

**Vallentunasjön, Norrviken och Edssjön,
en del av Oxundaåns avrinningsområde**

Av: Madeleine Tollstedt

Våra sjöar! Vårt dricksvatten!

Rapport 2001:1 Oxundaåns vattenvårdsprojekt

FÖR MER INFORMATION.....

**Författaren: Madeleine Tollstedt
070-73 55 246**

samt

<http://www.sollentuna.se/oxunda>

Copyright: Madeleine Tollstedt

Ett stort

TACK

till

Kurt Eljenmyr

utan vars hjälp denna bok inte blivit till.

Oxundaåns vattenvårdsprojekt

”Rent vatten tros få samma betydelse som vår skog för Sverige i det framtida näringslivet”

**Universitetslektor Anders Nordström
Stockholms universitet**

Vatten känner inte av kommungränser. Vatten rör sig istället inom det som kallas avrinningsområden. En sjös avrinningsområde är det landområde från vilket regnvatten rinner till sjön. Avrinningsområden kan avgränsas i hur stor eller liten skala som helst, från en vattenpöls avrinningsområde till exempelvis Östersjöns avrinningsområde.

Till Oxundaån, på gränsen mellan Upplands Väsby och Sigtuna kommun, kommer vatten från delar av Järfälla, Sigtuna, Sollentuna, Täby, Upplands Väsby och Vallentuna kommun för att sedan rinna vidare ut i Rosersbergsviken i Mälaren. Det som händer i t ex Vallentunasjön kan alltså på sikt påverka vattenkvaliteten i Mälaren. Från Mälaren tas dricksvatten till många kommuner.

Sjöarna ska bli renare!

Oxundaåns vattenvårdsprojekt är ett samarbete mellan Sigtuna, Sollentuna, Täby, Upplands Väsby och Vallentuna kommun för att minska föroreningarna och förbättra vattenkvaliteten inom Oxundaåns avrinningsområde.

Kommunerna inom projektet har kommit överens om att arbeta för att sjöar, vattendrag och mark ska användas så att biologisk mångfald, natur och kulturvärden kan bevaras och förbättras. Sjöar och vattendrag som förorenats genom mänsklig verksamhet återställs så att deras värde i naturresurs-, naturvårds- och landskapshänseende säkerställs. Projektet ska bidra till att Mälarens vatten även i framtiden kan användas till dricksvatten för stora delar av regionen.

En verksamhetsplan och ett åtgärdsprogram ska tas fram där det redogörs för hur detta ska gå till.

Flertalet av sjöarna i området är påverkade av föroreningar som vi människor orsakat. Vallentunasjön, Norrviken och Edssjön har alla drabbats av giftiga algblomningar.

Innan eventuella reningsåtgärder utförs i sjöarna är det viktigt att stoppa tillförseln av nya föroreningar. Alla som bor och arbetar inom området kan göra en insats!

ABSTRACT

A drainage area is an area where the rainwater forms ponds, lakes, streams, rivers, swamps and marshes are all, in the end, has the same point of outflow. The Oxunda river drainage area is situated in north-west of Stockholm close to the lake Mälaren. Water knows of no boundaries so a between communities co-operation has been started in order to clean the water in the Oxunda river drainage area. The communities joining are Sigtuna, Sollentuna, Täby, Upplands Väsby and Vallentuna. The Oxundaåsens drainage area consists of the larger lakes Edssjön, Fysingen, Norrviken, Oxundasjön, Vallentunasjön and the smaller lakes Fjäturen, Mörtsjön, Ravalen, Rösjön, Snuggan, Väsjön, Översjön as well as connecting streams and rivers. The lakes have high nature values. Two very rare fish species, Asp (*Aspius aspius*) and Nissöga (*Cobitis taenia*), live in the lakes. In the direct vicinity of the lakes live the rare species beaver, hedgehog, racoon dog, bats, and the more common species alpine hare, badger, elk, European hare, fox, mink and roedeer. The area is a very popular nature resort where people stroll, bathe, ice-skate, fish etc. The water in the area has had frequent and annual algal blooms for some hundred years due to the vast amount of nutrition in the water body and the sediment. The bluegreen algae *Microcystis spp.* has been the dominating species except for a short period of time when one of the lakes was treated with 45 tons of coppersulfid then the bluegreen algae *Aphanizomenon spp.* dominated. The amount of copper in the water and sediment stemming from the treatment is today a problem. There is also a mentionable amount of different heavy metals in the sediment as well as in the waterbody. However there is no doubt that the abundance of mammal and fish species together with the high nature values that consist in the area makes it worth saving. A restoration of the waterbody should be done by the usage of already existing marshes as well as creating ponds and meandering streams as nutritive salt traps. Information should also be adopted to and spread to the inhabitants and the different fields of activity in the area.

keywords: drainage area, nitrogen, phosphorus, heavy metals

Innehåll

KARTOR ÖVER AVRINNINGSSOMRÅDET & ILLUSTRATIONER

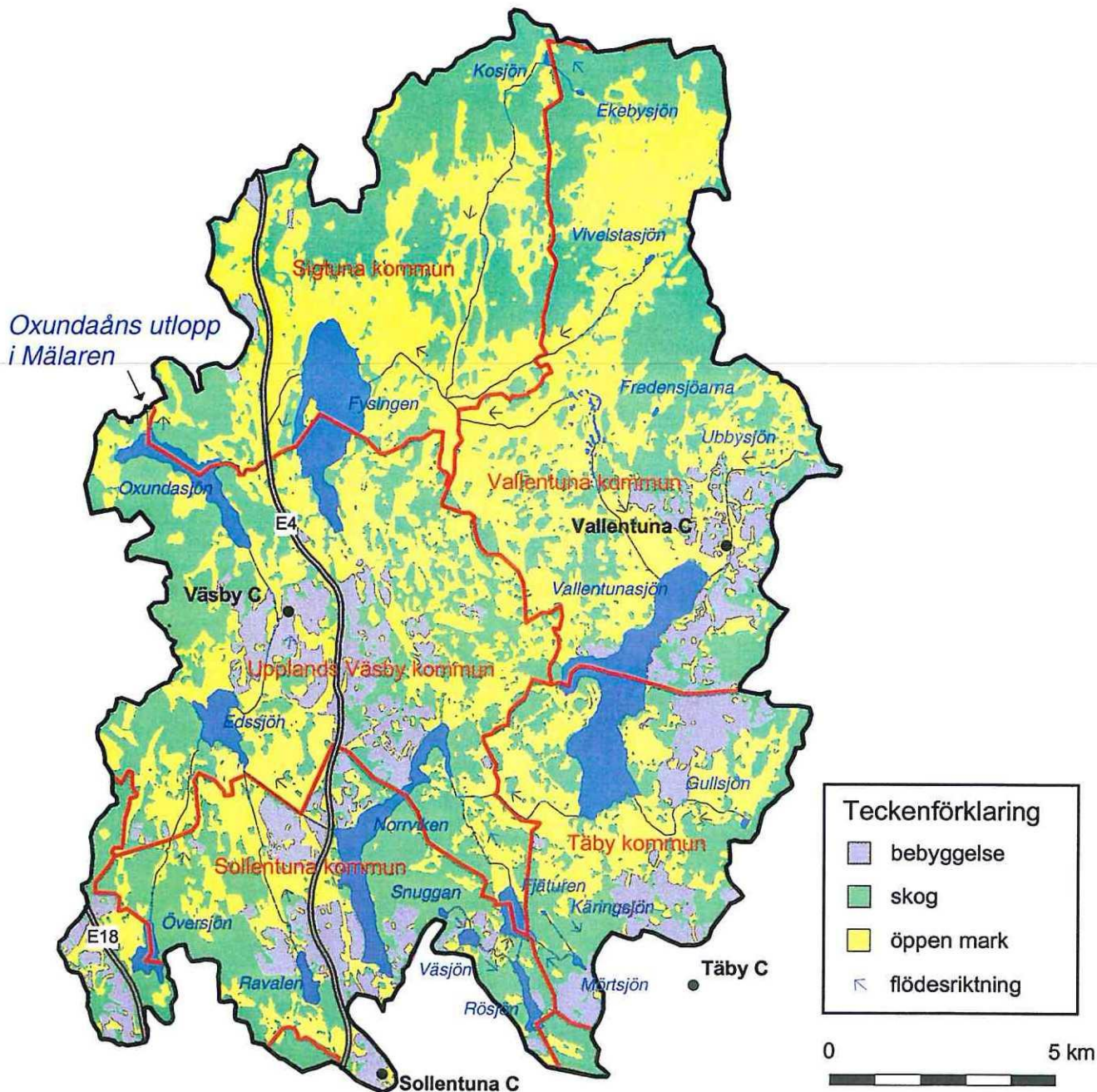
Bild över avrinningsområdet med vattendrag och kommungränser	9
Djupkarta över Vallentunasjön	14
Djupkarta över Norrviken	16
Djupkarta över Edssjön	19
Fisk: Asp	20
Fisk: Nissöga	21
Karta över avrinningsområdets markanvändning	39
Kvävets kretslopp i de tre sjöarna	44
Fosfors kretslopp i de tre sjöarna	45
Närsaltarnas kretslopp & effekter	47

1	INLEDNING.....	10
2	SYFTE & BAKGRUND.....	12
3	KARTLÄGGNING AV DELOMRÅDEN.....	13
3.1	BESKRIVNING	13
3.1.1	Vallentunasjön.....	13
3.1.2	Norrviken	15
3.1.3	Edssjön.....	17
3.1.4	De två rödlistade fiskarterna som finns i avrinningsområdet	20
3.1.4.1	Asp-Aspius-aspius	20
3.1.4.2	Nissöga - Cobitis taenia	20
3.2	HISTORIK & TIDIGARE MILJÖPÅVERKAN.....	21
3.2.1	Vallentunasjön.....	21
3.2.2	Norrviken.....	21
3.2.3	Edssjön.....	23
3.3	KATEGORIER-AREALFÖRDELNING	23

3.3.1	Beskrivning	23
3.3.1.1	Jordbruk	23
3.3.1.2	Samhälle inklusive motorvägar sk hårdgjorda ytor	23
3.3.1.3	Skog	24
3.3.1.4	Sjö.....	24
3.3.1.5	Våtmarker	24
3.3.1.6	Enskilda VA-anläggningar.....	24
3.3.1.7	Grundvattenbildning & soptippar.....	24
3.3.2	Vallentunasjöns avrinningsområde	25
3.3.3	Norrvikens avrinningsområde.....	27
3.3.3.1	Norrvikens lilla avrinningsområde.....	27
3.3.3.2	Vallentunasjöns avrinningsområde	29
3.3.3.3	Fjäturens avrinningsområde.....	29
3.3.3.4	Norrvikens totala avrinningsområde	30
3.3.4	Edssjön.....	32
3.3.4.1	Edssjöns lilla avrinningsområde	32
3.3.4.2	Vallentunasjöns-, Fjäturens- och Norrvikens avrinningsområde.....	33
3.3.4.3	Ravalens avrinningsområde.....	34
3.3.4.4	Översjöns avrinningsområde.....	35
3.3.4.5	Edssjöns totala avrinningsområde.....	36
4	SJÖAR OCH VATTENDRAG STATUS.....	40
4.1	BEDÖMNINGSGRUNDER	40
4.1.1	Kväve: total-N, N ₂ ,NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , org.-N	41
4.1.1.1	Nitrit/nitrater	41
4.1.2	Fosfor	44
4.1.3	Totalkväve/totalfosfor kvot N/P.....	46
4.1.3.1	Närsaltarnas kretslopp och effekter.....	46
4.1.4	Algblomning	47
4.1.5	Syre.....	49
4.1.6	pH.....	50
4.1.7	Alkalinitet	50
4.1.8	Omsättningstid	51
4.1.9	Siktdjup	51
4.1.10	Färg.....	52
4.1.11	Metaller i fria vattenmassan.....	52
4.1.11.1	Aluminium (Al)	53
4.1.11.2	Arsenik (As).....	53
4.1.11.3	Bly (Pb)	54
4.1.11.4	Kadmium (Cd)	55
4.1.11.5	Koppar (Cu)	55
4.1.11.6	Krom (Cr)	56
4.1.11.7	Kvicksilver (Hg).....	56
4.1.11.8	Nickel (Ni)	58
4.1.12	Sedimentprover	58
4.1.12.1	Koppar (Cu)	59
4.1.12.2	Zink (Zn)	59
4.1.12.3	Olja,fett lösningmedel sk TEX	59
4.1.12.4	Mineraloljor	59
4.1.12.5	Kväve.....	59
4.1.12.6	Övrigt.....	59
4.2	RANGORDNADE MILJÖPROBLEM	60
4.2.1	Vallentunasjön.....	60
4.2.1.1	Fosfor	60
4.2.1.2	Kväve.....	60
4.2.1.3	Aluminium	60
4.2.1.4	Övriga metaller	60
4.2.2	Norrviken	60
4.2.2.1	Fosfor	60

4.2.2.2	Kväve.....	61
4.2.2.3	Syre.....	61
4.2.2.4	Koppar.....	61
4.2.2.5	Olja, fett och lösningsmedel sk TEX.....	61
4.2.2.6	Mineraloljor.....	61
4.2.2.7	Övriga metaller.....	61
4.2.3	Edssjön.....	62
4.2.3.1	Kväve.....	62
4.2.3.2	Fosfor.....	62
4.2.3.3	Aluminium.....	62
4.2.3.4	Kadmium.....	62
4.3	ÅTGÄRDER.....	62
4.3.1	Dagvattenbrunnar.....	62
4.3.2	Information.....	62
4.3.3	Jordbruk.....	63
4.3.4	Kantzoner.....	63
4.3.5	Lamelloljeavskiljare.....	63
4.3.6	Luftning av hypolimnion.....	64
4.3.7	Meandrande diken.....	64
4.3.8	Våtmarker.....	64
4.3.9	Dammar.....	65
4.3.9.1	Översilningsängar.....	66
4.3.10	Skörd av växtmaterial.....	67
4.3.11	Kostnad.....	66
4.4	ÅTGÄRDER SOM <u>INTE</u> BÖR UTFÖRAS.....	68
4.4.1	Rotenonbehandling.....	68
4.4.2	Riploxmetoden.....	68
4.4.3	Fosfatfällning med järn och aluminium.....	68
4.4.4	Muddring.....	68
4.4.5	Dricksvattentillförsel och bortpumpning av bottenvatten.....	68
5	DE VIKTIGASTE ÅTGÄRDERNA.....	70
6	KÄLLFÖRTECKNING.....	73

Oxundaåns avrinningsområde



1 INLEDNING

Rent vatten tros få samma betydelse som vår skog för Sverige i det framtida näringslivet.¹ Människan utnyttjar vatten i hushåll och industri men även för sjöfart, fiske, flottning, rekreation, vattenkraft samt som mottagare av föroreningar.² Det är en naturresurs som människor, växter och djur inte kan klara sig utan.² Vattnet känner inte av kommungränser, utan rör sig istället inom det som kallas avrinningsområden. Ett avrinningsområde är ett landområde med sjöar, våtmarker och vattendrag vars vatten sen rinner ut, avvattnas, på samma ställe.

Oxundaåns avrinningsområde ligger i södra Uppland norr om Stockholm i Mälardalens spricklandskap.³ Området, som har stora kultur- och naturvärden, är 274,23 km² stort.³ Artrikedomen är mycket stor beträffande flora och fauna både på land och i vatten inkluderat de rödlistade fisk arterna Asp och Nissöga. Det studerade avrinningsområdet sträcker sig genom sex kommuner: Järfälla, Sigtuna, Sollentuna, Täby, Upplands Väsby och Vallentuna.³ Inom avrinningsområdet finns de stora sjöarna Edssjön, Fysingen, Norrviken, Oxundasjön, Vallentunasjön samt de mindre sjöarna Fjäturen, Gullsjön, Käringsjön, Mörtsjön, Ravalen, Rösjön, Snuggan, Väsjön, Översjön och sammanbindande vattendrag.^{3,4,5} Sjösystemet består av två grenar som strålar samman i Oxundasjön vars vatten rinner ut i Rosersbergsviken i Mälaren. (Mälaren är vattentäkt för Storstockholm dvs Mälaren förser Storstockholm med dricksvatten.^{3,5}) Ena grenen består av Fysingens avrinningsområde där jordbruket är det dominerande inslaget.³ Andra grenen består av Vallentunasjön, Norrviken och Edssjön samt flera mindre sjöar.³ Detta grenområde är utsatt för mycket stor mänsklig påverkan då flera av norra Storstockholms större förorter ligger helt eller delvis inom området.^{3,6}

Inom avrinningsområdet bor och verkar 200 000 människor. Av dessa bor största delen i tätorter.⁶ Utanför tätorterna finns 2000 enskilda avloppsanläggningar.⁶ Även

jordbruksmarken i området är betydande, då den utgör 30-40 procent av avrinningsområdet.⁶

I slutet av 1960-talet förbättrades miljön i sjöarna och vattendragen genom att tätorternas avlopp anslöts till kommunala reningsverk.⁶ Tyvärr har detta inte lett till önskvärda förbättringar utan sjöarna och vattendragen i detta område drabbas årligen av kraftiga algblomningar, igenväxning och syrebrist.⁶

Problemen beror på diffusa utsläpp av närsalter och andra kemiska substanser. Andra problem beror på förekomsten av tungmetaller och andra gifter i vattenmassan och bottensedimenten.⁴

Av dessa anledningar har tre sjöar, som är nära sammanlänkade, Vallentunasjön (61000-013), Norrviken (61000-015) och Edssjön (61000-22) valts ut för att studeras närmare.

2 Syfte & bakgrund

Ett mellankommunalt samarbete har inletts i syfte att förbättra vattenkvaliteten i Oxundaåns avrinningsområde.

Vattenvårdsprojekt startade i december 1998 av Sigtuna, Sollentuna, Täby, Upplands Väsby och Vallentuna kommun. Projektet ska i en första etapp pågå i tre år, till december 2001. Då ska en utvärdering göras innan beslut fattas om förlängning samt inriktning för fortsatt arbete. Syftet med projektet är att se till att Mälarens vatten även i framtiden kan användas till dricksvatten.

Kommunerna inom projektet har kommit överens om att arbeta för att sjöar, vattendrag och mark ska användas så att biologisk mångfald, natur- och kulturvärden kan bevaras och förbättras. Sjöar eller vattendrag som förorenats genom mänsklig verksamhet ska återställas så att deras värde i naturresurs-, naturvårds- och landskapshänseende säkerhetsställs. En verksamhetsplan och ett åtgärdsprogram har tagits fram där det redovisas för hur detta ska gå till. Åtgärdsprogrammet kommer även innehålla fortsatta undersökningar av sjösystemet.

Syftet med denna rapport är att utröna Vallentunasjöns, Norrvikens och Edssjöns status genom att undersöka olika parametrar som pH, siktdjup, tungmetallhalt, alkalinitet, kväve och fosforbelastning etc. Detta för att kunna utreda lämpliga reningsmetoder för de tre sjöarna.

3 Kartläggning av delområden

3.1 BESKRIVNING

3.1.1 Vallentunasjön

Vallentunasjön är kraftigt övergödd med utbredda vassbälten och annan högre vegetation längs den 19 km långa kustlinjen.^{7,8} (De flesta växter på land räknas till högre vegetation bortsett från mossor och lavar, som högre vegetation räknas t ex ek, vitsippa, gran, hallon etcetera.) På sommaren är vattnet grumligt och grönt pga ett överflöd av phytoplankton alger som verkar vara kvävebegränsade, sjöar är vanligtvis fosforbegränsade.^{3,8} Kväve och fosfor är viktiga näringsämnen för alger och högre växter i sjöar. När en sjö är fosforbegränsad innebär det att kväve kan tillsättas vattenmassan utan att växtmassan förändras. Om däremot fosfor tillsätts så kommer algerna och de högre växterna i sjön att tillväxa kraftigt. I Vallentunasjön är förhållandena det motsatta, tillförsel av fosfor har ingen påverkan men vid tillsats av kväve skulle växtmassan öka kraftigt. Sjön är grund, 4,5 m som djupast, och polymiktisk.⁸ Det innebär att då sjön är grund kan vinden blanda om allt vatten i sjön flera gånger om året och någon termoklin (en gränsyta som är temperaturberoende och förhindrar vattencirkulationen och därmed mängden tillgängligt syre vid sjöbotten) bildas aldrig. Det gör att sjöbotten under den isfria perioden april-november, ständigt har tillgång till syre.⁸ Den ständiga vattenomblandningen leder till att närsalter (bl a kväve och fosfor) rörs upp från bottensedimenten och göder växtligheten i sjön.⁹

Sjön är även grund nog för att solljuset skall tränga ner till sjöbotten och därmed gynna växter och alger som växer på botten av sjön.⁹ De vattendrag som bidrar med mest vatten till Vallentunasjön är Ormstaån i norr som rinner igenom Vallentuna tätort och Karbydiket i söder som tar emot vatten från jordbruksmark och tätortsbebyggelse i Täby kommun.¹⁰ Vallentunasjöns utlopp ligger i södra delen av sjön.¹⁰

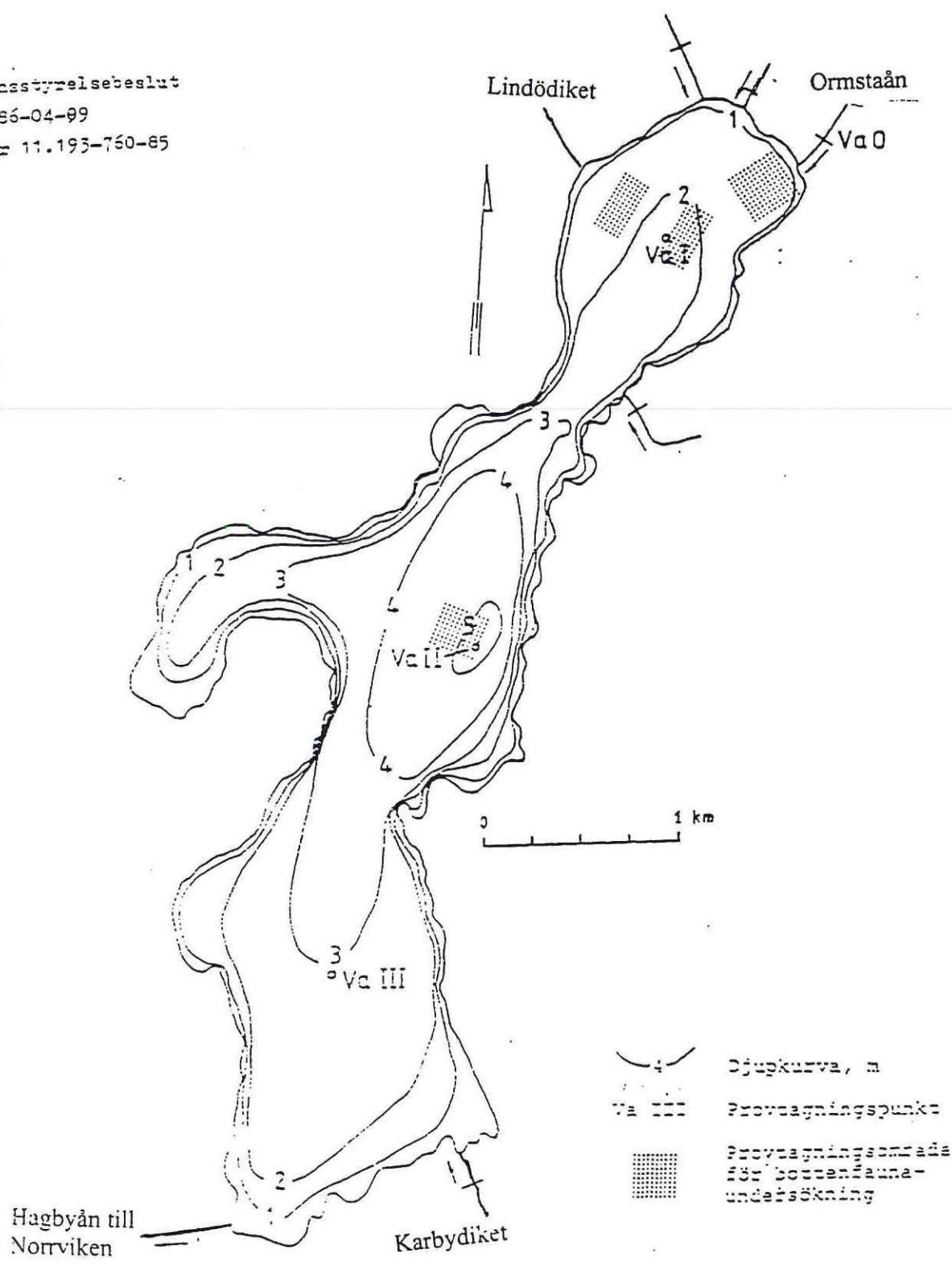
Fakta

- * Area: 6,0 km²
- * Volym: 15,4 milj. m³
- * Längd: 6,2 km
- * Bredd: 1,9 km
- * Maxdjup: 5,3 m
- * Snittdjup: 2,7 m

Djupkarta över Vallentunasjön

Länstypelsebeslut
1986-04-99
Dnr 11.193-760-85

Länstyrelsen Södra län



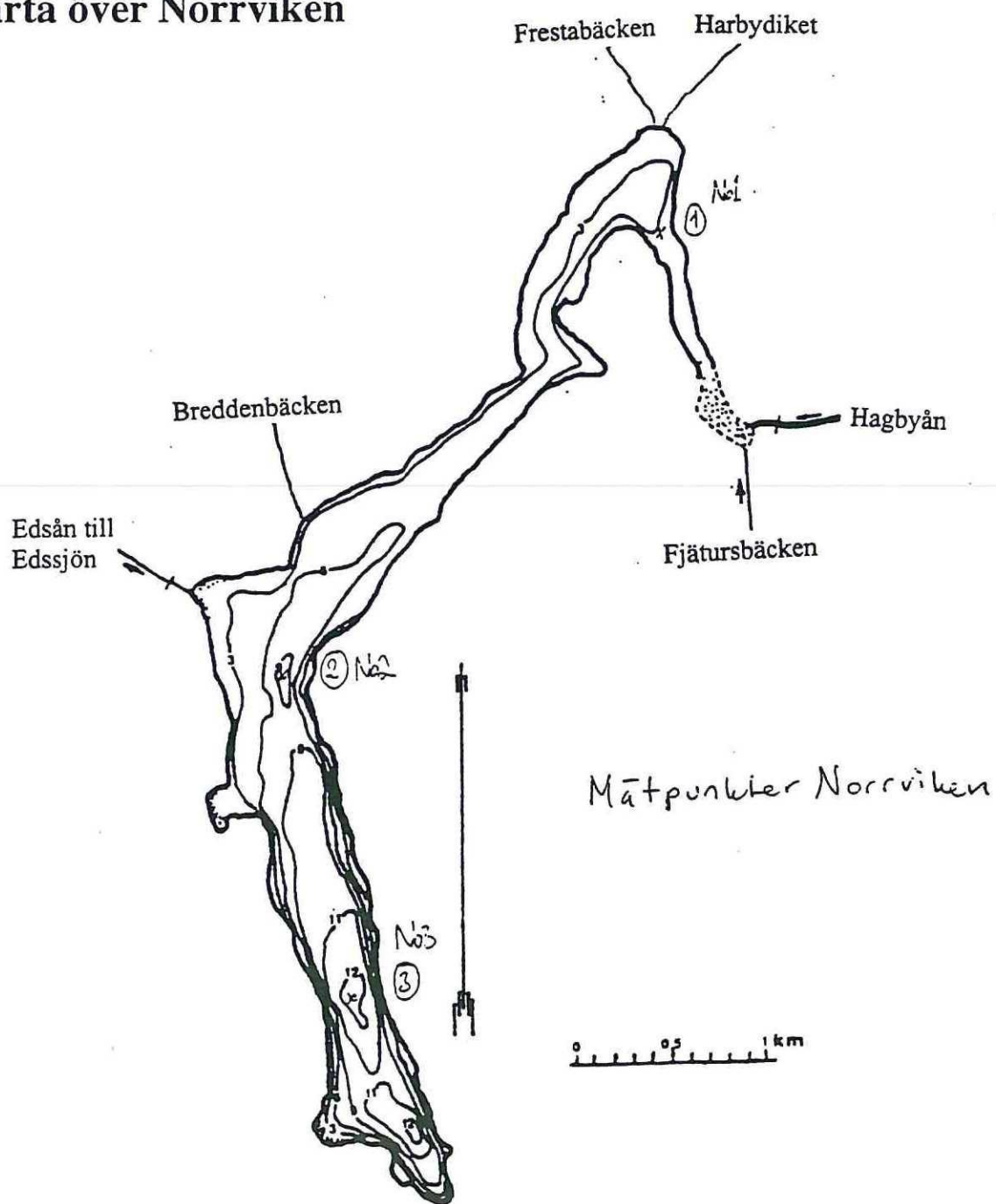
3.1.2 Norrviken

Sjön är en näringsrik sprickdalssjö med en kustlinje på 18,3 km.^{4,7,11} Sprickdalssjö innebär att den en gång i tiden var en kort och smal dalgång som tillkom genom vittring och erosion av en sprickzon i berggrunden.⁴ Berggrunden som omger Norrviken består av granit, gnejs, morän samt kalkrik lera.^{4,12,13} Den kalkrika lera gör att sjön är relativt tålig mot försurning.

