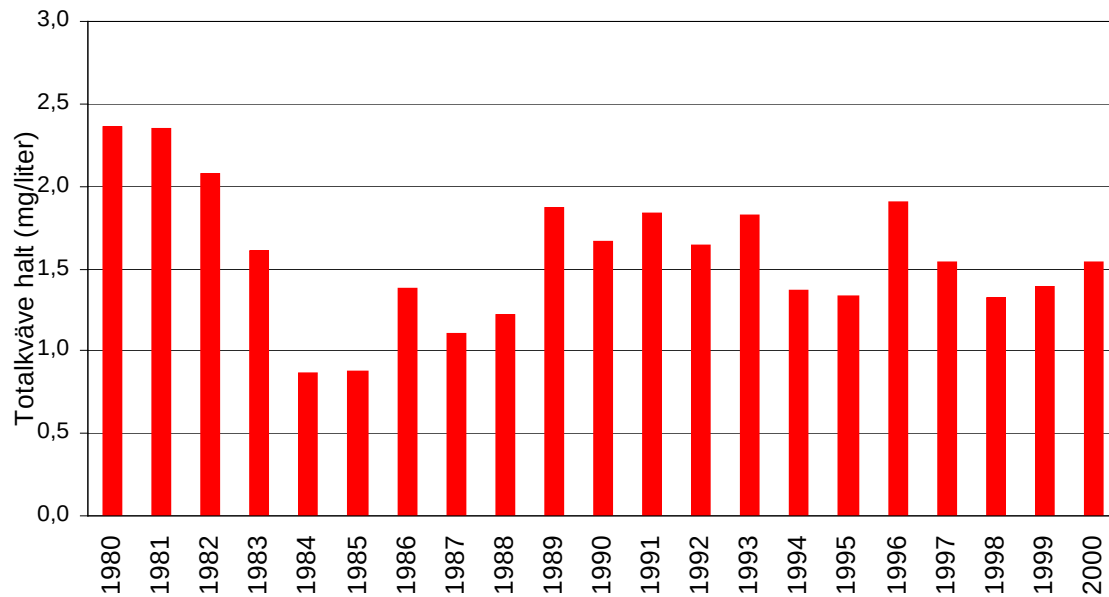
Klass		Cu	Zn	Cd	Pb	Cr	Ni	As
1	Mkt låga halter	<0,5	<5	<0,01	<0,2	<0,3	<0,7	<0,4
2	Låga halter	0,5-3	5-20	0,01-0,1	0,2-1	0,3-5	0,7-15	0,4-5
3	Måttl. höga halter	3-9	20-60	0,1-0,3	1-3	5-15	15-45	5-15
4	Höga halter	9-45	60-300	0,3-1,5	3-15	15-75	45-225	15-75
5	Mkt höga halter >45	>300	>1,5	>15	>75	>225	>75	

