



LÄNSSTYRELSEN
Södermanlands län

RAPPORT

ISSN 1400-0792

Nr 2008:13

Utvärdering av sötvattensprogrammet för sjöar i Södermanlands län 1998-2007



Regional miljöövervakning, 2008

Titel: Utvärdering av sötvattnsprogrammet för sjöar i Södermanlands län

Konsult: Institutionen för miljöanalys, SLU

Författare: Anders Wilander, Magdalena Nyberg

Uppdragsgivare: Miljöövervakningen, Länsstyrelsen i Södermanlands län

Kontaktperson: Sofi Nordfeldt, Länsstyrelsen i Södermanlands län

Beställningsadress:
Länsstyrelsen i Södermanlands län
611 86 Nyköping
Tel: 0155 – 26 40 00
Fax: 0155 – 26 71 25
Hemsida: www.d.lst.se
E-post: lansstyrelsen@d.lst.se

ISSN: 1400 - 0792
Rapport nr: 2008:13

Framsida: Likstammen
Foto: Jenny Rondahl

Förord

Det övergripande målet för den svenska miljöpolitiken är att vi till nästa generation ska lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta. Riksdagen har tagit beslut om 16 miljömål som beskriver vilka kvaliteter miljön ska ha för att detta ska vara uppfyllt. Den här utvärderingen är en del av arbetet med att följa upp miljömålen Levande sjöar och vattendrag, Ingen övergödning och Bara naturlig försurning.

Inom den regionala miljöövervakningen, som finansieras med anslag från Naturvårdsverket, har under 10 år 16 sjöar i länet provtagits årligen för att undersöka hur vattnets kemiska och fysikaliska kvaliteter ändras. I denna rapport kan du läsa den första utvärderingen som gjorts av resultaten och provtagningsprogrammet. Utvärderingen av programmets upplägg används i revideringsarbetet med det regionala miljöövervakningsprogrammet 2008.

Provtagningarna har skett under hösten vilket bland annat medfört att resultaten varierat mycket mellan år på grund av att hösten är en instabil period som genom kraftig nederbörd snabbt kan påverka vattenkemin. Detta tillsammans med en relativt kort undersökningsperiod gör att det är svårt att dra säkra slutsatser av resultaten, med endast ett prov per år krävs långa tidsserier. Konstateras kan bland annat att svavelnedfallet har minskat, vilket är positivt för de försurade sjöarna i skogsområdena i länet, framförallt i Mälarmården och Kolmården där även kalkningen har kunnat minskas under senare år. För enstaka sjöar kunde minskningar av kväve och fosfor påvisas.

Utvärderingen gäller även programmets upplägg och val av sjöar. Tidsseriesjöarna representerar sjöarna i länet väl genom geografisk höjd och spridning. Näringsmässigt saknas sjöar med höga nitratvärden medan sjöar med höga fosforhalter är väl-representerade. Sjöarna är klassade enligt bedömningsgrunderna för miljö kvalitet från otillfredsställande till god ekologisk status.

Anders Wilander och Magdalena Nyberg vid Miljöanalys, Sveriges Lantbruksuniversitet, har skrivit rapporten. Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll.

Anders Jansson
Chef, Miljöenheten

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	4
SAMMANFATTNING	5
1 UPPDRAGET	8
2 UNDERLAG	10
2.1 Geografisk variation.....	13
2.2 Parametrar	14
2.3 Statistiska metoder	20
3 RESULTAT	20
3.1 Hur representerar tidsseriesjöarna länets sjöar?	22
Jämförelse av vattenkemiska förhållanden mellan tidsseriesjöarna och sjöinventeringen 2000 (RI00)	22
Jämförelse av vattenkemiska förhållanden mellan tidsseriesjöarna och sjöinventeringen 2005.....	24
3.2 Provtagningsmånader	25
3.3 Problemet med ”mindre än” värden.....	26
3.4 Tillstånd och avvikelser från jämförelsevärden	29
3.5 Statusklassificering.....	29
Klassificering av status för total-fosfor	29
Klassificering av status för klorofyll	31
Klassning av tillstånd för total-kväve	32
Bedömning av tillstånd för eutrofiering	33
Klassificering av status för siktdjup.....	34
Klassning av tillstånd för syrgas	37
Klassificering av status och tillstånd för förorening.....	40
3.6 Typning av tidsseriesjöar	44
Typspecifika värden	45
3.7 Vilka sjöar kan förslagsvis betecknas som referenssjöar.....	46
3.8 Variation i tiden	49
Trender för tidsseriesjöar	49
Beräkningar av trender med Theil's slope (icke-parametrisk metod)	66
3.9 Utvecklingen för deposition av syra	72
3.10 Försök att bestämma likhet mellan tidsseriesjöarna	74
Samvariation (synkronitet).....	77
3.11 Val av parametrar	78
3.12 Provtagningsperiod och -frekvens.....	79
3.13 Slutsatser och förslag	81
4 REFERENSER.....	83

Sammanfattning

Länsstyrelsen i Södermanlands län har givit Institutionen för miljöanalys vid SLU i uppdrag att utvärdera vattenkemiprovtagning som pågått i 10 år i 16 tidsseriesjöar. Utvärderingen omfattar utvärdering av resultaten och även upplägget av själva programmet. Dessutom utvärderas, när så är möjligt även nationella trendsjöar, samt sjöar i SRK Eskilstunaån, Trosaån, Svärtaån och Kilaån.

För de flesta sjöarna har angivits med två provtagningsdjup men det är en artefakt och endast olika rapporterade djup för ytvattenprovtagning. Det innebär att endast sex sjöar har provtagits i bottenvattnet (hypolimnion).

Upp till 22 parametrar har redovisats.

Vattentemperatur, liksom konduktivitet och syrgas har mätts vid så gott som alla provtagningsstillfällen. Konduktivitetsbestämningar saknas dock onödigt ofta för Eskilstunaåns och Nyköpingsåns sjöar. Även siktdjupsmätningar saknas för flertalet SRK-sjöar. För näringsämnen, bestämda som total-N och total-P, är täckningen som regel god. Endast för Nyköpingsåns sjöar saknas värden för flertalet prover. För försurningsvärdering centrala parametrar som sulfat och alkalinitet har bara bestämts för mer än hälften av proverna i två respektive nio av sjöarna. I databasen för Södermanlands sjöar finns det ett påfallande stort antal ”mindre än” värden. Utvärderingarna har därför baserats på medianvärden och percentiler.

Länets tidsseriesjöar speglar väl både höjd över havet och sjöarea i förhållande till länets alla sjöar. För Ca, Na och alkalinitet täcker tidsseriesjöarna förhållandena väl de i länets sjöar, liksom även för sulfat och klorid. Maximumvärdet för nitrat i tidsseriesjöarna är relativt lågt jämfört med länets sjöar. Halterna av total-P är förhållandevis höga; medianvärdet för tidsseriesjöarna är lika högt som det länets sjöar.

Tidsseriesjöar skall i princip vara fria från lokal påverkan; dvs. utsläpp från samhällen, industrier samt med minsta möjliga påverkan från jordbruk. Detta låter sig sällan göras. Tre sjöar (Gisesjön, Högsjön och Sillen) har en tätortsandel större än 1 %, men det är svårt att veta om detta påverkar på sjön. Beträffande åkerandel så är bedömningen något lättare. En andel högre än 10–15% torde innebära påverkan från jordbruk. Tre tidsseriesjöar (Aspen Båven och Dunkern) har en så hög andel åkermark.

Variationen i provtagningsmånader är stor; vanligen dominerar augusti och oktober. Även en vårprovtagning i april är vanlig. Om endast en provtagning per år prioriteras bör sjöar med fokus på eutrofiering (näringsämnen) provtas i augusti och de för försurning under höstcirkulation (oktober–november).

Status utvärderas för total-P, klorofyll, siktdjup, syrgas och försurning enligt Naturvårdsverkets anvisningar (Naturvårdsverket 2008). Därmed kan dessa sjöars status enligt Vattendirektivets anvisningar fastställas. Tyvärr saknas i några fall underlag för bedömningar. För att i fortsättningen klara detta måste provtagningsprogrammet revideras.

För att ändå ge en bild av ”tillstånd” har i några fall Bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999/2000) använts.

Bland länets tidsseriesjöar klassas två (Eklången och Hålvetten) som otillfredsställande status för total-P. Om denna status kan verifieras bör de utgå som tidsseriesjöar, men kanske överföras till annat program.

Om endast klorofyll används för klassning av status och urval av tidsseriesjöar bör Bårsten, Eklången, Fläten, Hålvetten och Virlången ersättas av andra sjöar. Av dessa klassas för total-P Eklången och Hålvetten som otillfredsställande status och Bårsten som måttlig status. Däremot klassas för total-P Fläten som god status och Virlången som hög status. Ersätt därför förslagsvis Eklången, Hålvetten och Bårsten med andra sjöar. Flera sjöar i SRK Nyköpingsån med hög eller god status är tänkbare kandidater.

Av länets tidsseriesjöar är endast en (Virlången) klassad som oligotrof, medan sju är mesotrofa och lika många eutrofa. Bland SRK-sjöarna är, som förväntat, några klassade som hypertrofa.

För siktdjup har nästan 3/4 av sjöarna hög eller god status. Orsaker till att nio sjöar har måttlig eller sämre status kan, förutom höga planktonmängder (eutrofiering), vara lergrumling (turbiditet). Endast Kolsnaren har dålig status.

För syrgas hade flertalet av länets tidsseriesjöar god status under vintern. Under sommaren har av de redovisade sjöarna endast Näshultasjön som regel låga halter i hypolimnion. Men även Öljaren och Sillen har några mätvärden nära 0 mg/l. Låga syrgashalter förekommer, mer eller mindre naturligt, i flera av de provtagna sjöarna, men sannolikt dessutom i många av de övriga djupare sjöarna. Status kan för närvarande inte beräknas.

Försurningen har följts i de flesta av länets sjöar som pH-värde och alkalinitet. Låga pH-värden och alkalinitetsvärden förekommer endast i den nationella trendsjön Djupa Holmsjön. Ingen av länets tidsseriesjöar har ens en alkalinitet $< 0,1$ mekv/l. För att kunna beräkna status beträffande försurning krävs idag användning av MAGIC-bibliotek. Som regel klassas referenssjöarna som hög eller god status. Två sjöar bedöms få en höjning av status från god 1997 till hög år 2010. Samma gäller för de nationella trendsjöarna. Ingen av de undersökta sjöarna i länet är enligt denna bedömning försurad.

Enligt NFS 2006:1 skall varje ytvattenförekomst ges en typtillhörighet. Länet ligger inom limnisk ekoregion 4 (Sydöst, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Östersjön). Därtill används sjöns djup, yta och för den kemiska karaktäristiken humus (vattenfärg) och kalk (alkalinitet). Bland de länets tidsseriesjöar är nio sjöar enligt maxdjup djupa, små, klara och kalkrika (typ DSNN) vanligast och två sjöar är djupa, små och klara (typ DLNN). Ingen av sjöarna har hög humushalt (–Y–), men två av de nationella trendsjöarna kan användas som komplement för denna typ. Referensvärden beräknas specifikt för sjön baserat på olika sjökaraktäristika som djup, yta och vattenkemi. Underlaget för dessa modeller (ekvationer) grundar sig på data för opåverkade sjöar över hela landet. Typspecifika referensvärden för total-P, siktdjup, klorofyll och försurning används alltså inte.

Endast de av länets tidsseriesjöar som bedöms ha hög eller god status kan användas vid en eventuell beräkning av typspecifika värden.

