



# Anten, en sjö hotad av eutrofiering?

Göta älvs vattenvårdsförbund  
Alingsås kommun  
Antens fiskevårdsområdesförening  
Länsstyrelsen i Älvsborgs län

Svensk Ekologisk Konsultation HB  
Hans Nyman



Miljö och planenheten  
**LÄNSSTYRELSEN I**  
**ÄLVSBORGS LÄN**

**RAPPORT 1997:8**

# Anten, en sjö hotad av eutrofiering?

---

## Sammanfattning

Målsättningen med 1996 års limnologiska undersökning av Anten var att ge en bild av sjöns nuvarande tillstånd ur såväl kemiskt-fysikalisk som biologisk synvinkel. Målsättningen var också att med ledning av denna och tidigare undersökningars resultat bedöma sjöns utveckling under senare år samt hur utvecklingen kan komma att bli i framtiden. Arbetet är främst inriktat på att kontrollera eutrofieringssituationen i sjön. Bakgrunden till oron för eutrofiering är bl a att sjön uppvisat påtagliga eutrofieringseffekter under 1980 och 90-talen. Anten har också en nyckelroll för hela Sävda-systemet som en av de högst upp liggande sjöarna med potential att förändra alla nedströms liggande sjöar vid en miljökollaps.

## Hydrologi

Antens avrinningsområde är 219 km<sup>2</sup> (sjöprocent: 10.0), vilket är ca 11 ggr större än sjöns yta (19,2 km<sup>2</sup>). Anten är reglerad med en regleringsamplitud på 0,5m. Sjön ligger i den övre delen av Sävda-systemet. Största tillflöde är Mellbyån i Antens nordvästra ände, vilken ensam avvattnar 91 km<sup>2</sup>, dvs en stor andel eller närmare ca 42% av sjöns tillrinning kommer via detta tillflöde. Medeldjupet i Anten, ca 13,5 m, är begränsat och det finns betydande områden som har flacka stränder och där vattenvegetationen är kraftig (fr a i sjöns norra och östra del). Sjön har ett enligt djupkartan största djup på 27 m i södra delen, men djup på 29 meter har registrerats på flera ställen med ekolod under 1996. Sjöns djupkarta är mycket gammal och är helt otillräcklig för en sjö av Antens betydelse, speciellt då en djupkarta är nödvändig för att skatta sådana parametrar som utbytetid och syrgasförråd under språngskikt. Kartan har också allvarliga brister vid stränderna. Det är av vital betydelse att man snarast lodar om sjön.

Om man använder befintlig karta kan Antens volym beräknas till 260 miljoner m<sup>3</sup> och vattnets utbytetid är ca 2,8 år beräknat som medelvärde 1980-1996. Omsättningstiden det torra året 1996 var dock 4 år. Det blygsamma medeldjupet i Anten gör att volymen under språngskiktet (och därmed syrgasförrådet !) troligen är mycket begränsat. Under sensommaren när språngskiktet ofta ligger på ca 15 m djup är således volymen av hypolimnion endast 52 miljoner m<sup>3</sup> vilket utgör blygsamma 20% av sjöns volym.

## Fysikalisk-kemiska förhållanden

En bedömning enligt Naturvårdsverket av Antens tillstånd och påverkansgrad 1996 sammanfattas i tabellen nedan. Det nuvarande tillståndet beskrivs här som en inplacering på en skala graderad från 1 till 5. Graden av påverkan beskrivs med en inplacering på en fyrgradig där 0 är "ingen eller obetydlig påverkan" och 3 är "mycket stark påverkan". Denna bedömning ger en grund för jämförelser med andra sjöar men ger ringa information om allvaret i Antens recipientsituation.