Bilaga B. Halter av fosfor och kväve

Medelfosforhalt vid Turbinbron, Svartån

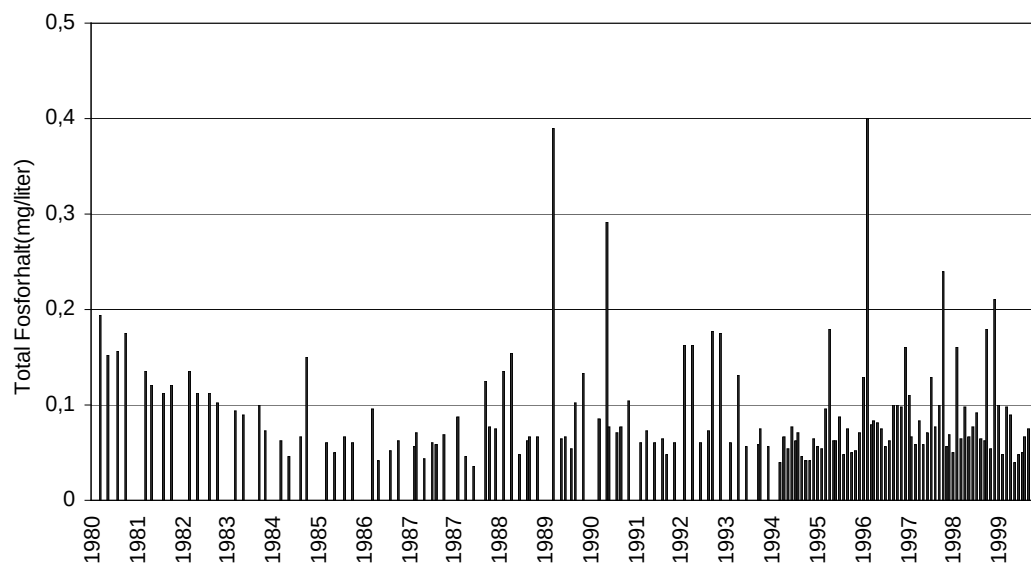


Medelkvävehalt vid Turbinbron, Svartån

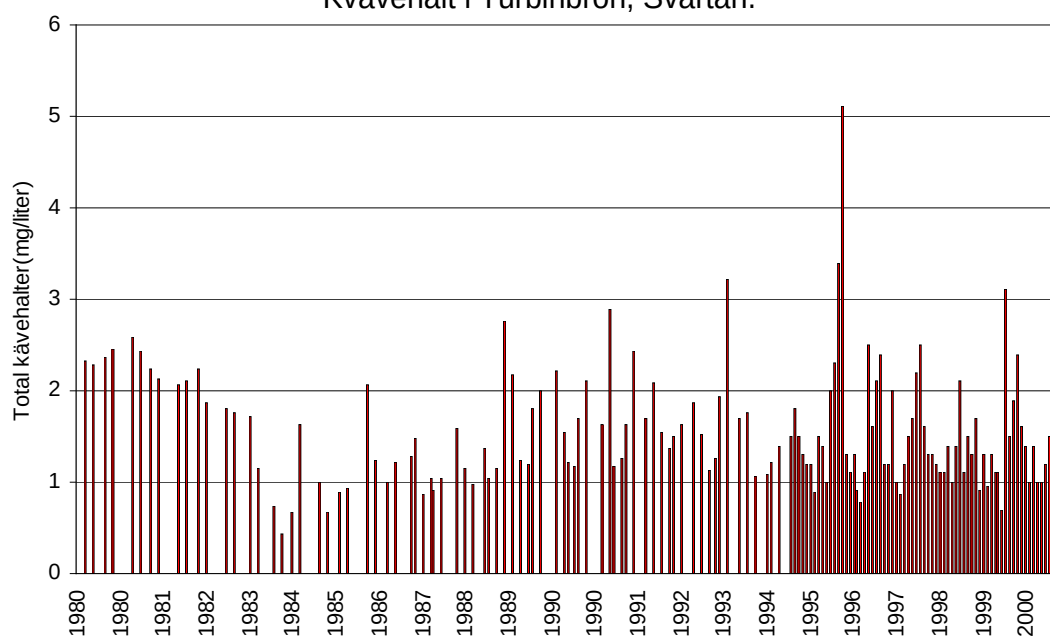


Bilaga B. Halter av fosfor och kväve

Fosforhalter i Turbinbron, Svartån

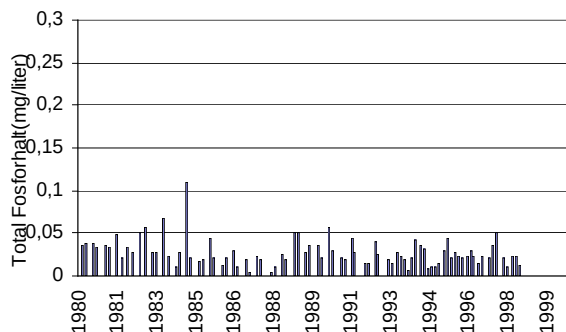


Kvävehalt i Turbinbron, Svartån.