Det vattendrag som bidrar med mest vatten till sjön är Fornbodaån (även kallad Hagby- eller Albyån) som kommer från Vallentunasjön och rinner in i norra delen av Norrviken. Därmed är Norrviken starkt beroende av Vallentunasjöns vattenkvalité.⁷ Norrvikens utflöde (vatten som rinner ut ur sjön) sker på gränsen mellan norra och södra delen av sjön "vid knät" vilket innebär att Norrvikens södra del inte påverkas i samma höga grad som den norra delen av tillflödet från Vallentuna sjön.¹¹ Framförallt märks denna skillnad under vintern när sjön är istäckt dvs från december till mars.^{8,11}

Norrviken är något djupare än Vallentuna sjön, max djupet som ligger i södra delen är 12,5 m och snittdjupet ligger på 5,4 m.^{8,11,12} Sjön anses grund men är dimiktisk.^{8,11,12} Att sjön är dimiktisk innebär att vattnet i Norrviken blandas om och syresätts av vinden enbart 2 ggr om året dvs vår och höst. I djupa sjöar med minst 5-8 m djup i tempererade områden (som t ex Sverige), sker en temperaturskiktning av vattenmassan under vinter och sommar.¹⁴ Vatten har störst täthet och väger mest vid +4°C. Vattnet vid ytan kyls under hösten till +4°C varpå vattnet sjunker till botten.¹⁴ När hela vattenmassan är kyld bildas isen som flyter på vattnet då den har lägst täthet och är vattnets lättaste fas.¹⁴ Vid islossningen värms ytvattnet upp och när vattenmassan har samma temperatur +4°C och samma täthet räcker det med lite vind för att blanda om och syresätta hela vattenmassan.¹⁴ Cirkulationen pågår under våren tills temperaturen i luften stigit till +7-8°C.¹⁴ Då värmer solen snabbast upp ytvattnet som får en lägre täthet och blir därmed lättare än övrigt vatten i sjön.¹⁴ Skillnaden i vattnets täthet ökar med stigande lufttemperatur och till slut har temperaturskillnaderna i vattnet blivit så stora att vinden inte orkar blanda om ner till botten utan enbart ytvattnet omblandas.¹⁴ En termoklin (en gränsyta som är temperaturberoende och förhindrar att vattencirkulation sker under gränsytan och därmed nämnvärt begränsar mängden tillgängligt syre vid sjöbotten) har nu bildats. Vattnet ovanför gränsytan är ytvattnet som ständigt blandas om och syresätts men vattnet under gränsytan blir aldrig omblandat eller syresatt under sommaren eller vintern utan enbart en gång under höst och vår. Sjön har blivit temperaturskiktad och sommarstagnationen har inträtt.¹⁴ Norrvikens djup tillåter denna temperaturskiktning och gränsytan ligger på 6 m djup i slutet av maj men sjunker fram till augusti då den stannar på 9 m djup.¹³ Då Norrviken är kraftigt övergödd, temperaturskiktad och har en stor mängd växtmaterial förbrukas mycket syre vid nedbrytningen vilket har lett till att 30% av Norrvikens sjöbotten är syrefri.⁸

Djupkarta över Norrviken



Uppgifterna är hämtade från Limnologiska Institutionen
i Uppsalas undersökningar av Norrviken (Ahlgren s.f.l)

Norrviken har ett rikt fågel och fiskliv och är viktig för friluftslivet (bad, båt, skridskor).⁴ Längs Norrvikens strand ligger västra delen av Törnskogen.⁵⁶ Området består huvudsakligen av kulturlandskap som är under omvandling till naturliga skogstyper.⁵⁶ Den tidigare kulturpåverkan skedde från torpen längs Norrvikens strand.⁵⁶ Idag är enbart Vaxmora torp och Törntorp kvar.⁵⁶ Branten som sluttar åt sydväst ner mot Norrviken har ett mycket speciellt lokalklimat vilket beror på att solen värmer upp branten i den grad att växter som vanligtvis växer längre söderut i Sverige trivs här.⁵⁶ På branten växer huvuddelen av kommunens bestånd av alm och lind, många stora ekar samt ovanliga naturtyper som domineras av hassel och tall.⁵⁶

I området som sådant finns de ovanligare flora arterna vippärt, vätteros, sårläka (som förr i tiden användes för att läka sår, därav namnet), underviol, tvåblad, rödfibbla och praktsyska etc.⁵⁶ Djurlivet är mycket rikt bl a trivs hasselsnoken här och det går också att höra de ovanligare fågelarterna mindre flugsnappare och göktyta.⁵⁶

Fakta

- * Area: 2.71 km²
- * Volym: 14,3 milj. m³
- * Längd: 7,5 km
- * Bredd: 0,7 km
- * Maxdjup: 12,0 m
- * Snittdjup: 5,4 m

3.1.3 Edssjön

Edssjön är en 1 km² stor grund slättsjö.¹⁵ Ungefär hälften av Edssjöns strand utgörs av morän /klippstrand medan den andra hälften består av mjukbotten, det vill säga lera och gytta.¹⁵ Det vattendrag som bidrar med mest vatten är Edsån som kommer från Norrviken. Edsån är ett uträtat dike utan naturliga stränder men med vallar av uppschaktat material längs kanterna.¹⁵ Flödena varierar kraftigt och vattnet i ån är relativt näringsrikt.¹⁵ Även Vibyån som bidrar med vatten från Ravalen och Älgkärret är ett viktigt tillflöde.¹⁵ Vattenföringen i diket är mycket låg.¹⁵ Små vattenmängder kommer till Edssjön från Översjön via Vällstabäcken.¹⁵ Vällstabäcken rinner även den genom ett dike, som är omgivet av åkermark, fram till Hjältartorp där vattnet rinner ut i en gammal kvarndamm som verkar fungera som en kvävefälla.¹⁵ Detta innebär att växterna som växer i den gamla kvarndammen upptar en stor mängd av kvävet som finns i vattnet. Efter dammen har vattenkvaliteten märkbart förbättrats och bäcken rinner nu genom ung lövskog i ett naturlig förlopp med små fall och lugnare höljor med sandbotten.¹⁵ På stenarna i vattnet växer näckmossa vilket visar på att vattnet är relativt rent.¹⁵

Variationerna i vattenståndet är stora och sjöns volym ökar med 30 % när vattenståndet stiger 1 meter, vilket inte är ovanligt.¹⁵ Sjön är grund, 5,6 m som djupast, och polymiktisk som Vallentunasjön.⁸ Det innebär att vinden kan blanda om allt vatten i sjön flera gånger om året vilket gör att sjöbotten under den isfria perioden april-november, ständigt har tillgång till syre.⁸ Den ständiga vattenomblandningen leder till att närsalter (bl a kväve och fosfor) rörs upp från bottensedimenten och göder växtligheten i sjön.⁹ Sjön är även grund nog för att solljuset ska tränga ner till sjöbotten och därmed gynna bottenvegetationen i sjön.⁹ Edssjön verkar vara kvävebegränsad, dvs det är i första hand halterna av kväve som begränsar tillväxten av högre växter och växtplankton i sjön.¹⁵ I sötvatten är annars oftast fosfor det begränsade ämnet.¹⁵

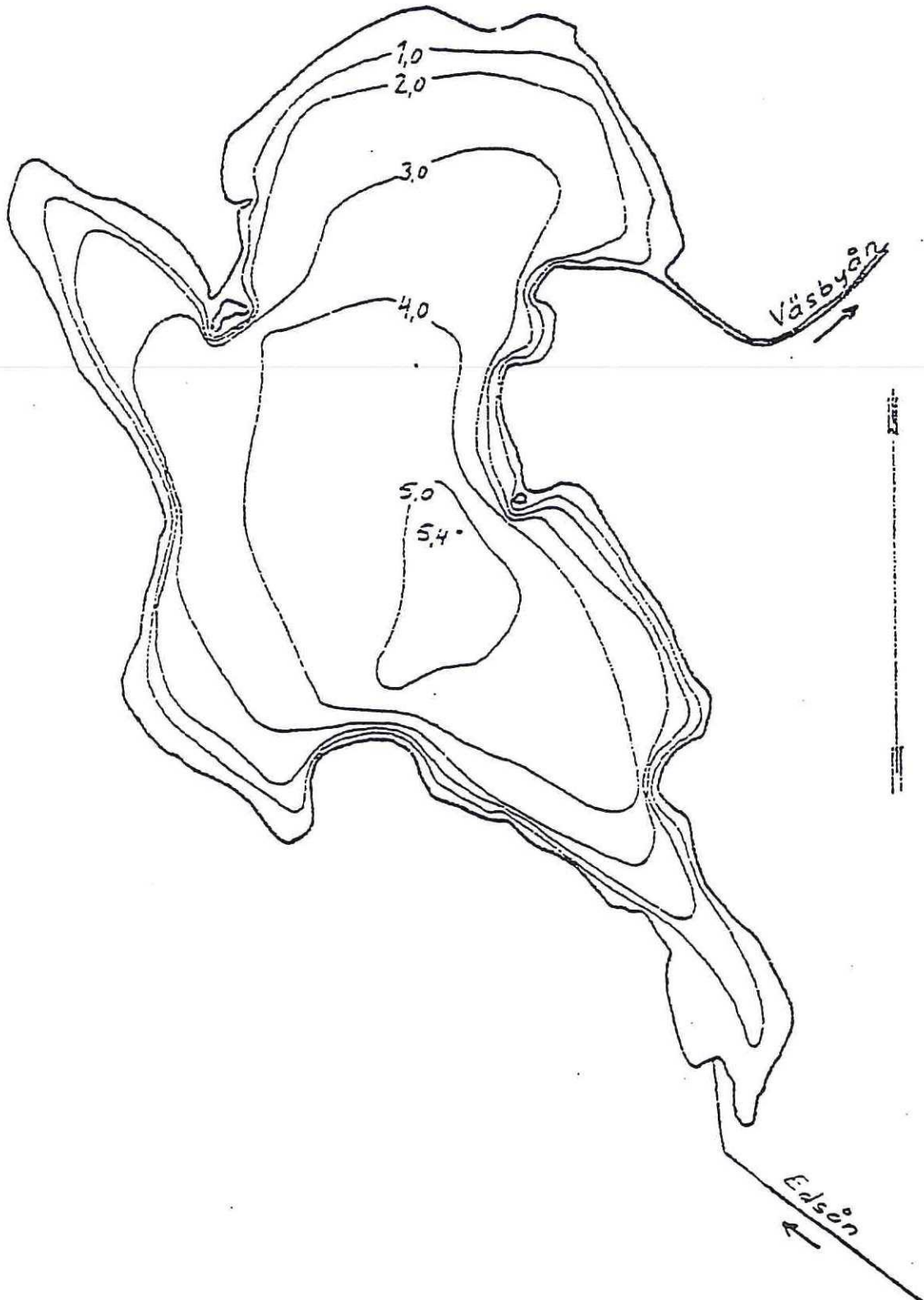
Edssjön är en av Stockholms främsta fågelsjöar väl i klass med Säbysjön i Järfälla.¹⁵ Hela 180 fågelarter har påträffats i området varav 30 är hotade, sällsynta eller hänsynskrävande arter.^{15,16} Det värdefullaste området är Edssjöns södra vik med vassområde där flera av de hänsynskrävande och hotade fågelarterna uppehåller sig t ex kornknarr, brun kärrhök och rördrom.¹⁵ De däggdjur som påträffas vid sjön är de mer skyddsvärda arterna bäver, igelkott, mårhund och stor fladdermus men även fälthare, grävling, mink, rådjur, räva, skogshare och älg finns i området runt sjön.¹⁵ Existerande fiskarter är de rödlistade arterna (hotkategori 4) asp och nissöga samt abborre, björkna, braxen, gädda, gärs, gös, lake, löja, mört, nors och ål vilket är klass 1 ett *Mycket högt antal arter* enligt Naturvårdsverkets rapport "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet: Sjöar och vattendrag" 1999.4.^{15,17} Av dessa fiskar är aborre, björkna, braxen, gädda, löja och mört kännetecknande för näringsrika sjöar.¹⁸ I Upplands Väsby kommunplan klassas Edssjöområdet som av särskilt intresse för naturvården.¹⁵ Enligt länsstyrelsens naturvårdsprogram anses Edssjön vara klass 3 *Högt naturvärde*.¹⁵

Nordvästra delen av sjön ingår i ett område som är klass 2 *Mycket högt naturvärde* på grund av riklig förekomst av långa och väl utbildade De Geer moräner.¹⁵ De Geer moränerna är parallella stensträngar som bildades under istiden. Genom att mäta avståndet emellan dem kan isens förflyttningar beräknas.

Fakta

- * Area: 1,06 km²
- * Volym: 3,0 milj. m³
- * Längd: 2 km
- * Bredd: 0,8 km
- * Maxdjup: 5,4 m
- * Snittdjup: 3,0 m

Djupkarta över Edssjön



3.1.4 De två rödlistade fiskarterna som finns i avrinningsområdet

3.1.4.1 Asp - *Aspius aspius*

Asp är en av de två rödlistade fiskarterna som finns inom sjösystemet.¹⁹ Att en art är rödlistad innebär att arten har klassats som hotad, sällsynt eller krävande på nationell nivå.¹⁹

Klassningen av de rödlistade arterna sker i 5 grupper; 0. Försvunna, 1. Akut hotade, 2. Sårbara, 3. Sällsynta och 4. Hänsynskrävande.¹⁹ Asp tillhör hotkategori fyra och är *Hänsynskrävande*.¹⁹ Fisken är grön gul med en långsträckt och spolförmig kropp.¹⁸ Fisken har små ögon och fjäll samt ett kraftigt underbett som tyder på att det största födointaget sker vid vattenytan.¹⁸ Näst Karpen är Aspen den största karpfisken som finns i svenska sjöar.¹⁸ Den är snabbväxande och vid 4 till 5-årsålder är den ca 50 cm lång och väger 2-3 kg.¹⁸ En Asp på 9 kg med en längd av 1,2 m har uppmätts.¹⁸ Aspen leker stimvis i april-maj i rinnande vatten över sten- eller grusbotten.¹⁸ Honorna lägger ägg som kläcks efter ett par veckor.¹⁸ Ynglen äter till en början plankton men övergår senare till fisk som mört och löja men även grodor och andungar kan ingå i dieten.¹⁸ Den är en god matfisk men fiske av den rekommenderas inte då fisken är rödlistad.¹⁸ Aspen anses vara en relik från Ancylussjön som fanns i Sverige 8000 år före vår tid.¹⁸ Resterna av Ancylussjön anses idag utgöras av de stora mellansvenska sjöarna och dess vattensystem, nedre Dalälven, Motalaström, Stångån och Emån i Småland.¹⁸

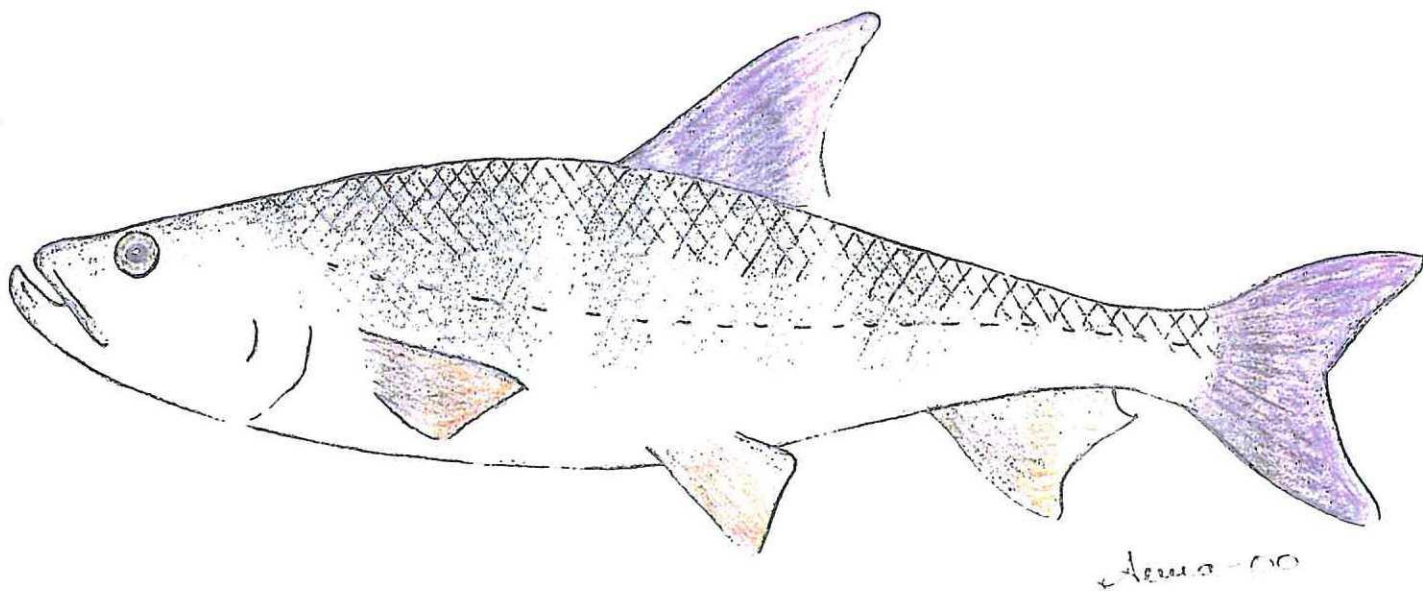


Fig.I Visar sötvattensfisken Asp.

3.1.4.2 Nissöga - *Cobitis taenia*

Fisken Nissöga är släkt med Grönlingen (*Noemacheilus barbatulus*).²⁰ Den är brun och kännetecknas av runda svarta fläckar på kroppssidorna i en till två rader.²¹ Huvud och kropp är sammantryckta och långsmala.²⁰ Nissöga har en tagg vid vardera ögat och tre skäggtömmar vid munnen.²¹ Fisken är relativt liten med en medellängd av 5-10 cm och en max längd på 13 cm.²⁰ Nissöga lever i klart rinnande vatten eller på sandbotten i sjöar.²¹ Den är en stationär bottenfisk.²¹ På dagen är fisken nedgrävd för att komma upp på natten och jaga bl a kräftdjur och hjuldjur.²¹ Den leker på våren och lägger ägg på stenar och växter.²¹ Nissöga är en vanlig akvariefisk.²⁰

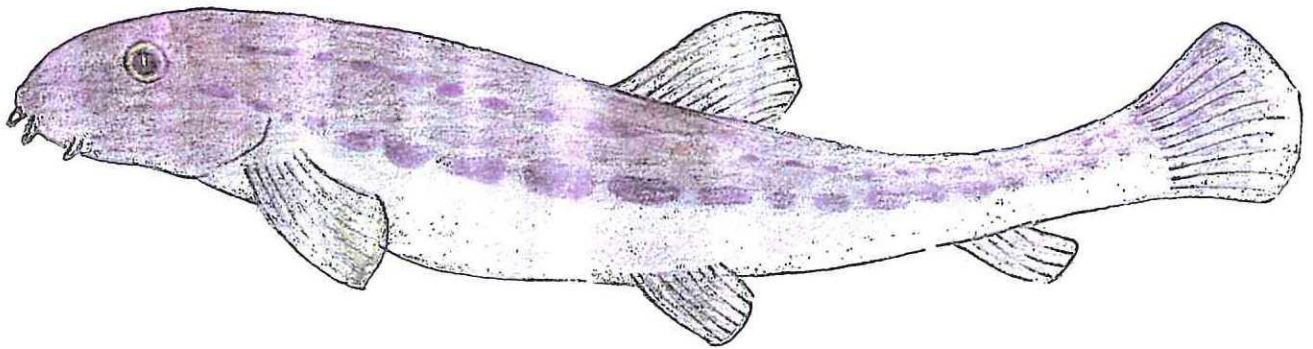


Fig.II Visar sötvattensfisken Nissöga

Acuna - 00

3.2 HISTORIK & TIDIGARE MILJÖPÅVERKAN

3.2.1 Vallentunasjön

1960

Fram till slutet av 1960-talet släpptes avloppsvatten från industrier och ca 11000 privatpersoner från Vallentuna och Täby samhällen rakt ut i Vallentunasjön.^{3,13} Då avloppsvatten till största delen består av kväve och fosfor ökade kväve- och fosforhalterna snabbt i sjövattnet. Fosfor finns alltid fritt i sjövattnet men binds också in i sedimenten. Innehåller vattnet för mycket fosfor går sedimentens bindningskapacitet förlorad vilket framförallt skedde år 1964-68.³ Under hela 60-talet drabbades sjön av återkommande algblomningar. Algblomningarna är beroende av en rik förekomst av kväve och fosfor, vilket det fanns och finns gott om i sjösystemet.

1970

Fast 1970 anslöts avloppen till Käppalaverket varpå belastningen på sjön minskade från 2 g fosfor/m² år och 10 g kväve/m² år till 0,18 g fosfor/m² respektive 3,5 g kväve/m² år.³ Algblomningen fortsätter dock trots denna åtgärd även under följande år. Den art som framförallt dominerar är *Microcystis spp.* en blågrön alg.³

1980

Tio till femton år efter att avloppen anslöts till Käppala reningsverk var Vallentunasjön fortfarande mycket näringsrik dvs vattnet var mycket rikt på kväve och fosfor.⁷ Den fortsatta tillförseln av näringsämnen berodde i stort sett på diffusa näringsläckage från jordbruk och bostadsområden men även sjöbottnarna läckte näring.^{7,8} 1980-1989 skedde ett nettoläckage av närsalter från sedimentet till vattnet.³ Under perioden 1983 till 1987 skedde en viss minskning av kväve och fosforhalterna i vattnet som sedan avstannade men algblomningen fortsatte trots detta.³ Sedan 1986 har Vallentunasjön utnyttjats för uttag av sjövärmes.¹⁰

1990

Även under 1990-talet har algblomningen fortsatt vilket beror på den väldigt höga närsaltshalten i vattenmassan.³

3.2.2 Norrviken

Norrviken har under ca hundra års tid blivit hårt belastad med avloppsvatten, rikt på kväve och fosfor, från industrier och bostäder. Detta har gjort att sjön har blivit starkt övergödd

med kraftiga blågröna algbloomingar som följd.¹¹ Docent Wilhelm Rodhe skrev redan 1947 efter att den första kopparsulfatbehandlingen av Norrviken hade utförts (se nedan) att "...tack vare dessa åtgärder uteblev den besvärande vattenblomningen, för första gången i mannaminne." (s.38).^{11,22} Uppgifter om att sjön var övergödd har funnits ända sedan 1914.¹³

1900

I början på 1900-talet byggdes, vid Norrvikens västra strand, en jästfabrik.²³ Jästen utgörs av en encellig mikroorganism, *Saccharomyces cerevisiae*, som lever på en näringslösning vilken framförallt består av socker, kväve och fosfor.²³ Resterna från jästproduktionen blev till avloppsvatten innehållande kvävehaltiga föreningar samt fosfor-, kalium-, magnesium- och kalciumrester.²³ Avloppsvattnet, som orenat spolades ut i Norrviken fram till 1922, fungerade som en näringslösning för olika bakterier som kräver syrerik- eller syrefrimiljö.²³ År 1948, då avloppsvattnet från jästfabriken hade renats sedan 26 år tillbaka, släpptes 450 m³ avloppsvatten ut per dygn, med ett pH på 4,5 innehållandes bl a 350 ton kväve, 150 ton fosforsyra och 180 ton svavel.²³ Vid denna tid ansågs avloppsvattnet från jästfabriken vara ca 80 gånger så intensiv syrekonsument som kommunalt avloppsvatten.²³

1947-1967

Mellan åren 1947 till 1967 behandlades Norrviken med kopparsulfat för att förhindra de, vid det här laget välkända, blågröna algbloomingarna.^{12,22} Anledningen till att den giftiga kopparsulfaten användes var att den på den tiden ansågs vara relativt ofarlig.¹² Mellan åren 1947 till 1961 behandlades Norrviken, bortsett från 650 km² av den norra delen, 3-4 gånger varje sommar med tre ton kopparsulfat vilket ger en sammanlagd mängd av 45 ton kopparsulfat varav 11,25 ton utgjordes av ren koppar.¹² Innan kopparsulfatbehandlingen skedde låg kopparhalten i ytvattnet på 8-10 mikrogram/liter beroende på årstid.¹² Den tillförda kopparn fick de dominerande blågröna algerna *Microcystis spp.* att sedimentera dvs falla ner till sjöbotten.¹² Behandlingen åstadkom en förändrad artsammansättning, *Microcystis*-arternas dominans bröts och istället dominerade ett annat blågrönalgssläkte *Aphanizomenon spp.* som inte är lika känslig för koppar.¹² År 1960 utförde Pehr Söderman (Limnologiska institutionen i Uppsala) en undersökning av bottensedimenten för att studera effekterna av den tillförda kopparsulfaten.¹² Av sedimentproverna framgick att det tidvis rådde syrefria förhållande då sedimentproverna var svartstrimmiga av järnsulfid FeS.¹² Det giftiga svavelvätet H₂S förekom i bottenvattnet och i de översta bottensedimenten fanns ingen bottenfauna.¹² Sedimentationen i Norrviken var stor 1960 då den i medeltal låg på 31 mm/år i jämförelse med det normala 1-3 mm/år.^{9,12} Detta innebär att mängden material som föll ner till sjöbotten var 10 ggr större än normalt.

1968

Fram till 1968 var det vintertid syrebrist i hela vattenmassan.^{3,24} I juni 1969 anslöts tätorten runt Norrviken till Käppalaverkets vattenrening på Lidingö.^{3,24} Innan dess hade avloppsvatten från ca 1 200 personer runnit rakt ut i sjön.⁷ Då avloppsutflödena ej längre rann ut i Norrviken så minskade tillflödet av kväve och fosfor med 70-90 %.⁷ Vattenkvalitén och siktdjupet förbättrades i Norrviken.⁷ (Siktdjupet är det avstånd från vattenytan ner mot botten som man kan se en vit plastskiva. Avståndet är sedan ett mått på hur mycket alger och nedbrutna växtdelar som förekommer i vattenmassan.)

1978

Tio till femton år efter att avloppen anslöts till Käppala reningsverk så var Norrviken fortfarande mycket näringsrik.⁷ Den fortsatta närsaltstillkomsten berodde i stort sett på diffusa näringsläckage från jordbruk och bostadsområden men även sjöbotten läckte näring.^{7,8}

1990

Trots att mängden näringsämnen i vattnet har minskat kraftigt sedan slutet av 60-talet så är den fortfarande högre än vad den skulle vara i en sjö som inte är utsatt för mänsklig påverkan.⁴ Syrebrist samt algbloomning är fortfarande ett problem.⁴

3.2.3 Edssjön

Edssjön är en klassisk fisk och fågelsjö.²⁵ Edssjön har framförallt blivit påverkad av jordbruk som har bedrivits i tusen år och fortfarande bedrivs i dess direkta närhet.²⁵ Inga industrier har legat i Edssjöns närhet men sjön har tagit emot vatten från Vallentunasjön och Norrviken som är och har varit påverkade av stor mänsklig verksamhet. Detta har lett till att även Edssjön har drabbats av algbloomningar under årens gång.²⁵

3.3 KATEGORIER-AREALFÖRDELNING

3.3.1 Beskrivning

Alla beräkningar som är utförda bygger på schablonvärden (se referens 3).