Tillståndet för syrgassituationen i Anten enligt Naturvårdsverkets normer är "Syrefritt eller nästan syrefritt tillstånd" (klass 5, högsta klassen). Tillståndet i Anten kan betecknas som måttligt för siktdjupet (klass 3) med ett medelvärde för 1996 på 4,5 m. Färg mättes inte i Anten men i utflödet från Anten kan tillståndet betecknas som "Svagt färgat vatten" (klass 2). Alkaliniteten mättes inte heller i sjön, men om värdet i Ålandasjöns utlopp (punkt 17) tas som representant för Antens är den nuvarande alkaliniteten i storleksordningen 0,32 mekv/l vilket ger en bedömning av tillståndet som "Betydlig påverkan" (påverkansgrad 2). Anten har kvar ca 70% av sin ursprungliga alkalinitet.

Medelhalten av Tot-P i Anten 1996 av samtliga ytvattenanalyser var 16 µg/l. Tillståndet i Anten är "måttligt näringsrikt" (klass 3). Klassgränsen till klass 2, näringsfattigt tillstånd ligger så nära som 15 µg/l! Här är det uppenbart att indelningen i klasser för Antens del inte ger någon information om hur det verkligen står till i sjön. Halten i sjön ligger klart på gränsen till vad sjön klarar i nuläget. Tillståndet i Anten för Tot-N halten i ytvattnet var "Måttligt höga kvävehalter" (klass 3).

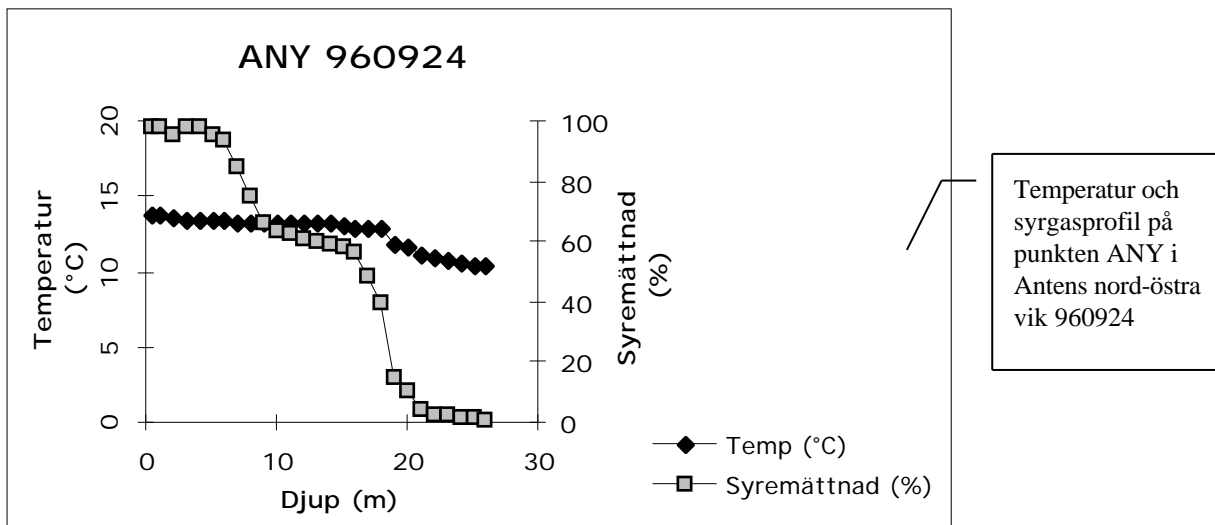
# Anten, en sjö hotad av eutrofiering?

Tabell 1. Tillståndsgrad och påverkansgrad i Anten enligt SNVs bedömningsgrunder. Bedömning av påverkansgraden saknas i de fall ursprungliga förhållanden inte kan erhållas

Klass av	Syrgas	Siktdjup	Färg	Alkalinitet	Tot-P	Tot-N
Tillstånd	5	3	(2*)	(2*)	3	3
Påverkan	-	-	-	2	2	2

\* Bedömningen av färg är gjord på utflödesvatten från Anten (punkt 16). Bedömningen av alkaliniteten är från utflödet ur Ålandasjön (punkt 17).