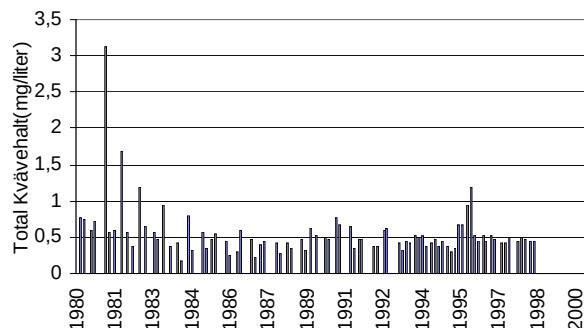


Bilaga B. Halter av fosfor och kväve

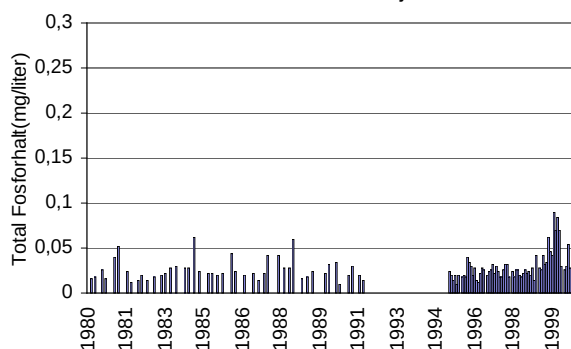
Fosforhalter i Bågen



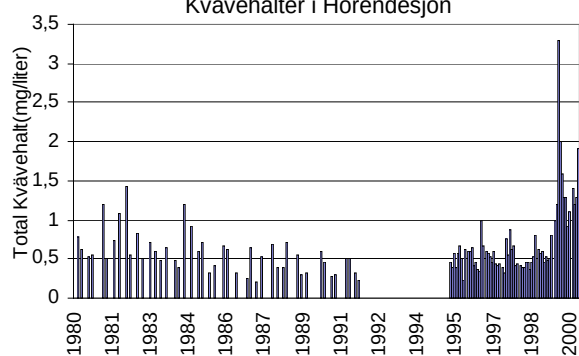
Kvävehalter i Bågen



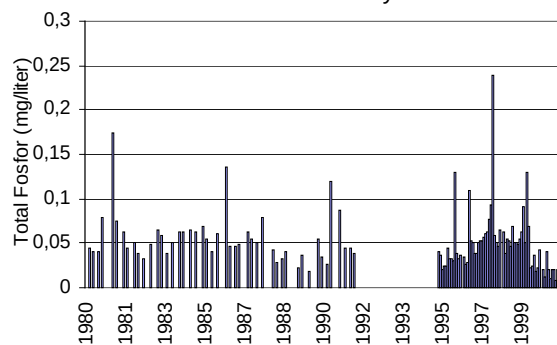
Fosforhalter i Hörendesjön



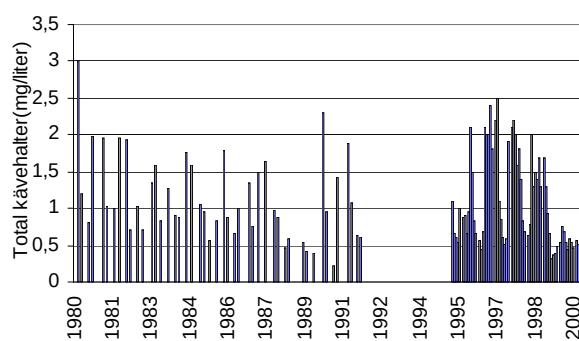
Kvävehalter i Hörendesjön



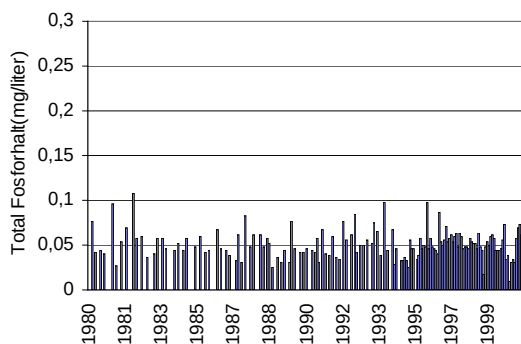
Fosforhalter i Prästhytteån



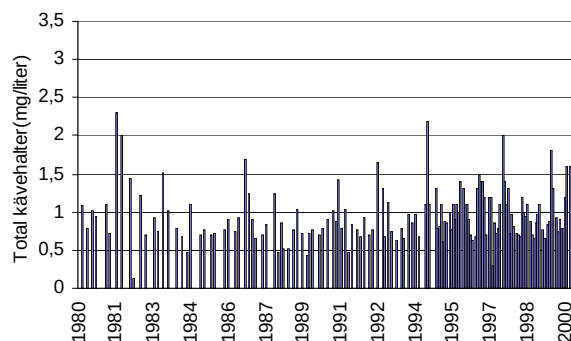
Kvävehalt i Prästhytteån



Fosforhalter i Svanå

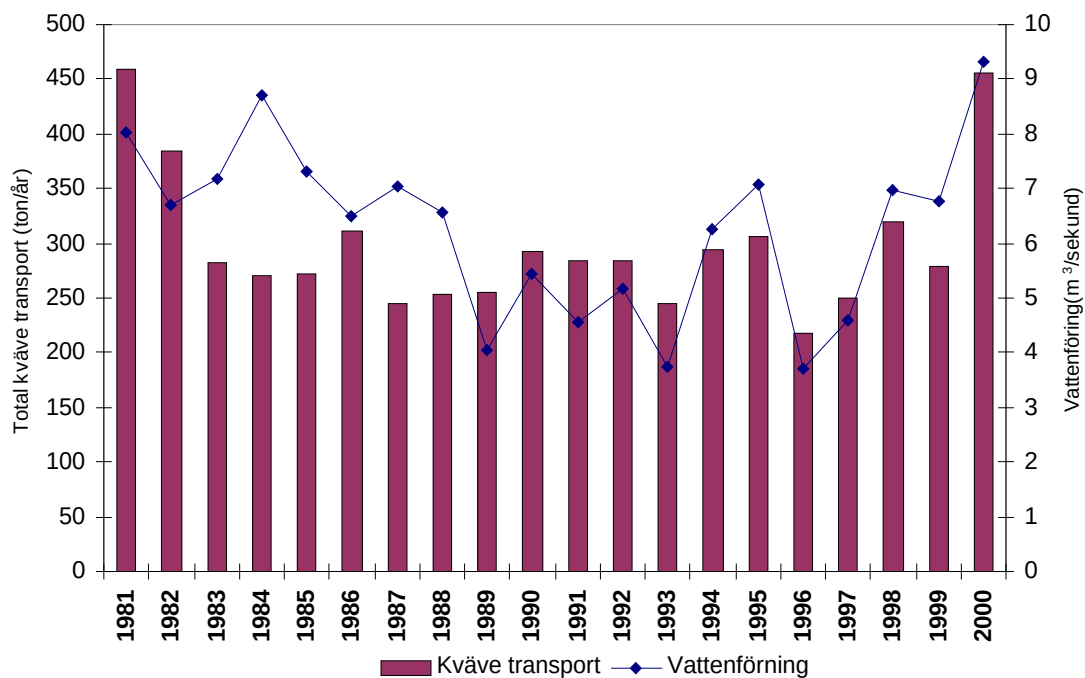


