



# Norrviken och Väsjön

## Fosfor i vatten och sediment

VATTENRESURS



# 1 Förord

Norrviken och Väsjön är viktiga som rekreationssjöar. Norrviken är övergödd och har haft algbloomningar under många år. Åtgärder för att förbättra sjön har diskuterats många år. Väsjön är inte lika eutofierad. Denna rapport är en del i ett underlag för förbättra kunskapen om sjöarna och att hitta lösningar för att förbättra vattenkvalitén.

Rapporten är gjord av Vattenresurs på uppdrag av Åke Ekström, Vattengruppen, Sollentuna kommun.

Vatten- och sedimentprov har tagits av Jonny Cajanus Vattenresurs och Ebba af Petersens, WRS och analyserna är gjorda av Erkenlaboratoriet som är ackrediterat.

Vattenresurs  
Sten-Åke Carlsson

08-584 807 70  
sac@vrab.se  
www.vattenresurs.se

## Innehåll

1	Förord-----	2
2	Metodik -----	3
2.1	Provpunkter-----	3
2.2	Provtagning och analysmetoder-----	3
2.3	Fraktionerad fosforanalys -----	3
3	Resultat -----	5
3.1	Vatten-----	5
3.2	Fraktionerad fosforanalys av sediment. -----	5
4	Slutsatser-----	6
5	Förslag till åtgärder-----	7

## 2 Metodik

### 2.1 Provpunkter

Vattenprover har tagits den 12 mars 2003 i Nv 1, Nv 2 och Nv 3 i Norrviken och Vä 1 i Väsjön, de punkter som angivits på djupkartan, figur 1. Prov togs i profil 0,5 m från ytan, i ett mellanskikt och 1 m från botten.

Sedimentprov har tagits i fyra punkter (Nv 1-3 och Vä 1) som anges på kartan. Varje sedimentprov är blandprov av 5 proppar från samma område.

Prov togs från is.

### 2.2 Provtagning och analysmetoder

Vattenprov för kemiska analyser har tagits med Ruttnerhämtare.

Följande svensk analysstandard har använts:

Totalfosfor	SS 02 81 27-2
Fosfatfosfor	SS 02 81 26-2
Totalkväve	SS 02 81 31
Ammoniumkväve	SS 02 81 34
Nitritkväve	SS 02 81 32
Nitratkväve	SS 02 81 33
Syrgas	SS 02 81 88