För att se en variation i tid – här gällande över år ej säsong då få och oftast endast ett värde tagits under åren – kräver långa tidsserier. Kortare serier kan uppvisa tydliga trender som i ett längre perspektiv (fler år) helt försvinner. För att kunna ses ett mönster en trend krävs ofta flera decennier av data. Tidsserierna sällan är monotona, vilket krävs för beräkningar av trender och därmed även för statistisk styrka. Ett undantag är sulfat, som minskar förhållandevis linjärt under tidsperioden. Variationen av natrium är ett exempel på en kraftig cyklisk variation med ett minimum omkring 1999–2000 och ett första maximum ungefär 1996–97. Linjär ”trend” beräknad med minsta kvadratmetoden är känslig för extremvärden, särskilt i början och slutet av tidsserien. Den icke-parametriska metoden Theil’s slope (Sen’s slope) minskar sådan påverkan. Men även den metoden skall egentligen bara användas när tidsserien är monoton, dvs. inte varierar med stigande och fallande perioder.

I så gott som samtliga undersökta sjöar sker också en minskning av sulfathalter, om än inte alltid signifikant, beroende på minskad deposition. Signifikanta ökningar sker samtidigt för ANC i Björken, Djupa Holmsjön och Rundbosjön. I flertalet sjöar upptäcks ingen signifikant trend för TOC. Trender för näringsämnena nitrat, total-P och planktonbiomassa mätt som klorofyll har beräknats för augustivärden. Beräkningen av trender visar att signifikanta minskningar för nitrat har skett i fyra sjöar. För total-P beräknas signifikanta minskningar endast i Björken. För klorofyll förekom inga signifikanta ändringar.

För att en förändring pga. en klimatförändring ska framträda krävs mycket längre tidsserier.

Minskningen i sulfatdeposition började redan i mitten av 70-talet, så vi ser här endast en liten del av den förändring som skett tack vare internationella konventioner om minskning av utsläpp till luften. I jämförelse med några andra, närbelägna län är depositionen i Södermanland relativt liten.

Tidsseriesjöarna bör ju representera så många av länets sjöar som möjligt. Samtidigt skall de om möjligt vara olika. Ett sätt att försöka beskriva likheter är att använda dendrogram med olika uppsättningar av parametrar. Några sjöar liknar varandra i samtliga dendrogram, vilket betyder att de har ganska lika vattenkemiska förhållanden. Virlången och Östra Magsjön är ett par som förefaller mycket lika. Det bör undersökas om en av dem kan uteslutas ur programmet. Samma gäller för Bårsten och Övre Marviken och eventuellt även Likstammen.

Med tanke på eutrofiering föreslås att SRK Trosaån’s program utökas med ammonium och nitrat. Eftersom undersökningar av förurning kan minskas kanske inte bestämningar av katjoner behöver prioriteras t.ex. i Nyköpingsåns sjöar. För typning av sjöarna krävs dock alkalinitet för total-P och komplett bestämning av större konstituenten (Ca, Mg, Na och K), alkalinitet, SO₄ och Cl) för fortsatt beräkning av status för förurning. Dessutom är bestämningar av större konstituenten faktiskt användbara för att följa mer storskalig variation i sjöarna och rekommenderas därför att ingå i programmen.

1 Uppdraget

Länsstyrelsen i Södermanlands län har givit Institutionen för miljöanalys vid SLU i uppdrag att utvärdera vattenkemiprovtagning som pågått i 10 år i 16 tidsseriesjöar. Utvärderingen ska omfatta utvärdering av resultaten och även upplägget av själva programmet.

Huvuduppdrag

Länsstyrelsens 16 tidsseriesjöar har provtagits en gång per år i oktober sedan 1999. De analyseras enligt Naturvårdsverkets undersökningstyp vattenkemi i sjöar på alla obligatoriska parametrar plus järn, mangan och aluminium. Dessa sjöar är utvalda för

1. Att ge kunskap om effekter av luftburna föroreningar
2. Att utgöra referens för andra regionala sjöundersökningar, såsom länsvisa sjöinventeringar, den samordnade recipientkontrollen, kalkningseffektuppföljning, artundersökningar.
3. att utgöra referens för kommande generationer genom att generera limnologiska basdata från så långt möjligt opåverkade vattenmiljöer.

Punkt 3 ska utvärderas inom huvuduppdraget. Alla sjöar är inte att kalla opåverkade, så även det bör ingå i utvärderingen.

Ytterligare frågeställningar:

Tillståndet och avvikelser från jämförvärden/referensvärden i länets sjöar avseende kemiska variabler ska beskrivas och anges enligt bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag handbok 2007:4 (Naturvårdsverket) (näringsämnen, siktdjup, syrgas och försurning).

Analysera variation i tid och mellan sjöar. Resultaten ska ställas i relation till typ av sjö enligt den gällande klassificeringen av sjöar enligt vattenförvaltningsförordningen.

Resultaten per parameter, finns det trender och hur ser de ut?

Har klassningen enligt bedömningsgrunderna ändrats under perioden?

Samvarierar de vattenkemiska förhållandena i sjöarna? Kan sjöarna delas in i grupper? Tex näringsämnen (mesotrof, oligotrof, eutrof) m.fl.

Kvalitetsgranska programmets upplägg och ange med vilken precision en viss förändring kan dokumenteras givet variationen i tid och rum dvs hur stor trend i miljötillståndet per parameter kan upptäckas i länet och eller per typ av sjö inom en 10 års period. Denna utvärdering ska ske för framförallt näringsämnesparametrar som t.ex. totalfosfor, siktdjup, syrgas och för försurningsparametrar. Vilken statistisk styrka ger materialet?

En beräkning av hur programmet måste förändras för att följa de statistiska kraven i de riktlinjer som Naturvårdsverket skrivit för revideringen av de regionala miljöövervakningsprogrammen för 2009-2014. Dessa krav kommer att ändras och meddelas så snart de kommer.

Klarar programmet de krav som finns i vattenförvaltningsförordningen på övervakning, om inte - hur skulle det kunna göra det?

Hur kan programupplägget förbättras?

Vad vinner eller förloras vid en provtagning i augusti istället för oktober?

Vilka sorters sjöar ska programmet utökas med för att få en representativ bild av länet?

Kompletterande uppdrag

Utöver den provtagning som ovan har nämnts provtas

- två sjöar i Nyköpings kommun Runnviken och Bålsjön samma tidsperiod som länsstyrelsens tidsseriesjöar och samma analyser genomförs på samma lab.
- I Eskilstunaåns avrinningsområde provtas Öljaren och Näshultasjön (även en tidsseriesjö) i feb/mars och juli/aug.
- I Trosaåns avrinningsområde provtas 3 sjöar, varav Klämningen på två platser, i april och september.
- Nationell miljöövervakning har under tidsperioden innefattat 5 sjöar i länet varav en är Öljaren, dessa har provtagits feb, april, augusti och oktober.

Dessa sjöar som ingår i andra program ska i den mån det går jämföras med länsstyrelsens tidsseriesjöar och vice versa.

Samma frågor som ovan:

Tillståndet och avvikelser från jämförvärden/referensvärden i länets sjöar avseende kemiska variabler ska beskrivas och anges enligt bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag handbok 2007:4 (Naturvårdsverket).

Analysera variation i tid och mellan sjöar. Resultaten ska ställas i relation till typ av sjö enligt den gällande klassificeringen av sjöar enligt vattenförvaltningsförordningen.

Resultaten per parameter, finns det trender och hur ser de ut?

Har klassningen enligt bedömningsgrunderna ändrats under perioden?

Samvarierar de vattenkemiska förhållandena i sjöarna? Kan sjöarna delas in i grupper? Tex näringsämnen (mesotrof, oligtrof, eutrof) mfl.

Fungerar länsstyrelsens tidsseriesjöar bra som referenser till dessa program och vice versa.

Förslag på programförbättringar.

2 Underlag

Flera sjöar har provtagits i ett provtagningsprojekt för Södermanlands län sedan 1999 (för en sjö sedan 1998).

Regelbundna sjöprovtagningar i länet finns för

5 nationella

feb, april, aug, okt

2 Eskilstunaån

feb/mars och juli/avg

4 Trosaån

april och sept

1 Svartaån Nyköpings kn

okt

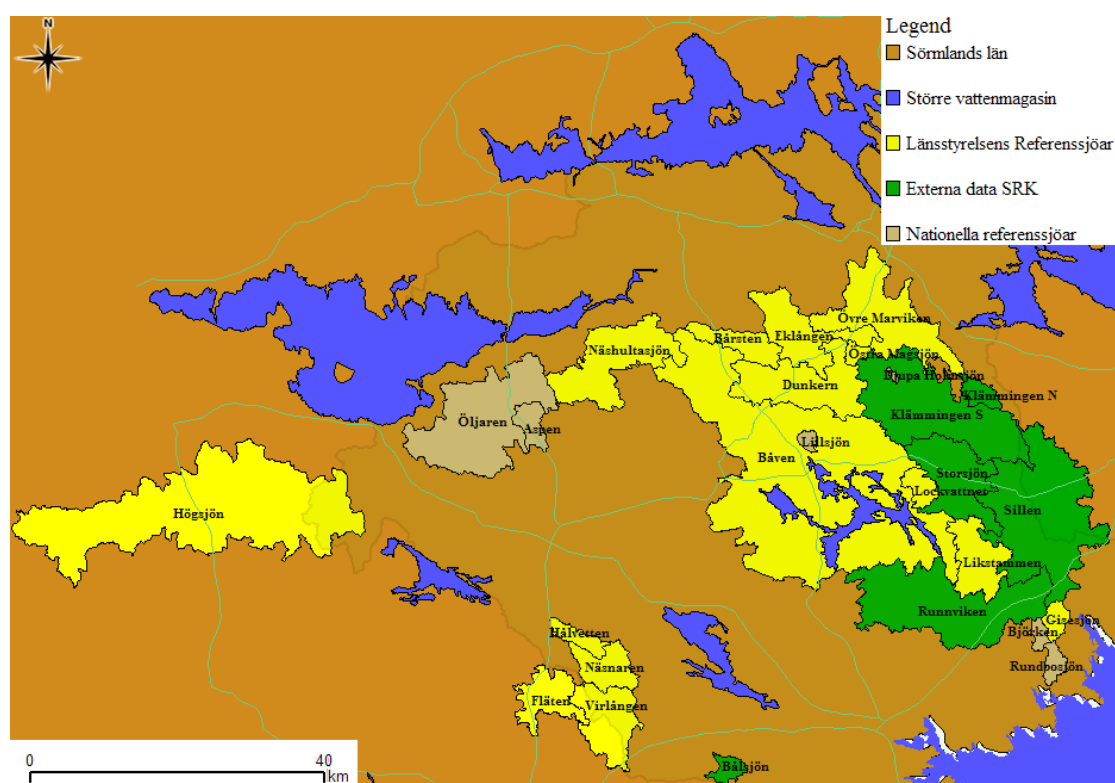
1 Kilaån Nyköpings kn

okt

16 tidsserie (varav Näshultasjön även i Eskilstunaån)

oktober.

Sjöarnas tillrinningsområden framgår av figur 1.



Figur 1. Karta över området, där avrinningsområden till de provtagna sjöarna lagts in.

Utav de sjöar som syns på kartan finns flera i samma avrinningsområde, dvs. en sjö nedströms en annan sjö som ingår i utvärderingen (tabell 1).

Tabell 1. Sjöar med annan i programmet ingående uppströms sjö. Sjöar markerade med – har ingen uppströms programsjö.