Kvävehalt i Svanå

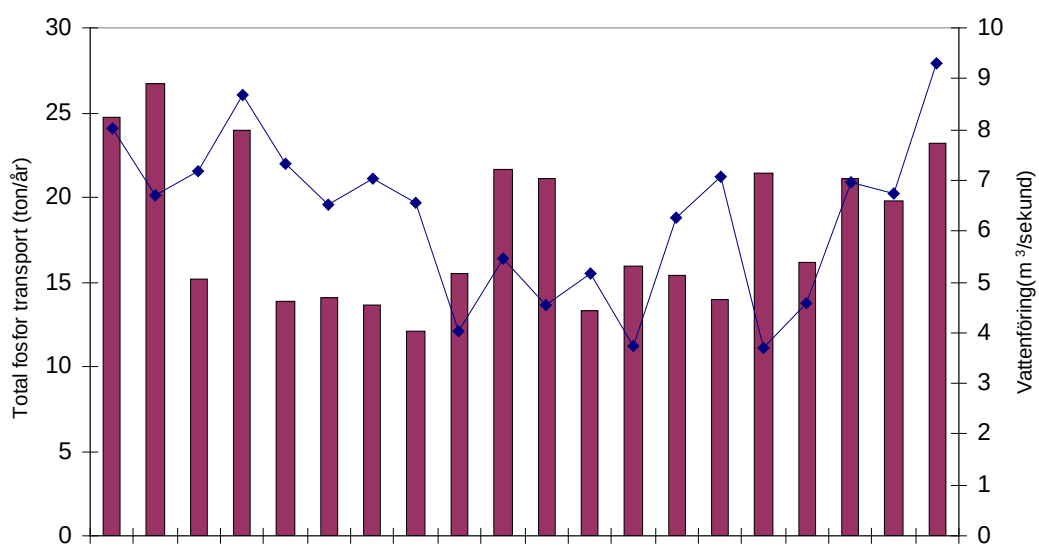


Bilaga C. Transporter av fosfor och kväve

Kvävetransport och vattenföring i Turbinbron, Svartån.

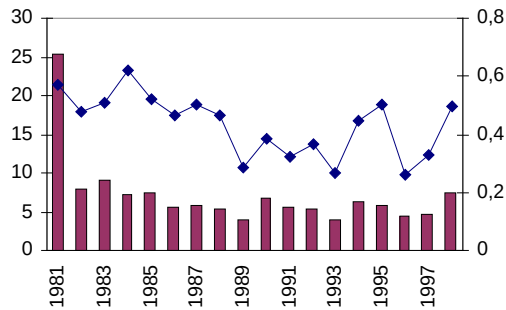


Fosfortransport och vattenföring i Turbinbron, Svartån.

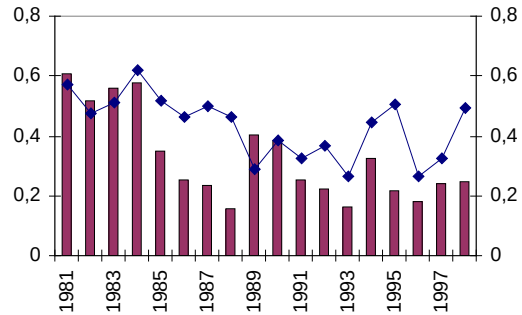


Bilaga C. Transporter av fosfor och kväve

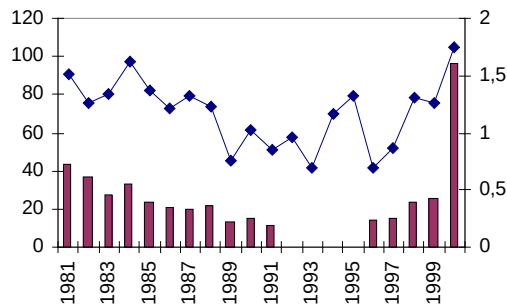
Kvävetransport och vattenföring vid Bågen



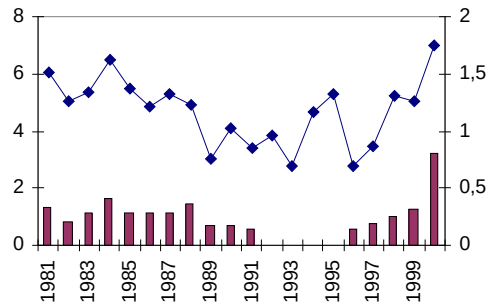
Fosfortransport och vattenföring vid Bågen