Sommarvärmen kom sent 1996 med högsta temperatur mot slutet av augusti. Detta gjorde att temperaturskiktningen i vattnet också höll i sig under lång tid och fanns kvar i slutet av september.



På alla punkter noterades då alarmerande låga syrgashalter men den nya punkten (ANY) hade den mest markerade syrgastärningen. En markerad temperaturskiktning påträffades på ett djup av ca 18-20 m med en i stort sett syrefri situation med 0,4 mg O<sub>2</sub>/l redan på 21m och 0,3 till 0,1 mg O<sub>2</sub>/l längre ner till botten på 26,5 m. En kontroll av vattnet 1 m ovan botten visade dock ingen H<sub>2</sub>S lukt vilket indikerar att syrebristen trots allt inte var total.

## Sediment

En jämförelse av ytsedimenthalterna 1997 och 1986 av **kvicksilver, bly, zink, kadmium, krom, koppar, nickel** och **arsenik**, ger vid handen att alla metaller som undersökts båda gångerna har likartade halter utom krom som har sjunkit något. Halterna i sedimenten är förhållandevis likartade mellan de två punkterna. Den djupare punkten AS har dock något högre värden.

Vid en jämförelse med andra sjöar i södra och mellersta Sverige, förefaller Anten vara något mindre belastad av metaller än de flesta sjöarna. En sammanvägning av kontaminationsfaktorerna (ett sätt att uppskatta en potentiell gifteffekt) för alla metaller i Anten ger ett Kf\*=7,3. Enligt Naturvårdsverkets normer kan då Kf\* för Anten placeras i *påverkansklass 1, betydlig påverkan*.

Tabell 2. En sammanfattning av SNVs tillstånds och påverkansklasser i Antens ytsediment 1996. Tillståndsklass 3 är måttligt höga och tillståndsklass 2, låga halter. Påverkansklass 1 är betydlig påverkan och 0 är ingen/obetydlig påverkan.

	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Cr	Ni	As
Tillståndsklass	2	3	3	3	3	3	2	2
Påverkansklass	1	1	1	1	0	0	0	0

# Anten, en sjö hotad av eutrofiering?

---

## Växtplankton

I stort sett påminner växtplanktonförhållandena 1996 om den sammansättning och karaktär som rapporterades vid 1985-86 års Antenundersökning. I trofigrad kan Anten 1996, precis som vid 1985-86 års undersökning, på basis av analyserat växtplanktonmaterial karaktäriseras som en mesotrof sjö men med inslag av växtplankton som indikerar klar eutrofieringspåverkan. Det påträffades bl a eutrofiindikerande blågrönalger. Vanliga blågröna alger var *Anabaena solitaria f planctonica*, *Anabaena spiroides* samt *Gomphosphaeria naegeliana* och vissa *Microcystis*-arter.

En viss skillnad kan dock noteras om man jämför biomassorna i punkt AN och AS på så sätt att 1996 års växtplankton biomassor i punkten AN var högre än i punkten AS. Tio år tidigare var biomassorna mer jämnbördiga.

## Djurplankton

I Anten 1996 dominerar rotatorierna bland djurplanktonen med ca 68%. Copepoderna utgör 21% och cladocererna 11% av djurplanktonens sammansättning. Jämförelser med undersökningar i Anten från 1985 visar inte på några stora förändringar i crustaceafunan. Även om individantalet är lägre i 1996 års undersökning, så är skillnaderna ändå så små att de kan hänföras till naturliga variationer i populationstätheten. Även artsammansättningen är likartad mellan de två olika undersökningarna.