Sjönamn	Ensam eller längst nedströms	Uppströms sjö som ingår i avrinningsområdet
Tidsseriesjöar		
Aspen		Öljaren
Bårsten	--	
Båven	--	
Dunkern		Båven
Eklången		Övre Marviken
Fläten	--	
Gisesjön	--	
Hålvetten		Näsnaren
Högsjön	--	
Likstammen		Runnviken
Lockvattnet		Storsjön
Näshultasjön	--	
Näsnaren	--	
Virlången	--	
Östra Magsjön		Båven
Övre Marviken	--	
Nationella trendsjöar		
Björken		Rundbosjön
Djupa Holmsjön		Klämningen
Lillsjön		Båven
Rundbosjön	--	
SRK, Eskilstunaån		
Näshultasjön	--	
Öljaren	--	
SRK, Kilaån		
Bålsjön	--	
SRK, Svärtaån		
Runnviken	--	
SRK, Trosaån		
Klämningen N		Klämningen S
Klämningen S		Sillen
Sillen	--	
Storsjön		Sillen

Finns en uppströms sjö i samma avrinningsområde bör lämpligen sjön uppströms användas som referenssjö.

Data för vattenkemi för sjöarna erhöles från SLU's databas. Här samlas den data som uppmäts i Sveriges olika län.

Hydrologiska data för sjöarna har ofta hämtats från SMHI's olika sjöregister.

Provtagningsfrekvensen varierar mycket mellan de olika programmen (tabell 2). De nationella trendsjöarna provtas fyra gånger per år medan länsstyrelsens endast provtas i oktober.

Tabell 2. Sammanställning av de sjöar som ingår i utvärderingen.

Sjönamn	X_SMHI	Y_SMHI	Antal/år	År	Månader
Tidsseriesjöar					
Aspen	655805	151808	1	1999-2007	okt
Bårsten	657081	154214	1	1999-2007	okt
Båven	653707	156202	1	1999-2007	okt
Dunkern	655797	156309	1	1999-2007	okt
Eklången	656947	155897	1	1999-2007	okt
Fläten	652048	152610	1	1999-2007	okt
Gisesjön	652903	159277	1	1999-2007	okt
Hålvetten	652527	152999	1	1999-2007	okt
Högsjön	654543	149599	1	1999-2007	okt
Likstammen	653531	158389	1	1999-2007	okt
Lockvattnet	654615	157469	1	1999-2007	okt
Näshultasjön	656853	152800	1	1999-2007	okt
Näsnaren	652439	153389	1	1999-2007	okt
Virlången	651862	153431	1	1999-2007	okt
Östra Magsjön	656614	156319	1	1999-2007	okt
Övre Marviken	656378	157786	1	1999-2007	okt
Nationella trendsjöar					
Björken	652707	159032	4	1983-2007	feb, april, aug, okt
Djupa Holmsjön	656263	156963	4	1984-2007	feb, april, aug, okt
Lillsjön	655380	155738	4	1995-2007	feb, april, aug, okt
Rundbosjön	652177	159038	4	1995-2007	feb, april, aug, okt
Öljaren	655974	150853	4	1995-2007	feb, april, aug, okt
SRK, Eskilstunaån					
Näshultasjön	656853	152800	2	1997-2006	feb/mars och juli/aug
Öljaren	655974	150853	2	2002-2006	feb/mars och juli/aug
SRK, Svärtaån					
Runnviken	652857	157591	1	1999-2006	okt
SRK, Kilaån					
Bålsjön	651083	154599	1	1999-2006	okt
SRK, Trosaån					
Klämningen N	655187	158633	2	1999-2006	april och sept
Klämningen S	655187	158633	2	1999-2006	april och sept
Sillen	653703	159331	2	1999-2006	april och sept
Storsjön	655092	158354	2	1999-2006	april och sept

2.1 Geografisk variation

Sjöarna har en viss geografisk variation trots att den relativt korta distansen mellan dem. Variationen består i variationer i topografi som ger en skillnad i höjd över havet, lutning inom avrinningsområdet och också avrinningsområdenas storlek, liksom sjö/djup och -volym samt sjöarea. De hydrologiska faktorerna ger en viss variation som påverkar den hydrauliska uppehållstiden och därmed även vattenkemiska förhållanden.

Geografiska data för sjöarnas avrinningsområden, samt medelnederbörd och avrinning redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Avrinningsområdenas area, minimum, maximum och medelhöjd, medelnederbörd och medelavrinning för varje sjö.

Sjönamn	Avrinning- område area (km ²)	Minimum höjd (möh)	Maximum höjd (möh)	Medelhöjd (möh)	Djup (m)	Medel- nederbörd (mm/år)	Medel- avrinning (mm/år)
Tidsseriesjöar							
Aspen	19,87	41,5	91,6	66,0	11	650	150
Bårsten	35,62	24,2	103,4	62,1	11	650	241
Båven	774,7	17,7	100,1	43,9	48	652	225
Dunkern	114,7	23,3	98,5	52,9	40	668	235
Eklången	75,93	27,1	89,9	48,8	8	676	161
Fläten	46,79	58,7	119,8	80,4	16	650	150
Gisesjön	13,59	27,5	72,6	42,9	10	650	250
Hålvetten	17,15	39,7	76,6	53,8	3,9	650	150
Högsjön	425,3	49,7	206,6	98,4	12	695	267
Likstammen	58,76	8,3	97,1	44,6	27	650	250
Lockvattnet	17,49	19,7	88,4	51,0	12	650	250
Näshultasjön	114,1	25,3	73,0	36,4	14,8	650	219
Näsnaren	55,90	31,0	113,5	59,3	24	650	158
Virlången	116,1	8,3	97,1	44,6	9	650	184
Östra Magsjön	7,57	21,3	99,5	48,6	20	750	151
Övre Marviken	200,1	40,7	98,5	59,0	15	692	155
Nationella trendsjöar							
Björken	7,95	28,1	70,3	41,6		650	250
Djupa	1,60	57,2	83,6	65,8		674	225
Holmsjön							
Rundbosjön	20,10	39,7	101,0	55,9		650	250
Lillsjön	5,77	23,3	73,8	41,2		650	250
Öljaren	200,6	50,7	135,6	82,6		639	150
SRK Kilaån							
Bålsjön	12,83	50,5	100,5	67,6		650	250
Klämningen	202,9	8,3	97,1	44,6		660	235
SRK Svärtaån							
Runnviken	253,8	0,8	68,1	31,2		650	241
SRK Trosaån							
Sillen	542,15	3,7	77,5	36,1		653	244
Storsjön	202,9	7,1	95,5	38,9		660	235

Alla sjöar är lågt belägna; maximalt 59 möh; men flera har tillrinningsområden med en högsta höjd över 100 möh. Nederbörden har uppskattats till mellan 650 och 750 mm/år. Avrinningen varierar betydligt mer från 150 till 270 mm/år.

2.2 Parametrar

Djup angavs vid varje mätning. Variationen var stor; från en djupnivå i Båven till tio i Näshultasjön, men vanligast var två djupnivåer (tabell 4). I såväl Näshultasjön som Djupa Holmsjön är dock antalet redovisade djup höga på grund av att provet över botten tagits på något olika nivåer.

Tabell 4. Antal provtagna månader, antal djup som provtagits, liksom maximum- och minimumdjup och antal bestämda parametrar (utom spårmetaller).

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	Antal månader	Antal djup	Minddjup m	Maxdjup m	Antal parametrar
Tidsseriesjöar							
Aspen	655805	151808	5	2	0,5	2	21
Bårsten	657081	154214	5	2	0,5	2	21
Båven	653707	156202	5	11	0,5	47,5	22
Dunkern	655797	156309	5	10	0,5	38	22
Eklången	656947	155897	5	2	0,5	2	21
Fläten	652048	152610	6	3	0,5	2	21
Gisesjön	652903	159277	5	2	0,5	2	21
Hålvetten	652527	152999	6	2	0,5	2	21
Högsjön	654543	149599	6	6	0,5	10	22
Likstammen	653531	158389	5	2	0,5	2	21
Lockvattnet	654615	157469	5	2	0,5	2	21
Näshultasjön	656853	152800	5	10	0,5	10	21
Näsnaren	652439	153389	6	2	0,5	2	21
Vibjörken	651925	152876	1	1	2	2	20
Virlången	651862	153431	6	3	0,5	2	21
Östra Magsjön	656614	156319	5	2	0,5	2	21
Övre Marviken	656378	157786	5	2	0,5	2	21
Nationella trendsjöar							
Björken	652707	159032	10	4	0,5	2,2	21
Djupa	656263	156963	11	8	0,4	2,2	21
Holmsjön							
Lillsjön	655380	155738	6	2	0,5	2	20
Rundbosjön	652177	159038	5	2	0,5	2	20
Älgsjön	655275	153234	10	9	0,2	7	22
SRK, Eskilstunaån							
Näshultasjön	656853	152800	6	10	0,5	10	21
Öljaren	655974	150853	5	8	0,5	8,5	18
SRK, Kilaån							
Bålsjön	651083	154599	4	1	0,5	0,5	19
SRK, Nyköpingsån							
Båven	653707	156202	2	11	0,5	47,5	22
Djulösjön	653651	152831	7	5	0,5	7,5	14
Dunkern	655797	156309	2	10	0,5	38	22
Hunn	653174	150400	2	6	0,5	14,5	13
Högsjön	654543	149599	2	6	0,5	10	22
Kolsnaren	654601	151038	2	4	0,5	5	13
Långhalsen,	652364	156455	2	6	0,5	9	13
Spikön							
Nedingen	655063	155044	2	4	0,5	5	13
Regnaren	653067	150100	2	6	0,5	6,6	13
Tisnaren	653595	151584	2	7	0,5	22	13
Valdemaren	654607	154086	2	7	0,5	10,5	13
Viren	654073	151899	2	5	0,5	10,5	13
Yngaren	653034	154584	2	8	0,5	18,5	13
Ålsjön	653225	149416	2	4	0,5	4,5	13
Östjuten	652331	150312	2	6	0,5	13,5	13

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	Antal månader	Antal djup	Mindjup m	Maxdjup m	Antal parametrar
SRK, Svärtaån							
Runnviken	652857	157591	5	1	0,5	0,5	20
SRK, Trosaån							
Klämmingen N	655187	158633	3	5	0,5	26	11
Klämmingen S	655187	158633	3	5	0,5	33	11
Sillen	653703	159331	3	4	0,5	11	11
Storsjön	655092	158354	3	3	0,5	4,5	11

För de flesta sjöar som angivits med två provtagningsdjup är också det är en artefakt och endast olika rapporterade djup för ytvattenprovtagning. Det innebär att endast sex sjöar har provtagits i bottenvattnet (hypolimnion). Dessa är Klämmingen N och S, Näshultasjön, Sillen, Storsjön och Öljaren.

Vattentemperatur, liksom konduktivitet och syrgas har mätts vid så gott som alla provtagningstillfällen (tabell 5).

Tabell 5. Totalt antal prover, antal konduktivitetmätningar, siktdjup och syrgasmätningar.