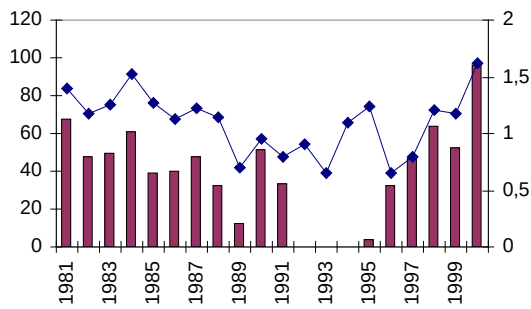
Kvävetransport och vattenföring vid Hörendesjön



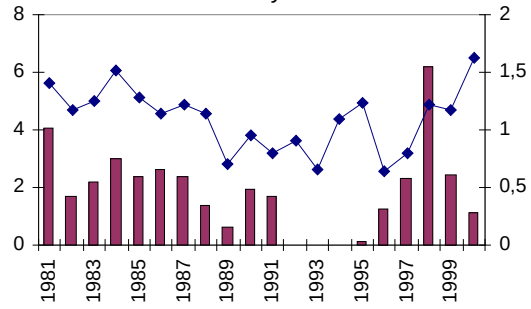
Fosfortransport och vattenföring vid Hörendesjön



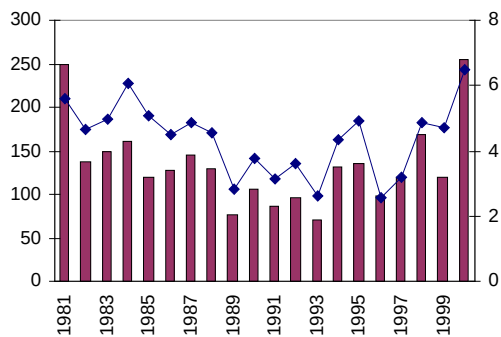
Kvävetransport och vattenföring i Prästhytteån



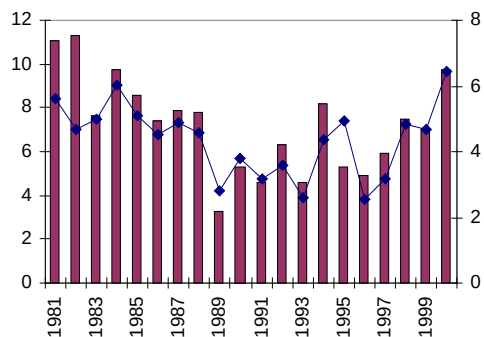
Fosfortransport och vattenföring i Prästhytteån



Kvävetransport och vattenföring i Svanå



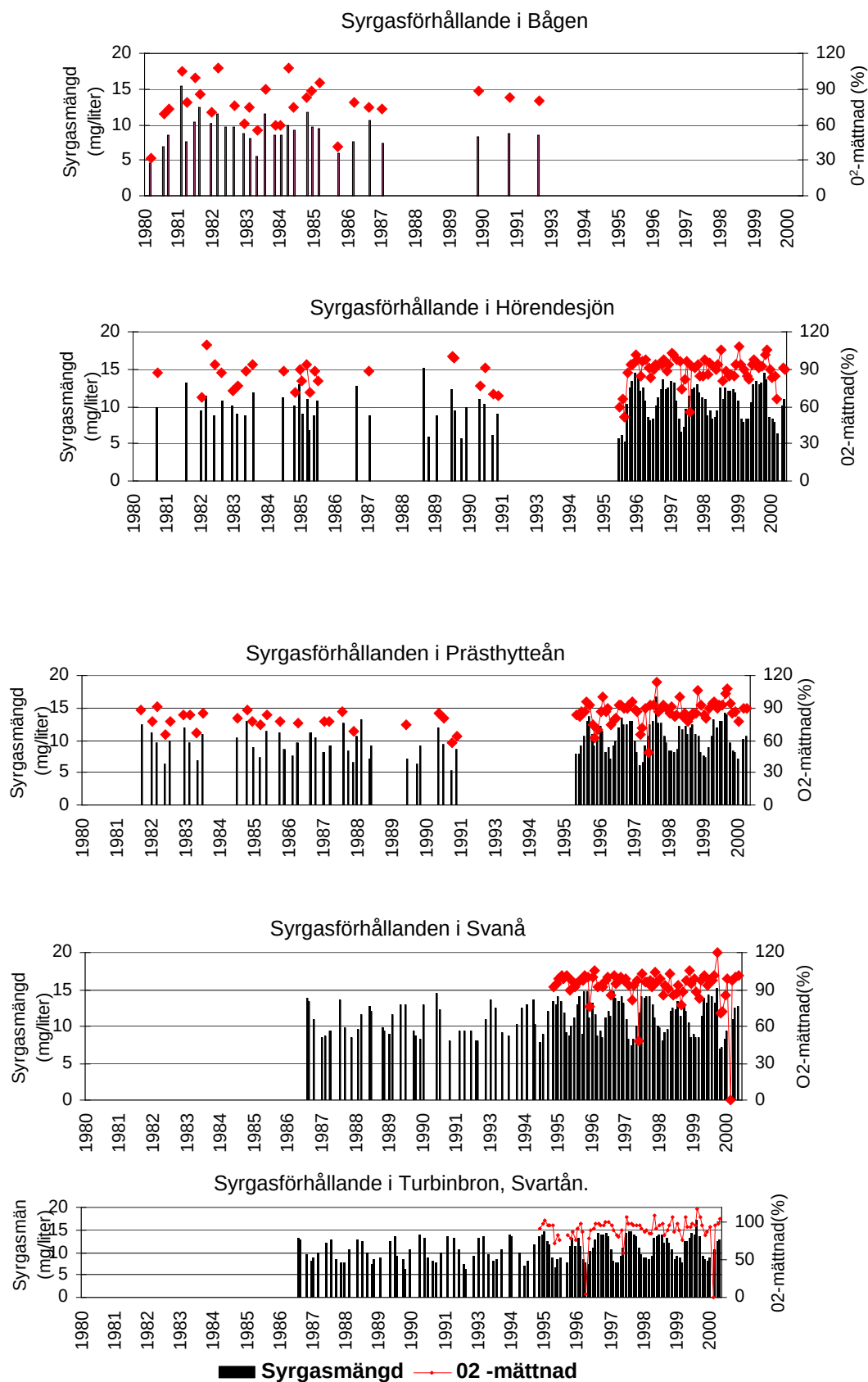
Fosfortransport med vattenföring i Svanå.