3.3.1.1 Jordbruk

Odling ökar läckaget av växtnäringsämnen.³ På 80-talet skedde en ökad användning av handelsgödsel, som består av kväve och fosfor, vilket påverkade näringsläckaget betydligt.³ De utläckande näringsämnena är i direkt assimilerbar form dvs oorganiska närsalter som handelsgödsel består av är direkt upptagbara för växter och alger.³ De största näringsläckagen sker vid snösmältningen och höstregnen.³ Även tillfälliga utsläpp från gödselanläggningar sker vid hög nederbörd eller snösmältning.³ (se 4.3.3 Jordbruk) Schablonmässiga beräkningar ger ett läckage från öppen mark på 8 kg kväve/ha och år (0,8g/m²/år) samt 0,2 kg fosfor/ha och år (0,02g/m²/år).³ Om det finns kreatur i jordbruket anses varje nötkreatur ge ett läckage av 0,75 kg kväve och 0,12 kg fosfor per år.³

3.3.1.2 Samhälle inklusive motorvägar sk hårdgjorda ytor

Vatten som regnat ner över samhällen (t ex hus, asfalterade vägar, parkeringsplatser) räknas som avrinning från hårdgjorda ytor sk dagvatten vilket kan medföra stora mängder näringsämnen, som kväve och fosfor, men även diverse tungmetaller till vattendragen.³ Tillförseln av närsalter och tungmetaller till dagvattnet varierar mycket starkt beroende på vilken typ av yta som regnvattnet föll på (motorväg, höghusområde, villabebyggelse eller industrier) samt väderförhållande m m.³ ”Dagvatten innehåller petroleum produkter (oljor & bensin från gator och bensinstationer), klorider (halkbekämpning), kemiska ogräsmedel (parker), asfalt, gummibitar (bildäck), metaller (från bilar och bildäckens dubbar) och fast material såsom sand etc.”^{2(p95)}

Schablonvärden för medelhalter i dagvatten under sommaren är:

Områdestyp	Totalfosfor	Totalkväve	Bly	Zink	Koppar
------------	-------------	------------	-----	------	--------

Industri	0,4 mg/l	2,0 mg/l	200 ug/l	450 ug/l	125 ug/l
Trafik	0,3 "	2,0 "	250 "	375 "	60 "
Bostäder:					
> 50 p/ha	0,4 "	2,0 "	225 "	400 "	130 "
< 50 p/ha	0,3 "	1,75 "	100 "	200 "	60 "

Källa: Nordström, A. (1991)² efter Malmquist, P-A (1982)²⁶

Tabell I. Visar schablonvärdena över innehållet i dagvatten.

Bly, zink och koppar är alla tungmetaller. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder 1999 är blyhalter över 15 ug/l klass 5 *Mycket höga halter* på en skala 1-5 där 5 ger störst miljöpåverkan.¹⁷ Likaså är zinkhalter över 300 ug/l och kopparhalter över 45 ug/l klassade som klass 5 *Mycket höga halter*.¹⁷ Dagvatten innehåller m a o mycket skadliga halter av tungmetaller. Schablonmässiga beräkningar ger ett läckage av 5 kg kväve/ha/år (0,5g/m²/år) och 0,2 kg fosfor/ha/år (0,02g/m²/år).³

3.3.1.3 Skog

Från skogen sker tillförseln till vattnet främst i form av mer eller mindre nedbrutna organiska ämnen (humusämnen).³ Hög humushalt i vattnet gör att metaller minskar i giftighet. Detta p g a humusämnena binder till metaller och minskar deras rörlighet i vattenmassan.¹⁷ Men vid skogsavverkning tillförs vattnet stora mängder cellulosa som stänger ute ljuset och förhindrar att någon form av organiskt liv, som bottenfauna eller växter, kan etablera sig i vattendraget. Schablonmässiga beräkningar ger ett läckaget från skogen på 1,9 kg kväve/ha/år (0,19g/m²/år) och 0,07 kg fosfor/ha/år (0,007g/m²/år).³

3.3.1.4 Sjö

På sjöytan faller regnvatten som kan föra med sig försurande luftföroreningar. Kväve kan bindas ner från luften till vattenmassan av kvävefixerande cyanobakterier (blågröna alger). Schablonmässiga beräkningar ger en deposition på sjöytan av kväve och fosfor på 6,25 kg/ha/år (0,625g/m²/år) respektive 0,08 kg/ha/år (0,008g/m²/år).³

3.3.1.5 Våtmarker

Våtmarker renar med växternas hjälp vattnet från kväve och fosfor. Ett stort inslag av våtmarker förbättrar vattenkvaliteten märkbart (Se vidare under 4.3.8 Våtmarker). Schablonmässiga beräkningar ger ett läckage från våtmarker som är 1,9 kg kväve/ha/år (0,19g/m²/år) och 0,07 kg fosfor/ha/år (0,007g/m²/år).³

3.3.1.6 Enskilda VA- anläggningar

De enskilda VA-anläggningarna beräknas vara bebodda av 2,3 personer.³ Fritidsfastigheterna beräknas vara bebodda 2 månader/år.³ Varje person beräknas släppa ut 12 g kväve och 2,2 g fosfor varje dygn.³ Reningseffekten av de enskilda avloppen beräknas vara 25% för kväve och 40% för fosfor.³

3.3.1.7 Grundvattenbildning & soptippar

Grundvatten bildas då vattenånga stiger upp från havet och regnar ner över fastlandet. Av det regnvatten som faller ner avgår en liten del direkt som ånga. Ytterligare ca 10% av vattnet avgår som ytavrinning.² Resten ca 90% sipprar ner i marken som är full av små porer.² Vattnet som sipprat ner i porerna i det översta marklagret kallas för markvatten eller grönvatten då det är det vatten som växterna suger upp.² Allt regnvatten som faller ner över Sverige från maj till november bildar grönvatten.² Människan har med dagens

teknik ingen möjlighet att kunna tillgodogöra sig grönvattnet.² När brunnar borras finner vi grönvattnet som fuktig jord.² Under grönvatten/markvattenzonen är alla porer i marken vattenfyllda och det är där vi har vårt grundvatten.² Grundvattnet påverkas av tyngdkraften så att vattnet vandrar vidare genom porer i marken eller sprickor i berg från högre partier till lägre partier.² Grundvattnet pressas fram i sänkorna där det bildar källor, vattendrag eller våtmarker.² Då vattnet transporteras genom marken påverkar vattnet materialet som det stöter på på sin väg till sjön t ex kalksten lakas ut.² Detta innebär att när vattnet rinner genom en soptipp lakas tungmetaller och andra gifter ut och transporteras med vattnet ner till grundvattnet och vidare ut i sjöar.² Då vattnet transporteras mycket långsamt genom marken kan det ta upp till 30 år innan vi ser effekterna av soptipparna byggda på 60- och 70-talet.² Nackdelen med tipparna som anlades på 60- och 70-talet är att de ofta placerades på en höjd.² Att soptippen ligger på en höjd gör att regnvattnet som faller över soptippen lättare pressas ner till grundvattnet och ut i källor, vattendrag och våtmarker p g a tyngdkraften.²

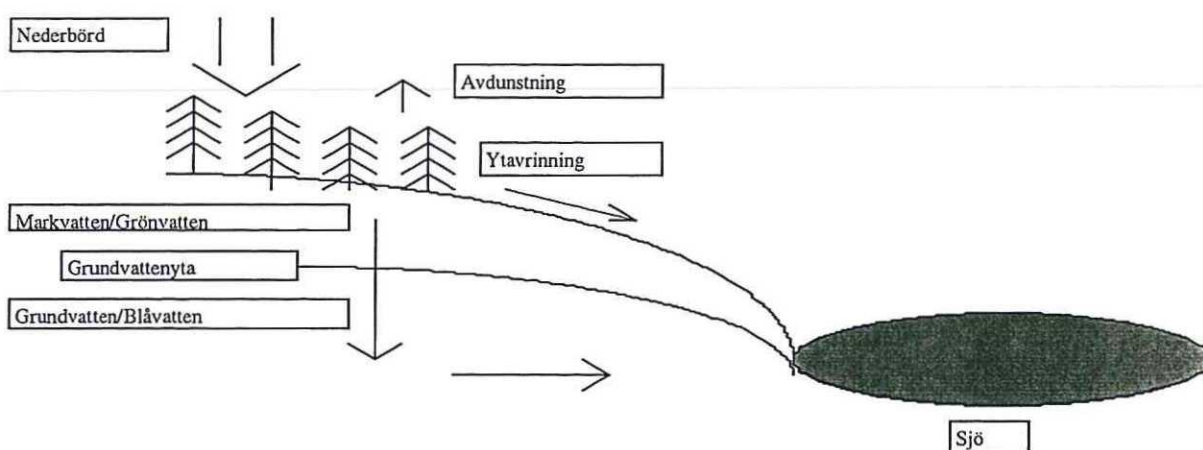


Fig.III Visar hur grundvatten och vattendrag bildas.

3.3.2 Vallentunasjöns avrinningsområde

Vallentunasjöns avrinningsområde (det område vars vatten rinner ut i Vallentuna sjön) är inklusive sjöytan 50,28 km² vilket utgörs av skog 38%, samhälle 28%, jordbruksmark 21%, sjö 12% och våtmark 1%.³ Närsalterna som läcker från de olika markslagen kan avläsas från tabellerna nedan.

KVÄVE-läckage i Vallentunasjöns avrinningsområde

Markslag	Mängd kväve
Jordbruk utan kreatur	8 472 kg/år ³
Samhälle	7 075 kg/år ³
Sjö	3 750 kg/år ³
Skog	3 608 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (215 st)	1 624 kg/år ³
Kreatur (527st)	395 kg/år ³
Våtmark	105 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (33 st)	42 kg/år ³

FOSFOR-läckaget i Vallentunasjöns avrinningsområde

Markslag	Mängd fosfor
Samhälle	283 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (215 st)	238 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	212 kg/år ³
Skog	133 kg/år ³
Kreatur (527 st)	63 kg/år ³
Sjö	48 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (33 st)	6 kg/år ³
Våtmark	4 kg/år ³

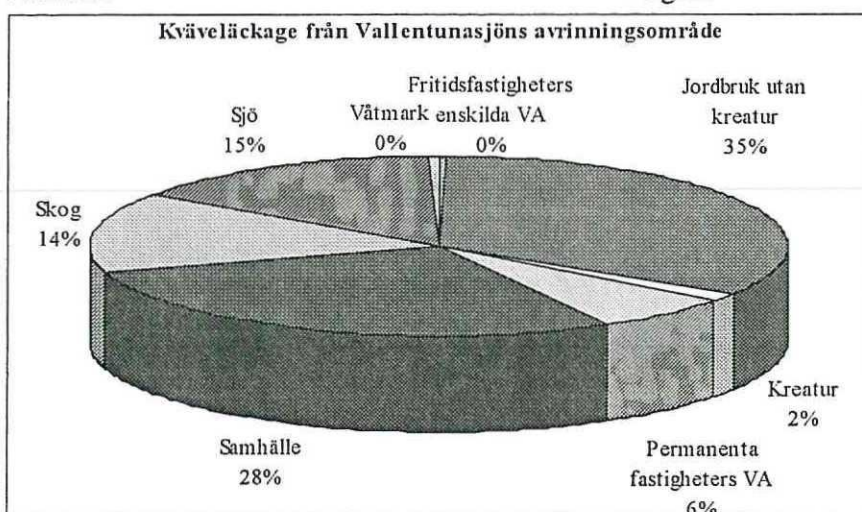


Fig.IV Visar hur stort kväveläckaget är från de olika markslag som omgärdar Vallentunasjön.

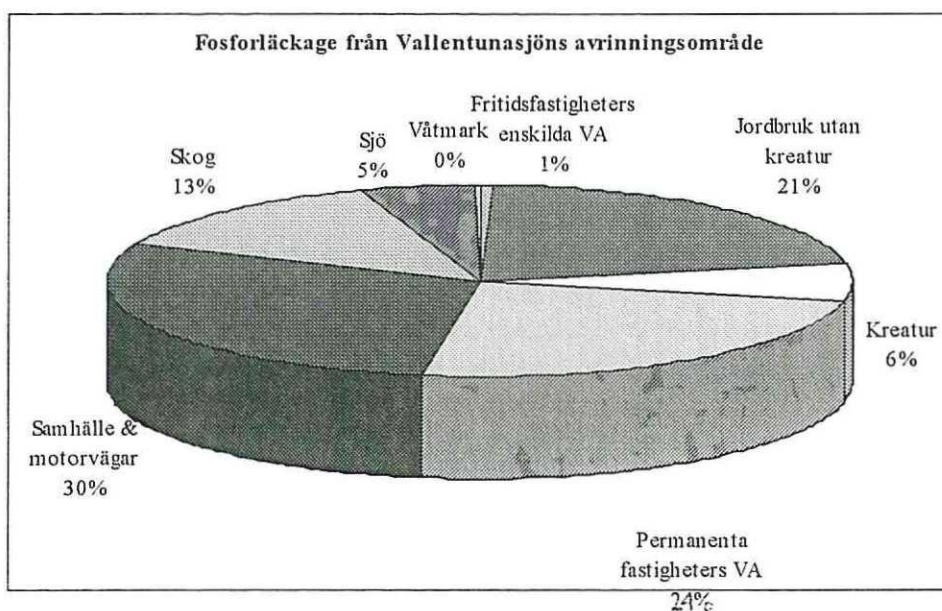


Fig.V Visar hur stort fosforläckaget är från de olika markslag som omgärdar Vallentunasjön.

Inom Vallentunasjöns avrinningsområde finns 4 nedlagda tippar, 1 golfbana, 2 st mellanlager för slam samt ett rökeri som ger ett utsläpp av 3000 personers BOD (Biological Oxygen Demand - ett mått på hur mycket löst syre som åtgår då mikroorganismer bryter ner det biologiska material som finns i en liter avloppsvatten).^{3,27}

3.3.3 Norrvikens avrinningsområde

Norrvikens lilla avrinningsområde är den mark i Norrvikens direkta närhet vars vatten rinner ut i Norrviken samt det regnvatten som faller på Norrvikens sjöyta. Norrvikens totala avrinningsområde inbegriper förutom Norrvikens lilla avrinningsområde även Vallentunasjöns avrinningsområde samt Fjäturens avrinningsområde. Norrvikens totala område ger den bästa bilden över vad som tillkommer vattnet i Norrviken i form av näringsämnen men uppdelandet av Norrvikens totala avrinningsområde har skett för att ge en så tydlig bild som möjligt över varifrån närsalterna kommer ifrån.

3.3.3.1 Norrvikens lilla avrinningsområde

Norrvikens lilla avrinningsområde är 41,3 km² stort, vilket utgörs av skog 45%, samhälle 27%, jordbruk 19%, sjö 7%, våtmark 2% och motorväg 0,004%.³ Närsalterna som läcker från de olika markslagen kan avläsas från tabellerna nedan.

KVÄVE-läckage i Norrvikens lilla avrinningsområde

Markslag	Mängd kväve
Jordbruk utan kreatur	6 088 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	5 535 kg/år ³
Skog	3 545 kg/år ³
Sjö	1 694 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (87 st)	657 kg/år ³
Våtmark	186 kg/år ³
Kreatur (199 st)	149 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (23 st)	29 kg/år ³

FOSFOR-läckaget i Norrvikens lilla avrinningsområde

Markslag	Mängd fosfor
Samhälle & motorvägar	221 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	152 kg/år ³
Skog	131 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (87 st)	96 kg/år ³
Kreatur (199 st)	24 kg/år ³
Sjö	22 kg/år ³
Våtmark	7 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (23 st)	4 kg/år ³

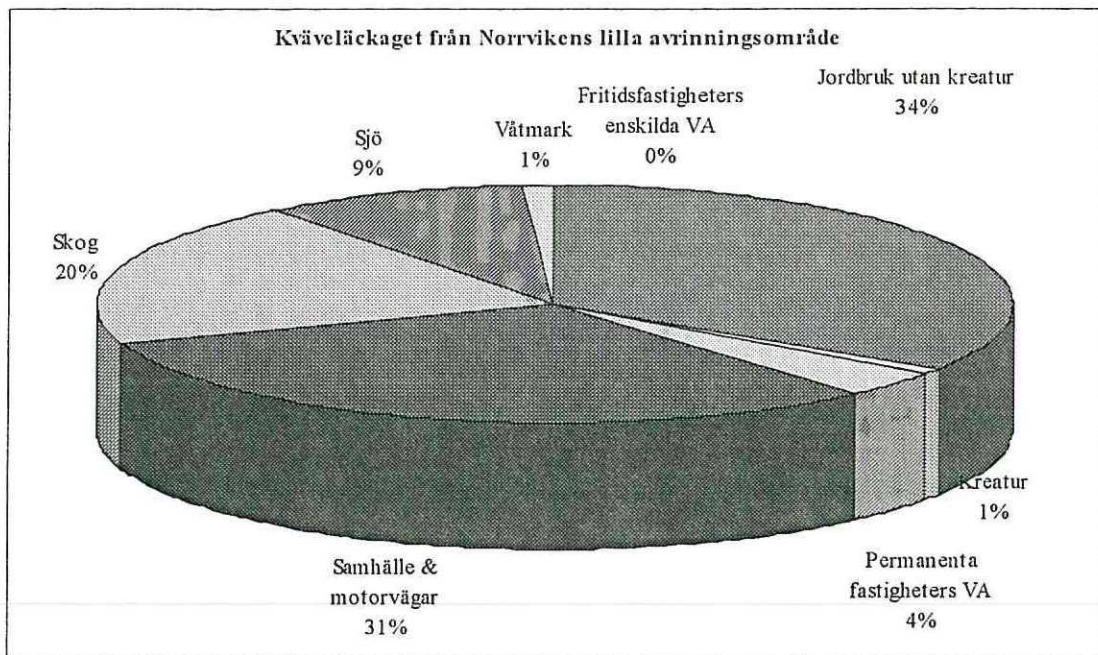


Fig. VI Visar kväveläckaget från Norrvikens lilla avrinningsområde

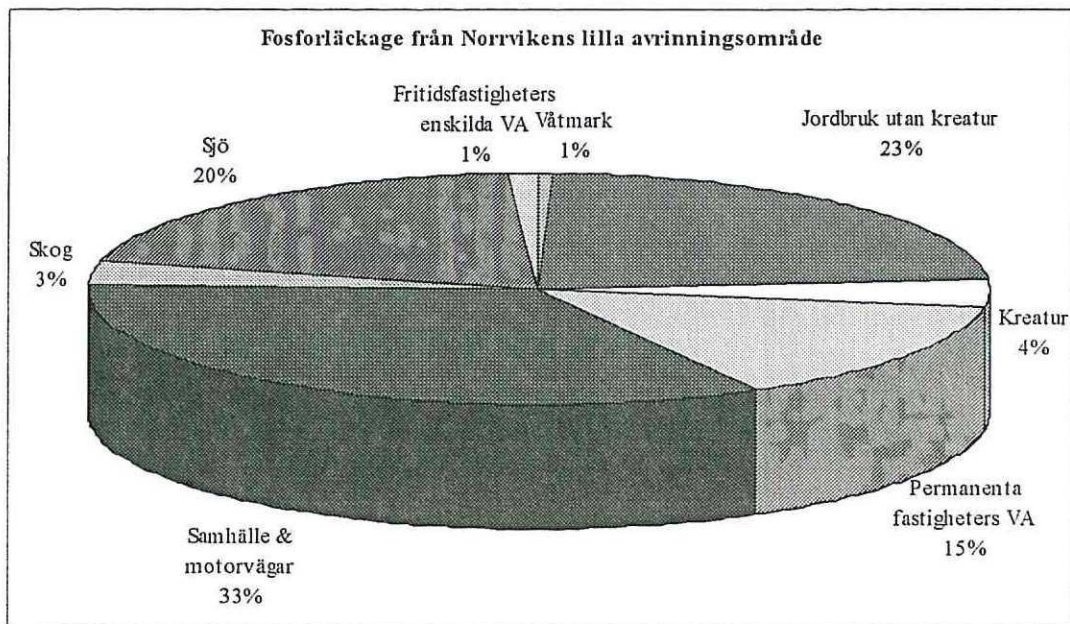


Fig. VII Visar fosforläckaget från Norrvikens lilla avrinningsområde.

Inom Norrvikens avrinningsområde finns även privata avlopp från 3 arbetsplatser, kylvattenutsläpp från jästbolaget 155 000 m³/år, 3 tippar för schaktmassor samt Hagbytippen vars lakvatten skickas till Käppala.³

3.3.3.2 Vallentunasjöns avrinningsområde

Vallentunasjöns avrinningsområde bidrar med den största tillförseln av kväve och fosfor till Norrviken. (se Vallentunasjön 3.3.2)

3.3.3.3 Fjäturens avrinningsområde

Bäcken från Fjäturen rinner in i norra delen av Norrviken.³ Fjäturens avrinningsområde är 11,91 km² stort och består av skog 62%, samhälle 16%, sjö 10%, jordbruk 9% och våtmark 4%.³ Näringsläckaget från de olika markslagen till vattnet visas här nedan.

KVÄVE-läckage i Fjäturens avrinningsområde

Markslag	Mängd kväve
Skog	1406 kg/år ³
Samhälle	950 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	824 kg/år ³
Sjö	719 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (40 st)	302 kg/år ³
Våtmark	82 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (34 st)	44 kg/år ³
Kreatur (2 st)	2 kg/år ³

FOSFOR-läckage i Fjäturens avrinningsområde

Markslag	Mängd fosfor
Skog	52 kg/år ³
Samhälle	38 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	21 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (40 st)	44 kg/år ³
Sjö	9 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (34 st)	6 kg/år ³
Våtmark	3 kg/år ³
Kreatur (2 st)	0 kg/år (0,24 kg/år ³)

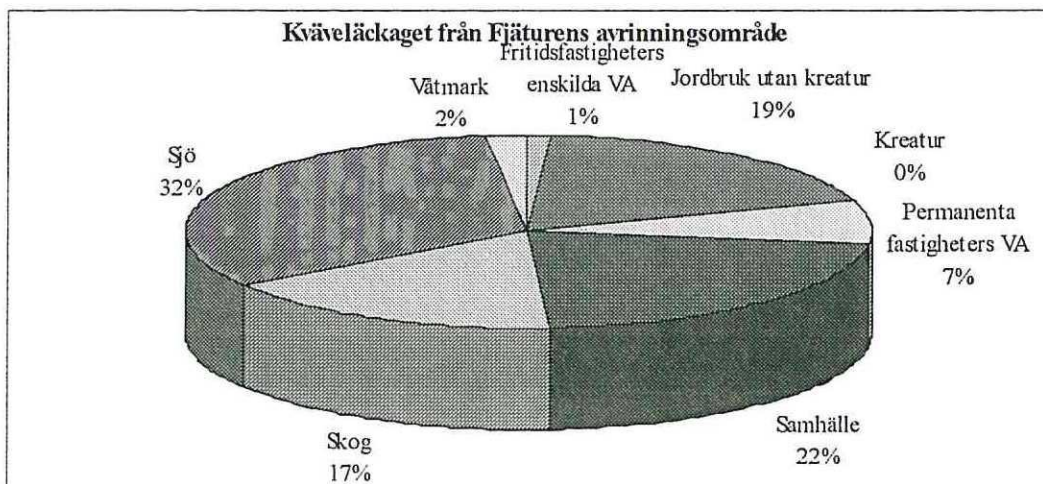


Fig VIII visar kväveläckaget från Fjäturens avrinningsområde.

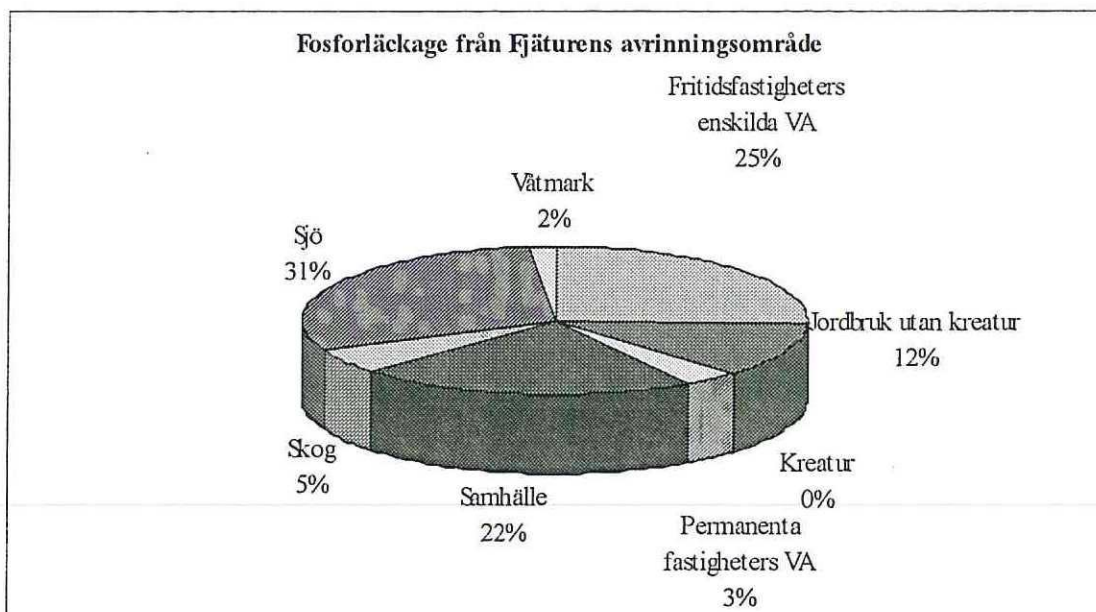


Fig.IX Visar fosforläckaget från Fjäturens avrinningsområde.

3.3.3.4 Norrvikens totala avrinningsområde

Norrvikens totala avrinningsområde (det område vars vatten rinner ut i Norrviken) är 103,22 km² inräknat tillflödet från Vallentunasjön och Fjäturen, vilket utgörs av skog 44%, samhälle 26%, jordbruk 19%, sjö 10%, våtmark 2% och motorväg 0,001%.³ Närsalterna som läcker från de olika markslagen kan avläsas från tabellerna nedan.

KVÄVE-läckage i Norrvikens avrinningsområde

Markslag	Mängd kväve
Jordbruk utan kreatur	15 384 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	13 560 kg/år ³
Skog	8 560 kg/år ³
Sjö	6 163 kg/år ³
Permanenta fastigheters enskilda VA (342 st)	2 584 kg/år ³
Kreatur (728 st)	546 kg/år ³
Våtmark	372 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (90 st)	116 kg/år ³

FOSFOR-läckage i Norrvikens avrinningsområde

Markslag	Mängd fosfor
Samhälle & motorvägar	542 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	385 kg/år ³
Permanenta fastigheters enskilda VA (342 st)	379 kg/år ³

Skog	311 kg/år ³
Kreatur (728 st)	87 kg/år ³
Sjö	79 kg/år ³
Våtmark	18 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (90 st)	17 kg/år ³

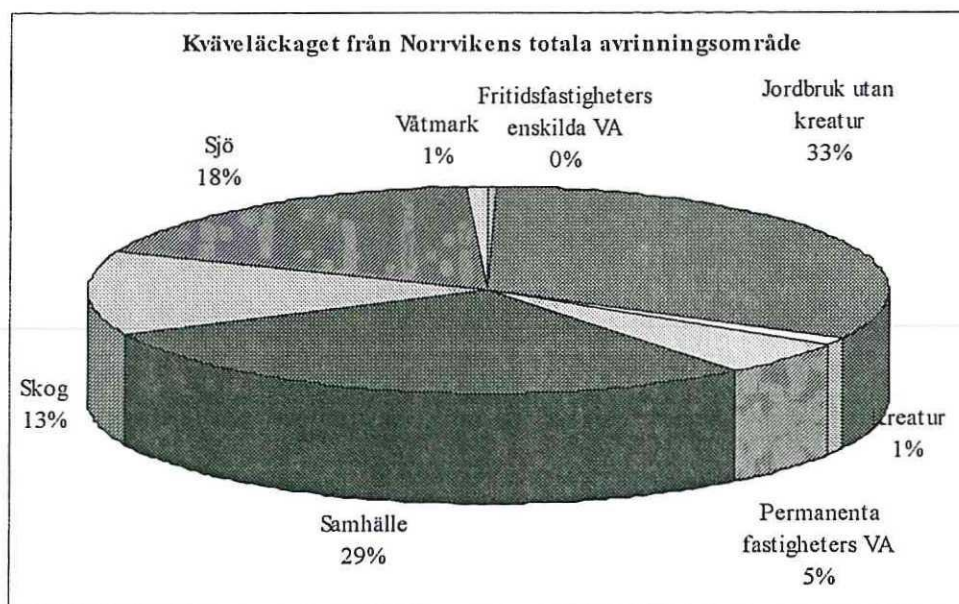


Fig.X Visar hur stort kväveläckaget är från de olika markslagen runt Norrviken.