Redan vid 1985 års undersökning var rotatoriefunan mycket dominerande jämfört med crustaceafunan. Detta är ett förhållande som kvarstår vid den senaste undersökningen. Det kan vara betydelsefullt, eftersom en stor andel rotatorier kan ha en avgörande betydelse för näringsämnes-cirkulationen i den fria vattenmassan. Rotatorierna har nämligen en snabbare omsättnings-hastighet av näringsämnen ände större crustaceerna, vilket kan öka produktionen av växtplankton vid oförändrad näringsmängd. Sammanlagt noterades 18 arter av rotatorier om man lägger samman de båda provpunkterna i Anten. Det största antalet arter noterades på punkt AN, dvs i norra delen av Anten. Tätheten och sammansättningen av crustaceplanktonen visar på en näringsrik sjö. Sammanlagt noterades 13 olika arter av hinnkräftor och 7 olika arter av hoppkräftor på de två provpunkterna i Anten.

Sammanfattningsvis kan sägas att djurplanktonfaunan kan anses som relativt normal för denna typ av näringsrik sjö, men med en hög andel rotatorier. Bland rotatorierna finns *Notholca caudata* som betraktas som en glacialmarin relik och därför bör få ett visst hänsynstagande.

## Bottenfauna i tillflödesbäckar

Bottenfaunan undersöktes 1996 i några av Antens mindre tillflöden, Sågån, Vängån och Lobäcken i syfte att ta reda på om vattenkvaliteten/eutrofieringssituationen hade förändrats sedan 1985.

Vid en bedömning av resultaten från den biologiska undersökningen i december 1985 ser man att alla tre bäckarna var försurningspåverkade. Vid motsvarande provtagning i december 1996 bedöms både Sågån och Lobäcken som betydligt försurningspåverkade medan Vängån visar på ingen eller obetydlig försurningspåverkan. 1996 togs prover även i juni. Då påträffades i Sågån larver av dagsländan *Baetis fuscatus* och nattsländorna *Wormaldia subnigra* och *Philopotamus montanus*. Alla dessa är försurningskänsliga. I Vängån återfanns larver av de mycket försurningskänsliga dagsländesläktena *Ephemera*, *Caenis* och *Centroptilum* samt snäckor och musslor. I Lobäcken påträffades larver av de mycket försurningskänsliga arterna *Ephemera danica* och *Centroptilum luteolum*. Endast i Vängån återfanns de försurningskänsliga arterna även vid decemberprovtagningen.

Artsammansättningen har förändrats och fler taxa återfinns i samtliga vattendrag. Generellt när det gäller näringstillgången kan man konstatera att alla tre vattendragen har ökat sin individtäthet vilket också antyder en viss ökning av trofigraden. Det finns dock varken 1985 eller 1996 några tecken på att något av vattendragen är allvarligt påverkade av övergödning (organiskt material).

# Anten, en sjö hotad av eutrofiering?

## Fiskfaunan

Vid provfisket 1996 fångades i 40 nät totalt 1586 fiskar fördelade på 8 arter: abborre, gers, mört, siklöja, nors, gädda, braxen och lake. Biomassan per nät var 2,59 kg mot 3,74 kg vid förra undersökningen 1984. I båda fiskena var abborren den antals- och viktmässigt dominerande arten. Den antalsmässigt näst mest förekommande var gärs både 1984 och 1996.

Störst förändringar i artsammansättningen mellan fiskena ser man mellan de två planktonätande arterna mört och siklöja. Mörtens viktmässiga andel är lika stor som tidigare men antalsmässigt är de mycket färre beroende på att små mörtar nästan saknas. Samtidigt har siklöjan ökat kraftigt både vikt- och antalsmässigt. Av den övriga fångsten kan nämnas braxen, som bara bestod av fyra fiskar men bidrog nästan med en tiondel av biomassan.

Resultatet från provfisket 1996 visar att Anten fortfarande har en både artrik och talrik fiskpopulation. Om man jämför 1984 och 1996 års fiske ser man dock följande. Mindre total biomassa, den pelagiska siklöjan har ökat i antal. Abborre och framför allt mört har minskat.