### 2.3 Fraktionerad fosforanalys

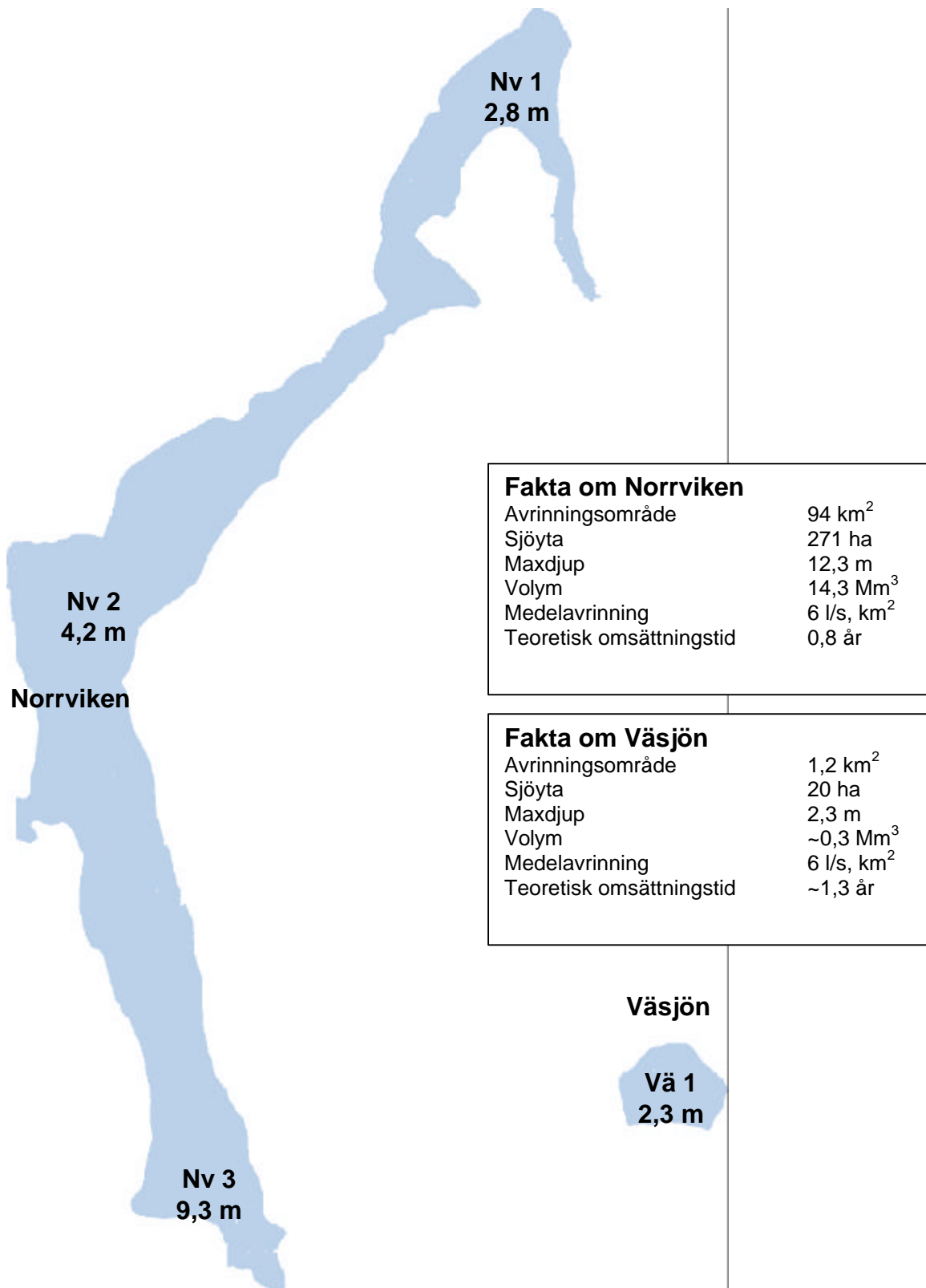
I en fraktionerad fosforanalys lakas fosfor ut ur provet med i olika steg - från vatten till syra. Det innebär att fosfor analyseras som löst bunden (utlakbar i vatten), organiskt bunden, Fe-bunden, Al-bunden och Ca-bunden. Detta klargör hur hårt bunden fosfor är och vilken risk det finns att den kan frigöras för biologisk produktion.

Den lätt tillgängliga fosfor är direkt tillgänglig för växtproduktion. Organiskt bunden fosfor blir tillgänglig när det organiska materialet bryts ner. Järn-, aluminium- och kalciumbunden fosfor är hårt bunden. Järnbunden fosfor kan bli tillgänglig vid syrgasbrist då bindningen släpper. Detta sker t ex i sediment i syrgasfri miljö.

Metoden som inte är ackrediterad finns inte som SIS standard utan är en metod som används allmänt för analys av sediment. Metodens referens är: Psenner R., Boström B., Dinka M., Pettersson K., Puckso R., and M. Sager. 1988. Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediment. Arch. Hydrobiol. Suppl. 30: 98-103.

Lakning sker med:

Fraktion	Lakning med
Lättlösligt	Ammoniumklorid
Organiskt bunden	Totalfosfor-övriga fraktioner
Järnbunden	Natriumdithionit/Natriumkarbonat
Aluminiumbunden	Natriumhydroxid
Kalciumbunden	Saltsyra



Figur 1: Provtagningspunkter i Norrviken och Väsjön

## 3 Resultat

### 3.1 Vatten

Vattenprov togs för att komplettera sedimentprovtagningen. I tabell 1 redovisas resultaten från de tre provpunkterna.