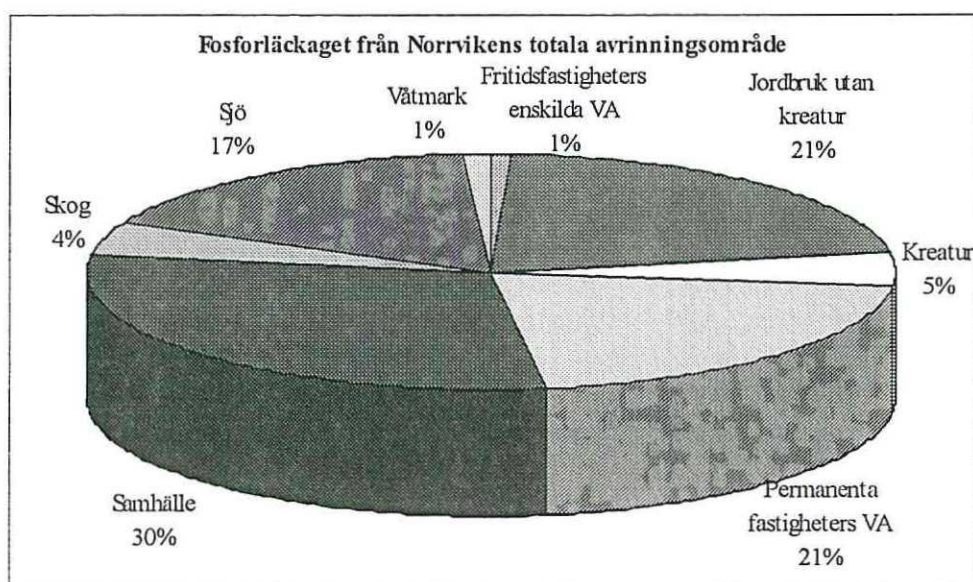


Fig.XI Visar hur stort fosforläckaget är från de olika markslag som omgärdar Norrviken.

3.3.4 Edssjön

Edssjöns lilla avrinningsområde är den mark i Edssjöns direkta närhet vars vatten rinner ut i Edssjön samt det regnvatten som faller på Edssjöns sjöyta. Edssjöns totala avrinningsområde inbegriper förutom Norrvikens totala avrinningsområde även Översjöns avrinningsområde samt Ravalens avrinningsområde. Edssjöns totala område ger den bästa bilden över vad som tillkommer vattnet i Edssjön i form av näringsämnen men uppdelandet av Edssjöns totala avrinningsområde har skett för att ge en så tydlig bild som möjligt över varifrån närsalterna kommer ifrån.

3.3.4.1 Edssjöns lilla avrinningsområde

Edssjöns lilla avrinningsområde (det område vars vatten rinner ut i Edssjön) är 23,45 km² vilket utgörs av skog 54%, samhälle 16%, jordbruk 25%, sjö 5%, våtmark 0,009% och motorväg 0,001%.³ Edssjön rinner vidare till Oxundasjön och sen till Mälaren.¹⁵ Närsalterna som läcker från de olika markslagen kan avläsas från tabellerna nedan.

KVÄVE-läckage i Edssjöns lilla avrinningsområde

Markslag	Mängd kväve
Jordbruk utan kreatur	4 616 kg/år ³
Skog	2 385 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	1 930 kg/år ³
Sjö	663 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (79 st)	597 kg/år ³
Kreatur (377 st)	283 kg/år ³
Våtmark	40 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (8 st)	10 kg/år ³

FOSFOR-läckage i Edssjöns lilla avrinningsområde

Markslag	Mängd fosfor
Jordbruk utan kreatur	115 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (79 st)	88 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	77 kg/år ³
Kreatur (377 st)	45 kg/år ³
Skog	9 kg/år ³
Sjö	9 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (8 st)	2 kg/år ³
Våtmark	2 kg/år ³

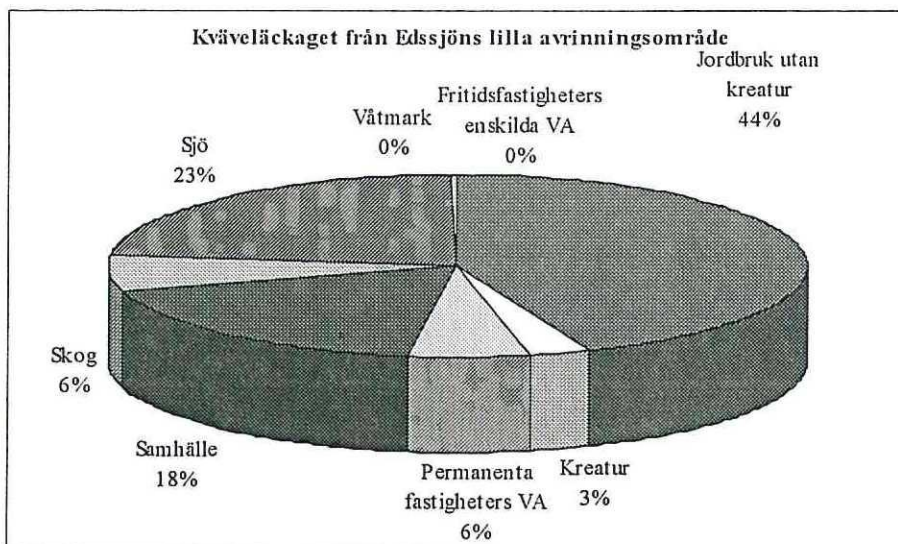
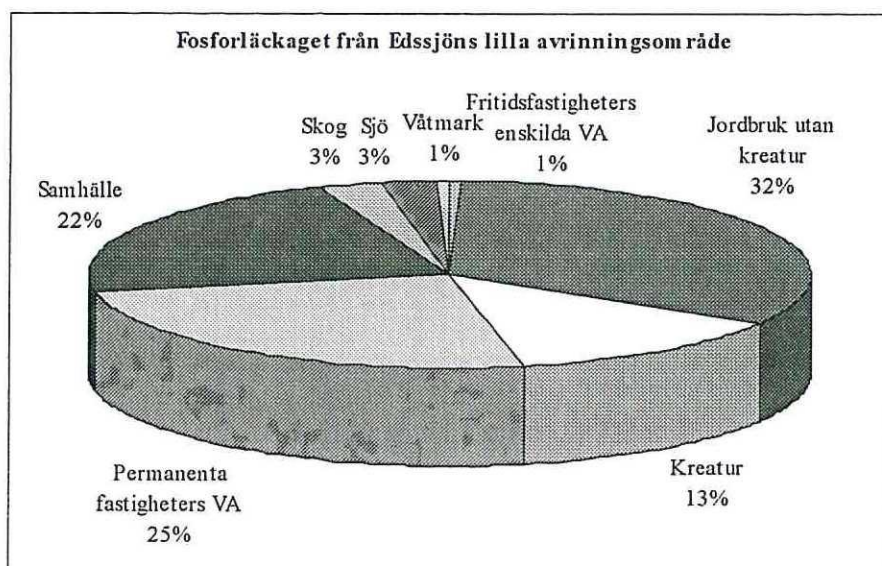


Fig.XII Visar kväveläckaget från Edssjöns lilla avrinningsområde



XIII Visar fosforläckaget från Edssjöns lilla avrinningsområde.

Inom Edssjöns avrinningsområde finns också enskilda avlopp från 6 arbetsplatser samt en tipp för jord- och schaktmassor.³

3.3.4.2 Vallentunasjöns-, Fjäturens- och Norrvikens avrinningsområde
 Vattnet från Fjäturen, Vallentunasjöns och Norrvikens avrinningsområde tillkommer Edssjöns totala avrinningsområde och påverkar vattenkvaliteten i hög grad. För detaljerad information om de olika avrinningsområdena se Vallentunasjönsavrinningsområde 3.3.2, Norrvikens avrinningsområde 3.3.3.1 och Fjäturens avrinningsområde 3.3.3.3.

3.3.4.3 Ravalens avrinningsområde

Vattnet från Ravalen rinner ut i sydöstra delen av Edssjön. Ravalens avrinningsområde är 6,00 km² vilket utgörs av skog 63%, samhälle 18%, jordbruk 12%, sjö 6%, våtmark 1% och motorväg 0,7%.³

KVÄVE-läckage i Ravalens avrinningsområde

Markslag	Mängd kväve
Skog	714 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	592 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	545 kg/år ³
Sjö	213 kg/år ³
Kreatur (53 st)	40 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (2 st)	15 kg/år ³
Våtmark	13 kg/år ³

FOSFOR-läckage i Ravalens avrinningsområde

Markslag	Mängd fosfor
Skog	26 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	22 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	15 kg/år ³
Kreatur (53 st)	6 kg/år ³
Sjö	3 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (2 st)	2 kg/år ³
Våtmark	1 kg/år ³

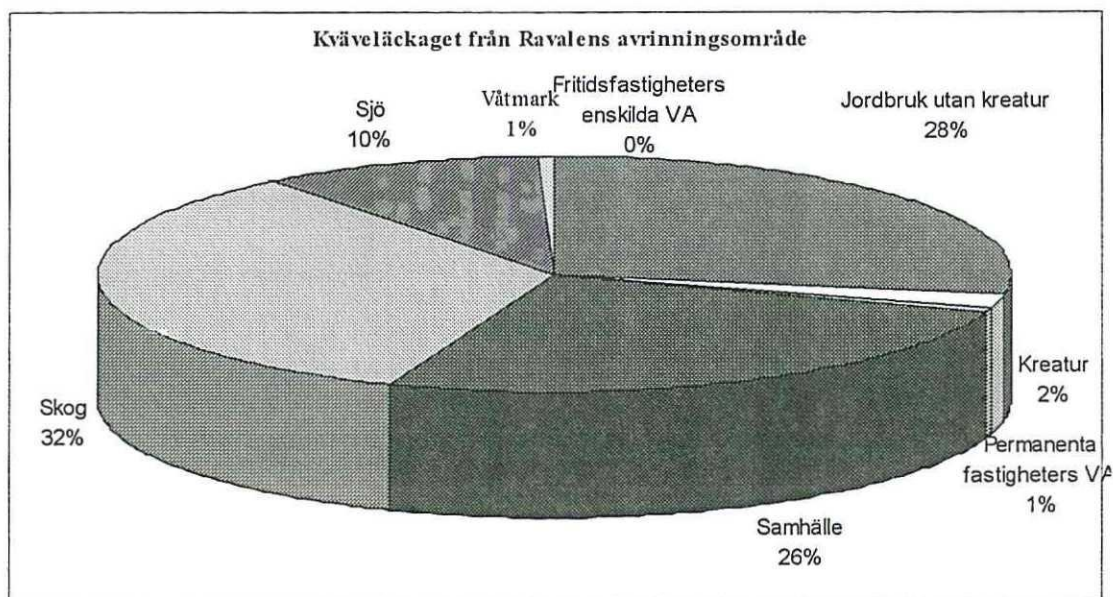


Fig.XIII Visar kväveläcket från Ravalens avrinningsområde

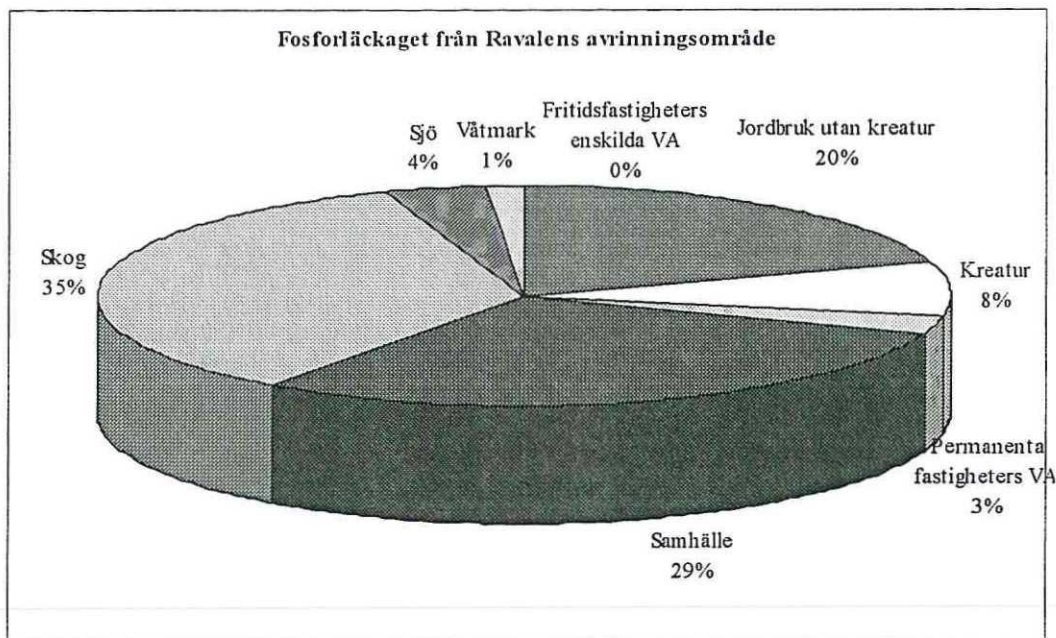


Fig. XIV Visar fosforläckaget från Ravalens avrinningsområde.

3.3.4.4 Översjöns avrinningsområde

Vattnet från Översjön rinner in i sydvästra delen av Edssjön. Översjöns avrinningsområde är 6,06 km² vilket utgörs av skog 61%, samhälle 18%, jordbruk 13%, sjö 7%, våtmark 0% och motorväg 0,5%.³

KVÄVE-läckage i Översjöns avrinningsområde

Markslag	Mängd kväve
Skog	703 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	640 kg/år ³
Permanent fastigheters enskilda VA (79 st)	597 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	555 kg/år ³
Sjö	275 kg/år ³
Kreatur (108 st)	81 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (8 st)	10 kg/år ³

FOSFOR-läckage i Översjöns avrinningsområde

Markslag	Mängd fosfor
Permanent fastigheters enskilda VA (79 st)	88 kg/år ³
Skog	26 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	22 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	16 kg/år ³
Kreatur (108 st)	13 kg/år ³
Sjö	4 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA	2 kg/år ³

(8 st)

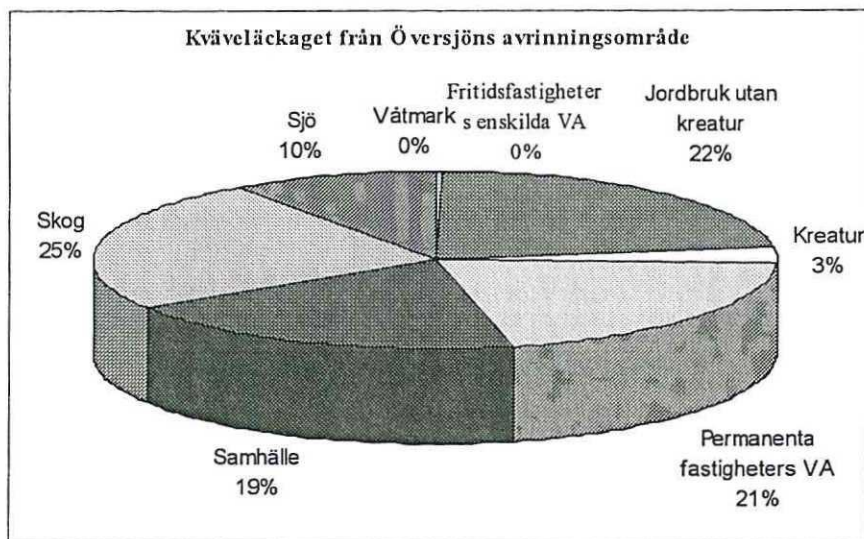


Fig.XV Visar kväveläckaget från Översjöns avrinningsområde

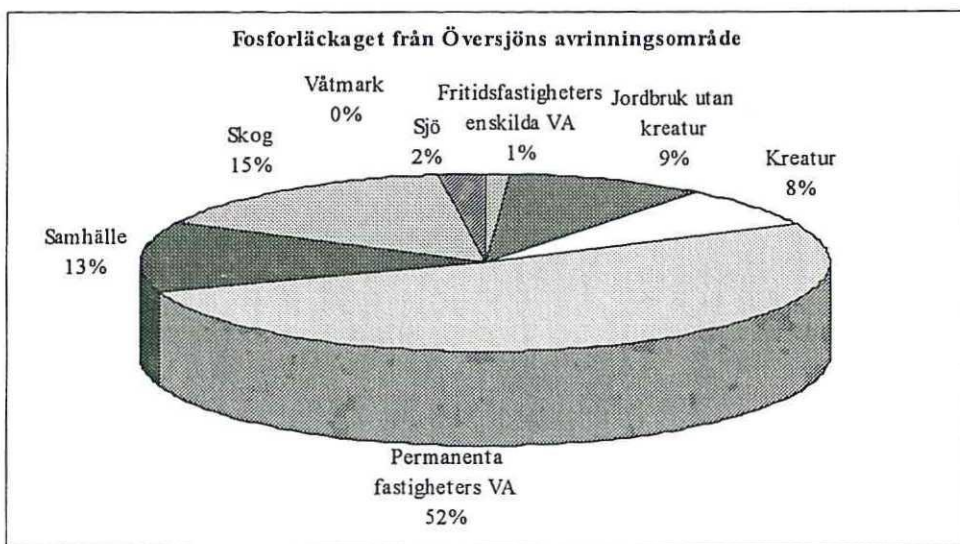


Fig.XVI Visar fosforläckaget från Översjöns avrinningsområde.

3.3.4.5 Edssjöns totala avrinningsområde

Edssjöns totala avrinningsområde (det område vars vatten rinner ut i Edssjön) är 138,72 km² vilket utgörs av skog 47%, samhälle 24%, jordbruk 19%, sjö 8%, våtmark 2% och motorväg 0,2%.³ Edssjön rinner vidare till Oxundasjön och sen till Mälaren.¹⁵

KVÄVE-läckage i Edssjön totala avrinningsområde

Markslag	Mängd kväve
Jordbruk utan kreatur	21 232 kg/år ³
Samhälle & motorvägar	16 590 kg/år ³
Skog	12 361 kg/år ³
Sjö	7 313 kg/år ³

Permanenta fastigheters enskilda VA (434 st)	3 279 kg/år ³
Kreatur (1266 st)	950 kg/år ³
Våtmark	426 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (99 st)	128 kg/år ³

FOSFOR-läckage i Edssjöns totala avrinningsområde

Markslag	Mängd fosfor
Samhälle & motorvägar	664 kg/år ³
Jordbruk utan kreatur	531 kg/år ³
Permanenta fastigheters enskilda VA (434 st)	481 kg/år ³
Skog	455 kg/år ³
Kreatur (1266 st)	152 kg/år ³
Sjö	94 kg/år ³
Fritidsfastigheters enskilda VA (99 st)	19 kg/år ³
Våtmark	16 kg/år ³

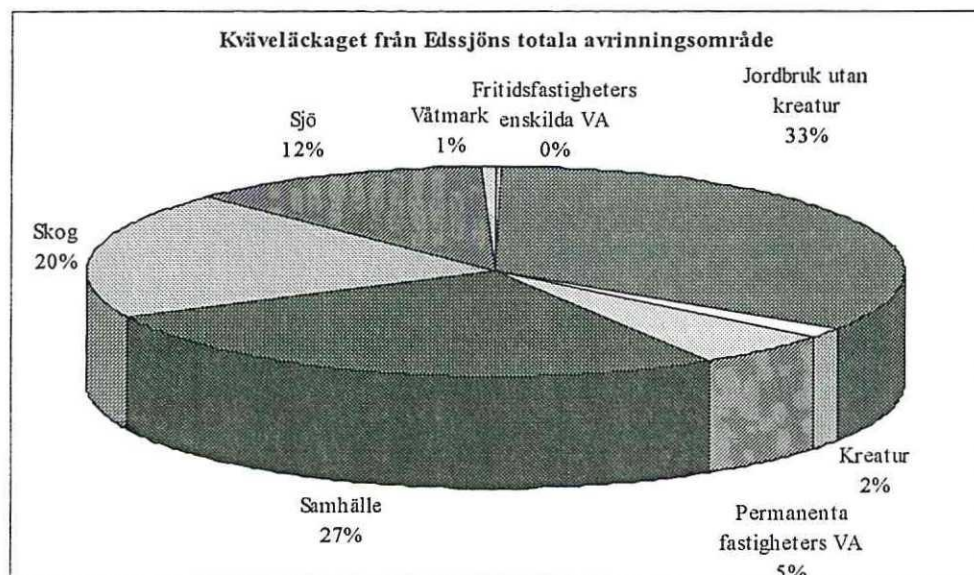


Fig.XVII Visar kväveläckaget från Edssjöns totala avrinningsområde

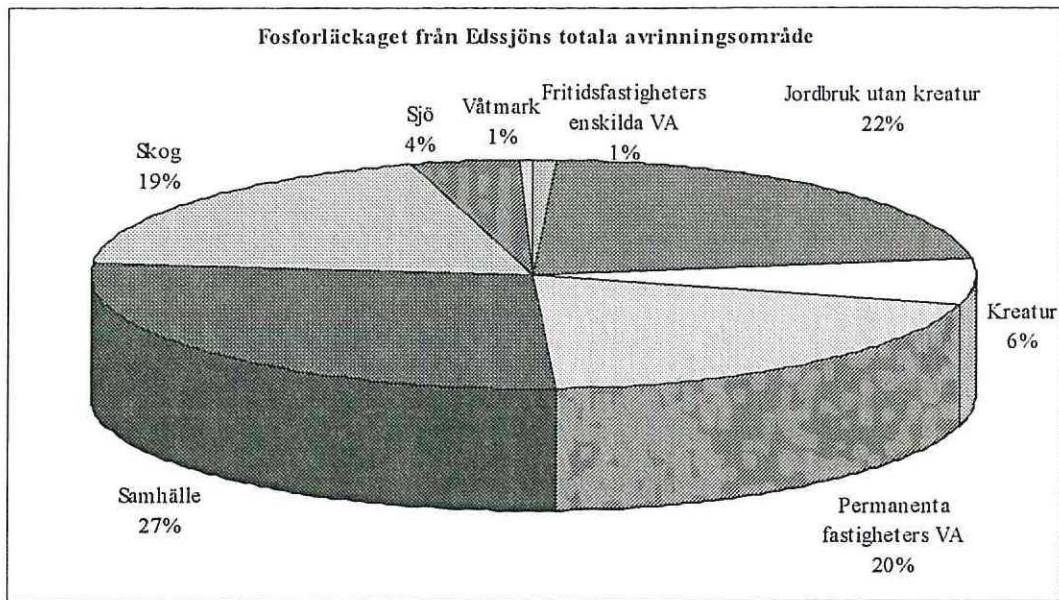
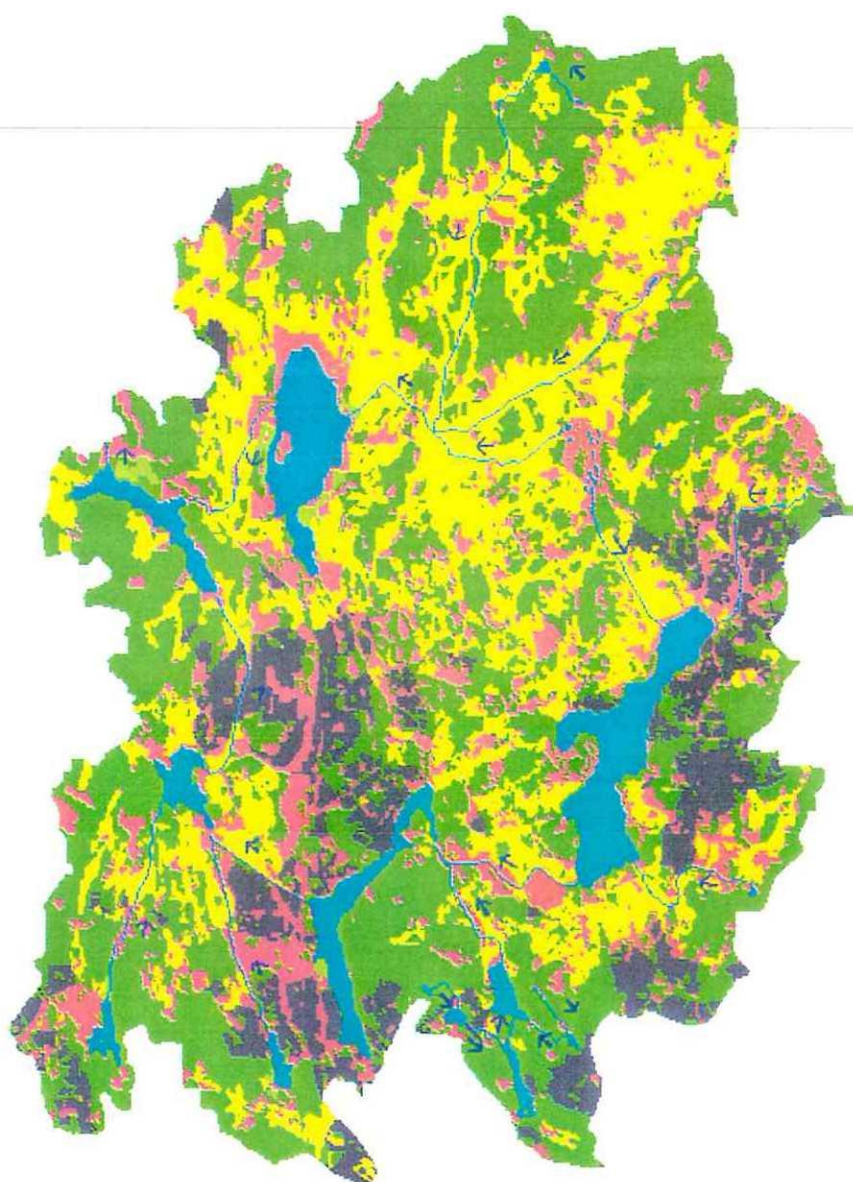


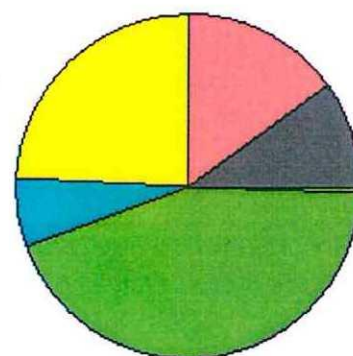
Fig.XVIII Visar fosforläckaget från Edssjöns totala avrinningsområde.