En förklaring kan vara att näringsbelastningen har minskat och att arter mer typiska för eutrofa förhållanden har minskat, t ex mört medan pelagiska arter har gynnats genom t ex ökat siktdjup och minskad konkurrens. En alternativ förklaring till förändringen kan vara att mer strandnära arter av någon anledning har misslyckats med reproduktionen t ex beroende på incidenter av högt pH vid leken. Mörtens två yngsta årsklasser saknas i det närmaste, inga unga braxen eller sutare fångades. Abborrens biomassa har i stort sett halverats och de yngsta årsklasserna är mindre talrika.

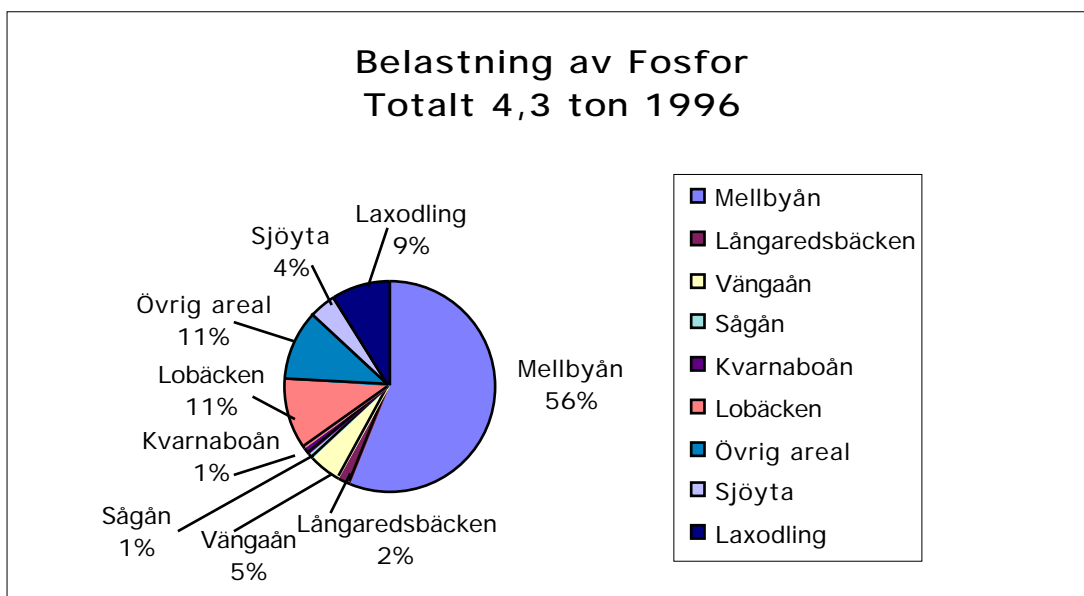
Den föregående rapportens antagande att siklöje populationen kunde vara i farozonen pga låga syrehalter i bottenvattnet, kan vi dementera.

## Eutrofieringspåverkan

En sammanfattning kan ges med utgångspunkt från följande frågeställningar:

### Hur är den yttre belastningen 1996?

Den yttre belastningen av fosfor var 1996 4,3 ton/år och av kväve 120 ton/år. Anten överskrider 1996 den enligt Vollenweider satta gränsen för acceptabel forforbelastning men inte gränsen för farlig belastning. Bedömningen med utgångspunkt från dessa kriterier är därmed oklar. Eutrofieringsrisken kan på sikt vara kvar, speciellt som Anten 1996 tack vare ett mindre flöde än normalt också erhöll mindre näring. Anten har 1996 en ca 4 ggr högre fosforbelastning jämfört med sin ursprungliga.