Tabell 1: Vattenkvalitet i norra (Nv 1), mellersta (Nv 2) och södra (Nv 3) delen av Norrviken och i Väsjön (Vä 1) i samband med sedimentprovtagning

Datum 03-03-12	Djup m	Temp oC	O2 %	Tot-N µg/l	Org-N µg/l	NO3-N µg/l	NO2-N µg/l	NH4-N µg/l	Tot-P µg/l	PO4-P µg/l	Org-P µg/l
Nv 1	0,5	1,6	63	1736	790	444	10	492	166	110	56
	2	2,5	54	1726	944	490	14	278	87	47	40
Nv 2	0,5	1,1	40	2518	1799	685	2	32	79	69	10
	2	2,0	32		0				95	74	21
	3,5	2,9	33	1270	560	697	2	11	100	74	26
Nv3	0,5	1,5	35	1259	530	703	2	24	86	75	11
	2	2,2	23						91	79	12
	4	2,2	14						103	84	19
	8	2,3	4	1516	752	613	14	137	131	77	54
Vä 1	0,5	1,9	10	776	639	12,9	0	124	19	5	14
	1,5	2,3	12	962	862	14	1	85	32	7	25

### 3.2 Fraktionerad fosforanalys av sediment.

Analysvaret är indelat i grupper. Lättlöslig fosfor är som namnet säger lätt tillgänglig. Järn, aluminium och kalciumbunden fosfor är svårlöslig med undantag för järnbunden som löser sig vid syrefria förhållanden. Kalciumbunden fosfor är mycket svårlöslig. Organiskt bunden fosfor är till del löslig men på sikt.

Sedimentprov togs i tre områden i Norrviken. Norra delen i området (Nv 1), mellersta delen (Nv 2) och södra delen (Nv 3). Prov togs också i Väsjön (Vä 1). Analysresultaten redovisas i tabell 2 och 3. Området Nv 2 kunde inte provtas. Bottnarna var hårda lerbottnar vilket tyder på att vindpåverkan är så stor att bottnarna i den mellersta delen av sjön är erosionsbottnar och att ackumulationen sker i norr och söder.

Tabell 2: Fosforfraktioner i Norrvikens sediment i norra (Nv 1), mellersta (Nv 2) och södra (Nv 3) delen av sjön samt i Väsjön (Vä 1)

Prov	Datum	Lätt-löslig	Fe-bunden	Al-bunden	Ca-bunden	Organisk t-bunden	Rest P	TotP sed	Vattenhalt
		µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	µg/g TS	%
Nv 1	2003-03-12	26	207	265	420	371	351	1640	92
Nv 3		51	120	78	386	254	510	1398	91
<b>medel</b>		<b>39</b>	<b>163</b>	<b>171</b>	<b>403</b>	<b>312</b>	<b>431</b>	<b>1519</b>	<b>91</b>
andel av tot-p		2,5%	11%	12%	28%	22%	30%		
Vä 1		74	218	142	144	267	453	1298	95

Tillgänglig fosfor definieras som (100% NH4Cl-P + 100% BD-P + 50% Org/bact-P) \* 0,7 (djupkorrektion)

Org/bact-P beräknas som NaOhtot-P - NaOH-P

Aktiv sedimenttjocklek 0,05m, sedimentens densitet: 1,01g/m<sup>3</sup> VS, 1,07g/m<sup>3</sup> TS

Tabell 3: Lätt tillgängliga fosforfraktioner i Norrvikens sediment i norra (Nv 1), mellersta (Nv 2) och södra (Nv 3) delen av sjön samt i Väsjön (Vä 1)

Prov	Datum	sedimenten		
		µg/g TS	g P/m <sup>3</sup> VS	g P/m <sup>2</sup>
Nv 1	2003-03-12	313	26	1,3
Nv 3		223	20	1,0
<b>medel</b>		<b>285</b>	<b>22</b>	<b>1,1</b>
andel av tot-p		20%		
Vä 1		318	17	0,9

## 4 Slutsatser

### Norrviken

Norrvikens morfometri gör att sjön ackumulerar sediment och näring i sjöns norra och södra del. Sjön är djupast i söder. Vid provtagningen visade det sig att bottenarna i den mellersta delen av sjön är erosions- och transportbottnar. Det beror sannolikt på sjöns morfometri. Sjön är långsträckt i huvudsaklig vindriktning. Det tillsammans med djupet inducerar kraftiga strömmar i detta område vilket transporterar bort det lätta sedimentet.