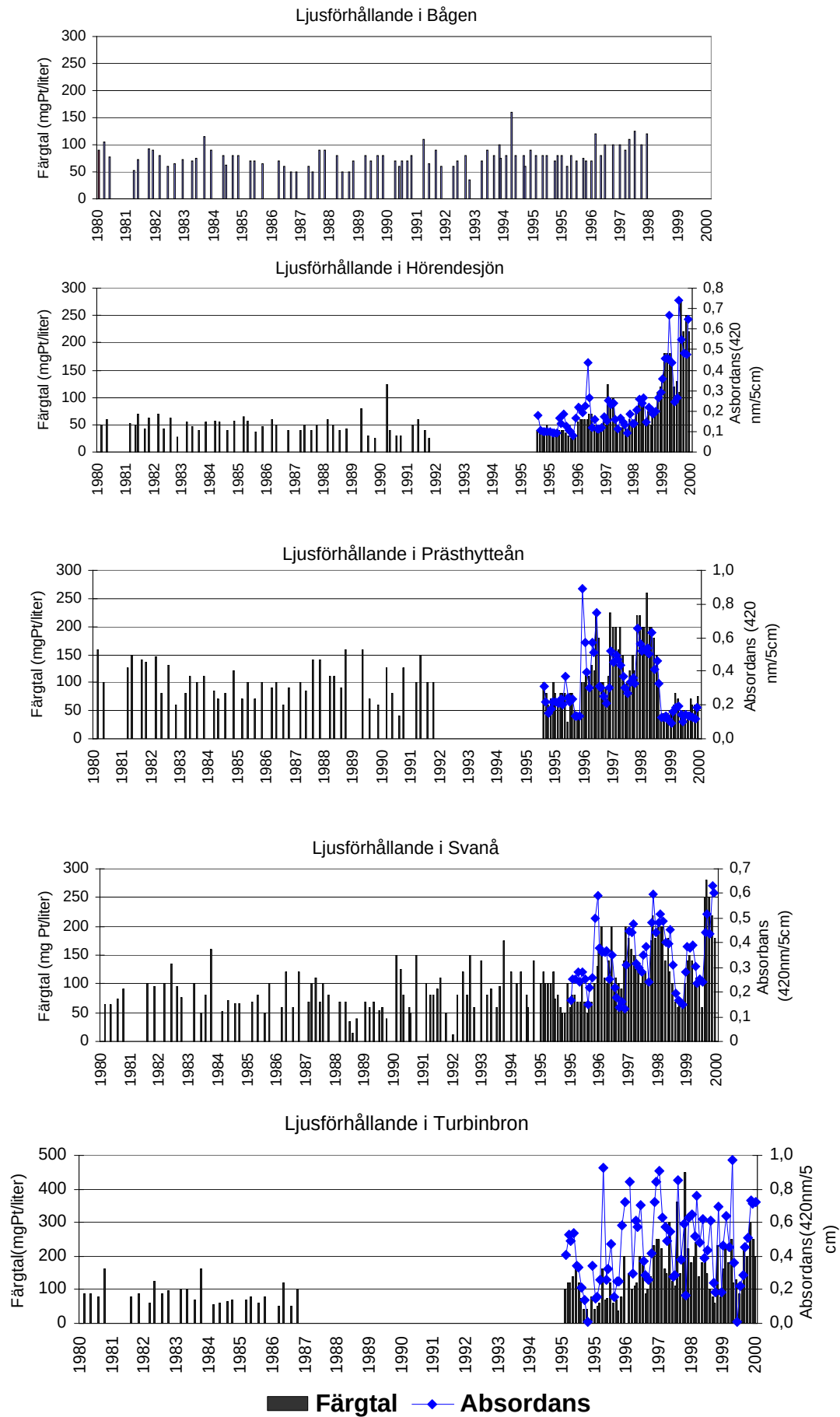
■ Kväve transport ◆ Vattenföring

■ Fosfor transport ◆ Vattenföring

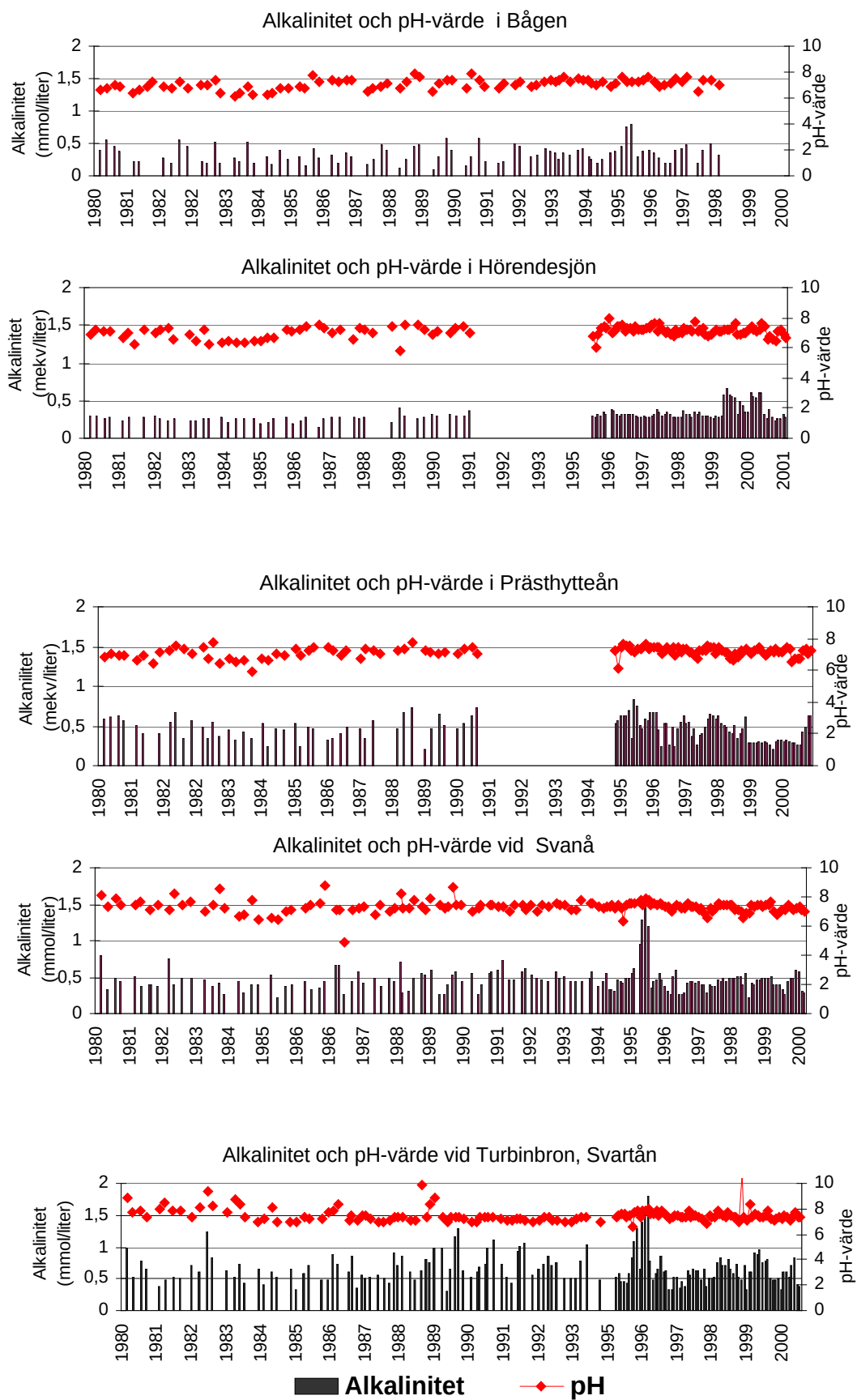
Bilaga D. Syrgasförhållande



Bilaga E. Ljusförhållanden



Bilaga F. Försurning



Bilaga G. Större sjöar inom Svartåns vattensystem

Kvävehalt					(mg/liter)					
	Målsjön	Klass	Långsjön	Klass	Labodasjön	Klass	Lasjön	Klass	Flacksjön	Klass
1980	1,451	4	0,689	3	0,663	3	*		1,060	3
1981	1,211	3	0,575	2	0,635	3	*		0,873	3
1982	0,692	3	0,550	2	0,575	2	*		0,857	3
1983	0,832	3	0,780	3	0,735	3	*		1,000	3
1984	0,608	2	0,280	1	0,410	2	*		1,435	4
1985	0,520	2	0,450	2	0,420	2	*		0,630	3
1986	0,365	2	0,415	2	0,360	2	0,988	3	0,687	3
1987	0,395	2	0,543	2	0,385	2	0,785	3	0,733	3
1988	0,345	2	0,375	2	0,518	2	0,685	3	0,847	3
1989	0,370	2	0,405	2	0,600	2	0,325	2	0,593	2
1990	0,453	2	0,504	2	0,625	3	0,621	2	0,959	3
1991	0,345	2	0,451	2	0,567	2	0,687	3	0,736	3
1992	0,250	2	*		0,478	2	*		*	
1993	0,328	2	*		*		*		*	
1994	0,410	2	*		0,510	2	*		*	
1995	*		*		0,403	2	*		1,078	3
1996	*		*		0,533	2	*		0,836	3
1997	*		*		0,530	2	*		0,863	3