# Anten, en sjö hotad av eutrofiering?

---

## **Vart är sjön på väg: Eutrofiering eller oligotrofiering?**

Anten sänker sin yttre belastning av fosfor. Markerna runt Mellbyån släpper ifrån sig allt mindre fosfor och kväve vilket bl a framgår vid analys av arealkoefficienterna i Mellbyån. Halterna av både fosfor och kväve sjunker i Mellbyån och den totala belastningen är under 1996 en av de lägsta som räknats framför sjön, vilket emellertid delvis är en effekt av ett ovanligt lågt vattentillflöde under året. Halterna i sjön är också något lägre än vid den tidigare undersökningen 1985-87, men en pågående nedåtgående trend går inte att fastställa.

Fiskfaunans förändring indikerar näringsfattigare förhållanden 1996. Djur- och växtplanktonundersökningarna påvisar dock inte några säkra förändringar av trofigraden. Orsaken till fiskfaunans förändring kan i stället vara indirekt kopplad till trofigraden via påverkan som stör leken och behöver inte indikera att sjön tillfrisknar. Själva förändringarna i fiskfaunan, med en kraftigt minskad mörtpopulation är dock positivt och minskar troligen den andel av fosfortillförseln som kommer från sedimenten genom fiskpåverkad bioturbation.

De positiva effekterna av en minskad yttre belastning på sjöns eutrofieringssituation har emellertid uteblivit och sjön uppvisar 1996 istället den kanske allvarligaste situationen som hittills uppmäts vad gäller syresituationen i bottenvattnet under sensommaren. En mycket alarmerande nedgång i sjöns förmåga att rena utifrån tillförd fosfor som normalt låses i sedimentlager på djup- och grundbottnar läcker upp i vattnet igen. Från djupbottnar läcker fosfor troligen beroende på ogynnsam syresituation under senvinter och sensommar och på grundbottnar beroende på produktionsbetingat högt pH över organiska sediment nära stränderna. Ogynnsamma variationer i vädersituationen mellan olika år kan på olika sätt ha bidragit till den uppkomna situationen. Anten har därmed en kvarvarande akut "miljökollapsrisk" vid den nuvarande belastning av näring och de variationer i väder som förekommer.

## **Var ligger gränsen för sjöns recipientkapacitet?**

Anten balanserade 1996 på den yttersta kanten av sin recipientkapacitet. Sjöns recipientkapacitet har sänkts som en följd av många års eutrofiering som ändrat sedimentförhållandena framför allt på grundområden, vilket gör att sjön i sin nuvarande fas är speciellt känslig. Recipientkapaciteten kan emellertid på sikt förbättras om sedimentförhållandena ändras. Som ett etappmål för miljöarbetet kan 12 µg/l Tot-P i ytvattnet i Anten ställas upp, men utvecklingen måste noga följas i sjön så att åtgärder av brandkårskaraktär som syresättning av djupvattnet hinner göras om ogynnsamma förhållanden inträffar. Ogynnsamma väderförhållanden kan vilket år som helst "tippa" sjön vid nuvarande belastning.

Vilken nivå på den yttre belastningen av fosfor man skall sikta på hänger intimt samman med hur Anten i framtiden kommer att fungera som "reningsverk" för fosfor. Ju bättre sjön fungerar som reningsverk ju större belastning kan tillåtas. Preliminärt bör miljömålet 3,7 tons yttre belastning av fosfor användas.

## **Försurningspåverkan**

En sammanfattning kan ges med utgångspunkt från följande frågeställningar:

### **Är Anten försurad?**

Anten är absolut inte sur och hotas heller inte av en försurning. Ändå har Anten en påtaglig påverkan av det sura nedfallet som är mycket besvärande och som sänker sjöns recipientkapacitet och gör den känsligare för eutrofiering.

Antens buffertförmåga är ca 70% av sin ursprungliga opåverkade kapacitet vilket gör det betydligt lättare att med hjälp av växternas primärproduktion höja pH. Anten är därmed klart försurningspåverkad men det yttrar sig inte alls som lågt pH, utan ironiskt nog tvärt om som incidenter av högt pH.