Karta över avrinningsområdets markanvändning



Markslag

- annan öppen mark
- bebyggelse
- lövskog
- skog
- vatten
- åker



Fördelning av markslagen

4 Sjöar och vattendrag status

4.1 BEDÖMNINGSGRUNDER

Miljöklassningen av de, i sjöarna förekommande, miljöfarliga ämnena sker enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.¹⁷ Naturvårdsverket har 1999 kommit ut med en ny rapport "Bedömnings grunder för miljö kvalitet: Sjöar och vattendrag" där de miljöpåverkande ämnenas halter har delats upp i en femgradig skala klass 1-5 där 5 ger kraftigast miljöpåverkan.¹⁷ Som exempel ges här skalan över totalkväve:

Klass

1	<i>Låga halter</i>	<300	mikrogram/liter
2	<i>Måttligt höga halter</i>	300-625	"
3	<i>Höga halter</i>	625-1250	"
4	<i>Mycket höga halter</i>	1250-5000	"
5	<i>Extremt höga halter</i>	>5000	"

Halterna av de olika undersökta parametrarna/ämnena i de tre sjöarna har beräknats antingen på ett snitt av tre års augustivärden eller snittet under ett år under månaderna maj till oktober allt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.¹⁷ Medelvärdena är beräknade på Länsstyrelsens, M Friman-Scharins, Yoldia Naturundersökningars samt egna provtagningar.^{10,28,29,30,31,32} Proverna som är tagna av mig är tagna 28/6 1999 i Edssjöns djuphåla, utanför Njurstaholmar, på 0,5, 2,8 och 5,6 m djup. Vattenproverna har analyserats senast dagen efter provtagningen med hjälp av en spektrofotometer (Hach). Alla ämnen tar upp en viss energi dvs ljus från sin omgivning. Ämnet, i detta fall vattnet som ska analyseras, placeras i en genomskinlig kyvett (rektangulär behållare) och sätts ner i spektrofotometern. Spektrofotometern belyser behållaren med en specifik våglängd beroende på vilket ämne som ska analyseras. Ämnet upptar en viss mängd energi/ljus beroende på vilken halt av ämnet som finns i provet. Utifrån hur mycket energi som upptas kan halten av ämnet i provet beräknas. Spektrofotometern som användes utför haltberäkningen själv och uppger ett värde på det analyserade ämnets halt. Andra prover togs av mig 18/8 1999 på 0,5 m djup i Edssjön, utanför Njurstaholmar, samt på 0,5 m djup

i Vallentunasjön vid bryggan Romantiska udden vid konferensanläggningen Såstaholm i Täby. Dessa prover togs för att metallhalten skulle analyseras vilket utfördes av Svensk Grundämnesanalys AB som är ackrediterat av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll för analys av miljövatten (inkl. slam och sediment) m m med registreringsnummer 1087.³³

4.1.1 Kväve: total-N, N₂,NO₂, NO₃, NH₄, org.-N

I vatten förekommer kväve i fem olika former; som löst kvävgas (N₂), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃), och ammonium (NH₄) samt bundet i organiska föreningar, såsom levande celler eller olika nedbrytnings produkter.³ Totalkväve är summan av organiskt kväve, nitrat, nitrit och ammonium.³ Växter tar enbart upp kväve i form av nitrat eller ammonium vilket innebär att dessa ämnen uppvisar stora säsongsfluktuationer beroende på om produktion eller nedbrytning dominerar i sjöar och vattendrag.³ Vissa arter av cyanoakterier (blågröna alger) kan ta upp nitrat och ammonium från vattnet och kvävgas från luften genom sk kvävefixering vilket gör att mer kväve binds till sjöar och vattendrag.³ Kvävefixering sker framförallt när det är brist på nitrat och ammonium i bakteriens närhet.³ Kvävefixerande alger finns, enbart under korta perioder, i Vallentunasjön och Norrviken.⁸ Andra mikroorganismer, sk denitrifikationsbakterier, omvandlar nitrit, nitrat och ammonium till kvävgas (N₂) som då avgår från vattnet till luften.³⁴ Reaktionen som sker, denitrifieringen, gör att nitrit (NO₂) omvandlas till nitrat (NO₃) som omvandlas till ammonium (NH₄) som till sist omvandlas till kvävgas (N₂).³⁴ Denitrifierande bakterier och permanent inlagring i sedimenten är de viktigaste vägarna för kväve att avgå från vattnet. Normalt sker en nettofastläggning av växtnäringsämnen i sedimenten men i vissa fall kan sedimenten läcka kväve och fungera som växtnäringskälla.³

De tre undersökta sjöarna har visat sig vara mycket kväverika. Vallentunasjön respektive Edssjön har en total kvävehalt på 1973 ug/l (mikrogram/liter) respektive 1727 ug/l vilket ger klass 4 *Mycket höga halter* enligt Naturvårdsverkets rapport 1999.^{10,17,28} Totala kvävehalten i Norrviken var 1025 ug/l vilket klassas som 3 *Höga halter*.^{10,17,28}

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	1973	Mycket höga halter	4
Norrviken	ug/l	1025	Höga halter	3
Edssjön	ug/l	1727	Mycket höga halter	4

Tabell II. Totalkvävehalt i de undersökta sjöarna.

Från externa källor tar Vallentunasjön emot 23,4 ton kväve/år.³ Varje år "försvinner" 27% av det tillkommande kvävet från Vallentunasjön genom sedimentation och denitrifikation.³ Mer än hälften dvs 77% av kvävet som tillförs Vallentunasjön lämnar sjön med vattnet som rinner till Norrviken.³ Innan vattnet har nått Norrviken har kvävehalten ökat till 33,1 ton kväve/år.³ Av det inkommande kvävet "försvinner" 30 % genom sedimentation och denitrifikation.³ Hela 74% av det inkommande kvävet rinner ut med vattnet till Edsån och vidare till Edssjön för att sluta i Mälaren där Storstockholm hämtar sitt dricksvatten.^{3,8}

4.1.1.1 Nitriter/nitrater

I marken finns bakterier som omvandlar nitrit till nitrat.² Är miljön syrefri sker det omvända förhållandet och bakterierna omvandlar nitrat till nitrit.² Om små barn, några

månader gamla upp till 1 år, får i sig nitriter NO_2 och nitrater NO_3 i halter över 50 mg nitrater/l (tyngden av både syre och kväve räknades förr i tiden och det kan bli den nya standarden inom EU) eller 11,4 mg nitratkväve/l (enbart kvävet räknas enligt nuvarande livsmedels kungörelsen) med dricksvattnet kan andningen hämmas.² De får sk "blue baby syndrom" (methaemoglobinaemia).²⁷ Det beror på att riktigt små barn har en syrefri miljö i sin mage. I den syrefria miljön omvandlas nitrat till nitrit vilken binder till hemoglobin (en syretransportör) som finns i blodet och därmed hämmas andningen.²⁷ När vi andas binds syre till hemoglobin i lungorna. Hemoglobin är en transportör som ser till att alla delar av kroppen får del av det livsviktiga syret. När hemoglobinet istället binder till nitrit får inget syre plats på hemoglobinet varpå inga delar av kroppen blir syresatta och vi kvävs. Barnen drabbas av kramper som kan leda till döden.² Värst utsatta är barn på tre månader men även vuxna kan drabbas.² För vuxna är halter på 8-15 g natriumnitrat livshotande.²

Dricksvatten med nitrathalter på 30 mg/l och nitrithalter på 0,02 mg/l anses hygieniskt anmärkningsvärt.² Än finns inga sjukdomsfall rapporterade i Sverige men det kan bero på tidigare okunskap bland läkare i Sverige.² Utomlands finns dödsfall dokumenterade som berott på höga nitrit/nitrathalter i dricksvattnet.² Nitrit kan med aminer bilda nitrosaminer vilket framförallt sker i människans matspjälkningsorgan.² "Aminer bildas av aminosyror, läkemedel, rester av bekämpningsmedel eller förekommer i vin, smaktillsatser i livsmedel och tandkräm."(p.49)² Att nitrosaminer är kraftigt cancerframkallande har bl a framkommit i undersökningar utförda i England, Colombia och Chile etc.²

Nitrit/nitrat (NO_2/NO_3)-halten i Vallentunasjön var 211 ug/l. I Norrviken var NO_2/NO_3 -halten 567 ug/l. I Edssjön finns inte tillräckligt med mätningar för att beräkna NO_2/NO_3 -halten men i juli 1999 var den 261 ug/l.

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme
Vallentunasjön	ug/l	211	Tillåten gräns i dricksvatten är 50 mg NO_3 /l
Norrviken	ug/l	567	eller 11,4 mg NO_3 -N/l. ²
Edssjön	ug/l	261*	

Tabell III. NO_2/NO_3 -halten i de tre undersökta sjöarna. *I Edssjön finns inte tillräckligt med mätningar för att beräkna NO_2/NO_3 -halten men i juli 1999 var den 261 ug/l.

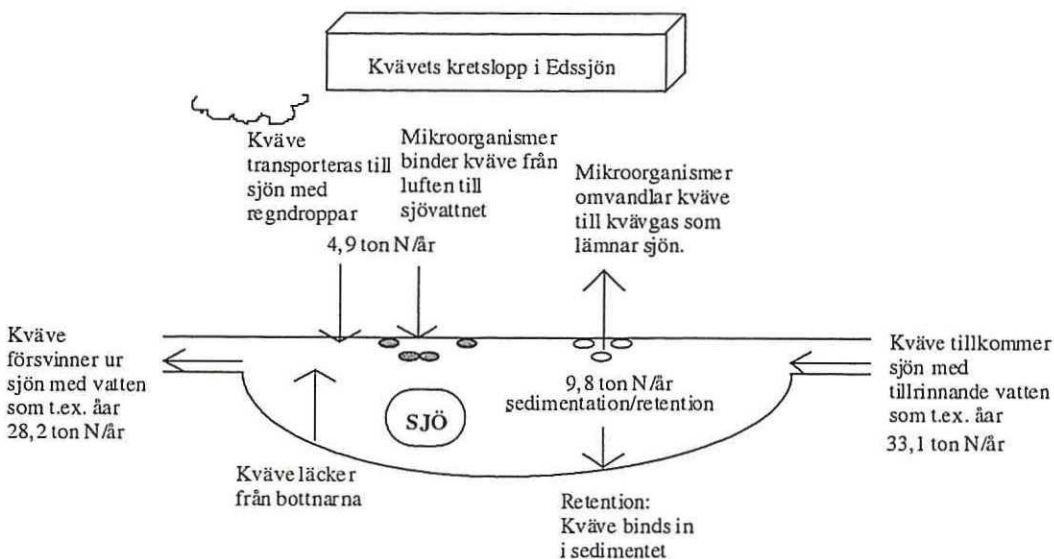
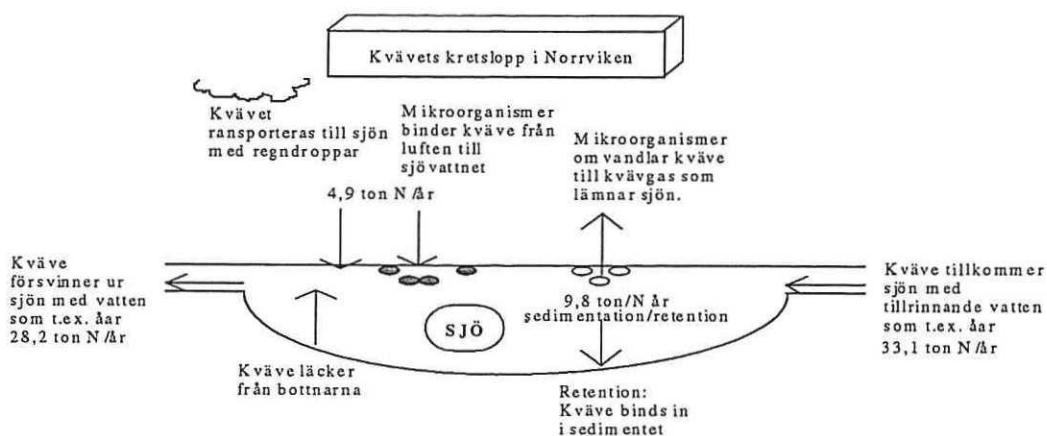
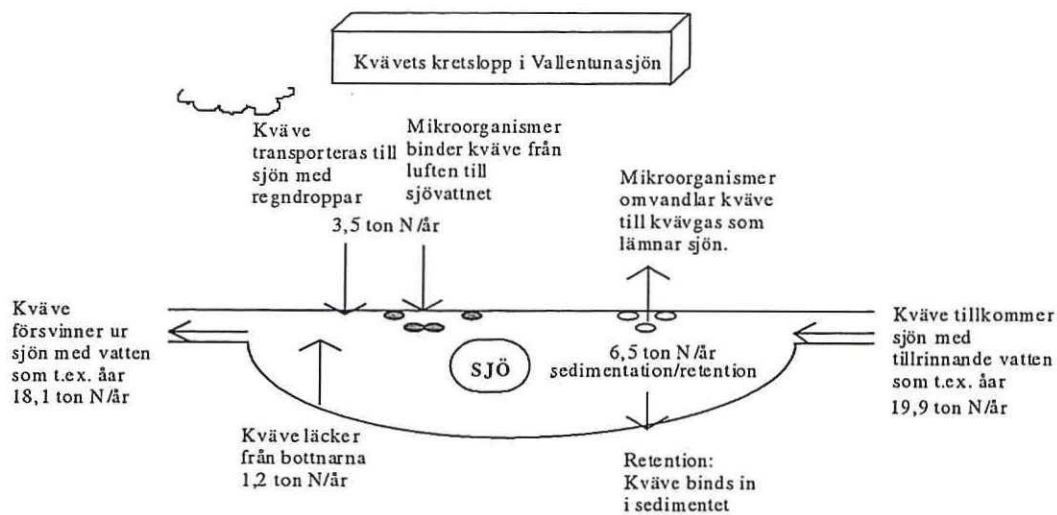


Fig.XIX Visar kvävets kretslopp i de tre sjöarna Vallentunasjön, Norrviken och Edssjön.

4.1.2 Fosfor

Det som benämns som totalfosfor är uppbyggt av olika fraktioner; fosfatfosfor, löst organisk fosfor och partikulärt fosfor (fosfor inbundet i organiskt material t ex plankton). Där den viktigaste är den för växterna lättillgängliga fosfatfosfor även kallad molybdatreaktivfosfor.¹⁸ Fosfatfosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$) är av stor betydelse för växt- och algproduktionen.³⁵ Denna oorganiska fosfatfosforfraktion frigörs vid bakteriell nedbrytning och anrikas i bottensedimentet i temperaturskiktade sjöar (sjöar djupare än 6 m) under sommar och vinter.³⁵ Under vår och höst när vinden får vattnet att cirkulera förs fosfatfosfor upp från sedimentet till ytan.³⁵ När fosfatfosfor transporteras upp till ytan kan det tas upp av högre växter och alger och fungerar då som gödning för dessa.³⁵ I grunda sjöar förs fosfatfosfor samt övriga nedbrytningsprodukter som kväve kontinuerligt upp i vattenmassan och fungerar där som gödning för alger och högre växter.³⁵ Största delen av den fria fosfatfosfor är under sommaren bunden i planktonalger.³⁵

Totalfosforhalten i Vallentunasjön, Norrviken respektive Edssjön är 140,6 ug/l, 1676 ug/l respektive 149 ug/l vilket är klass 5 *Extremt höga halter*.^{17,28} Enligt Naturvårdsverket är halter på över 100 ug/l extremt höga vilket bör jämföras med Norrviken som har 16 ggr så hög halt som miniminivån för extremt höga halter. Den höga fosforhalten är ett stort problem då det inte går att framställa dricksvatten utan lukt och smakproblem då vattnet har en fosforhalt över 40 ug/l.⁵

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	140	<i>Extremt höga halter</i>	5
Norrviken	ug/l	1676	<i>Extremt höga halter</i>	5
Edssjön	ug/l	149	<i>Extremt höga halter</i>	5

Tabell IV. Tabellen visar totalfosforhalten i de tre studerade sjöarna.

Järn är det ämne som binder fosfor i sötvattenssjöars sediment.³⁶ För varje fosforatom krävs två järnatomer.³⁶ Blir det syrebrist bryts bindningarna mellan järn och fosfor varpå fosfor läcker ut i den fria vattenmassan och blir tillgängligt för högre växter och alger.³⁶ Är sedimenten mycket sulfidrika (en form av svavel) binder järnet till sulfid när det blir syrebrist och en mindre mängd järn läcker ut.³⁶ Studier av Ahlgren visar att Vallentunasjöns botten och Norrvikens botten läcker fosfor.⁵ 1988 ansåg man att Vallentunasjöns botten hade blivit mättat med fosfor.⁵

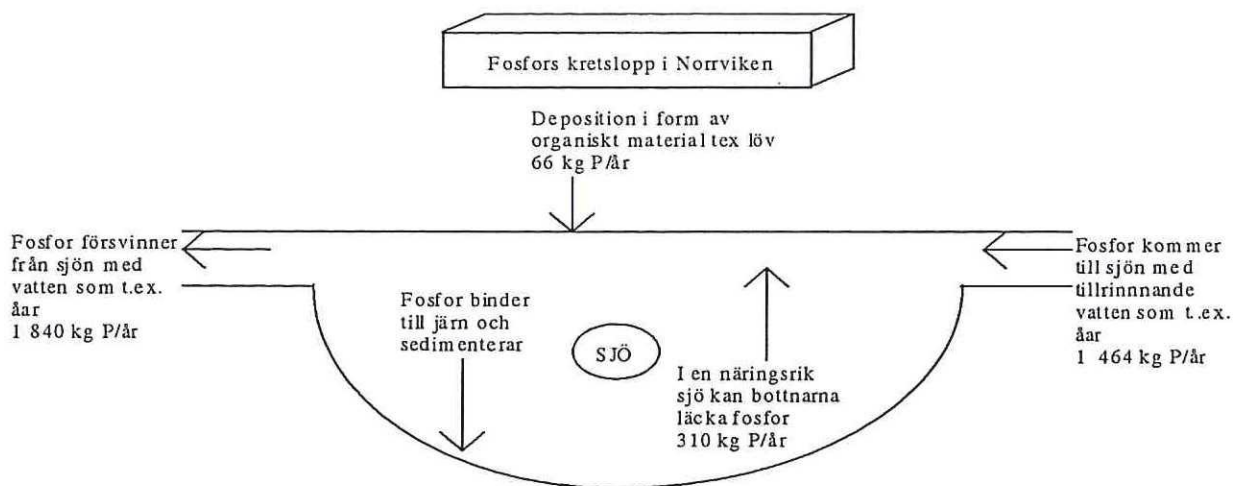


Fig.X Visar fosforens kretslopp i de tre olika sjöarna Vallentunasjön, Norrviken & Edssjön.

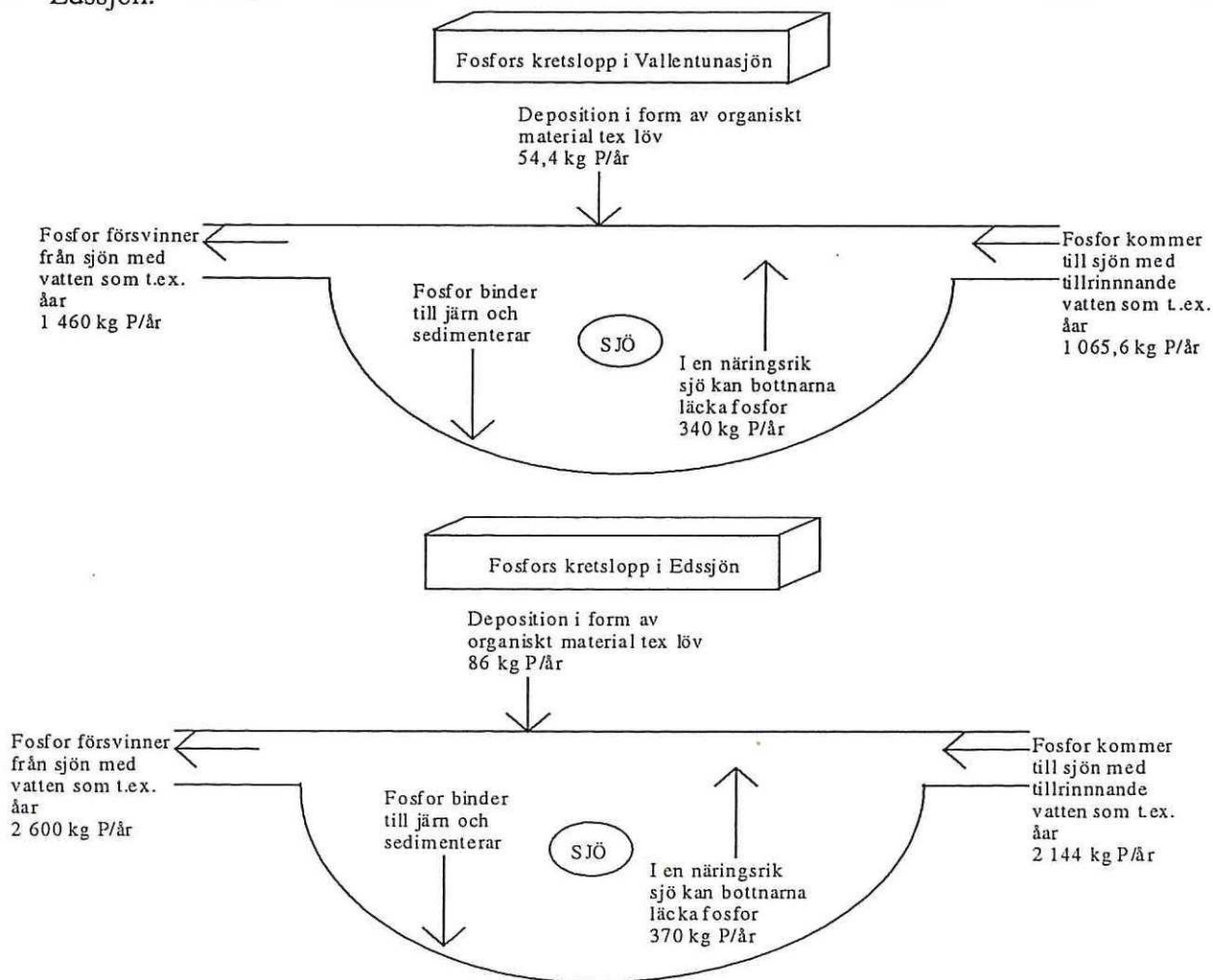


Fig XI. Visar fosfors kretslopp i de tre olika sjöarna Vallentunasjön, Norrviken och Edssjön.

4.1.3 Totalkväve/totalfosfor kvot N/P

Kväve/fosforkvoten är ett mått på sjösystemets balans eller obalans.¹⁷ Inte i någon av sjöarna råder det balans.¹⁷ Kväve/fosfor-kvoten för Vallentunasjön respektive Edssjön ligger på 14,03 respektive 11,59 vilket visar på ett måttligt kväveunderskott.^{17,28,32} I Norrviken är kväve/fosfor-kvoten 0,61 vilket visar att det är ett extremt kväveunderskott.^{17,28}

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	-	14,0	Måttligt kväveunderskott	3
Norrviken	-	0,6	Extremt kväveunderskott	5
Edssjön	-	11,6	Måttligt kväveunderskott	3

Tabell V. Tabellen visar N/P-kvoten i de tre studerade sjöarna.

4.1.3.1 Närsaltarnas kretslopp och effekter

Övergödning, som härrör från stora närsaltshalter i vattenmassan, är på plats nr 6 på Naturvårdsverkets lista över "13 Svenska miljöhöjter".³⁷ Att växtnäringssämnen kväve och fosfor slår betydligt hårdare mot Norrviken beror på sjöns utförande. Sjön är djupare än Vallentunasjön och Edssjön vilket innebär att Norrviken har ett temperaturberoende gränsskikt som förhindrar syresättning av bottenvattnet förutom 2 gånger/år. Under sommaren så tillväxer algerna kraftigt då det är varmt i vattnet och gott om solljus som behövs vid fotosyntesen (den process som tillverkar energi åt växten jämförbart med när vi äter mat). Alger, som förekommer i stora mängder då det finns mycket gott om växtnärsalter dvs kväve och fosfor, dör under hand och faller ner till sjöbotten. Vid sjöbotten bryts algerna ner varpå syre åtgår. Då sjön har ett gränsskikt är syretillgången mycket begränsad. Gränsskiktet fungerar som ett såll den släpper igenom alger och växtdelar men den släpper inte igenom något syre. Syret tar snabbt slut vid sjöbotten p g a av den enormt stora nedfallande algmassan. Sjöbotten blir syrefri varpå bottenfaunan dör. Den syrefria miljön gör att fosfor läcker från botten och göder än mer alger och högre växter. Mikroorganismer fortsätter att bryta ner växtmassan men istället för syre använder de nu andra ämnen som energikälla och efter en längre tid utan syre producerar mikroorganismerna mycket giftigt svavelväte som dels binds ner i botten och dels läcker ut i vattenmassan varpå sjön kan lukta ruttet ägg. Svavelvätet slår ut stora delar av bottenfaunan och massdöd av fisk kan förekomma.³¹

På vintern är Norrviken istäckt. En enorm mängd alger som dör på hösten och faller nu ner till botten. Samma process sker nu som under sommaren med undantaget att fiskarna som kunde simma upp till ytan för att snappa luft under sommaren nu är inestängda av isen. Då vattnet blir syrefritt kan det leda till massdöd av fisk vilket skedde i sjön Malmaren i Sörmland vintern 1995. När fisken dör faller den ner till botten där den bryts ner av mikroorganismer. Nu åtgår än mer syre. Stora delar av fisken omvandlas till närsalter. Detta innebär att algerna får än större tillförsel av näringsämnen nästa vår och kan tillväxa ännu mer och ge ännu kraftigare algblomningar. Det hela blir en ond spiral.

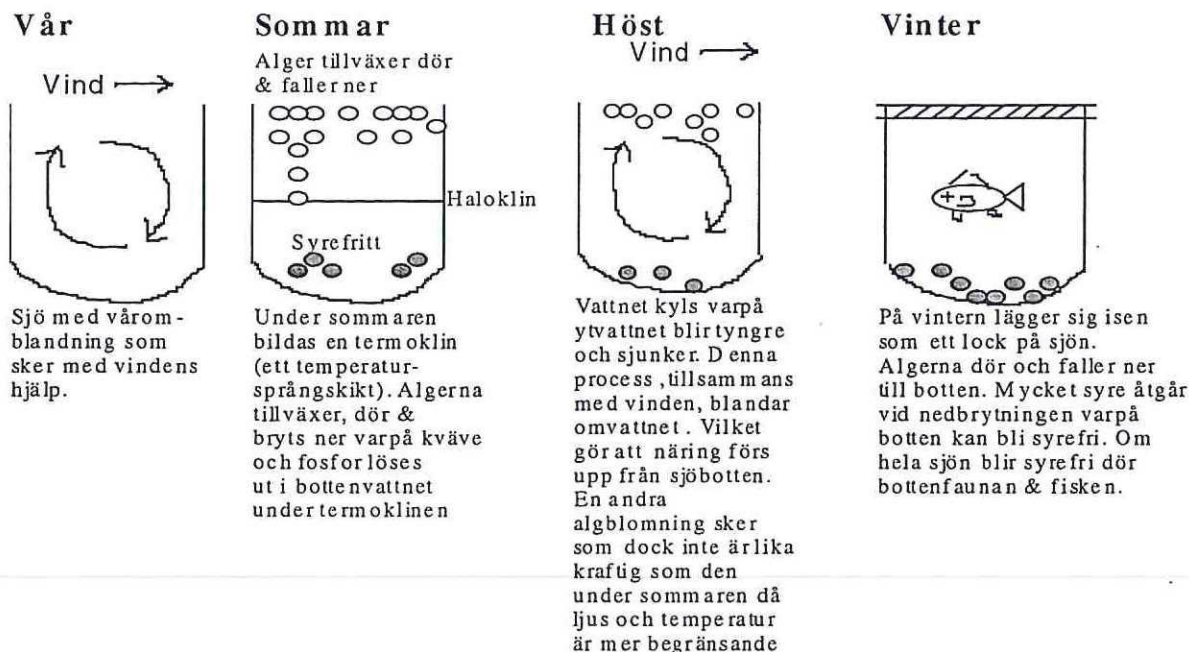


Fig. XX Visar närsaltarnas kretslopp under ett år.

4.1.4 Algblomning

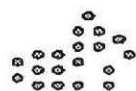
I övergödda sjöar med höga halter av kväve och fosfor i vattenmassan och sediment förekommer ofta algblomningar. Algblomningen innebär inte att algerna blommar. Utan det är en massförekomst av vissa alg- och bakteriearter. Framförallt av cyanobakterier sk blågröna alger (äldre benämning som uppstod p g a cyanobakteriernas färg) vilka flyter upp till ytan vid molnigt väder och färgar vattenmassan.^{3,38} Det är massförekomsten av de färgade algerna som färgar vattenmassan och inte något färgämne som algerna släpper ut.³⁸ Att algerna flyter upp till ytan beror på att de har ett gasfyllt hålrum med vilken de kan reglera sitt djupläge.³⁸ Vid stark solstrålning, som dessa alger är känsliga för, söker de sig neråt i vattenmassan men vid molnigt väder söker de sig uppåt till ytan.³⁸ Om det sedan blåser gynnsamt (svaga vindar) ansamlas de i massor och en algblomning har uppstått.³⁸

Ända sedan slutet av 1800-talet har vetenskapen funnits om att algblomningar ger upphov till dålig lukt och smak på vattnet samt kreatursdöd.³⁹ Cyanobakterier (blågröna alger) ger en lukt och smak av jord, dy, svamp, äpple, marsipan, skämd föda, tobak samt ruttet ägg och i större koncentrationer luktar det mögel och kamfer varvid allt vatten blir oanvändbart som dricksvatten.³⁹ En cyanobakteriepopulation på 1m² yta som producerar ämnet geosmin, t ex *Anabena spp.*, *Microcystis spp.* och *Aphanizomenon spp.* (vilka alla upphittats i de tre sjöarna), ger upphov till smak åt 1000-4000 m³ vatten.³⁹ Även fisk och kräftor tar smak och blir otjänliga som föda.³⁹ Fisken kan ätas om den placeras levande i rent vatten ca 10 dagar men detta innebär ökade kostnader.³⁹ Även om vattnet enbart ger upphov till en svag jordlukt så kan vattnet ha en kraftig bismak som framförallt uppstår när vattnet

kokas.³⁹ Det är framförallt i näringsrika och måttligt näringsrika sjöar som de algar som producerar gift och dålig lukt finns.³⁹

Även om 99% av de alger och blågröna alger som kommer med vattnet till reningsverken elimineras innebär det ändå att 100 000 algceller/liter vatten klarar sig genom reningsverken under algblomningsperioder.³⁹ När det inte är algblomning klarar sig ca 10 000 algceller/liter vatten.³⁹ När algerna sönderdelats i reningsverken lägger de sig som en film på ledningarna eller bildar näringsrika slamhögar i vattenledningarna och fungerar som substrat för svampar och bakterier.³⁹ När algerna är döda och sönderdelade luktar de som värst.³⁹ Cyanobakterierna för även med sig ämnen som göder mikroorganismer vilka kan tillväxa kraftigt i ledningsnätet.³⁹ Undersökningar har visat att den biofilm som bildas i reningsverken kan utgöra tillväxtplats för smittsamma tarmbakterier som inte hade överlevt i den fria vattenmassan.³⁹ Biofilmen skyddar samtidigt bakterierna från klorering och annan desinficering.³⁹ Skulle en liten del av biofilmen lossna så föreligger stora risker för att dricksvattnet ska bli förorenat av smitta.³⁹

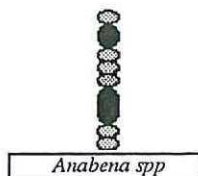
Det är framförallt fosfor som får algerna att öka i biomassa.³⁹ Om fosformängden minskar så minskar algblomningsperioden och därmed ökar förutsättningen för biologisk mångfald.³⁹ Undantaget är grunda sjöar som Vallentunasjön och Edssjön som kräver längre tid innan fosforminskningen ger genomslagskraft.³⁹ Redan vid totalfosforhalter på 25-30 ug/l kan blågröna alger uppfattas som besvärande och vid totalfosforhalter på 40 ug/l kan de uppfattas som mycket störande och vid 100 ug/l är kraftiga störningar en regel snarare än undantag.³⁹ Nämnas bör att Vallentunasjön, Norrviken och Edssjön alla har en totalfosforhalt på över 100 ug/l och alltså är kraftigt störda.³⁹ Norrviken har extremt höga totalfosforhalter med ett värde på 1676 ug/l under perioden maj-oktober men då vattenmassan i sjön enbart omblandas och syresätts 2 ggr/år kommer en minskning av fosforutflödet att få störst genomslag här.^{28,29,39}



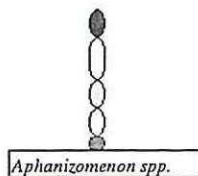
Microcystis spp.