1998	*		0,586	2	0,475	2	*		0,778	3
1999	*		*		*		*		0,718	3
2000	*		*		*		*		1,128	3

Fosforhalt (mg/liter)										
	Målsjön Klass		Långsjön Klass		Labodasjön Klass		Lasjön Klass		Fläcksjön Klass	
1980	0,011	1	0,035	3	0,034	3	*		0,039	3
1981	0,013	2	0,037	3	0,042	3	*		0,056	4
1982	0,018	2	0,030	3	0,038	3	*		0,048	3
1983	0,016	2	0,032	3	0,040	3	*		0,054	4
1984	0,011	1	0,036	3	0,035	3	*		0,053	4
1985	0,011	1	0,035	3	0,033	3	*		0,042	3
1986	0,005	1	0,033	3	0,030	3	0,140	5	0,043	3
1987	0,035	3	0,033	3	0,024	2	0,049	3	0,067	4
1988	0,035	3	0,022	2	0,033	3	0,057	4	0,048	3
1989	0,050	3	0,039	3	0,021	2	0,023	2	0,056	4
1990	0,007	1	0,028	3	0,041	3	0,059	4	0,044	3
1991	0,006	1	0,115	5	0,038	3	0,068	4	0,046	3
1992	0,007	1	*		0,033	3	*		*	
1993	0,004	1	*		*		*		*	
1994	0,011	1	*		0,029	3	*		*	
1995	*		*		0,024	2	*		0,074	4
1996	*		*		0,032	3	*		0,052	4
1997	*		*		0,039	3	*		0,054	4
1998	*		0,038	3	0,037	3	*		0,053	4
1999	*		*		*		*		0,054	4
2000	*		*		*		*		0,048	3

N/Pkvoter			baseras på (mg/liter)							
Målsjön Klass			Långsjön Klass		Labodasj Klass		Lasjön Klass		Flåcksjön Klass	