Sjö	X-SMHI	Y-SMHI	Antal prov	Antal Konduktivitet	Antal Temp.	Antal Siktdjup	Antal O2
Tidsseriesjöar							
Aspen	655805	151808	12	12	12	10	9
Bårsten	657081	154214	12	12	12	10	9
Båven	653707	156202	11	11	11	9	8
Dunkern	655797	156309	12	12	12	10	9
Eklången	656947	155897	12	12	12	10	9
Fläten	652048	152610	12	12	12	9	10
Gisesjön	652903	159277	12	12	12	10	8
Hålvetten	652527	152999	12	12	12	10	9
Högsjön	654543	149599	12	12	12	10	9
Likstammen	653531	158389	13	13	13	11	11
Lockvattnet	654615	157469	12	12	12	10	9
Näshultasjön	656853	152800	12	12	12	10	10
Näsnaren	652439	153389	12	12	12	10	9
Vibjörken	651925	152876	1	1	1	1	1
Virlången	651862	153431	11	11	10	8	10
Östra Magsjön	656614	156319	12	12	12	10	9
Övre Marviken	656378	157786	12	12	12	10	9
Nationella trendsjöar							
Björken	652707	159032	83	83	81	59	0
Djupa	656263	156963	82	82	80	59	0
Holmsjön							
Lillsjön	655380	155738	52	52	52	39	0
Rundbosjön	652177	159038	52	52	52	38	0
Älgsjön	655275	153234	212	212	208	102	170
SRK, Eskilstunaån							
Näshultasjön	656853	152800	66	44	64	15	64
Öljaren	655974	150853	36	24	35	9	36
SRK, Kilaån							
Bålsjön	651083	154599	9	9	9	3	9
SRK, Nyköpingsån							
Båven	653707	156202	21	4	21	1	21
Djulösjön	653651	152831	16	10	16	1	16
Dunkern	655797	156309	18	4	18	1	18

Sjö	X-SMHI	Y-SMHI	Antal prov	Antal Konduktivitet	Antal Temp.	Antal Siktdjup	Antal O2
Hunn	653174	150400	12	4	12	1	12
Högsjön	654543	149599	12	4	12	1	12
Kolsnaren	654601	151038	8	4	8	1	8
Långhalsen, Spikön	652364	156455	12	4	12	1	12
Nedingen	655063	155044	8	4	8	1	8
Regnaren	653067	150100	10	4	10	1	10
Tisnaren	653595	151584	12	4	12	1	12
Valdemaren	654607	154086	14	4	14	1	14
Viren	654073	151899	10	4	10	1	10
Yngaren	653034	154584	14	4	14	1	14
Ålsjön	653225	149416	8	4	8	1	8
Östjuten	652331	150312	12	4	12	1	12
SRK, Svärtaån							
Runnviken	652857	157591	10	10	10	0	9
SRK, Trosaån							
Klämningen N	655187	158633	70	70	65	12	60
Klämningen S	655187	158633	70	70	65	12	60
Sillen	653703	159331	56	56	52	12	48
Storsjön	655092	158354	28	28	26	12	24

Konduktivitetsbestämningar saknas onödigt ofta för Eskilstunaåns och Nyköpingsåns sjöar. Även siktdjupsmätningar saknas för flertalet SRK-sjöar.

Att Trosaåns sjöar saknar bestämningar av fosfat-P är idag inget problem eftersom parametern inte används i Bedömningsgrunder.

Tabell 6. Näringsämnen. Antal bestämningar gällande parametrarna; kväve- och fosforföreningar.

Namn	Antal prover	Antal NH4-N	Antal NO23-N	Antal Total-N	Antal PO4-P	Antal Total-P
Tidsseriesjöar,						
Aspen	12	12	12	12	12	12
Bårsten	12	12	12	12	12	12
Båven	11	11	11	11	11	11
Dunkern	12	12	12	12	12	12
Eklången	12	12	12	12	12	12
Fläten	12	12	12	12	12	12
Gisesjön	12	12	12	12	12	12
Hålvetten	12	12	12	12	12	12
Högsjön	12	12	12	12	12	12
Likstammen	13	13	13	13	13	13
Lockvattnet	12	12	12	12	12	12
Näshultasjön	12	12	12	12	12	12
Näsnaren	12	12	12	12	12	12
Vibjörken	1	1	1	1	1	1
Virlången	11	11	11	11	11	11
Östra Magsjön	12	12	12	12	12	12
Övre Marviken	12	12	12	12	12	12
Nationella trendsjöar						
Björken	83	81	81	69	81	81
Djupa Holmsjön	82	80	82	68	80	80
Lillsjön	52	50	50	45	50	50
Rundbosjön	52	50	50	45	50	50
Älgsjön	212	210	212	184	210	210
SRK, Eskilstunaån						
Näshultasjön	66	44	44	44	44	44

Namn	Antal prover	Antal NH4-N	Antal NO23-N	Antal Total-N	Antal PO4-P	Antal Total-P
Öljaren	36	24	24	24	24	24
SRK, Kilaån						
Bålsjön	9	9	9	9	9	9
SRK, Nyköpingsån						
Båven	21	4	4	4	4	4
Djulösjön	16	10	10	10	10	10
Dunkern	18	4	4	4	4	4
Hunn	12	4	4	4	4	4
Högsjön	12	4	4	4	4	4
Kolsnaren	8	4	4	4	4	4
Långhalsen,	12	4	4	4	4	4
Spikön						
Nedingen	8	4	4	4	4	4
Regnaren	10	4	4	4	4	4
Tisnaren	12	4	4	4	4	4
Valdemaren	14	4	4	4	4	4
Viren	10	4	4	4	4	4
Yngaren	14	4	4	4	4	4
Ålsjön	8	4	4	4	4	4
Östjuten	12	4	4	4	4	4
SRK, Svärtaån						
Runnviken	10	10	10	10	10	10
SRK, Trosaån						
Klämmingen N	70	0	0	70	0	70
Klämmingen S	70	0	0	70	0	70
Sillen	56	0	0	56	0	56
Storsjön	28	0	0	28	0	28

Absorbans (vattenfärg) har bestämts vid två olika våglängder (420 eller 436 nm). Det förekommer inga dubbelbestämningar,; men det är möjligt att räkna om värden att gälla för samma våglängd. Detta kan ske enligt (Larsson, 2006) genom division av absorbansvärdet för 436 nm (m^{-1}) med 15,76 för att få absorbansvärdet för 420 nm och 5 cm kuvettlängd (Larsson, 2006).

För försurningsvärdering centrala parametrar som sulfat och alkalinitet har bara bestämts för mer än hälften av proverna i två respektive nio av sjöarna (tabell 7).

Tabell 7. Antal bestämningar per sjö av större konstituenten; Ca, Mg, Na, K, alkalinitet, SO4 och Cl.

Namn	Antal totalt	Antal Ca	Antal Mg	Antal Na, K	Antal Alkalinitet	Antal SO4	Antal Cl
Tidsseriesjöar							
Aspen	12	12	12	12	12	12	12
Bårsten	12	12	12	12	12	12	12
Båven	11	11	11	11	11	11	11
Dunkern	12	12	12	12	12	12	12
Eklången	12	12	12	12	12	12	12
Fläten	12	12	12	12	12	12	12
Gisesjön	12	12	12	12	12	12	12
Hålvetten	12	12	12	12	12	12	12
Högsjön	12	12	12	12	12	12	12
Likstammen	13	13	13	13	13	13	13
Lockvattnet	12	12	12	12	12	12	12
Näshultasjön	12	12	12	12	12	12	12
Näsaren	12	12	12	12	12	12	12

Namn	Antal totalt	Antal Ca	Antal Mg	Antal Na, K	Antal Alkalinitet	Antal SO4	Antal Cl
Vibjörken	1	1	1	1	1	1	1
Virlången	11	11	11	11	11	11	11
Östra Magsjön	12	12	12	12	12	12	12
Övre Marviken	12	12	12	12	12	12	12
Nationella trendsjöar							
Björken	83	81	81	81	83	81	81
Djupa Holmsjön	82	82	82	82	82	82	82
Lillsjön	52	50	50	50	52	50	50
Rundbosjön	52	50	50	50	52	50	50
Älgsjön	212	149	149	149	149	149	149
SRK, Eskilstunaån							
Näshultasjön	66	1	1	0	44	0	1
Öljaren	36	1	1	0	24	0	1
SRK, Kilaån							
Bålsjön	9	4	9	4	7	0	0
SRK, Nyköpingsån							
Båven	21	0	0	0	0	0	0
SRK, Nyköpingsån							
Djulösjön	16	0	0	0	0	0	0
Dunkern	18	0	0	0	0	0	0
Hunn	12	0	0	0	0	0	0
Högsjön	12	0	0	0	0	0	0
Kolsnaren	8	0	0	0	0	0	0
Långhalsen, Spikön	12	0	0	0	0	0	0
Nedingen	8	0	0	0	0	0	0
Regnaren	10	0	0	0	0	0	0
Tisnaren	12	0	0	0	0	0	0
Valdemaren	14	0	0	0	0	0	0
Viren	10	0	0	0	0	0	0
Yngaren	14	0	0	0	0	0	0
Ålsjön	8	0	0	0	0	0	0
Östjuten	12	0	0	0	0	0	0
SRK, Svärtaån							
Runnviken	10	10	10	10	10	10	10
SRK, Trosaån							
Klämmingen N	70	0	0	0	70	0	0
Klämmingen S	70	0	0	0	70	0	0
Sillen	56	0	0	0	56	0	0
Storsjön	28	0	0	0	28	0	0

TOC och vattenfärg (som absorbansmätningar), liksom kisel har bestämts på flertalet prover. Däremot är antalet klorofyllbestämningar lägre, vilket naturligtvis beror på att oftast endast ytprover har analyserats (tabell 8).

Tabell 8. Antal bestämningar per sjö av TOC, absorbans, Si och klorofyll.

Namn	Antal prover	Antal TOC	Antal Absorbans F. 436nm	Antal Abs_F 420 nm	Antal Si	Antal Klorofyll
Tidsseriesjöar						
Aspen	12	12	12	0	12	11
Bärsten	12	12	12	0	12	9
Båven	11	11	11	0	11	8
Dunkern	12	12	12	0	12	10
Eklången	12	12	12	0	12	12
Fläten	12	11	12	0	12	6
Gisesjön	12	12	12	0	12	2
Hålvetten	12	12	12	0	12	12

Namn	Antal prover	Antal TOC	Antal Absorbans F. 436nm	Antal Abs_F 420 nm	Antal Si	Antal Klorofyll
Högsjön	12	12	12	0	12	10
Likstammen	13	13	12	0	13	6
Lockvattnet	12	12	12	0	12	9
Näshultasjön	12	12	12	0	12	7
Näsnaren	12	12	12	0	12	5
Vibjörken	1	1	1	0	1	0
Virlången	11	11	11	0	11	8
Östra Magsjön	12	12	12	0	12	2
Övre Marviken	12	12	12	0	12	9
Nationella trendsjöar						
Björken	83	74	0	83	81	47
Djupa	82	75	0	82	82	46
Holmsjön						
Lillsjön	52	50	0	52	50	47
Rundbosjön	52	50	0	52	50	47
Älgsjön	212	203	0	212	212	90
SRK, Eskilstunaån						
Näshultasjön	66	44	44	0	1	10
Öljaren	36	24	24	0	1	6
SRK, Kilaån						
Bålsjön	9	7	9	0	9	6
SRK, Nyköpingsån						
Båven	21	4	0	4	0	1
Djulösjön	16	10	0	10	6	1
Dunkern	18	4	0	4	0	1
Hunn	12	4	0	4	0	1
Högsjön	12	4	0	4	0	1
Kolsnaren	8	4	0	4	0	1
Långhalsen,	12	4	0	4	0	1
Spikön						
Nedingen	8	4	0	4	0	1
Regnaren	10	4	0	4	0	1
Tisnaren	12	4	0	4	0	1
Valdemaren	14	4	0	4	0	1
Viren	10	4	0	4	0	1
Yngaren	14	4	0	4	0	1
Älsjön	8	4	0	4	0	1
Östjuten	12	4	0	4	0	1
SRK, Svärtaån						
Runnviken	10	10	10	0	10	9
SRK, Trosaån						
Klämmingen N	70	70	0	0	0	0
Klämmingen S	70	70	0	0	0	0
Sillen	56	56	0	0	0	0
Storsjön	28	28	0	0	0	0

Spårmetaller har endast bestämts i tre nationella trendsjöar; Djupa Holmsjön, Rundbosjön och Öljaren. Aluminiumfraktioner bestämdes i ytterligare två; Björken och Lillsjön.