I Norrviken har framförallt cyanobakteriefamiljen *Microcystis spp.*, som redan i slutet av 1800-talet var känd för att ge vattnet en svinstieliknande lukt, dominerat de senaste hundra åren.^{39,40} Så sent som sommaren 2000 förekom återigen massiva algblomningar.⁵⁷ I Norrviken blommade Microcystisarterna *M.wesenbergii* 30%, *M.aeruginosa* 25%, *M.viridis* 10% och *M.reinboldii* 10%.⁵⁷ Blommade gjorde också *Aphanizomenon flos-aquae* 10%, *Anabena spp.* 10% och *Planktothrix agardii* 5%.⁵⁷ Alla de påträffade algerna visade sig vid djurförsök vara giftiga.^{57,58} I Edssjön blommade *Microcystis aeruginosa* 25%, *Microcystis reinboldii* 10%, *Microcystis wesenbergii* 5%, *Anabena spiroides* 30%, *Anabena spiroides var. crassa* 5%, *Aphanizomenon flos-aquae* 20% och *Planktothrix agardii* 5%.⁵⁹ Alla algerna var vid djurförsök giftiga bortsett från *Microcystis reinboldii*.⁵⁹ Även 1999 förekom massiva algblomningar, som färgade vattnet i en ”pastellartad” blågrön färg.^{25,40} *Microcystis* arterna som blommade sommaren 1999 var *M.viridis* 35%, *M.haeruginosa* 25%, *M.wesenbergii* 25% och *M.reinboldii* 5%.⁴⁰ Av dessa är enbart *M.reinboldii*. inte giftproducerande.³⁹ *Microcystis spp.* innehåller gifterna microcystein samt LPS-toxin. Microcystein kan ge människan tumörer samt dödliga leverskador.³⁸ I Edssjön 1997 dominerade olika *Microcystis*arter (*M.haeruginosa* 60%, *M.reinboldii*. 25% och *M.viridis* 15%) vilka upptog 80% av algmassan.⁴¹ Alggiftet hepatoxin påvisades.⁴¹ Även mycket låga doser av toxinhalt i dricksvattnet ger upphov till skador på människans inre organ som lever, mage och tarm.³⁹ Djur som drabbas av microcystein, blir svaga,

illamående, får diarré och dör inom några timmar.³⁹ Lipopolysackarida toxiner sk LPS-toxiner ger hög feber samt diaréer.³⁸ *Microcystis aeruginosa*, som är en av de absolut mest giftiga cyanobakterierna, utgjorde 25 % av de blommande blågröna algerna i Norrviken sommaren 1999 och 60% av algerna i Edssjön sommaren 1997.^{38,40} *Microcystis spp.* är mer än dubbelt så giftigt som en huggorm och orsakade kreatursdöd vid Ringsjön i Skåne på 70-talet.³⁹ För *Microcystis spp.* är kvävetillgången, framförallt ammoniumkväve, allra viktigast då de tillhör en art av cyanobakterier som inte kan fixera kväve, dvs använda sig av kvävgas från luften.^{38,39}



Den andra blommande cyanobakteriearten i de tre sjöarna var *Anabena spp.* är en av de kvävefixerande cyanobakterierna, dvs omvandlar luftens kväve till organiskt kväve.³⁸ Cyanobakteriefamiljen innehåller gifterna anatoxin-a och anatoxin-b som ingår i gruppen neurotoxiner.^{38,40} Neurotoxiner hindrar nervcellernas funktion, främst andningen vilket är mycket snabbt dödande.³⁸ Anatoxin-a sätter sig framförallt på musklerna och orsakar ihållande muskelsammandragningar vilket är direkt dödande.³⁸ *Anabena spp.* är lika giftigt som en kobra.³⁹



Aphanizomenon spp. som tidigare har blommat i Norrviken innehåller nervgiftet anatoxin-a och saxatoxin som är klassificerat som kemiskt stridsmedel.^{38,39} Giftet från *Aphanizomenon spp.* är starkare än giftet från en kobra.³⁹ *Aphanizomenon spp.* är mycket köldtålig och förekommer ofta i sjöar november-december.³⁹

Problemet med algblomningarna är att en algart kan växla mellan att vara giftig och ofarlig. Dagens forskning har ännu inte kommit fram till varför en algart ibland blir giftig. Så enbart genom djurförsök kan en algs giftighet eller ofarlighet påvisas.

I Vallentunasjön, Norrviken och Edssjön har det alltför ofta förekommit algblomningar (se tabell 6)

Sjö	Algblomning	Omdöme
Vallentunasjön	ja	Mycket frekvent
Norrviken	ja	Mycket frekvent
Edssjön	ja	Inga sammanhängande undersökningar har utförts men algblomningar förekommer.

Tabell VI. Tabellen visar förekomsten av algblomningar i de tre studerade sjöarna.

4.1.5 Syre

När alger dör och faller ner till sjöbotten bryter mikroorganismer ner algerna med hjälp av syre varpå kväve och fosfor frigörs. Vid god syretillgång binder trevärd järnjoner (Fe^{3+}) till fosfor och bildar komplex som sedimenterar och fosfor binds in i sedimenten.⁴² Om det är mycket alger som det ofta är i kväve- och fosfor-rika vatten, tar syret snabbt slut och syrefria bottnar bildas. Under syrefria förhållanden övergår Fe^{3+} till tvåvärd järnjoner (Fe^{2+}) varpå komplexbildningen med fosfor faller sönder och bottarna läcker närsalter.⁴² Järnet binder istället till svavel som kommer från det giftiga svavelvätet mikroorganismerna bildar under syrefria förhållanden (se 3.2.2.2.3 Närsalternas kretslopp

och effekter).⁴² När syreförhållandena förbättras fortsätter ändå det inbundna järnet att vara bundet till svavel och kan inte binda till fosfor.⁴² De läckande bottnarna göder i sin tur än mer alger vilket leder till att mer syre åtgår vid nedbrytningen och de syrefria bottnarnas area ökar. Vid syrefria förhållanden upphör mikroorganismernas omvandling av nitrit, nitrat och ammonium till kvävgas.⁴³ Laxartade fiskar kräver en syrerik miljö 5-6 mg/l.^{14,42} När syrehalten sjunker 1-3 mg/l överlever enbart fiskar såsom mört, braxen, ruda och sutare.^{14,42}

Syrehalten i Vallentunasjön är i genomsnitt 9,9 ug/l vilket klassas som 1 *Syrerikt tillstånd*.^{28,29} I Norrviken är syrgashalten i genomsnitt 0 ug/l vilket klassas som 5 *Syrefritt tillstånd*.^{28,29} Syrgashalterna i Edssjön går inte att klassificera enligt Naturvårdsverkets bedömning då syrgashalten ska mätas i 3 år för att få fram jämförbara värden (se tabell 6).¹⁷

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	mg/l	9,9	<i>Syrerikt tillstånd</i>	1
Norrviken	mg/l	0	<i>Syrefritt tillstånd</i>	5
Edssjön	mg/l	*		

Tabell VII. Tabellen visar syrehalten i de tre studerade sjöarna.

*Syrgashalterna i Edssjön går inte att klassificera enligt Naturvårdsverkets bedömning då syrgashalten ska mätas i 3 år för att få fram jämförbara värden.¹⁷

4.1.6 pH

pH visar om vattnet är försurad eller inte. pH är även viktigt då det bl a bestämmer i vilken kemisk form metaller förekommer, dvs om metallerna binds ner i sedimenten eller om de finns fritt i vattenmassan.^{17,27} Desto surare den akvatiska miljön är desto mer metaller kommer att finnas löst i vattenmassan.¹⁷ Detta är framförallt viktigt då metaller, även i små mängder, är giftiga för organismer som människan. Särskilt viktigt är förekomsten av löst aluminium som under sura förhållanden kan vara giftigt.¹⁷ Vatten med pH under 6,8 räknas som svagt surt och pH under 5,6 som mycket surt.¹⁷ pH värdet var i Vallentunasjön, Norrviken respektive Edssjön var 8,2, 8,22 respektive 7,0 vilket är klass 1 *Nära neutralt*.^{17,28,29}

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	-	8,2	<i>Nära neutralt</i>	1
Norrviken	-	8,22	<i>Nära neutralt</i>	1
Edssjön	-	7,0	<i>Nära neutralt</i>	1

Tabell VIII. Tabellen visar pH i de tre studerade sjöarna.

4.1.7 Alkalinitet

Alkalinitet är ett mått på vattnets buffrande förmåga dvs hur motståndskraftigt vattnet är mot försurning. Försurning är skadligt då den sura miljön löser ut metaller som t ex bly och aluminium (se metaller 4.1.12) men även för att riktigt sur miljö fräter sönder organismer.¹⁷ Olika organismer är dock olika tåliga mot sura miljöer.

Alkaliniteten är 2,209 mekv/l i Vallentunasjön, 8,220 mekv/l i Norrviken och 2,315 mekv/l i Edssjön.^{28,29} Enligt Naturvårdsverkets bestämmelser så har alla tre sjöarna klass 1 *Mycket god buffertkapacitet*.¹⁷

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	mekv/l	2,209	<i>Mycket god bufferkapacitet</i>	1
Norrviken	mekv/l	8,220	<i>Mycket god bufferkapacitet</i>	1
Edssjön	mekv/l	2,315	<i>Mycket god bufferkapacitet</i>	1

Tabell IX. Tabellen visar alkaliniteten i de tre studerade sjöarna.

4.1.8 Omsättningstid

Omsättningstid är kvoten mellan sjövolymen och tillrinningen av vatten till sjön per år och anger hur lång tid det tar för allt vatten i en sjö att bli utbytt.¹⁴ Desto kortare omsättningstid desto tåligare är sjön för näringsbelastning.¹⁴ Omsättningstiden mellan olika sjöar varierar mycket t ex Vänerns omsättningstid är 67 år, Vätterns 58 år och Mälaren 2,7 år.¹⁴

Vallentunasjöns omsättningstid är två år vilket indikerar att den är relativt tålig för näringsbelastning.⁷ Norrvikens omsättningstid är 0,8 år vilket gör att sjön är än mer tålig för näringsbelastning än Vallentunasjön.⁷ Edssjöns omsättningstiden är enbart 0,12 år dvs 40 dagar vilket gör att Edssjön är minst känslig för näringsbelastning men också att utsläpp som sker till Edssjön rinner snabbt vidare till Mälaren.³⁵

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme
Vallentunasjön	år	2	Naturvårdsverket har ingen klassificering för omsättningstid.
Norrviken	år	0,8	
Edssjön	år	0,12	

Tabell X. Tabellen visar omsättningstiden i de tre studerade sjöarna.

4.1.9 Siktdjup

Många organismer är direkt beroende av solljuset.¹⁷ Siktdjupet är ett mått på vattnets ljusgenomsläpplighet som t ex kan användas vid uppskattning av bottenvegetationens utbredningen.¹⁷ Det fördubblade siktdjupet är ett mått på hur djupt i sjön växter och alger kan växa.¹⁷ Djupare ner i vattnet än det dubbla siktdjupet är det oftast för lite solljus för att alger och växter ska kunna existera.¹⁴ I djupare sjöar t ex Norrviken finns växter och alger enbart i den övre vattenmassan.¹⁴ I grundare sjöar som Vallentunasjön och Edssjön når solljuset ända ner till sjöbotten varpå växter och alger växer i hela vattenmassan.¹⁴ Den zon som växer och alger kan existera i är olika stor i olika sjöar. Sjöar med klart vatten har större växtzon och större siktdjup än sjöar med grumligt vatten.¹⁴ Största siktdjupet som uppmätts i Sverige är i sjön Latnajaure i Lappland där siktdjupet är 36 m.¹⁴ I grumliga sjöar kan siktdjupet vara några decimetrar.¹⁴

Siktdjupet var 0,48 m i Vallentunasjön vilket anses som klass 5 *Mycket litet siktdjup*.^{17,28,29} I Norrviken respektive Edssjön är siktdjupet 1,4 m respektive 1,75 m vilket klassas som 4 *Litet siktdjup*.^{17,28,29,32}

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	m	<i>0,48</i>	<i>Mycket litet siktdjup</i>	5
Norrviken	m	<i>1,40</i>	<i>Litet siktdjup</i>	4
Edssjön	m	<i>1,75</i>	<i>Litet siktdjup</i>	4

Tabell XI. Tabellen visar siktdjupet i de tre studerade sjöarna.

4.1.10 Färg

Vattens färg är ett mått på förekomsten av alger och humusämnen i vattnet.¹⁷ Desto mer humusämnen i vattnet desto mer metaller binds in och försvinner från vattenmassan, vilket ger mindre skada på de vattenlevande organismerna.¹⁷ Observeras bör att vattenfärgen även är ett mått på förekomsten av alger.¹⁷ Så kraftig färg på vattnet behöver inte betyda att det är nyttiga humusämnen som finns i vattnet utan det kan lika gärna vara ett mått på algblomning.¹⁷

Det finns inte tillräckligt med mätningar för att beräkna färgtalet i Vallentunasjön men i augusti 1999 var det 155 Pt mg/l vilket skulle klassas som 5 *Starkt färgat vatten*.¹⁷ I Norrviken respektive Edssjön var färgtalet 43 Pt mg/l respektive 52 Pt mg/l vilket klassas som 3 *Måttligt färgat vatten*.¹⁷

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	Pt mg/l	155*	<i>Starkt färgat vatten</i>	5
Norrviken	Pt mg/l	43	<i>Måttligt färgat vatten</i>	3
Edssjön	Pt mg/l	52	<i>Måttligt färgat vatten</i>	3

Tabell XII. Tabellen visar färgtalet i de tre studerade sjöarna.

*Det finns inte tillräckligt med mätningar för att beräkna färgtalet i Vallentunasjön men i augusti 1999 var det 155 Pt mg/l vilket skulle klassas som *Starkt färgat vatten*.

4.1.11 Metaller i fria vattenmassan

Metaller är på plats nr 7 på Naturvårdsverkets lista över "13 Svenska miljöhot".³⁷ I mycket små doser kan metaller fungera som nödvändiga näringsämnen.²⁷ Oftast ger de en giftverkan på organismer t ex så har koppargruvan på Parys Mountain, Anglesey, North Wales (som i början av århundradet var världens största gruva) inte blivit bevuxen av någon nämnvärd vegetation trots att gruvan varit nedlagd i över 100 år.²⁷

Till de giftigare metallerna hör tungmetallerna. Tungmetaller är metaller med hög densitet 5 g/cm³ som arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink.^{27,44} Det bör nämnas att alla giftiga metaller inte är tungmetaller t ex aluminium har en densitet på 1,5 g/cm³.²⁶

Metaller bryts aldrig ner och de "stannar" en mycket lång tid på den plats de släpps ut.²⁶ Metallernas mycket begränsade rörlighet i jord och sediment beror på lerinnehåll, halten av organiskt material samt pH.²⁶ Metallerna "vandrar" sällan från mark eller sediment till vatten. Metallerna kan dock lösas ut från mark och sediment till vatten vid lågt pH eller på bottenlevande fauna rör upp sedimentet som då läcker metaller. Den bottenlevande faunan kan absorbera metaller genom huden. Dessa bottenlevande organismer blir uppätta av fiskar som ansamlar metall då deras föda består av flera bottenlevande organismer. Senare kanske en människa går ner till sjön och fiskar och får upp en gädda. Gäddan har förutom bottenlevande organismer även ätit andra fiskar som redan ansamlat metall. När människan har ätit upp sin nyfångade fisk så får personen en större dos av metall i sig. Metallansamling hos människan leder till ett nedsatt hälsotillstånd.²⁶ Förutom genom födan så upptar organismer (allt levande) metaller genom den yttre eller inre kroppsytan t. ex. huden, gälarna etc.²⁶

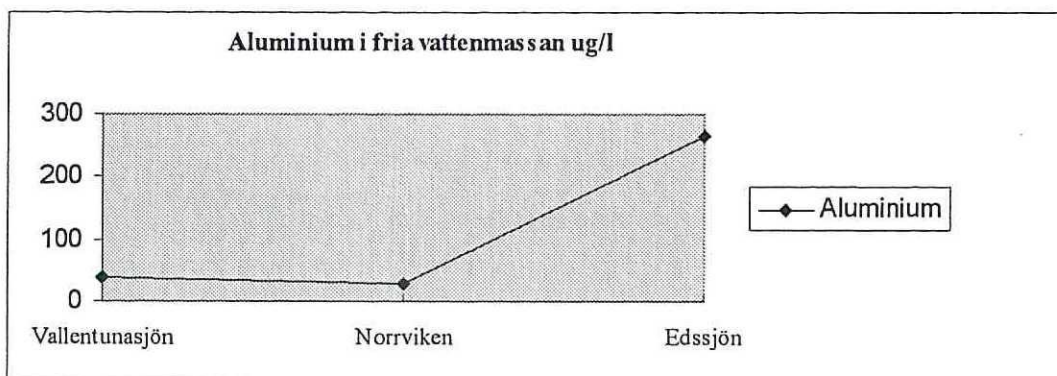
4.1.11.1 Aluminium (Al)

När aluminium finns fritt i vattenmassan täpper aluminiumjonerna till alla biologiska membran såsom fiskgälar och hudporer vilket gör att organismerna sakta kvävs.²⁶ Aluminium blir mer lättillgängligt för organismer och därmed giftigt, desto lägre pH är.^{17,26} I sura sjöar (sjöar med lågt pH) är aluminium den största anledningen till att fisken dör.²⁶ Indikationer visar på att aluminium kan ansamlas i hjärnan hos människor och ge upphov till Alzheimer men det är ännu inte bevisat.²⁶

I Vallentunasjön, Norrviken respektive Edssjön har halter av aluminium uppmätts till 37,2, 30 respektive 265 ug/l. Naturvårdsverket har ingen klassificering av aluminiumhalter men anser att toxiska aluminiumhalter ligger på 25-75 ug/l.^{17,45} Detta innebär att alla de tre sjöarna har toxiska halter av aluminium.

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	37,2	Naturvårdsverket har ingen klassificering av aluminiumhalterna i vattenmassan. ¹² I opåverkade sjöar är aluminiumhalten 0 ug/l. ⁵ Toxiska aluminiumhalter ligger på 25-75ug/l. ⁴⁹	
Norrviken	ug/l	30		
Edssjön ug/l		265		

Tabell XIII. Tabellen visar aluminiumhalten i de tre sjöarna



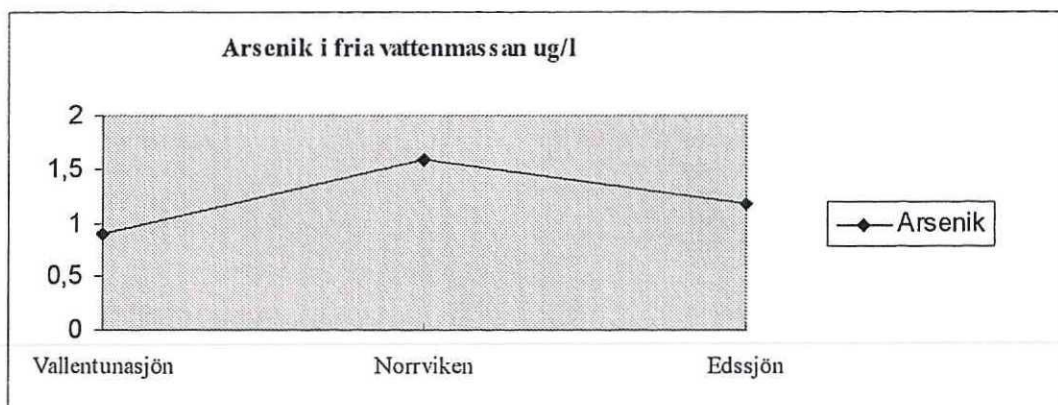
4.1.11.2 Arsenik (As)

Arsenik är en giftig så kallad halvmetall som existerar i både metallisk- och icke metallisk form.⁴⁴ Arsenik ger upphov till förändringar i människans arvs massa, hudcancer, hudirritation och möjligtvis även lungcancer, nervskador samt missbildningar hos djur.⁴²

I Vallentunasjön, Norrviken respektive Edssjön har halter av arsenik uppmätts till 0,90, 1,58 respektive 1,18 ug/l vilket klassas som 2 *Låga halter*.¹⁷ Intressant att notera är att arsenikhalten är högre i Norrviken jämfört med Vallentunasjön för att sedan bli lägre i Edssjön.

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	0,90	Låga halter	2
Norrviken	ug/l	1,58	Låga halter	2
Edssjön	ug/l	1,18	Låga halter	2

Tabell XIV. Tabellen visar arsenikhalten i de tre studerade sjöarna.



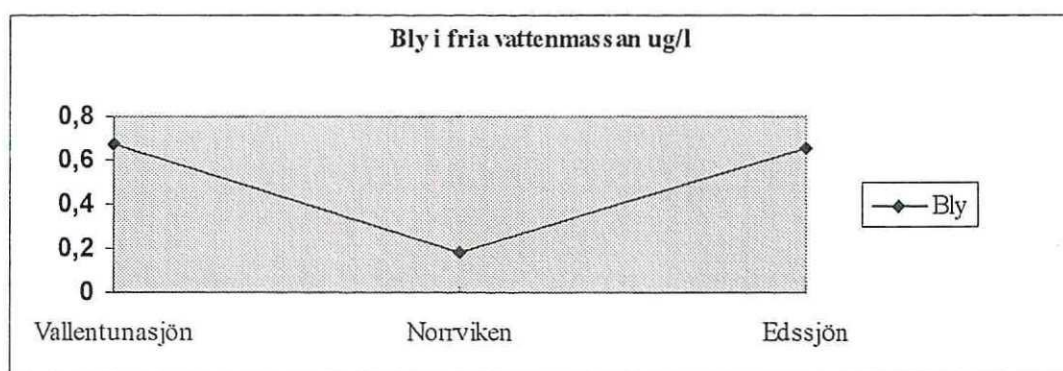
4.1.11.3 Bly (Pb)

Bly är väldigt giftigt t ex så dör 2-3% av all sjöfågel och 5% av alla örnar i USA av blyförgiftning.²⁶ I dagens läge pågår diskussioner om bly kan ge upphov till mentala och motoriska störningar hos barn.⁴²

Blyhalterna i Vallentunasjön respektive Edssjön har uppmätts till 0,675 respektive 0,656 ug/l vilket klassas som 2 *Låga halter*.^{17,46} I Norrviken har blyhalten uppmätts till 0,18 ug/l detta klassas som 1 *Mycket låga halter*.^{17,28} Intressant att notera är att Norrviken har lägst blyhalt av de tre sjöarna däremot så är Norrvikens sediment belastat med bly.⁴⁷

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	0,675	Låga halter	2
Norrviken	ug/l	0,18	Mycket låga halter	1
Edssjön	ug/l	0,656	Låga halter	2

Tabell XV. Tabellen visar blyhalten i de tre studerade sjöarna.



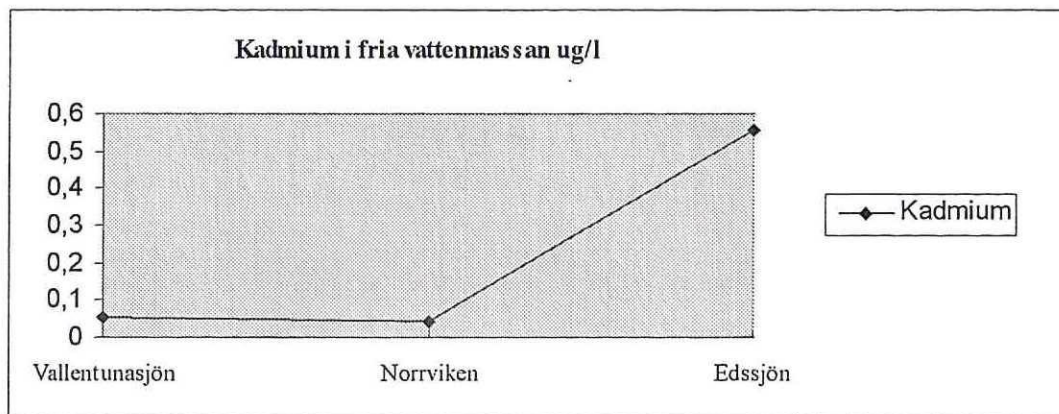
4.1.11.4 Kadmium (Cd)

Kadmium är bl a en biprodukt i handelsgödsel.⁴⁸ Människan tar effektivt upp kadmium från vatten, föda och luft.⁴² Kadmium ansamlas i lever och njurar hos människor och andra däggdjur vilket leder till att njurarna bryts ner men även lungorna och benstommen påverkas.^{26,42} Ett mycket känt fall av kadmiumförgiftning skedde i Japan den sk itai-itai sjukan som gav svåra smärtor från skelettet samt benskörhet.⁴² Över hundra kvinnor avled.⁴² Metallen är giftigt för flertalet djur framförallt för att kadmiumjonen Cd^{2+} kan ändra formen på proteiner som t ex DNA (människors och djurs arvs massa) men upptag av kadmium kan även leda till näringsbrist hos diverse organismer.²⁶ Kadmium ansamlas i människan under lång tid fram till 50-årsåldern då halten tenderar att minska.⁴²

Kadmiumhalten i Vallentunasjön respektive Norrviken har uppmätts till 0,053 respektive 0,044 ug/l vilket klassas som *2 Låga halter*.^{17,28,46} Kadmiumhalten i Edssjön har uppmätts till 0,557 ug/l vilket klassas som *4 Höga halter*.^{17,46} Intressant att notera är att kadmiumhalten i Edssjön är mer än 10 ggr högre än i de två andra sjöarna.

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	0,053	<i>Låga halter</i>	2
Norrviken	ug/l	0,044	<i>Låga halter</i>	2
Edssjön	ug/l	0,557	<i>Höga halter</i>	4

Tabell XVI. Tabellen visar kadmiumhalten i de tre studerade sjöarna.