1980	129	1	20	2	20	2	*		27	2
1981	97	1	16	2	15	3	*		16	2
1982	38	1	19	2	15	3	*		18	2
1983	53	1	25	2	19	2	*		19	2
1984	55	1	8	3	12	3	*		27	2
1985	50	1	13	3	13	3	*		15	3
1986	73	1	12	3	12	3	7	4	16	2
1987	11	3	16	2	16	2	16	2	11	3
1988	10	3	17	2	16	2	12,02	3	18	2
1989	7	3	10	4	28	2	14	3	11	3
1990	65	1	18	2	15	3	11	3	22	2
1991	61	1	4	5	15	3	10	4	16	2
1992	38	1	*		14	3	*		*	
1993	82	1	*		*		*		*	
1994	38	1	*		18	2	*		*	
1995	*		*		17	2	*		15	3
1996	*		*		17	2	*		16	2
1997	*		*		14	3	*		16	2
1998	*		16	2	13	3	*		15	3
1999	*		*	*	*		*		13	3
2000	*		*	*	*		*		23	2

Titel: Svartån En långtidsutvärdering av recipientkontrollens mätningar mellan 1980-2000 .

Upplaga: 80 ex

Författare: Maria Sundberg

Omslagsbild: Vykort. Från i början av 1900-talet.

Finns även att ladda ned som pdf-fil på Länsstyrelsens hemsida www.vastmanlands.lst.se

Ingår i Länsstyrelsen rapportserie, 2002 nr 2
ISSN 0284-8813

Har Du frågor, önskar fler exemplar m m, kontakta Miljöenheten
721 86 Västerås, tel: 021-19 50 00, fax: 021- 12 59 10, e-post: lansstyrelsen@u.lst.se