2.3 Statistiska metoder

Beräkningar av trender som Theil's slope (Sen's slope) skedde med programmet SK-Theil, ett Visual Basic program som utför Mann-Kendall tester på monotona trender i tidsserier. Programmet är baserat på MULTIMK av Anders Grimvall från 1998. För data grupperat på lokal och parameter, för varje provtagningsmånad (period) gjordes en körning per parameter. Värden för slope (lutning) och signifikans (Mann-Kendall) erhöles om data var homogent nog. Men den stora skillnaden i provtagningsmånad (period) leder till svårigheter att utvärdera sjöarna som en hel grupp.

Övriga beräkningar och grafer har gjorts med JMP.

3 Resultat

Markanvändning i sjöarna tillrinningsområden har tagits fram genom GIS-arbete vid institutionen och redovisas i tabell 9.

Tabell 9. Uppdelning av avrinningsområden i olika typer av vegetation, bebyggelse och vatten med angivande av areal i km².

Sjönamn	Vatten	Tätort	Skog	Öppen mark	Betes mark	Åker	Sankmark normal	Total area
Tidsseriesjöar								
Aspen	1,31	0,00	14,28	0,68	0,12	2,48	1,01	19,87
Bårsten	2,44	0,20	25,90	1,06	0,31	3,16	2,55	35,62
Eklången	3,63	0,08	54,25	3,65	2,15	6,36	5,81	75,93
Fläten	5,96	0,18	36,03	0,84	0,20	0,09	3,44	46,79
Gisesjön	2,34	0,15	10,82	0,08	0,00	0,00	0,21	13,59
Hålvetten	1,90	0,00	12,82	0,41	0,50	0,70	0,85	17,15
Högsjön	52,80	5,29	289,8	15,74	6,56	27,23	27,75	425,2
Likstammen	12,23	0,15	40,21	1,95	1,08	1,84	1,31	58,76
Lockvattnet	5,88	0,00	9,55	0,70	0,28	1,03	0,07	17,49
Näshultasjön	10,24	0,50	82,15	6,01	3,15	7,93	4,16	114,1
Näsnaren	9,24	0,14	39,41	1,47	1,25	1,53	2,88	55,90
Virlången	11,16	0,18	91,56	1,83	0,58	1,17	9,64	116,09
Östra Magsjön	1,64	0,00	5,40	0,15	0,17	0,12	0,08	7,57
Övre Marviken	11,95	1,07	142,32	10,62	4,77	17,01	12,37	200,11
Nationella trendsjöar								
Björken	1,37	0,00	6,55	0,04	0,00	0,00	0,02	7,95
Djupa Holmsjön	0,21	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00	0,12	1,60
Lillsjön	0,35	0,00	4,29	0,19	0,17	0,44	0,33	5,77
Rundbosjön	2,32	0,00	14,41	0,93	0,75	1,43	0,28	20,10
SRK, Eskilstunaån								
Näshultasjön	10,24	0,50	82,15	6,01	3,15	7,93	4,16	114,1
Öljaren	20,84	0,51	106,07	12,19	4,36	51,28	5,34	200,6
SRK, Kilaån								
Bålsjön	1,37	0,00	7,53	0,74	0,39	1,97	0,85	12,83
SRK, Nyköpingsån								
Båven	114,21	5,31	451,0	47,36	24,91	103,5	28,52	774,7
Dunkern	10,75	0,19	71,23	5,52	3,60	16,95	6,50	114,7
SRK, Svärtaån								
Runnviken	24,04	0,88	147,03	18,76	6,93	49,65	6,55	253,86
SRK, Trosaån								
Klämmingen	26,62	0,85	128,3	9,32	4,45	24,73	8,66	202,9
Sillen	70,01	6,43	317,32	32,76	13,25	85,28	17,14	542,15
Storsjön	26,62	0,85	128,33	9,32	4,45	24,73	8,66	202,90

Den procentuella fördelningen av de olika markslaget redovisas i tabell 10.

Tabell 10. Uppdelning av avrinningsområden i olika typer av vegetation, bebyggelse och vatten med angivande av procent av den totala areal av varje avrinningsområde.

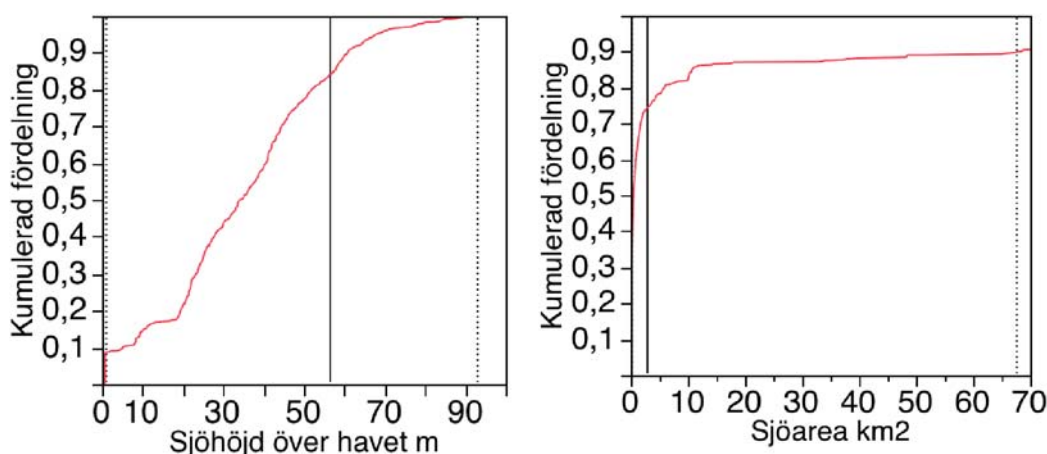
Sjönamn	Vatten	Tätort	Skog	Öppen mark	Betes mark	Åker	Sankmark normal
Tidsseriesjöar							
Aspen	6,61	0,00	71,87	3,42	0,58	12,49	5,06
Bårsten	6,84	0,55	72,70	2,98	0,87	8,88	7,16
Båven	14,74	0,68	58,22	6,11	3,22	13,36	3,68
Dunkern	9,37	0,17	62,08	4,81	3,14	14,77	5,66
Eklången	4,78	0,10	71,45	4,80	2,83	8,37	7,65
Fläten	12,74	0,39	77,01	1,80	0,42	0,18	7,36
Gisesjön	17,22	1,07	79,65	0,57	0,00	0,02	1,51
Hålvetten	11,05	0,00	74,73	2,38	2,91	4,08	4,94
Högsjön	12,41	1,24	68,16	3,70	1,54	6,40	6,53
Likstammen	20,82	0,25	68,42	3,32	1,83	3,13	2,22
Lockvattnet	33,64	0,00	54,59	3,97	1,57	5,88	0,37
Näshultasjön	8,97	0,43	71,97	5,26	2,76	6,94	3,64
Näsnaren	16,53	0,24	70,49	2,62	2,23	2,74	5,15
Virlången	9,61	0,16	78,87	1,58	0,50	1,01	8,30
Östra Magsjön	21,64	0,00	71,41	1,95	2,25	1,62	1,09
Övre Marviken	5,97	0,53	71,12	5,31	2,38	8,50	6,18
Nationella trendsjöar							
Björken	17,17	0,00	82,40	0,50	0,00	0,00	0,19
Djupa Holmsjön	13,09	0,00	79,35	0,00	0,00	0,00	7,48
Lillsjön	5,98	0,00	74,32	3,34	2,86	7,59	5,72
Rundbosjön	11,52	0,00	71,72	4,60	3,72	7,09	1,37
SRK, Eskilstunaån							
Näshultasjön	8,97	0,43	71,97	5,26	2,76	6,94	3,64
Öljaren	10,39	0,25	52,88	6,07	2,17	25,56	2,66
SRK, Kilaån							
Bålsjön	10,64	0,00	58,69	5,75	3,02	15,37	6,58
SRK, Svärtaån							
Runnviken	9,47	0,35	57,92	7,39	2,73	19,56	2,58
SRK, Trosaån							
Klämningen	13,12	0,42	63,25	4,59	2,19	12,19	4,27
Sillen	12,91	1,19	58,53	6,04	2,44	15,73	3,16
Storsjön	13,12	0,42	63,25	4,59	2,19	12,19	4,27

Tidsseriesjöar skall ju i princip vara fria från lokal påverkan; dvs. utsläpp från samhällen, industrier samt med minsta möjliga påverkan från jordbruk. Detta låter sig sällan göras. Vad gäller samhällen har vi endast kunnat använda andelen tätort som ett mått. Om avloppsvattnet från tätorter i tillrinningsområdet förs till sjön kan ett hög andel betyda en påverkan. Men samhället ifråga kan vara anslutet till reningsverk utanför sjöns avrinningsområde. Tre sjöar (Gisesjön, Högsjön och Sillen) har en tätortsandel större än 1 %. Beträffande åkerandel så är bedömningen något lättare. En andel högre än 10–15% torde innebära påverkan från jordbruk. Tre tidsseriesjöar har en så hög andel åkermark. Fyra sjöar har en åkerandel över 15 %.

3.1 Hur representerar tidsseriesjöarna länets sjöar?

Länets tidsseriesjöar kan jämföras med länets population av sjöar. Populationen (alla sjöar) presenteras i det följande i ett frekvensdiagram från lägsta till högsta värde. Medianvärden för populationen ligger således i skärningen mellan y-axelns värde 0,5 och den röda linjen. Tidsseriesjöarnas minimum, median och maximumvärden är inlagda som vertikala linjer.

Länets tidsseriesjöar speglar väl både höjd över havet och sjöarea i förhållande till länets alla sjöar (figur 2).