Sjön var inte skiktad vid provtillfället. Stor del av fosfor och kvävet i vattenmassan var tillgänglig för produktion av växtplankton. Syreförhållandena var ansträngda.

Mängden fosfor i vattnet är extremt hög i norr. Den huvudsakliga externa tillförseln sker här genom tillflödet från Vallentunasjön. Man kan även se på vattenanalyserna att andelen organiskt bunden näring är större i norr vilket säkert har sin orsak att djupet är så litet att produktionen hunnit komma igång på den näring som kommer från extern tillförsel och sediment. Även ammoniumhalterna är extremt höga i norr vilket indikerar dels ansträngd syrgassituation dels extern påverkan.

Fosforhalterna är mycket höga i medel 100 µg/l – mycket högt näringstillstånd (klass 5) enligt naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Kvävehalten är också höga – mycket höga kvävehalter (klass 5) enligt naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Fosfor är begränsande för alg tillväxt i de flesta sjöar. Därför fokuseras diskussionen på detta näringsämne. Kväve kan säkert tidvis vara begränsande i Norrviken. En minskad omsättning av fosfor skulle medföra att fosfor ständigt blev begränsande.

Sjöns omsättningstid 0,8 år gör att den relativt känslig för intern belastning av fosfor från sedimenten.

Fosforhalterna i sedimenten är högre i norr än i söder. Andelen löslig fosfor var högre i söder än i norr. Det kan bero på djupet. Den norra delen av sjön är sannolikt aldrig skiktad. Därför är omsättningen av fosfor högre här då sediment och ytvatten är i ständig kontakt.

Andelen löslig fosfor i sedimenten har en läckagepotential av ca 1-1,3 g P/m<sup>2</sup>. Om man räknar med att sedimentytan med dessa egenskaper uppgår till 200 ha är drygt 2 ton fosfor

lätt tillgänglig från sedimenten. I vattenmassan fanns vid provtillfället 1,5 ton fosfor som fosfat och organiskt bunden i växtplankton med både externt och internt ursprung.

Den externa tillförseln av fosfor från avrinningsområdet har beräknats av Larm mfl till ca 2 ton/år varav hälften är transport från Vallentunasjön andra hälften har i stort sitt ursprung i dagvatten. Det motsvarar en arealförlust från avrinningsområdet av ca 0,2 kg P/ha, år – höga förluster enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Mycket pekar på att sedimenten har en nyckelroll men det krävs också åtgärder för att reducera den externa fosfortillförseln. En primär åtgärd för att reducera den externa belastningen är att minska belastningen från dagvatten och Vallentunasjön.

### *Väsjön*

Väsjön är en sjö med ett djup av max 2,3 m. Sjöns botten är jämn. Flytbadsvegetationen är utbredd. Syreförhållandena var ansträngda vid provtillfället.

Fosforhalterna i vattnet klassas som –måttligt till näringsrikt tillstånd (klass 3-4) enligt naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Kvävehalten klassas som – höga kvävehalter (klass 4) enligt naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Fosforhalten i sedimentet är lägre än i Norrviken med ändå förhållandevis hög. Andelen lättlöslig fosfor var 0,9 g/m<sup>2</sup> vilket är förhållandevis högt med tanke på den relativt låga halten i vattnet. Ca 200 kg fosfor är lätt tillgänglig från sedimenten. I vattenmassan fanns 7,5 kg fosfor som fosfat och organiskt bunden vid provtillfället.

Sjöns omsättningstid 1,3 år gör att den känslig för intern belastning av fosfor från sedimenten. Sannolikt omsätter sjöns högre vegetation stora delar av den tillgängliga näringen.

Med samma arealförlust som för Norrviken (0,2 kg P/ha, år) skulle den externa tillförseln av fosfor vara ca 25 kg P/år.

Mycket pekar på att sedimenten har en nyckelroll men det krävs också åtgärder för att reducera den externa fosfortillförseln.