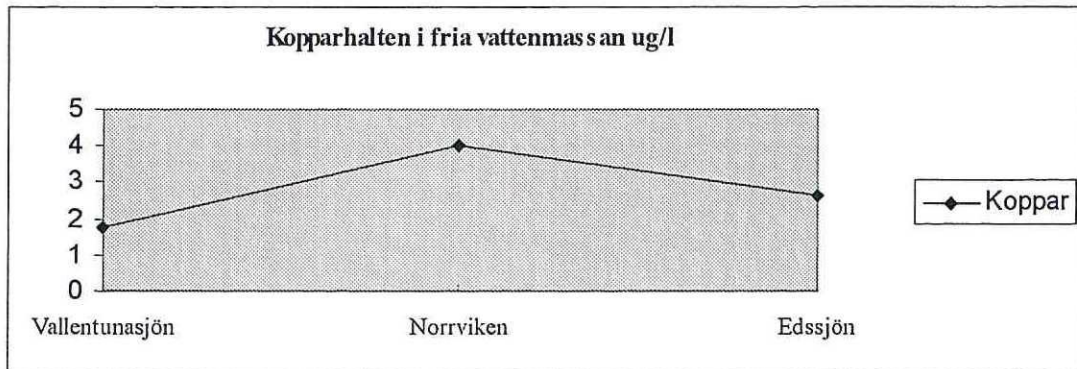
4.1.11.5 Koppar (Cu)

Koppar existerar som rent koppar (Cu) men även som två-(Cu^{2+}) eller trevärdade joner(Cu^{3+}).⁴⁹ De tvåvärdade kopparjonerna bildar organiska komplex som dominerar i sötvatten och oorganiska komplex som dominerar i saltvatten.⁴⁹ De för organismer mest lättupptagliga formerna är hydratiserad katjon Cu^{2+} , kopparmonohydroxid CuOH och små hydrofoba organiska föreningar som kan passera igenom organiska membran t ex hud och ansamlas.⁴⁹

Kopparhalten i Vallentunasjön respektive Edssjön har uppmätts till 1,74 respektive 2,62 ug/l vilket klassas som *2 Låga halter*.^{17,46} I Norrviken så är kopparhalten uppmätt till 4 mikrogram/l.³⁰ Detta klassas som *3 Måttligt höga halter*.¹⁷ Anledningen till att Norrviken har högst kopparhalter är troligtvis beroende på de 45 ton kopparsulfat som dumpades i sjön 1942-1962 för att bli av med de ständigt pågående algblomningarna.

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	1,74	Låga halter	2
Norrviken	ug/l	4	Måttligt höga halter	3
Edssjön	ug/l	2,62	Låga halter	2

Tabell XVII. Tabellen visar kopparhalten i de tre studerade sjöarna.



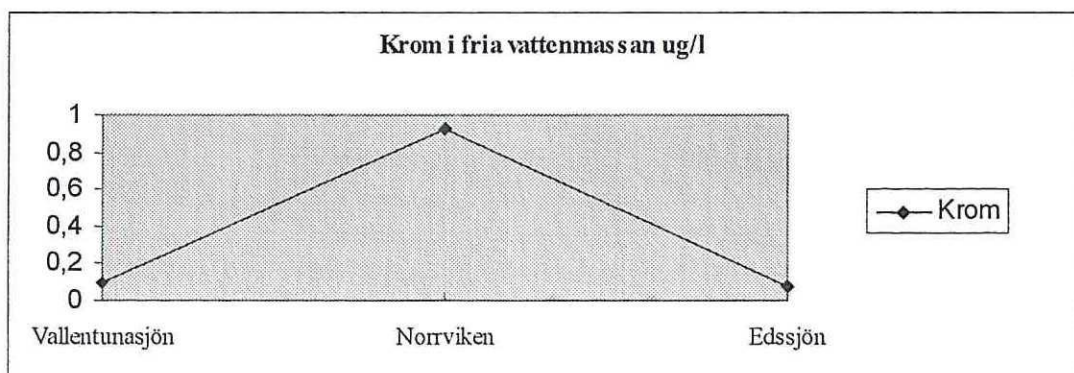
4.1.11.6 Krom (Cr)

Krom förändrar människans genetiska arvs massa samt ger upphov till lungcancer, allergier och hudskador.⁴²

Kromhalterna i Vallentunasjön respektive Edssjön har uppmätts till 0,10 respektive 0,08 ug/l vilket klassas som 1 *Mycket låga halter*.^{17,46} I Norrviken så är kromhalten uppmätt till 0,92 ug/l vilket klassas som 2 *Låga halter*.^{17,28} Intressant att notera är att Norrviken har högst kromhalter.

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	0,10	Mycket låga halter	1
Norrviken	ug/l	0,92	Låga halter	2
Edssjön	ug/l	0,08	Mycket låga halter	1

Tabell XVIII. Tabellen visar kromhalten i de tre studerade sjöarna.



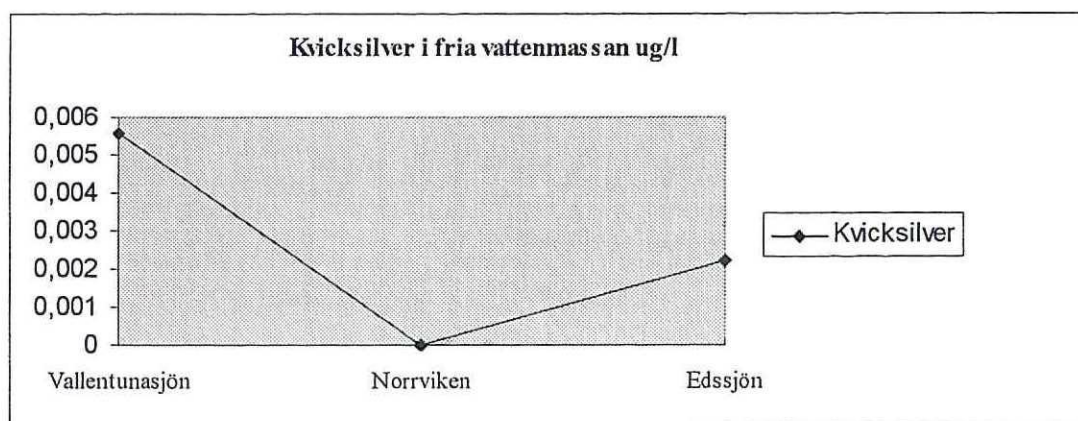
4.1.11.7 Kvicksilver (Hg)

Kvicksilver är giftigt för flertalet djur framförallt för att kvicksilverjonen Hg^{2+} kan ändra formen på proteiner som t ex DNA människans genetiska arvs massa.²⁶ Kvicksilver kan även upptas av hjärnan där höga halter kan orsaka Minamatasjukan vilken ger tunnelseende, balansrubbingar, svårighet att läsa och lära in.⁴² Sjukdomen upptäcktes i 1950-talets Japan i Minamata då över 100 människor dog.⁴²

I Vallentuna sjön, Norrviken och Edssjön finns ytterst låga halter av kvicksilver 0,0056, 0 respektive 0,0022 ug/l.³⁰ Naturvårdsverket har ingen klassificering för kvicksilver i fria vattenmassan.¹⁷ Det beror på att kvicksilver snabbt binds till det organiska materialet i en sjö, t.ex. fisken.^{45,50} Därför mäts kvicksilverhalter i mg Hg/kg gäddmuskulatur. I en opåverkad sjö är kvicksilverhalten 0 ug/l.¹

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	0,0056	Naturvårdsverket har ingen klassificering för kvicksilver i fria vattenmassan. ¹⁷ Det beror på att kvicksilver snabbt binds till det organiska materialet i en sjö t ex fisken. ⁴⁵ Därför mäts kvicksilverhalter i mg Hg/kg gäddmuskulatur. ⁴⁵ I en opåverkad sjö är kvicksilverhalten 0 ug/l. ¹	
Norrviken	ug/l	<0		
Edssjön	ug/l	<0,0022		

Tabell XIX. Tabellen visar kvicksilverhalten i de tre studerade sjöarna.



Kvicksilverhalten i gädda i Vallentuna sjön var 0,214-0,287 mg/kg våtvikt muskulatur vilket bedöms som 2 Låga halter.⁵⁰ I Norrviken är kvicksilverhalten mätt i flera gäddor men enbart 1 gädda motsvarade Naturvårdsverkets krav och vägde 1 kg. Det är denna gäddas kvicksilverhalt, som är 0,264 mg/kg vilket bedöms som 2 Låga halter, som har använts som jämförelsevärde mot Naturvårdsverkets tabeller. De andra gäddorna från Norrviken vägde 800-1500 g med en snittvikt på 1140 g halterna varierade mellan 0,094-0,267 mg/kg gäddmuskulatur med ett snitt på 0,196 mg/kg gäddmuskulatur. I Edssjön har inga mätningar utförts.

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	mg/kg	0,214-0,287	<i>Låga halter</i>	2
Norrviken	mg/kg	0,264*	<i>Låga halter</i>	2
Edssjön	mg/kg	Inga mätningar har utförts på gäddorna i Edssjön		

Tabell XX. Tabellen visar kvicksilverhalten i gädda i Vallentunasjön och Norrviken. I Norrviken är kvicksilverhalten mätt i flera gäddor men enbart 1 gädda vägde 1 kg det är denna gäddas kvicksilverhalt som är 0,264 mg/kg vilken har använts som jämförvärde mot Naturvårdsverkets tabeller. De andra gäddorna tagna i Norrviken vägde 800-1500 g med en snittvikt på 1140 g halterna varierade mellan 0,094-0,267 mg/kg gäddmuskulatur med ett snitt på 0,196 mg/kg gäddmuskulatur. I Edssjön har inga mätningar utförts.

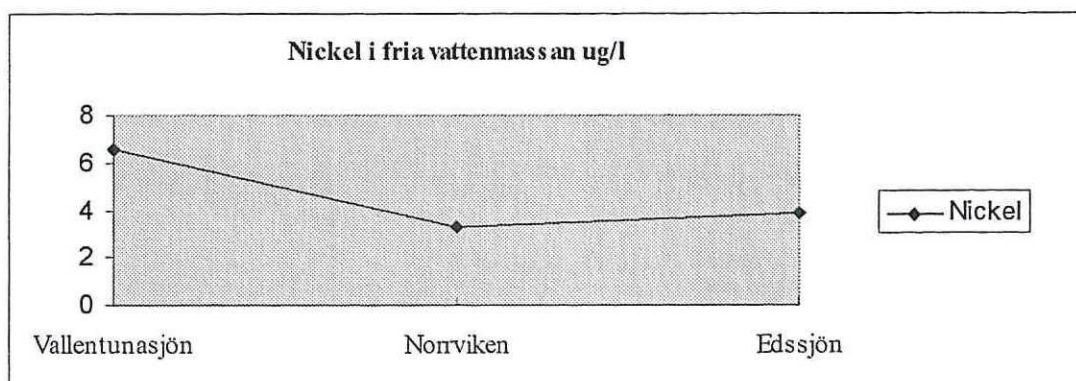
4.1.11.8 Nickel (Ni)

Nickel ger förändringar på människans genetiska arvs massa, lungskador bl a cancer och hudallergier.⁴²

Halterna av nickel i Vallentunasjön, Norrviken respektive Edssjön har uppmätts till 6,61, 3,31 respektive 3,89 ug/l vilket klassas som 2 *Låga halter*.^{17,28,46} Noteras bör att nickelhalten är högst i Vallentunasjön.

Sjö	Enhet	Mängd	Omdöme	Klass
Vallentunasjön	ug/l	6,61	<i>Låga halter</i>	2
Norrviken	ug/l	3,31	<i>Låga halter</i>	2
Edssjön	ug/l	3,89	<i>Låga halter</i>	2

Tabell XXI. Tabellen visar nickelhalten i de tre studerade sjöarna.



4.1.12 Sedimentprover

Sedimentprover visar på om botten är syrefri eller ej, förekomst av metaller och olja samt vilken närsaltsbelastning som råder.³⁴ När bottenfauna bryter ner växtdelar och övriga nedfallande partiklar får sedimentet en jämn gråbrun färg.³⁴ Är botten syrefri kan ingen bottenfauna leva där och proverna får svarta ränder.³⁴ Det beror på att ingen bottenfauna har rört runt i sedimenten och brutit ner växtdelar samt att järn binder till svavelväte i syrefria miljöer vilket ger den svarta färgen.³⁴

Innehåller sedimentproverna mycket humusämnen (delvis nedbrutna växtdelar) binder metallerna, som tillkommer vattnet, ner i sjöbotten.³⁴ Om det finns lite humusämnen förekommer en större halt av metaller fritt i vattenmassan som då ställer till större skada i det akvatiska systemet.^{17,34}

Analysen bygger på ytsediment 0-2 cm vilket visar vad som hänt nyligen samt djupare liggande sediment 30-40 cm som visar vad som skett i vatten miljön för ca 30 - 100 år sedan.⁴⁷

Det är viktigt att veta vad som hänt under de senaste hundra åren om en åtgärd för att rena sjöarna och vattendragen t ex är muddring. För såsom i Norrvikens fall, som har enorma mängder koppar bundet i det djupare liggande sedimentet, skulle vatten miljön försämrats av muddringen. Flertalet metalljoner skulle frigöras och komma ut i den fria vattenmassan. Då en större mängd koppar plötsligt skulle tillföras vattenmassan skulle troligtvis fisk, bottenfauna, högre växter samt alger ta mycket stor skada.

Norrvikens bottensediment är analyserat av Yoldia Naturundersökningar som har bedömt sediment kvalitén efter Naturvårdsverkets bedömnings kriterier. I Vallentunasjön är sedimentprover tagna men inte med avseende på tungmetall-, kväve- eller fosforhalter. Inga sedimentprover är tagna i Edssjön. Det rekommenderas att sedimentproppar tas i de båda vattendragen. Då sedimentproppar ger information som är viktig vid restaurering av sjöar. En upprörning av sedimenten vid t ex muddring, skapandet av meandrande diken etc. kan ge en miljöförstöring istället för miljöförbättring beroende på tungmetallhalt, oljeförekomst samt sedimentets närsaltsinnehåll.

4.1.12.1 Koppar (Cu)

Norrvikens sediment är *Mycket hårt belastat* av koppar framförallt på 30-40 cm djup.⁴⁷ Även ytsedimenten 1-2 cm är belastade med *Höga nivåer* vilket talar för att det sker en kontinuerlig tillförsel av koppar till systemet.⁴⁷

4.1.12.2 Zink

Halten av zink är *Hög* i Norrvikens ytsediment, vid mynningen av Fjätursbäcken, vilket pekar på att en kontinuerlig tillförsel av zink sker till Norrviken.⁴⁷ Sedimentprover i Fjäturen visar inte på någon förekomst av metaller överhuvudtaget det gör däremot Fjätursbäcken som uppvisar höga halter av zink.⁴⁷ Zinkläckaget kommer alltså från Fjätursbäcken och då troligen från den gamla bilskroten som idag är nedlagd.²⁵

4.1.12.3 Olja, fett och lösningsmedel sk TEX

TEX är ett samlingsnamn för olja, fett och lösningsmedel. Norrviken anses vara *Mycket hårt belastat* av TEX.⁴⁷ TEX halten är högst i de djupare liggande sedimenten.⁴⁷ Den höga TEX halten lär häröra från direkta oljeutsläpp dock är det svårt att säga om de fortgår i dagens läge.⁴⁷

4.1.12.4 Mineraloljor

Norrvikens sediment är *Mycket hårt belastat* av mineraloljor.⁴⁷ Ytsedimentet innehåller höga halter vilket tyder på att det sker en kontinuerlig tillförsel till sjön.⁴⁷

4.1.12.5 Kväve

Bottensedimenten är belastade med kväve.⁴⁷ Detta kan innebära att sedimenten kommer att läcka kväve när vattenmassan renas på kväve.⁴⁷

4.1.12.6 Övrigt

Förutom ovanstående är Norrvikens sediment även belastat med krom, nickel och bly.⁴⁷

4.2 RANGORDNADE MILJÖPROBLEM

4.2.1 Vallentunasjön

4.2.1.1 Fosfor

Fosfor är det största problemet även fast sjön är kvävebegränsad då flertalet av de algarter som orsakar algbloomingarna kan fixera kväve och därmed enbart är beroende av fosfor i sjön. Vidare är det svårt att framställa dricksvatten utan smak och lukt när vattnet innehåller över 40 µg fosfor/l vilket vattnet i Vallentunasjön gör. Totalfosforhalten i vattenmassan är extremt hög i Vallentunasjön och under sommaren sker ett stort fosforläckage från sjöbotten.³ Den höga totalfosforhalten leder till ständigt återkommande algbloomingar framförallt av algen *Microcystis spp.*. Dessa alger sedimenterar eller övervintrar.³ Tidigare försök har gjorts med koppar för att döda de blågröna algerna med resultatet att enbart en annan blågrön alg *Aphanizomenon spp.* dominerat istället.²² För att få bort de blågröna algbloomingarna krävs det att fosforhalten i vattnet minskas. Tidigare har fosfor fällts ut med aluminium både i sjöar och i kommunala dricksvattenreningsverk. Då nya upptäckter har visat att både koppar och aluminium är giftigt (se ovan 4.1.12 Metaller) är det ett bruk som borde frångås.

4.2.1.2 Kväve

I Vallentunasjön är kvävehalten mycket hög. Kvävet förs ständigt upp från botten och göder algerna och de högre växterna. Minskas kvävehalten skulle även algbloomingarnas omfattning minska och dricksvattenkvaliteten i Mälaren skulle förbättras. Detta trots att sjön bedöms ha ett måttligt kväveunderskott. Då denna sjö har längst omsättningstid så blir den mest utsatt för påverkan av de höga närsaltshalterna som finns i vattendragen.

4.2.1.3 Aluminium

Enligt Naturvårdsverket är aluminiumhalterna i vattenmassan giftiga. Eventuellt utsläpp av aluminium bör spåras och åtgärdas då det ger skador på fisk. I vattendragen finns de sällsynta arterna Asp (*Aspius aspius*) och Nissöga (*Cobitis taenia*). Aluminium lär också kunna ge upphov till kraftiga skador hos människan (se Vallentunasjön 3.3.2).

4.2.1.4 Övriga metaller

Bortsett från aluminium så är de övriga undersökta metallerna inte något problem. Arsenik, bly, kadmium, koppar och nickel förekommer alla i låga halter vilket skulle kunna förbättras till värden som visar mycket låga halter men metallhalterna utgör inget större problem

4.2.2 Norrviken

4.2.2.1 Fosfor

Det största problemet i Norrviken är den extremt höga halten av totalfosfor i vattenmassan. Den extremt höga fosforhalten leder till de senaste hundra årens massiva algbloomingar samt att sjön växer igen i mycket snabb takt. Fosfor är det största problemet även fast sjön är kvävebegränsad då flertalet av de algarter som orsakar algbloomingarna kan fixera kväve och därmed enbart är beroende av fosfor i sjön. Vidare är det svårt att framställa

dricksvatten utan smak och lukt när vattnet innehåller över 40 µg fosfor/l vilket vattnet i Norrviken gör. Vanligtvis så binder fosfor ner till sjöbotten men Norrviken är så hårt belastat av fosfor att den motsatta processen sker. Norrvikens botten är m a o övermättad med fosfor och läcker fosfor till den fria vattenmassan.⁵ Detta innebär att eventuella åtgärder kommer att ta tid innan de får genomslagskraft för även om fosfor tillförseln till sjön minskar så kommer sjöbotten att läcka fosfor en lång tid framöver.

4.2.2.2 Kväve

Sjön är kvävebegränsad dvs övriga alger och växter kommer att tillväxa rejält om mer kväve tillförs sjön men de skulle inte tillväxa om mer fosfor tillförs sjön. Kvävet bidrar i nästan lika hög grad som fosfor till de massiva algbloomingarna. Totalkväve finns i *Höga halter* i Norrviken. Även om det inte utgör ett lika stort problem som totalfosfor så är det definitivt ett problem som bör åtgärdas. Norrvikens sjöbotten innehåller även den stora mängden kväve vilket leder till att botten troligtvis kommer att läcka kväve om åtgärder utförs för att minska kvävehalten i vattenmassan.

4.2.2.3 Syre

Syretillgången i sjön är oerhört dålig.¹⁷ Enligt Naturvårdsverket klassas sjön som syrefri.¹² Detta är ett stort problem men om kväve och fosfor mängderna minskas så kommer syrehalten i sjön att stiga. Det beror på att om närsaltshalterna minskas så kommer växtmaterialet i sjön att minska och mindre syre kommer att åtgå vid nedbrytandet av växtmaterial. En förbättrad syrehalt skulle göra att de mer ädlare fiskarna trivs bättre.

4.2.2.4 Koppar

Norrvikens sediment är belastat av mycket höga kopparhalter både i ytsediment och i djupare liggande sediment. Den fria vattenmassan är belastad med måttligt höga halter. Den största mängden koppar bör ha tillkommit 1942-62 då 45 ton kopparsulfat tillfördes sjön för att förhindra de blågröna algbloomingarna som då pågick i över 100 år. Då kopparhalten är hög i ytsedimentet och i den fria vattenmassan tyder det på ett kontinuerligt koppartillflöde från idag okänd källa till sjön som borde stoppas. Vare sig Fjäturen eller Fjätursbäckens sediment innehöll några nämnvärda halter av koppar, så det tillflödet kan uteslutas.

4.2.2.5 Olja, fett och lösningsmedel sk TEX

TEX är samlingsnamn för olja, fett och lösningsmedel. Norrvikens sediment är mycket hårt belastat med TEX framförallt i djupare liggande sediment. Det går inte att säga om TEX utsläpp pågår idag. Information till och kontroll av bensinstationer och liknande verksamhet borde utföras. Då en trolig källa för de höga TEX halterna är dagvattnet. Det behöver inte enbart vara bensinstationer inom avrinningsområdet som bidrar till de höga TEX halterna. Utan även parkeringsplatser och ansamlingar av busstationer, så som de vid Sollentuna och Upplands Väsby station, bidrar troligtvis till de höga TEX-halterna. Dagvattnet för med sig olja och bensin från dessa platser ut i sjösystemet då dagvattnet i dag rinner orenat ut i sjöarna.

4.2.2.6 Mineraloljor

Sedimentet är kraftigt belastat med mineraloljor och allt tyder på en kontinuerlig tillförsel till sjön. Utsläppet bör spåras och åtgärdas.

4.2.2.7 Övriga metaller

Sedimentet är belastat med krom, nickel och bly. Vilket bör finnas i åtanke vid eventuella planer på muddring.

4.2.3 Edssjön

4.2.3.1 Kväve

Edssjön är kraftigt belastat med kväve. Edssjön är i och för sig inte särskilt känslig för detta då omsättningstiden enbart är 40 dagar. Dock leder den höga kvävehalten till algblomningar och vattnet från Edssjön rinner snabbt ut i Mälaren där vi tar vårt dricksvatten.

4.2.3.2 Fosfor

Fosforhalten i Edssjön är extremt hög. Fosfor är den största bidragande faktorn till de ständigt återkommande algblomningarna. Om fosforhalten minskas i Vallentunasjön och Norrviken kommer fosforhalten minska betydligt i Edssjön.

4.2.3.3 Aluminium

Aluminiumhalterna i Edssjön är skyhöga. Aluminiumhalten är 265 ug/l. Toxiska halter anses av Naturvårdsverket vara 25-75 ug/l. Aluminiumtillflödet bör absolut undersökas och stoppas.

4.2.3.4 Kadmium

Kadmiumhalterna i Edssjön är höga, betydligt högre än i Vallentunasjön och Norrviken. En trolig källa till de höga kadmiumhalterna är dagvattnet och jordbruket då handelsgödsel innehåller kadmium.

4.3 ÅTGÄRDER

4.3.1 Dagvattenbrunnar

Dagvattenbrunnarna inom avrinningsområdet borde märkas med texter liknande ”Rinner orenat ut i Norrviken”. Detta för att göra de boende och verksamma inom området uppmärksamma på att dagvatten inte renas. Detta leder förhoppningsvis till att de bedriver en mer ekologisk livsföring som t ex att de slutar tvätta sina bilar på gatan utanför sina hus. Utan istället åker till en biltvätt där möjligheterna att ta hand om det bildade avloppsvattnet på ett ekologiskt sätt är betydligt större.

4.3.2 Information

Verksamma inom avrinningsområdet bör få ordentlig, gedigen och lättläst information om hur deras verksamhet kan anpassas till en mer ekologisk verksamhet. Framförallt gäller detta ägare till industrier och stuterier, jordbrukare, golfbaneägare och koloniträdgårdsodlare. Information bör även utgå till de boende i området. En stor del av miljöskadliga handlingar som utförs av privatpersoner beror till stor del på okunskap.

Ordentlig, gedigen och lättläst information torde förändra allmänhetens agerande mot en mer miljövänlig livsstil.

4.3.3 Jordbruk

För att miljöförstöringar ska hindras bör de stoppas vid källan.⁵⁰ Jordbruket läcker mellan 4-50 kg kväve/år med minst läckage norrut i Sverige.⁵⁰ Flertalet åtgärder finns som förhindrar läckaget t ex förbättring av stallgödselhanteringen, behovsanpassad gödsling och ökad användning av "vintergrön mark".⁵⁰ Gödslingen bör helst anpassas efter varje fält och de markförhållanden som råder där.⁵⁰ Då olika marktyper har helt olika förutsättningar för den interna näringsleveransen.⁵⁰ Även om gödslingen sker på rätt sätt kan läckaget av näringsämnen bli stort.⁵⁰ Främst beror detta på att de kväve och fosforrika skörderesterna som blir kvar, bryts ner samma höst och vinter.⁵⁰ Läckaget kan undvikas vid bruk av "vintergrön mark".⁵⁰ Vintergrön mark innebär att marken är täckt av gröda året om. Grödan tar upp kväve och fosfor som annars skulle läcka ut från skörderesterna till vattendragen om jorden låg bar under senhöst och vinter.⁵⁰ Naturvårdsverkets undersökning har visat att bruket av vårinsådda "fångstgrödor" såsom rajgräs insådd i spannmål är 5 ggr effektivare än traditionella höstgrödor som höstvetete och råg.⁵⁰ Om jordbrukarna inte brukar jorden under hösten eller minimerar bearbetningen minskar läckaget ytterligare.⁵⁰ Även ökandet av andelen våspridd stallgödsel samt införandet av kantzoner anser Naturvårdsverket är viktiga åtgärder för att minska läckaget av närsalter till vatten miljön.⁵⁰ Studier har visat att ekologiska jordbruk läcker lika mycket kväve (ofta baljväxtfixerat) som konventionella jordbruk.⁵⁰

4.3.4 Kantzoner

Användandet av kantzoner innebär att jordbrukarna lämnar en kantzon, ett stycke mark 5-20 m brett som inte brukas, mellan åker och vattendrag.⁵⁰ Metoden tar hand om yteroderat jordmaterial och fosfor men kvävet i vattnet förblir opåverkat.⁵⁰ Då fosforhalterna är extremhög (klass 5) medan kvävehalterna är måttligt höga och höga (klass 3-4) i de tre sjöarna är metoden värd att ha i åtanke.

4.3.5 Lamelloljeavskiljare

Lamelloljeavskiljare består av ett stort antal lameller som ger stor yta.⁵¹ Flödet blir så långsamt att mindre partiklar sedimenterar medan oljan stannar kvar på ytan.⁵¹ Dessa avskiljare tar bort en femtedel av dagvattens olja och partiklar.⁵¹ Dagvatten är regnvatten som avrinner från hårdgjorda ytor, som hus och gator. Ytorna är ofta förorenade med gifter från luftföroreningar, biltrafik och annat. Giftiga substanser följer sedan med dagvattnet till emottagande vattendrag. Då dagvatten tillförs avrinningsområdet och dagvatten innehåller mycket stora halter av tungmetaller och andra gifter borde lamelloljeavskiljarna placeras i avrinningsområdet. Med tanke på den stora halten av gifter som dagvatten innehåller så borde dagvatten egentligen skickas till separata reningsverk som även kunde rena industriellt avloppsvatten. Avloppsvattnet från hushållen borde renas för sig. Tyvärr sker inte detta i dagsläget men förhoppningen är att det så kommer att vara i framtiden.

4.3.6 Luftning av hypolimnion

Metoden går ut på att försöka höja syrgashalten vid sjöbotten genom att pumpa ner syre eller syrgasrikt vatten som ytvatten ner till sjöbotten. Den ökade syresättningen förhindrar sjöbotten från att läcka närsalter. Vid god syretillgång fungerar sedimenten som en närsaltsfälla då järn binder till fosfor och bildar komplex som sedimenterar (faller till botten).⁴² Mikroorganismernas ständiga tillgång till syre gör att allt växtmaterial bryts ner och inget giftigt svavelväte bildas. Vid syrerik nedbrytning binder även betydligt mer närsalter ner i sedimenten. Vid minskad närsaltstillgång har inte cyanobakterierna (blågröna algerna) samma möjligheter att blomma varpå risken för att algerna ska vara giftiga minskar. Fiskarna får fler boendemiljöer då det kommer att råda god syretillgång över hela sjöbotten vilket gynnar Asp och Nissöga. Risken för massdöd bland fisken och därmed minskat födointag för våra sällsynta fåglar minskar. I Vallentunasjön har direkta effekter som förbättrad vattenkvalité och ökad bottenfauna kunnat skönjas sedan ett värmeverk placerades i sjön. Detta beror på att värmeverket pumpar ner syrerikt ytvatten till sjöbotten. Även andelen av den ibland giftiga cyanobakterien *Microcystis spp.* har minskat sen värmeverket placerades i Vallentunasjön.¹⁶ Rekommendationen är inte att placera ett värmeverk i alla sjöarna utan att enbart använda sig av den komponent som luftar bottenvattnet.