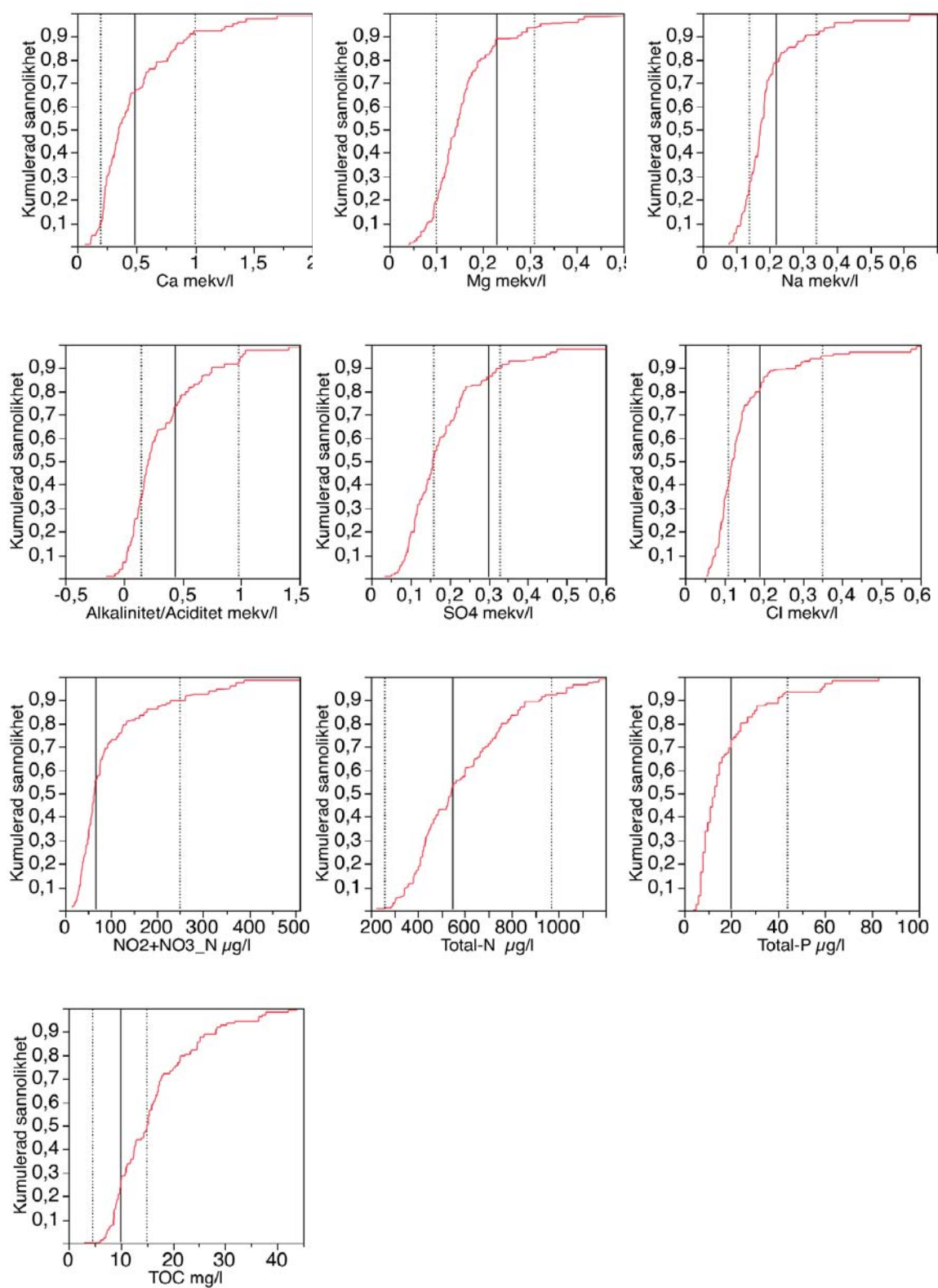


Figur 2. Tidsseriesjöarnas höjd över havet och sjöyta. Lodräta linjer minimum (·····), median (—) och maximumvärde (---). Röd kurva visar frekvensfördelning för Södermanlands sjöar enligt SMHI.

En möjlighet att sätta tidsseriesjöarna i ett länsperspektiv vad gäller sjöarnas vattenkemi är att jämföra med de nationella sjöinventeringarna; främst de från 2000 och 2005. De då provtagna sjöarna är slumpvis utvalda med avseende på län och storleksklass (samplet). Länets samtliga sjöar finns i SMHI's sjöregister och därför kan varje provtagen sjö få representera sjöarna i en storleksklass i länet (s.k. destratifiering).

Jämförelse av vattenkemiska förhållanden mellan tidsseriesjöarna och sjöinventeringen 2000 (RI00)

Hösten 2000 genomfördes en nationell sjöinventering där ett stratifierat urval av sjöar gjordes (Wilander m.fl. 2003). Vid RI00 provtogs 34 sjöar i länet. Genom destratifiering kan alltså detta sampel räknas upp till att ge en skattning av fördelningen för länets sjöar. Eftersom andelen provtagna sjöar är mindre än 5% av länets sjöar är skattningen av de vattenkemiska förhållandena i detalj naturligtvis osäkra. Spännvidden för tidsseriesjöarna är inlagd i frekvensfördelningen (figur 3).



Figur 3. Frekvensfördelning för länets tidsseriesjöar. Destratifiering av RI00 från 34 provtagna sjöar till länets alla sjöar (—). Lodräta linjer minimum och maximum, — medianvärde för länets tidsseriesjöar.

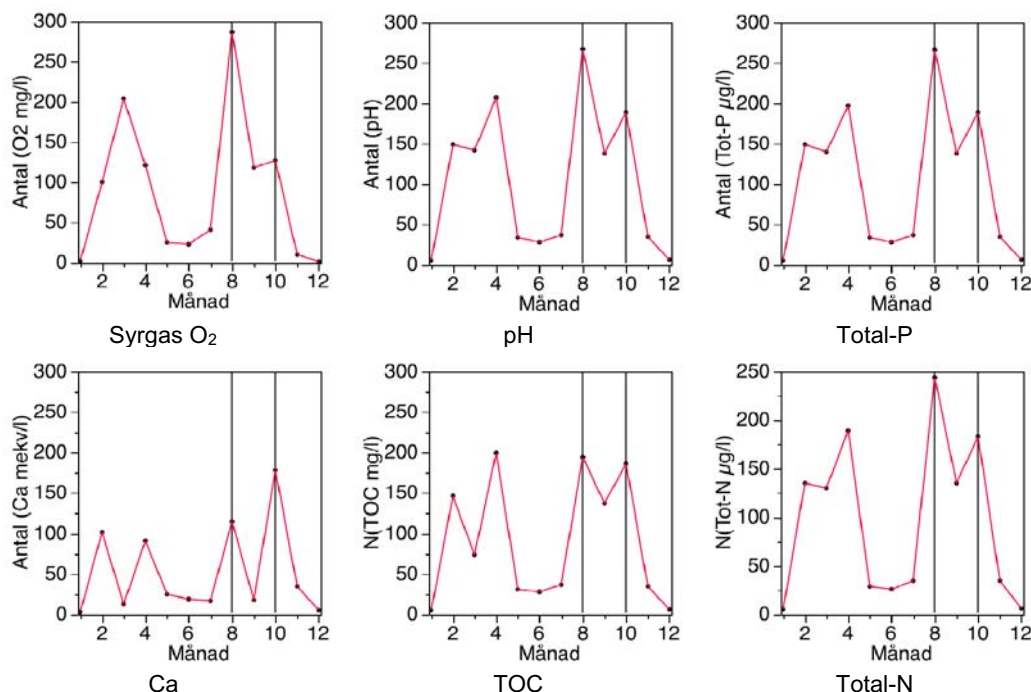
För Ca, Na och alkalinitet täcker tidsseriesjöarna förhållandena väl de i länets sjöar, liksom även för sulfat och klorid. För nitrat kan endast maximumvärdet för tidsseriesjöarna visas; det är som förväntat relativt lågt eftersom RI00 ju täcker även påverkade sjöar. Tidsseriesjöarnas halter av total-P är däremot förhållandevis höga; medianvärdet för dem är lika högt som det för länets sjöar.

Jämförelse av vattenkemiska förhållanden mellan tidsseriesjöarna och sjöinventeringen 2005

Vid sjöinventeringen 2005 undersöktes endast 18 okalkade sjöar i länet. Genom destratifiering kan mätvärden för dessa räknas om till att beskriva länets okalkade sjöpopulation på ca 708 sjöar. 2005 års sjöinventeringssjöar har för några parametrar en mindre spännvidd än tidsseriesjöarna; t.ex. för alkalinitet och sulfat. Jämförelsen mellan tidsseriesjöarna och de båda sjöinventeringarna visar att sura sjöar bedömda från pH-värde och alkalinitet, om än ovanliga i sjöinventeringen, saknas bland tidsseriesjöarna. Likaså saknas sjöar med hög halt TOC bland tidsseriesjöarna.

3.2 Provtagningsmånader

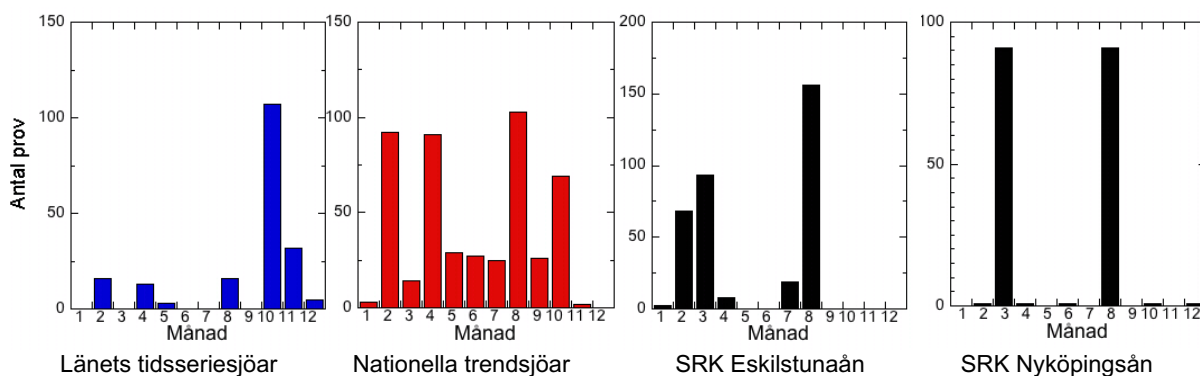
Variationen i antal prover som tagits varje månad är stor; vanligen dominerar augusti och oktober (figur 4). Även en vårvotvagn i april är vanlig.



Figur 4. Provtagningsmånader för några parametrar. Alla undersökta sjöar.

Kalcium, som en indikator på försurning, bestäms oftast på prover från oktober medan prover för närsalter som regel provtas i april och augusti.

Programmen är olika beträffande provtagningsmånader (figur 5).



Figur 5. Provtagningsmånader för fyra undersökningsprogram i länet.

Länets tidsseriesjöar provtas oftast i oktober med inriktning på försurning. I de två presenterade SRK-programmen dominerar däremot augusti med fokus på eutrofiering. Om endast en provtagning per år prioriteras bör sjöar med fokus på eutrofiering (närlingsämnen) provtas i augusti och de för försurning under höstcirkulation (oktober–november).

3.3 Problemet med "mindre än" värden

I databasen för Södermanlands sjöar finns det ett påfallande stort antal "mindre än" värden (tabell 11).

Tabell 11. Sammanställning av "mindre än" värden i databasen för Södermanlands sjöar.

Parameter	Mindre än värde	Antal mindre än värden	Totalt antal värden
NH4-N µg/l	<50/<100	212	748
NO23-N µg/l	<10/<50/<100	172	752
PO4-P µg/l	<2/<5	106	701
Tot-P µg/l	<5/<10	40	972
Ca mekv/l	<0,25	6	618
Mg mekv/l	<0,10/0,25	82	623
K mekv/l	<0,025	41	618
Cl mekv/l	0,085	1	614
NH4-N mg/l	<0,010	34	112
NO23-N mg/l	<0,005/0,010	26	216
PO4-P mg/l	<0,002/<0,005/<0,010	22	216

Förekomsten av mindre än värden (<) kan hanteras på flera olika sätt. Om man vill beräkna medelvärden måste ett lämpligt värde användas som ersättning; det kan vara "mindre än" värden själva eller t.ex. halva mindre än värden (<). Oberoende av vad man väljer som ersättning påverkas medelvärdet om antalet mindre än värden (<) är stort. Ett bättre sätt är därför att beskriva fördelningen av värden är att använda de icke-parametriska percentiler och medianvärden (tabell 12). Ytterligare en fördel med det sättet att beskriva är att höga extremvärden inte påverkar centralvärdet (medianvärdet).

Tabell 12. Närsalter i länets tidsseriesjöar. Sammanställning av medianvärden och 90 percentiler.