## 5 Förslag till åtgärder

### *Norrviken*

Med bättre kunskap om fosfortillförseln från omlandet kan man göra en bättre analys av fosfors ursprung och roll i Norrviken. Med detta som grund är det lättare att prioritera rätt åtgärder.

Initiera ett provtagningsprogram med analys av fosfor och flöde i bäckar som rinner till Norrviken. Kontrollera också dagvattentillförsel och bräddning om sådan finns. Mät återkommande närsalter och syrgasmättnad en profil i södra och en i norra delen av sjön. Försök identifiera eventuella fosforkällor och åtgärda dessa.

Responser på dessa åtgärder kan ta tid. Punktkällor som avlopp ger respons inom något/några år beroende på läge medan diffusa närsalt källor som åkermark kan ta några till ett tiotal år innan man ser effekten fullt ut av den åtgärd man gjort. Dagvatten är ofta svårt att i efterhand åtgärda vid källan men våtmarksfällor kan reducera belastningen.

Åtgärder i sjön är att fälla bottenvattnet som i sjön Flaten (60 ha) i Skarpnäck (Stockholm Vatten). Med denna åtgärd får man en drastisk förändring av siktdjupet och badvattenkvaliteten med en direkt effekt. Redan samma år sker en förbättring och året efter en mycket kraftfull förändring. Flaten behandlades hösten 2000. Under 2001 var siktdjupet 4-6 m, i år 8,3 m. Andra sjöar som behandlats är Lejondalssjön 300 ha (Upplands-Bro), Bagarsjön 6 ha (Nacka). Metoden har också utpekats som en effektiv metod av US EPA, det Amerikanska Naturvårdsverket. Läs artikel om sjörestaurering på [www.vattenresurs.se](http://www.vattenresurs.se).

Fällning görs genom att fosfor i bottenvattnet och sedimentytan binds aktivt med polyaluminiumklorid (samma produkt används för att rena dricksvatten). Det innebär att fosfor binds svårslösligt så att den inte blir tillgänglig för planktonproduktion. På samma sätt finns redan 12 % av fosfor bunden i sedimentet (jfr tabell 2). Metoden innebär alltså att denna del utökas på bekostnad av den lösliga fosfor som binds.

Metoden ger en mycket lång hållbarhet om den externa tillförseln av fosfor är åtgärdad till en nivå som sjön klarar av att långsiktigt ta emot. Metoden bedöms i USA ha en ringa påverkan på växt- och djurliv. Se vidare artikel om sjörestaurering på [www.vattenresurs.se](http://www.vattenresurs.se).

Kostnaderna för att utföra detta är 4-6 milj.kr beroende på behandlingens omfattning.

Ett annat alternativ kan vara selektivt fiske av cyprinidfisk – sk biomanipulation. Det kanske skulle ge en tillräcklig siktdjupsförbättring för att kunna få mera submers vegetation vilket skulle kunna vrida över balansen i sjön mot mera vegetation och mindre plankton m a o ett klarare vatten. Närmaste erfarenheten från detta finns bl a i Långsjön i Segeltorp.

För att nå ett långsiktigt resultat krävs att den externa näringstillförseln reduceras.

### *Väsjön*

Med bättre kunskap om fosfortillförseln från omlandet kan man göra en bättre analys av fosfors ursprung och roll i även i Väsjön. Med detta som grund är det lättare att prioritera rätt åtgärder.

Initiera ett provtagningsprogram med analys av fosfor och flöde i bäckar som rinner till sjön. Kontrollera också dagvattentillförsel och bräddning om sådan finns. Mät återkommande närsalthalter och syrgasmättnad en profil i sjön. Försök identifiera eventuella fosforkällor och åtgärda dessa.

Väsjön är grund med utbredd vegetation vilket gör det svårt att göra några andra åtgärder än att muddra bort sediment. Skörd av vegetation kan vara en uppehållande verksamhet som ger ökat värde för rekreation. Det är då viktigt att den skördade vegetationen samlas och tas bort.

För att nå ett långsiktigt resultat krävs att den externa näringstillförseln reduceras.