# Anten, en sjö hotad av eutrofiering?

---

Anten har genom sin eutrofiering en påtagligt förhöjd primärproduktion vilken alltså speciellt lätt med Antens kemiska förutsättningar ger upphov till högt pH. Med de näringskoncentrationer som Anten tillförts med sina tillflöden är det en överhängande risk att mycket höga pH värden kan uppträda fram mot eftermiddagen i de delar av sjön som påverkas solen om vädret är förmånligt vilket påvisats i fältförsök. Speciellt stor är risken strandnära där ett flertal faktorer samverkar för att ge högt pH. Några av dessa faktorer är dessutom självförstärkande och hjälper till att höja pH när dessa mekanismer väl har utlösts. Högt pH kan t ex hämma djurplanktons förmåga att kontrollera växtplankton via betning vilket ytterligare förstärker primärproduktionen.

## **Utgör högt pH längs stränderna ett hot mot sjön?**

Högt pH utgör ett hot mot Anten och kan potentiellt påverka på många olika sätt. En pH betingad utlösning av fosfor från sedimenten kan ge kraftigt utflöde av fosfor i vattenmassan. Detta kan ge goda betingelser för blågröna alger vilka därefter kan massutvecklas. Tillskottet av näring kan också byggas in i alger som sedan sedimenterar på djupområdena och förvärrar syretäringen där. En misstanke finns att högt pH "vid fel tillfälle" kan ge störningar av fiskars lek. En art av djurplankton påverkas helt säkert av högt pH, vilket konstaterades i försök och misstanken finns att andra djurplanktonarter samt arter ur grundbottenfaunan också skadas.

Incidenter av högt pH är extremt väderberoende och det är möjligt att en hel rad väderförhållanden både innan och under incidenten behöver samverka för att ge ordentlig fart åt de processer som ger högt pH.

## **Vart är sjön på väg: Försämring eller förbättring av försurningssituationen?**

Anten håller på att förbättra sin buffertförmåga och förbättrar därmed sin försurningssituation. Denna process är emellertid mycket långsam och kommer i bästa fall att ta flera årtionden. Anten kommer därför att under överskådlig tid ha kvar en ökad benägenhet för incidenter med högt pH. En möjlighet att öka Antens buffertförmåga finns via kalkning, "kalka mot eutrofiering", men sådana kalkningar har aldrig prövats och skulle behöva utredas i detalj.

## **Förslag till fortsatt miljöarbete:**

Arbetet med att avlasta Antens yttre belastning av fosfor måste fortsätta. Nya förslag om näringsfällor vid tillflödenas utflöde i sjön bör prövas.

Sjön måste karteras för att få en bra och rättvisande djupkarta. Befintlig djupkarta är helt undermålig både på djup- och grundområden.

Sjön bör följas betydligt bättre i ett kontrollprogram där fler punkter i sjön ingår då nuvarande program t ex gör det svårt att säkerställa primärt viktiga förhållanden som språngskiktets läge och ge en rättvisande bild av sjöns näringshalt. Sjöns recipientkapacitet påverkas starkt av de biologiska förhållandena vilka inte alls ingår i ordinarie kontrollprogram och där gapande luckor finns vid båda de gjorda limnologiska undersökningarna. Biologiska undersökningar bör ingå i ett kontrollprogram. Ett specialprogram för att kartera grundområdenas sediment och vegetationsstatus bör också tas fram. Näringsituationen och pH strandnära bör bli föremål för specialstudier. Förändringar i fiskfaunan bör följas med ett program. Viktigast är dock att följa utvecklingen av syrgastäringen i bottenvattnet i ett utökat kontrollprogram.

En "nödaktionsplan" bör tas fram där uppgifter om kraftig syretäring tidigt på säsongen kan användas till att utlösa akuta räddningsaktioner. Undervattensluftaraggregat bör med ganska kort varsel, 2-4 veckor, kunna sättas in för att förhindra en total syrebrist i bottenvattnet.