Namn	Antal	Median NO23-N µg/l	90 NO23-N µg/l	Median Total-N µg/l	90 Total-N µg/l	Median PO4-P µg/l	90 PO4-P µg/l	Median Total-P µg/l	90 Total-P µg/l
Aspen	12	-	284	540	762	3	7	22	29
Bårsten	12	-	385	620	1098	16	32	38	65
Båven	11	-	128	480	520	3	8	16	36
Dunkern	12	185	316	655	837	5	15	22	33
Eklången	12	-	310	955	1000	7	26	49	67
Fläten	12	-	91	370	404	-	2	11	13
Gisesjön	12	-	96	360	417	-	1	-	29
Hålvetten	12	-	180	760	890	6	16	32	52
Högsjön	12	-	175	625	734	6	11	24	32
Likstammen	13	-	46	370	436	5	9	14	22
Lockvattnet	12	-	-	380	475	4	13	18	21
Näshultasjön	12	-	208	540	795	9	14	29	37
Näsnaren	12	-	64	415	530	-	2	11	19
Vibjörken	1	-	-	550	550	3	3	18	18
Virlången	11	-	77	380	446	-	2	12	16
Östra Magsjön	12	-	67	285	327	-	2	-	13
Övre Marviken	12	-	311	545	766	21	35	40	51

Rapporteringsgränsen (mindre än värdet <) är förhållandevis hög för ammonium; varken medianvärden eller 75 percentilen kan beräknas. Det beror på att fler än hälften (75%) av alla mätvärden är angivna som ”mindre än”. Även för nitrat är den hög; endast för Dunkern kan ett medianvärde beräknas. Rapporteringsgränsen är också hög för total-P(<10 µg/l), vilket medför att medianvärden inte kan beräknas för några sjöar.

Även för klorofyll är rapporteringsgränsen så hög (< 4,5) att medianvärden för alla prover inte kan beräknas för fyra sjöar (tabell 13).

Tabell 13. Klorofyll a (µg/l) i länets tidsseriesjöar. Kvantiler (25, 50 och 90). n = 12.

Namn	25 percentil	Median	90 percentil
Aspen	6,5	8,6	12,0
Bårsten	0,7	9,9	18,5
Båven	-	5,0	8,0
Dunkern	2,7	5,6	16,5
Eklången	9,2	27,5	48,8
Fläten	-	1,9	25,4
Gisesjön	-	-	3,2
Hålvetten	5,5	8,9	15,7
Högsjön	6,9	8,3	11,7
Likstammen	-	1,4	7,2
Lockvattnet	0,8	5,1	7,5
Näshultasjön	-	5,3	9,4
Näsnaren	-	-	8,9
Vibjörken	-	-	0,0
Virlången	-	5,5	15,6
Östra Magsjön	-	-	3,7
Övre Marviken	0,8	5,6	16,7

För TOC och absorbans är rapporteringsgränsen så låg att till och med 25 percentilen kan beräknas (tabell 14).

Tabell 14. TOC (mg/l) och absorbans (436 nm m⁻¹) i länets tidsseriesjöar. Kvantiler (25, 50 och 90 percentiler) för mätvärden augusti = 12).

Namn	TOC mg/l 25	TOC mg/l Median	TOC mg/l 90	Absorbans 25	Absorbans Median	Absorbans 90
Aspen	10,3	11,0	16,1	1,12	1,25	2,5
Bårsten	11,3	12,0	19,4	2,02	2,3	4,77
Båven	7,7	8,6	16,4	0,48	0,56	1,56
Dunkern	9,3	10,0	11,7	1,22	1,4	1,74
Eklången	14,0	15,5	21,4	2,02	2,45	4,32
Fläten	8,3	9,3	15,2	0,9	1,15	1,77
Gisesjön	6,6	7,4	22,1	0,5	0,63	0,856
Hålvetten	11,3	13,0	19,5	0,895	1,4	2,42
Högsjön	11,0	12,0	17,1	1,1	1,3	2,17
Likstammen	6,1	6,5	10,0	0,365	0,4	0,6
Lockvattnet	5,6	5,9	20,4	0,21	0,3	0,37
Näshultasjön	10,0	12,0	20,5	1,22	1,5	3
Näsnaren	7,8	8,5	15,2	0,515	0,65	0,8
Vibjörken	12,0	12,0	12,0	3,6	3,6	3,6
Virlången	9,0	10,0	15,6	1,5	1,8	3,68
Östra Magsjön	4,7	5,2	7,5	0,32	0,4	0,64
Övre Marviken	8,8	10,0	17,6	1,15	1,6	2,04

3.4 Tillstånd och avvikelser från jämförelsevärden

Status utvärderas för total-P, klorofyll, siktdjup, syrgas och förurning enligt Naturvårdsverkets anvisningar (Naturvårdsverket 2008). Därmed kan länets tidsseriesjöars status enligt Vattendirektivets anvisningar fastställas. Tyvärr saknas i några fall underlag för bedömningar. I fortsättningen kan detta klaras genom att provtagningsprogrammet för dessa revideras.

För att ändå ge en bild av "tillstånd" har i några fall Bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999/2000) använts.

3.5 Statusklassificering

Klassificering av status enligt nuvarande Bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2008) skall ske i relation till referensvärden; typspecifika eller beräknade med modeller (ekvationer). Detta har kunnat göras för total-P och för förurning i några sjöar. Därtill har för några parametrar klassning av tillstånd gjorts enligt tidigare Bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999/2000).

Klassificering av status för total-fosfor

Beräkningen av referensvärden har gjorts med den förenklade metoden enligt Handboken (Naturvårdsverket 2008). För de sjöar där medianvärde saknas (alltså >50% av alla värden är "mindre än") har ingen klassificering gjorts (tabell 15).

Tabell 15. Statusklassificering för total-P. Baserade på medianvärden för augusti.

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	Median Tot-P µg/l	Referens total-P µg/l	EK- värde	Statusklass
Tidsseriesjöar						
Aspen	655805	151808	30	10	0,34	Måttlig
Bårsten	657081	154214	36	13	0,36	Måttlig
Båven	653707	156202	17	11	0,62	God
Dunkern	655797	156309	24	11	0,46	Måttlig
Eklången	656947	155897	47	13	0,28	Otillfredsställande
Fläten	652048	152610	14	9	0,67	God
Gisesjön	652903	159277	14	8	0,58	God
Hålvetten	652527	152999	43	11	0,25	Otillfredsställande
Högsjön	654543	149599	31	10	0,31	Måttlig
Likstammen	653531	158389	23	8	0,36	Måttlig
Lockvattnet	654615	157469	19	7	0,39	Måttlig
Näshultasjön	656853	152800	31	11	0,37	Måttlig
Näsnaren	652439	153389	20	9	0,44	Måttlig
Virlången	651862	153431	11	14	1,26	Hög
Östra Magsjön	656614	156319	-	8	.	(Troligen hög)
Övre Marviken	656378	157786	25	10	0,39	Måttlig
Nationella trendsjöar						
Björken	652707	159032	8	9	1,14	Hög
Djupa Holmsjön	656263	156963	8	11	1,40	Hög
Lillsjön	655380	155738	64	13	0,20	Otillfredsställande
Rundbosjön	652177	159038	33	10	0,29	Otillfredsställande
Älgsjön	655275	153234	27	14	0,52	God
SRK, Eskilstunaån						
Näshultasjön	656853	152800	28,5	12	0,44	Måttlig
Öljaren	655974	150853	150	9	0,06	Dålig
SRK, Kilaån						
Bålsjön	651083	154599	34	9	0,26	Otillfredsställande
SRK, Nyköpingsån						
Båven	653707	156202	17	9	0,56	God
Djulösjön	653651	152831	39	10	0,26	Otillfredsställande
Dunkern	655797	156309	28,5	11	0,38	Måttlig

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	Median Tot-P µg/l	Referens total-P µg/l	EK- värde	Statusklass
Hunn	653174	150400	21,5	10	0,48	Måttlig
Högsjön	654543	149599	203	10	0,05	Dålig
Kolsnaren	654601	151038	61	10	0,16	Dålig
Långhalsen, Spikön	652364	156455	365	10	0,03	Dålig
Nedingen	655063	155044	60	10	0,16	Dålig
Regnaren	653067	150100	26,5	10	0,37	Måttlig
Tisnaren	653595	151584	22	10	0,43	Måttlig
Valdemaren	654607	154086	122	12	0,10	Dålig
Viren	654073	151899	64,5	10	0,15	Dålig
Yngaren	653034	154584	58	10	0,17	Dålig
Ålsjön	653225	149416	37,5	10	0,27	Otillfredsställande
Östjuten	652331	150312	12	11	0,93	Hög
SRK, Svärtaån						
Runnviken	652857	157591	200	17	0,08	Dålig

Bland länets tidsseriesjöar klassas två (Eklången och Hålvetten) som otillfredsställande status. De kan naturligtvis användas som tidsseriesjöar, men inte fungera som referenssjöar.

Klassificering av status för klorofyll

För Södra Sveriges sjöar finns två referensvärden för klorofyll; 2,5 µg/l för vatten med färg ≤ 30 och 3,0 µg/l för vatten med färg > 30. Beräkningen av EK och status finns i tabell 16.

Tabell 16. Statusklassificering för klorofyll. Baserade på medianvärden för augusti.

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	Vatten-färg	Median Klorofyll µg/l	Referens-värde µg/l	EK	Status
Tidsseriesjöar							
Aspen	655805	151808	40	9	3	0,33	God
Bårsten	657081	154214	73	15	3	0,20	
Båven	653707	156202	18	4,5	2,5	0,56	Hög
Dunkern	655797	156309	44	7,9	3	0,38	God
Eklången	656947	155897	78	31	3	0,10	
Fläten	652048	152610	36	34	3	0,09	
Hålvetten	652527	152999	44	16	3	0,19	
Högsjön	654543	149599	41	10	3	0,30	God
Lockvattnet	654615	157469	10	7,1	2,5	0,35	God
Näshultasjön	656853	152800	48	8,6	3	0,35	God
Virlången	651862	153431	57	17	3	0,18	
Övre Marviken	656378	157786	51	8,1	3	0,37	God
Nationella trendsjöar							
Björken	652707	159032	26	3,2	2,5	0,78	Hög
Djupa Holmsjön	656263	156963	88	3,6	3	0,83	Hög
Lillsjön	655380	155738	86	35	3	0,09	
Rundbosjön	652177	159038	50	15,1	3	0,20	
Älgsjön	655275	153234	142	13,1	3	0,23	
SRK, Eskilstunaån							
Näshultasjön	656853	152800	48	4,9	3	0,61	Hög
Öljaren	655974	150853	26	37,5	2,5	0,07	
SRK, Kilaån							
Bålsjön	651083	154599	29	12	2,5	0,21	
SRK, Nyköpingsån							
Båven	653707	156202	18	2	2,5	1,25	Hög
Djulösjön	653651	152831	57	8	3	0,38	God
Dunkern	655797	156309	44	3,5	3	0,86	Hög
Hunn	653174	150400	50	2	3	1,50	Hög
Högsjön	654543	149599	41	7,2	3	0,42	God
Kolsnaren	654601	151038	36	19	3	0,16	
Långhalsen, Spikön	652364	156455	28	23	2,5	0,11	
Nedingen	655063	155044	30	15	2,5	0,17	
Regnaren	653067	150100	43	13	3	0,23	
Tisnaren	653595	151584	37	2,4	3	1,25	Hög
Valdemaren	654607	154086	64	3,8	3	0,79	Hög
Viren	654073	151899	34	9,1	3	0,33	God
Yngaren	653034	154584	27	39	2,5	0,06	
Ålsjön	653225	149416	50	7	3	0,43	God
Östjuten	652331	150312	53	1,6	3	1,88	Hög
SRK, Svärtaån							
Runnviken	652857	157591	32	110	3	0,03	

Sjöar utan angiven status har måttlig, otillfredsställande eller dålig status. För dessa rekommenderas i Handboken en växtplanktonundersökning. Om endast klorofyll används för klassning av status bör alltså vid eventuellt val av referenssjöar Bårsten, Eklången, Fläten, Hålvetten och Virlången ersättas av andra sjöar. Av dessa klassas för total-P Eklången och Hålvetten som otillfredsställande status och Bårsten som måttlig status. Däremot klassas för total-P Fläten som god status och Virlången som hög status. Flera sjöar i SRK Nyköpingsån med hög eller god status är tänkbara kandidater till referenssjöar.