4.3.7 Meandrande diken

Meandrande diken innebär att diken har ett slingrande förlopp. Den slingrande formen gör att vattnets hastighet mattas av och att vattnet pressas mot dikeskanterna varpå växtrötter såsom de tillhörande t ex ciggarvass/kaveldun *Typhaceae spp.* har betydligt lättare att ta upp kväve och fosfor. När ciggarvassen har tagit upp fosfor och kväve är inte närsalterna längre något problem för vatten miljön. På ciggarvassens rötter finns denitrifierande bakterier som omvandlar det kvävet i vattnet till kvävgas som då avgår från vattnet. Då den höga närsaltshalten är det stora problemet för vattenmiljön borde meandrande diken skapas där diken idag är uträdade samt speciellt närsaltsupptagande växter såsom ciggarvass planteras för att få en bättre vattenmiljö. Detta anses dock av Naturvårdsverket vara mindre kostnadseffektivt då vattnets uppehållstid förlängs enbart marginellt och under vintern är det problem med bristande mängd växtmaterial som kan ta upp näringsämnen.⁵⁰ Däremot är de högre växterna som t ex vass boplatser för djurplankton. Djurplankton äter de mycket små algerna som ger upphov till algbloomingar. När djurplankton äter upp de små algerna faller de inte ner till sjöbotten där de kan ge upphov till syrebrist. Djurplankton fungerar sedan som föda åt fiskarna. Användandet av vass i meandrande diken ger m a o upphov till 3 olika sätt att bli av med närsalter.

4.3.8 Våtmarker

I begreppet våtmarker ingår bl a dammar, översilningsängar, strandvåtmarker och sumpskogar.⁵⁰ Vid anläggandet av en våtmark i slättlandskap ökar florans och faunas förutom att kvävet renas, då de flesta vattenmiljöer där tidigare förstörts genom utdikning.⁵⁰ Anläggandet av en våtmark anses lika kostnadseffektivt som användandet av "vintergrön mark" inom jordbruket eller kvävereningen i reningsverk.⁵⁰ I våtmarkerna fastnar större delen av dagvattnets föroreningar.⁴⁸ Våtmarker kan ta emot dagvatten för

rening under en längre tid 10-20 år utan att de skadliga ämnenas halter i dagvattnet blir skadliga.⁴⁸ Därefter måste våtmarkernas sediment tas om hand för efterbehandling.⁴⁸

Processer som sker i en våtmark

I en våtmark sker denitrifikation samt fastläggning av kväve i sedimenten.⁵⁰

Denitrifikationen sker genom att bakterier omvandlar kväve i vattnet till kvävgas som då försvinner ur vattnet.⁵⁰ Som energikälla kräver bakterierna lättomsättbart kol.⁵⁰ Hög temperatur gynnar denitrifikationen och därför fungerar våtmarkerna bäst under sommaren.⁵⁰ För att våtmarken ska ha en konstant hög inbindning av kväve till sedimenten krävs det att våtmarken skördas med jämna mellanrum.⁵⁰

4.3.9 Dammar

Våtmarker i form av dammar, har av Naturvårdsverket bedömts ha den största potentialen för kväverening, när det gäller naturens självrenande förmåga.⁵⁰ Dammar får vattnet att sakta ner varpå många närsaltsupptagande växter kan växa där som inte klarar av det mer snabbströmmande vattnet i diken och åar.⁵⁰

Naturvårdsverkets undersökning visar att dammar, sommartid, binder 50% av vattnets kväve.⁵⁰ Under vintern då vattenföringen är högre är kvävebindningen sämre. Tillsammans ger detta en 10% minskning av kvävet i vattnet utslaget under året.⁵⁰ Effektiviteten hos dammar kan även mätas i kväveinbindning till sedimenten/areal våtmarks yta. Av Naturvårdsverket har en effektivitet av årlig kväveinbindning till sedimenten uppmätts till 7000 kg N/ha våtmarksyta.⁵⁰ Det kan hända att kväve läcker från sedimenten under en nyanlagd damms första år.⁵⁰

Dammar är mest effektiv på att ta hand om kväve av de olika våtmarkerna.⁵⁰ Dammarna är även kostnadseffektiva att anlägga i ett större antal.⁵⁰ Dammar är alltså ett bra sätt att bli av med närsalter t ex efter kvarndammen som utgör en del av Vällstabäcken förbättras vattenkvalitén märkbart.

”Höga vinterflöden är ett hinder för att dammar i praktiken ska kunna ta hand om några större mängder kväve räknat per hektar avrinningsyta. Den enda lösningen på problemet är att göra våtmarkerna tillräckligt stora.”^{50(s.4)}

I sedimentytan finns bäst förutsättningar för omvandlingen av kvävet i vattnet till kvävgas och därför bör dammarna vara grunda och stora istället för små och djupa.⁵⁰ Då hög vattenföring annars kan spola bort de för bakterierna så viktiga sedimenten.⁵⁰ Döda växter samt nyproducerad växtmassa behövs som kolkälla för bakterierna. Det är bristen på kol som gör att nyanlagda dammar har liten eller ingen kväveinbindning till sedimenten det första eller två första åren.⁵⁰ Därför bör skördningen av en nyanlagd damm ske med största försiktighet och en del av det nyproducerade växtmaterialet bör lämnas kvar.⁵⁰ Kväveinbindningen är effektivast då dammen är mellan 2-10 år gammal.⁵⁰ När vegetationen i dammen blivit för kraftig måste den grävas om för att förloppet ska fungera.⁵⁰ Den avgörande faktorn för hur stor kväve-inbindningen till sedimenten ska bli beror helt på hur länge vattnet stannar i dammen innan det rinner vidare.⁵⁰ Om dammen ska fungera bra krävs det att dammen har en yta av 1% av avrinningsområdets areal.⁵⁰ De dammar som hittills byggts är ofta mindre än 0,1% av avrinningsområdet.⁵⁰ Bästa sättet att

uppnå tillräckligt stor våtmarksareal är att anlägga ett flertal mindre dammar i tillflödena till större vattendrag.⁵⁰ Dammen kräver minst skötsel om både grunda och djupa partier bildas där de djupaste partierna är 1,5-2 m.⁵⁰ En grund damm gynnar omvandlingen av kväve i vattnet till kvävgas men hög vattenföring gör att en strömvattenfåra kan bildas vilket gör att en stor del av dammens effektivitet går förlorad.⁵⁰ Även på sommaren när vattenföringen är lägre kan denna vattenfåra vara det enda som vattnet passerar om våtmarksytan är liten i förhållanden till avrinningsytan.⁵⁰ Följderna blir att tiden då vattnet stannar i dammen kortas av betydligt, totala inbindningen av kväve till sedimenten blir låg och vattnets kontakt med dammens sediment blir dålig.⁵⁰

Fosfor kan enbart försvinna ur vattnet genom att tas upp av växter eller genom att sedimentera.⁵⁰ En stor del av fosforläckaget sker i form av partikelbundet fosfor som härrör från yterosionen.⁵⁰ Växterna i dammen fungerar som ett filter för partiklarna och fosfor.⁵⁰ Vad gäller mängden uppfångat fosfor spelar kvoten dammyta/avrinningsområde en betydelsefull roll.⁵⁰ Långsiktigt kan inte en damm fungera som en fosforfälla men om dammen rensas vid upprepade tillfällen för att en effektiv kväveinbindning till sedimenten ska bibehållas så kommer även fosfor reningen att fungera tillfredsställande.⁵⁰

En direkt produktionsinvestering, för markägare, är en dammanläggning som används till vatten för vilt, kräftdamm eller bevattningsdamm.⁵⁰ Antalet individer av en art samt antalet arter ökas när större sammanhängande dammar anläggs t ex gröna korridorer.⁵⁰ Ett större antal individer av samma art ger en art stor genetisk olikhet.⁵⁰ Detta leder till att arten blir mer motståndskraftig mot t ex sjukdomar och miljögifter. Det finns en viss motsättning mellan målet att gynna artrikedomen samt att skapa en effektiv kväveinbindning till sedimenten.⁵⁰ Artrikedomen gynnas om vattnet är kvävefattigt men vattnet bör vara kväverikt för att dammarna ska fungera tillfredsställande.⁵⁰ Korthuggna och småtuvia starr och gräsytor krävs för att småvadare ska trivas vilket åstadkoms genom hårt bete och trampning.⁵⁰ Vid betet och trampningen förlorar dammarna mycket av den för denitrifikationsbakterierna viktiga kolkällan samtidigt som spillningen innehåller mycket kväve och fosfor.⁵⁰ Om flera dammar anläggs efter varandra finns möjligheten att gynna kväveinbindningen till sedimenten och artrikedomen.⁵⁰ Detta kan även ske om en våtmark anläggs där skilda delar används för att uppnå de båda målen.⁵⁰

4.3.9.1 Översilningsängar

Bruket av översilningsängar innebär att växter, samt bakterier som växer på deras rötter, binder upp kväve och fosfor under det att ängen växterna växer på växelvis översvämmas och torkas ut.⁵⁰

Naturvårdsverket har undersökt översilningsängar och upptäckt att mängden kväve i vattnet som blir omvandlat till kvävgas kan vara så mycket som 500 kg N/år.⁵⁰ Problemet med översilningsängar är att nettosumman av kväve som binds in i marken är väldigt liten och ibland ingen alls.⁵⁰ Det antas bero på att växlandet mellan översvämming samt uttorkning av översilningsängen gynnar nedbrytningen av organiskt material vilket gör att kväve läcker ut.⁵⁰ Vidare är skötselbehovet betydande samt att det är svårt att hitta en lämplig lokal som inte kräver kostsamma pumpinsatser.⁵⁰

4.3.10 Skörd av växtmaterial

När växtmaterialet i en sjö skördas och transporteras till annan plats utgår kväve och fosfor från det akvatiska systemet. Dock bör skördningen ske med största försiktighet så att växternas rötter lämnas kvar. Annars kan ett stort utläckage av fosfor ske då de högre växternas rötter håller fosfor bundet.

4.3.11 Kostnad

Kostnad för att avlägsna kväve vid källan jämfört med kostnad för kväveinbindning till sedimenten i våtmark:

	Kr/kg N
Kommunala reningsverk	
Teknik i verket	30-50
Jordbruk	
"Vintergrön mark" 20-30	
Större gödselbehållare	150-210
Ammoniak från djurhållningen	5-25
Trafik	10-180
Våtmarker	
Jordbruket i Skåne/Halland	4-25
Avloppsvatten Oxelösund	40-80

Källa: Andersson, R. & Leonardsson, L. (1995)⁵² efter Miljö '93, SNV Rapport 4234, SNV Rapport 4176⁵³ (1994), SNV Rapport 4365⁵⁴ (1994)

4.4 ÅTGÄRDER SOM INTE BÖR UTFÖRAS

4.4.1 Rotenonbehandling

Rotenonbehandlingen innebär att växtgiftet rotenon tillförs sjön.⁵¹ Giftet är mycket kraftigt och slår ut all fisk och gälandande djur såsom kräftor.⁵¹ Detta skulle innebära att de mycket skyddsvärda fiskarna Asp och Nissöga dör ut i sjösystemet. Alla de skyddsvärda fågelarterna som finns i området skulle skadas kraftigt, framförallt sjöfågeln, då deras föda tar slut. Då fisken dör flyter den upp till ytan innan den sjunker ner till botten. När den döda fisken är vid ytan så är det mycket få sjöfåglar som äter den (egna iakttagelser vid sjön Malmaren i Södermanland 1996) och de fåglar som gör det skulle bli förgiftade av rotenon.

4.4.2 Riploxmetoden

Riploxmetoden innebär att nitrater tillförs översta sedimentlagret i sjön.⁵¹ Kalciumhydroxid tillförs vattnet för att hålla optimala pH förhållanden för de bakterier som omvandlar vattnets kväve till kvävgas.⁵¹ Även järn tillförs sjön.⁵¹ Denna metod är förkastlig då de för människan giftiga nitrater tillförs i stora mängder men även för att järn tillförs som är giftigt i större mängder för de flesta organismer.

4.4.3 Fosfatfällning med järn och aluminium

Aluminium eller järn tillförs sjön i stora mängder för att metallerna ska bilda ett bindningskomplex med fosfor i vattnet som då sedimenterar.⁵¹ Nackdelen är att aluminium är kraftigt giftigt för allt levande.²⁶ Även järn är giftigt i större givor.²⁶ Denna metod fungerar enbart under syrerika förhållanden den skulle m a o inte fungera i Norrviken med dess syrefria botten.⁵¹ Då aluminium eller järnkomplexen befinner sig i syrefria förhållanden bryts bindningarna till fosfor och botten läcker.⁵¹

4.4.4 Muddring

Större andelen gifter ligger långt ner i sedimentet ca 3 dm. Muddringen skulle enbart medföra en giftchock för organismerna i sjön. Då en mycket stor halt av gifter skulle frigöras samtidigt t ex enormt höga halter av koppar i Norrviken men även andra tungmetaller. Muddringar skadar alltid bottenfaunan. Med den höga halten av gift bottenfaunan skulle utsättas för är det stora risker att den skulle slås ut likväl som fisken i sjön.

4.4.5 Dricksvattentillförsel och bortpumpning av bottenvatten

Dricksvatten tillförs sjön via en konstgjord bäck samtidigt som bottenvattnet pumpas bort.⁵¹ Närsalterna vattnas ur sjön och sjöbotten som behandlas men dricksvattnet, som nu blivit berikat med närsalter, rinner till nästa sjö och närsalterna kommer än närmre Mälaren där de kan skapa ett större problem för vårt dricksvatten. Metoden förbättrar

vattenkvalitén men så fort syrefria miljöer uppstår läcker fosfor ut från bottnarna.⁵¹ Ett annat problem är var det bortpumpade bottenvattnet ska placeras.

5 DE VIKTIGASTE ÅTGÄRDERNA

De viktigaste åtgärderna är att minska fosfor och kväve tillfödet till de tre sjöarna då alla tre sjöarna är kraftigt belastade med dessa närsalter. Minskas tillflödet minskar algbloomningarna, och syrehalten i sjöarna och den biologiska mångfalden kommer att öka.

Bästa åtgärden, på lång sikt för att förhindra utflödet av närsalter, borde vara att stoppa utflödet vid källan. Alla boende och verksamma inom området borde få information om vad dagvatten är samt att det släpps ut orenat till sjöarna och vattendragen samt hur deras livsföring påverkar vattenkvaliteten i sjöarna och de hittills ständiga algbloomningarna. Särskild information borde utgå till bensinmackor, golfbanor, jordbrukare, koloniträdgårdsodlare, ridskolor och stuterier.

Samtidigt med informationsspridningen bör dagvattenbrunnarna märkas med skyltar med text som "Rinner orenat ut i Norrviken." Skyltarna som sätts på brunnslocken bör vara miljövänliga.

Lamelloljeavskiljare bör placeras inom avrinningsområdet så att dagvattnet kan passera genom dem innan det rinner ut i vattendragen då t ex Norrviken har mycket höga halter av TEX och mineraloljor. Lamelloljeavskiljarna tar bort en femtedel av oljan i vattnet.⁵¹

För att få bort de höga närsaltshalterna som redan nu finns i systemet borde våtmarksanläggningar utnyttjas. De redan befintliga våtmarker borde utökas samt flera små dammar byggas. Dammarna borde vara av växlande sort. Dels de som är orörda, förutom rensningen som borde ske vart tionde år för att de ska fungera tillfredsställande. Andra dammar borde betas och i vissa dammar kunde flodkräftan inplanteras under förutsättningen att inga kräftpestspridande signalkräftar finns i närheten.

Kräftinplanteringen är mycket beroende av markägarnas åsikter. Variationen i dammar används för att främja den biologiska mångfalden maximalt. Dammarna bör dock byggas

på samma sätt med ett bottendjup som varierar mellan 1-2 m för att minimera skötselbehovet av dammarna (se Dammar 4.3.8.1).

De idag existerande uträtade diken borde byggas om med hjälp av miljövänliga träpålar som pålas ner i diken för att de ska få ett meandrande förlopp. Detta gör att vattnets förlopp saktas ner samt kväve och fosfor slungas upp mot stockkanterna och omgivande vegetation varpå kväve och fosfor försvinner ur vattnet. Beaktas bör de ställen där Nissöga och Asp leker.

Kantzoner borde placeras längs alla diken och sjökanter. Detta för att kantzonerna fungerar som en närsaltsfälla som därmed förhindrar läckage till vattendragen. Lyckade kantzonprojekt har genomförts vid Kävlingsån i Skåne.

“Sic utere tuo ut alienum non laedas”

Ung. Använd din mark så att du inte skadar annans.

6 Källförteckning

1. Nordström, A. muntligen. Naturgeografiska institutionen. Stockholms Universitet. 1999
 2. Nordström, A. Vattenförsörjning & Avloppshantering. Dialogos. Lund. 1991. p. 7, 8, 12, 13, 48, 49, 95
 3. Söderström, P. & Ahlgren, I. Oxundaåns avrinningsområde vattenkvalitet, kväve- och fosforbelastning. Limnologiska institutionen. Uppsala universitet. 1991. p. 2, 6, 7, 14, 26, 39
 4. Ekström, Å. & Lennartsson, U. Vatten i Sollentuna rapport 2:96. Vattenvårdsgruppen Sollentuna kommun 1996
 5. Vattenkvaliteten i Oxundaån bör förbättras. Skrivelse 1998-06-05 Miljö och hälsoskyddsnämnden. Sollentuna kommun. 1998. p. 1, 2, 6, 7, 8
 6. Ekström, Å. & Ryblad, E. Motiv till ett samarbete omkring Oxundaåns avrinningsområde. Miljö och hälsoskyddskontoret. Sollentuna kommun. 1998. p. 1
 7. Ahlgren, I. Nutrient Dynamics and Trophic State Response of two Eutrophicated Lakes After Reduced Nutrient Loading. Reprint from Eutrophication and Lake restoration. Water quality and biological impacts. G. Balvay (ed.). Thonon-les-Bains. 1988. p. 79, 82, 84, 86
 8. Ahlgren, I. Sörensson, F. Waara, T. Vrede, K. Nitrogen Budgets in Relation to Microbial Transformations in Lakes. *AMBIO A Journal of the Human Environment*. vol. 23 no. 6. The Royal Swedish Academy of Sciences. 1994. p. 367-370, 373, 376
 9. Kautsky, L. muntligen. Botaniska institutionen. Stockholms universitet. 1999
 10. Friman-Scharin, M. Recipientkontroll av Vallentunasjön 1995-96. Friman Ekologikonsult AB. Stockholm. 1996. p. 3, 4, 14, 21, 28
 11. Ahlgren, I. Limnological Studies of Lake Norrviken, a Eutrophicated Swedish Lake I. Water Chemistry and Nutrient Budget. Birkhäuser Verlag. Basel. 1967. p. 53, 54, 55, 88
 12. Söderman, P. Koppar och algpigment i sjön Norrvikens sediment. Limnologiska institutionen. Uppsala. 1964. p. 1, 4, 6, 9, 11
 13. Ahlgren, I. Role of Sediments in the Process of Recovery of a Eutrophicated Lake. Limnologiska institutionen. Uppsala. 1976. p. 1, 2
-

-
14. Persson,P.O. & Skoog,P.A. Kompendium i miljöskydd, del 1- Ekologi. Gotabs tryckeri. Stockholm.1995.p.98,99,102 - 106
 15. Collinder,P. & Haglund,A. Edssjön - naturinventering och naturvärdesbedömning. Ekologigruppen Ekoplan AB. Stockholm. 1993. p. 1,3,4,10,11
 16. Andreas Grabs. Ornitolog. Upplands Väsby
 17. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket Rapport 4913. Almqvist & Wiksell. Uppsala. 1999. p.21-23,31,32,34-36,38,39,43-48,74,75
 18. Lundevall,C-F., Andersson,E. Andersson,G., Axelsson,G., Backlund,S. Brood,K., Damberg,A., Edberg,E., Ejdung,G., Elveland,J., Eriksson,C-O., Fält,B., Gustafsson,B., Hedqvist,K-J., Jonason,J., Jonsson,S., Krook,G., Kronstedt,T., Kullman,L., Larsson,A., Levring,T., Lundqvist,J., Lundälv,T., Markgren,M., Moberg,R., Nilsson,C., Oldin,M-B., Otterlind, I-M., Pettersson,B., Staav,R., Ström,I. & Ugander,P. Svenskt Naturlexikon. Anfang förlag. Belgien. 1995. p.23,24,95
 19. Gothnier,M., Hjorth,G., Östergård,S., Emanuelsson,U. & von Proschwitz,T. Rapport från Artarken. Stockholms artdata-arkiv. Miljöförvaltningen. Enskede Offset AB. Stockholm, 1999. p.16,17
 20. Möller Christensen,J. Söt vattenfisk. Wahlström & Widstrand. Portugal.1981.p.97
 21. Muus,B.J. & Dahlström,P. Söt vattens fisk & fiske. P.A.Norstedts & söners förlag. Köpenhamn 1968. p.142
 22. Rodhe,W. Sjön Norrvikens vattenbeskaffenhet år 1946-47 och vattenblomningens bekämpande med kopparsulfat sommaren 1947. Vattenhygien nr 2. Föreningen för vattenhygien. Stockholm. 1948. p.38,39,41,43-59
 23. Brahmer,H. Rening av avloppsvatten från jästfabriker. Vattenhygien nr 2. Föreningen för vattenhygien. Stockholm. 1948. p.34-37
 24. Ahlgren,G. Limnological Studies of Lake Norrviken, a Eutrophicated Swedish Lake 2. Phytoplankton and its production. Limnologiska institutionen. Uppsala. Birkhäuser Verlag Basel. 1970. p.354
 25. Håkan Talling muntligen. Miljö & hälsoskyddskontoret. Upplands Väsby. 1999
 26. Malmquist, P-A: Lathund för beräkning av dagvattnets föroreningar, Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers tekniska högskola, meddelande nr 66, 1982
 27. Walker,C.H., Hopkin,S.P., Sibly,R.M., & Peakall,D.B. Principles of Ecotoxicology. T.J. International Ltd. Stor Britannien. 1996 p.5,6,30,52-57,145,150
 28. Mätvärden från Edssjön, Norrviken och Vallentunasjön. Utdrag ur Länsstyrelsens dataregister. 11.3.1999. Karin Ek. 08-785 51 20
 29. Recipientkontrolldata för Vallentunasjön, Länsstyrelsen i Stockholmslän. uttag 11.3.1999, Karin Ek, 08-785 51 20
 30. Mätvärden från Norrviken. Utdrag ur Miljö & Hälsoskyddskontoret register. Sollentuna kommun. Erhållet 19991005
 31. Mätvärden från Norrviken av Scandiaconsult genom Yoldia Naturundersökningar. 1997-98
 32. Vattenprover tagna i djuphålan utanför Njurstaholmar i Edssjön 28/6 1999. Provtagning och analys utförda av Madeleine Tollstedt på Väsby Gård.
 33. Metallanalyser av fria vattenmassan i Edssjön & Vallentunasjön utförda av SGAB Analytica. Svensk Grundämnes analys AB. Ackrediterat av Styrelsen för ackreditering och teknikkontroll för analys av miljövatten (inkl slam och sediment) m m med registreringsnummer 1087. Luleå tekniska universitet. 1999
 34. Kurs Akvatisk Ekologi 10p. System ekologiska institutionen. Stockholms Universitet. ht 1998
 35. Edssjön. Sjöar i Stockholmslän. Naturvårdsenheten. Länsstyrelsen Stockholmslän. 1985. p.1,8
 36. Blomqvist,S. & Gunnars,A. Fosforbegränsning i sjöar - kvävebegränsning i hav - här är en förklaring. Stockholms Marina Forskningscentrum. 1998. p.1
-

-
37. Naturvårdsverkets hemsida 980825
 38. Fällgren, J. Toxiska "algbloomingar" en överblick. Akvatisk ekologi 10p. Systemekologiska institutionen. Stockholm Universitet. 1998-09-20. p.1-4
 39. Skadliga alger i sjöar och hav. Naturvårdsverkets rapport 4447. 1995. p.47,51,52,57,58-60,64,67,71,73
 40. Mattsson, R. Alganalys rapport över Norrviken. Avdelningen för Bakteriologi. Statens veterinärmedicinska anstalt. 990719. p.1
 41. Mattsson, R. Alganalys rapport över Edssjön. Avdelningen för Bakteriologi. Statens veterinärmedicinska anstalt. 970729. p.1
 42. Jansson, R., Jacks, G., Enell, M., Marklund, H., Holmström, T., Kihlström, J-E., Blom, G., Emanuelsson, U., Persson, P.O., Skoog, P-A. & Lindfors, L.G. Kompendium i miljövärd, del 4 - Miljöeffekter. Kungliga Tekniska Högskolan. Norstedts tryckeri. Stockholm. 1996. p.52
 43. Elmgren, R. Benthic Ecology Overview. Akvatisk Ekologi 10p. Systemekologiska institutionen. Stockholms universitet. 1998-10-14. p. 8
 44. Ekbom, L. Ma Fy Ke Tabeller och formler N T Te. Norstedts Tryckeri. Stockholm 1987. p.84-86
 45. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport Kemiska och fysikaliska parametrar 1. Rapport 4920. Naturvårdsverkets förlag. Bratts tryckeri. Jönköping. 1999. p.79
 46. SGAB Analytica (ackrediterat laboratorium) analys av metallhalten i vattenprover tagna i Vallentunasjön samt Edssjön.
 47. Huonen, R. Sedimentundersökningar 1995 Norrviken, Ravalen, Översjön, Väsjön, Fjäturen och Fjätursbäcken. Yoldia Naturundersökningar. Huddinge. 1995. p.2,6,8
 48. Bergil, C., Bydén, S., Edman, S., Eknert, B., Jerer, C. Lind, B., Nordström, A., Olsson, M. & Yrsgård, A. Mark Människa Miljö. Elanders Graphic Systems. 1998. p.116
 49. Avsan, E. & Blomqvist, M. Förbud giftiga båtbottnfärger i Östersjön! En nödvändighet eller en överreaktion? Akvatisk ekologi 10p. Systemekologiska institutionen. Stockholms universitet. 1998-09-20. p.2
 50. Andersson, R. & Leonardson, L. Våtmarker i vattenvårdens tjänst. Sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket informerar. Naturvårdsverket. Maj 1995. p.1-12
 51. Bergström, N. Trekanten. Akvatisk ekologi 10p. Systemekologiska institutionen. Stockholms Universitet. 981019. p.4
 52. Andersson, R. & Leonardsson, L. Sjöar och vattendrag. Våtmarker i vattenvårdenstjänst. Naturvårdsverket informerar. 1995. p.12
 53. Leonardsson, L. Våtmarker som kvävefallor. Svenska och internationella erfarenheter. SNV rapport 4176. 1994
 54. Wittgren, H B. Våtmarker som behandlingsmetod för avloppsvatten och dagvatten. Kunskapssyntes och utredning om forskningsbehov. SNV rapport 4365. 1994
 55. Galgan, V. Analysprotokoll över metallhalten i gädda i Vallentunasjön. Avdelningen från kemi. Statens Veterinärmedicinska Anstalt. 1996. p.1
 56. Naturvårdsplanen för Sollentuna kommun Värdekärna 6.2 Västra Törnaskogen II
 57. Analysprotokoll över algförekomst i Norrviken. Statens Veterinärmedicinska Anstalt. Uppdragsnummer 000808303 Upplands Väsby Miljö och hälsoskyddskontor 2000. p.1
 58. Analysprotokoll över algförekomst i Norrviken. Statens Veterinärmedicinska Anstalt. Uppdragsnummer 000912298 Upplands Väsby Miljö och hälsoskyddskontor 2000. p.1
 59. Analysprotokoll över algförekomst i Edssjön. Statens Veterinärmedicinska Anstalt. Uppdragsnummer 000816322 Upplands Väsby Miljö och hälsoskyddskontor 2000. p.1
-