Klassning av tillstånd för total-kväve

I Bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2008) finns endast anvisningar för total-P. Men i den tidigare versionen (Naturvårdsverket 1999/2000) finns sådana även för klassning av tillstånd för total-N (tabell 17). Men här är det fråga om en gradering av koncentrationnivåer.

Tabell 17. Klassning av tillstånd för total-N enligt Bedömningsgrunder 1999.

Namn	Antal prov	Median Total-N µg/l	Tillstånd total-N
Tidsseriesjöar			
Aspen	8	530	Måttligt höga halter
Bårsten	8	590	Måttligt höga halter
Båven	6	470	Måttligt höga halter
Dunkern	8	625	Måttligt höga halter
Eklången	8	940	Höga halter
Fläten	9	370	Måttligt höga halter
Gisesjön	7	340	Måttligt höga halter
Hålvetten	8	740	Höga halter
Högsjön	8	600	Måttligt höga halter
Likstammen	9	360	Måttligt höga halter
Lockvattnet	7	380	Måttligt höga halter
Näshultasjön	8	530	Måttligt höga halter
Näsnaren	8	405	Måttligt höga halter
Vibjörken	1	550	Måttligt höga halter
Virlången	8	360	Måttligt höga halter
Östra Magsjön	8	290	Låga halter
Övre Marviken	7	480	Måttligt höga halter
Nationella trendsjöar			
Björken	41	426	Måttligt höga halter
Djupa Holmsjön	39	448	Måttligt höga halter
Lillsjön	25	998	Höga halter
Rundbosjön	26	750	Höga halter
Älgsjön	148	749	Höga halter
SRK, Eskilstunaån			
Näshultasjön	35	550	Måttligt höga halter
Öljaren	19	960	Höga halter
SRK, Kilaån			
Bålsjön	8	695	Höga halter
SRK, Nyköpingsån			
Båven	10	530	Måttligt höga halter
Djulösjön	8	910	Höga halter
Dunkern	9	650	Höga halter
Hunn	6	525	Måttligt höga halter
Högsjön	6	805	Höga halter
Kolsnaren	4	1090	Höga halter
Långhalsen, Spikön	6	1960	Mycket höga halter
Nedingen	4	945	Höga halter
Regnaren	5	525	Måttligt höga halter
Tisnaren	6	575	Måttligt höga halter
Valdemaren	7	735	Höga halter
Viren	5	795	Höga halter
Yngaren	7	710	Höga halter
Ålsjön	4	560	Måttligt höga halter
Östjuten	6	455	Måttligt höga halter
SRK, Svärtaån			
Runnviken	8	1200	Höga halter
SRK, Trosaån			
Klämmingen N	35	450	Måttligt höga halter
Klämmingen S	35	660	Höga halter
Sillen	28	820	Höga halter
Storsjön	14	1500	Mycket höga halter

Man kan konstatera att endast två sjöar (Storsjön och Långhalsen Spikön) klassas ha mycket höga halter.

Bedömning av tillstånd för eutrofiering

I de gamla Bedömningsgrunderna (Naturvårdsverket 1999) bedöms trofitillståndet (närlingsämnestillgången) utifrån halten av total-P. En sådan klassning, som är oberoende av orsaken till tillståndet, har gjorts för länets undersökta sjöar (tabell 18).

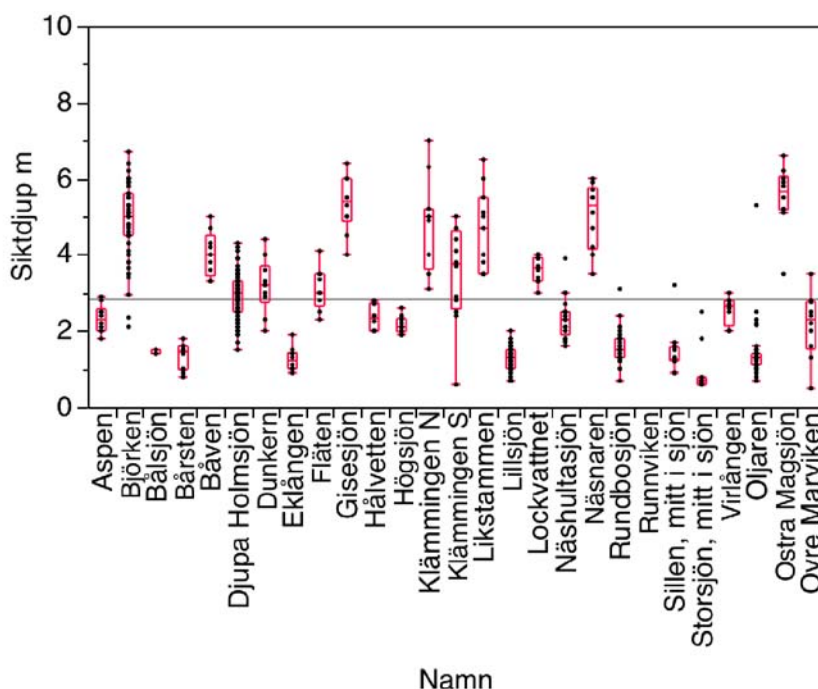
Tabell 18. Trofinivåer för sjöarna. Bedömning för total-P enligt Naturvårdsverket 1999.

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	Median Tot-P µg/l	Tillstånd
Tidsseriesjöar				
Aspen	655805	151808	30	Eutrof
Bårsten	657081	154214	36	Eutrof
Båven	653707	156202	17	Mesotrof
Dunkern	655797	156309	24	Mesotrof
Eklången	656947	155897	47	Eutrof
Fläten	652048	152610	14	Mesotrof
Gisesjön	652903	159277	14	Mesotrof
Hålvetten	652527	152999	43	Eutrof
Högsjön	654543	149599	31	Eutrof
Likstammen	653531	158389	23	Mesotrof
Lockvattnet	654615	157469	19	Mesotrof
Näshultasjön	656853	152800	31	Eutrof
Näsnaren	652439	153389	20	Mesotrof
Virlången	651862	153431	11	Oligotrof
Östra Magsjön	656614	156319	-	-
Övre Marviken	656378	157786	25	Eutrof
Nationella trendsjöar				
Björken	652707	159032	8	Oligotrof
Djupa Holmsjön	656263	156963	8	Oligotrof
Lillsjön	655380	155738	64	Eutrof
Rundbosjön	652177	159038	33	Eutrof
Älgsjön	655275	153234	27	Eutrof
SRK, Eskilstunaån				
Näshultasjön	656853	152800	28,5	Eutrof
Öljaren	655974	150853	150	Dålig
SRK, Kilaån sjöar				
Bålsjön	651083	154599	34	Eutrof
SRK, Nyköpingsån				
Båven	653707	156202	17	God
Djulösjön	653651	152831	39	Eutrof
Dunkern	655797	156309	28,5	Eutrof
Hunn	653174	150400	21,5	Eutrof
Högsjön	654543	149599	203	Hypertrof
Kolsnaren	654601	151038	61	Eutrof
Långhalsen, Spikön	652364	156455	365	Hypertrof
Nedingen	655063	155044	60	Eutrof
Regnaren	653067	150100	26,5	Eutrof
Tisnaren	653595	151584	22	Eutrof
Valdemaren	654607	154086	122	Dålig
Viren	654073	151899	64,5	Eutrof
Yngaren	653034	154584	58	Eutrof
Ålsjön	653225	149416	37,5	Eutrof
Östjuten	652331	150312	12	Oligotrof
SRK, Svärtaån				
Runnviken	652857	157591	200	Hypertrof

Av länets tidsseriesjöar är endast en (Virlången) klassad som oligotrof, medan sju är mesotrofa och lika många eutrofa. Bland SRK-sjöarna är, som förväntat, några klassade som hypertrofa.

Klassificering av status för siktdjup

Siktdjup har bestämts vid flertalet provtagningstillfällen. Fördelningen av värden visas i figur 6.



Figur 6. Frekvensfördelning för siktdjup i undersökta sjöar. Den horisontella linjen visar medelvärdet för alla mätningar.

Klassning av siktdjupet enligt gamla Bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999/2000) kan göras (tabell 19), men då klarläggs inte orsakerna till tillståndet.

Tabell 19. Klassning av siktdjup enligt Bedömningsgrunder (1999).

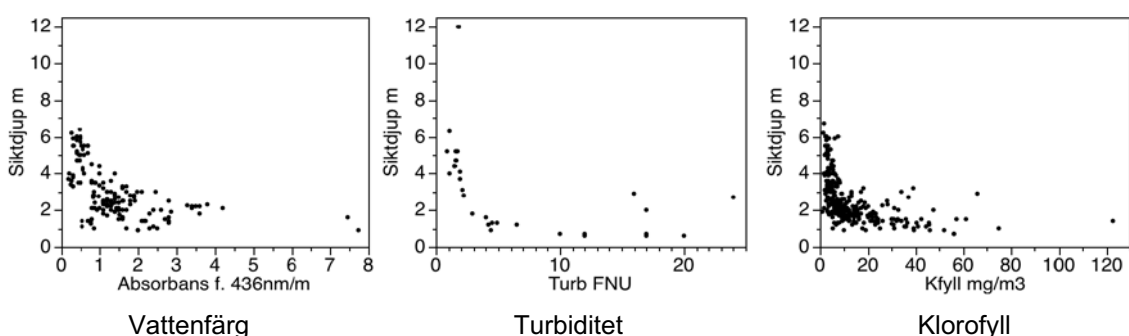
Klass	Benämning	Djup (m)
1	Mycket stort siktdjup	≥ 8
2	Stort siktdjup	5–8
3	Måttligt siktdjup	2,5–5
4	Litet siktdjup	1–2,5
5	Mycket litet siktdjup	< 1

13 sjöar hade ett siktdjup, som klassas som litet eller mycket litet (tabell 20).

Tabell 20. Klassning av tillstånd för siktdjup enligt Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder (1999/2000).

Namn	Antal mätningar	Siktdjup (m) medianvärde	Tillstånd siktdjup
Tidsseriesjöar			
Aspen	8	2,45	Litet siktdjup
Bårsten	8	1,5	Litet siktdjup
Båven	6	4,15	Måttligt siktdjup
Dunkern	8	3,25	Måttligt siktdjup
Eklången	8	1,2	Litet siktdjup
Fläten	9	3	Måttligt siktdjup
Gisesjön	7	5,5	Stort siktdjup
Hålvetten	8	2,3	Litet siktdjup
Högsjön	8	2,1	Litet siktdjup
Likstammen	9	4,7	Måttligt siktdjup
Lockvattnet	7	3,6	Måttligt siktdjup
Näshultasjön	8	2,1	Litet siktdjup
Näsnaren	8	5,3	Stort siktdjup
Vibjörken	1	1,8	Litet siktdjup
Virlången	8	2,6	Måttligt siktdjup
Östra Magsjön	8	5,6	Stort siktdjup
Övre Marviken	7	2,5	Måttligt siktdjup
Nationella trendsjöar			
Björken	41	5,15	Stort siktdjup
Djupa Holmsjön	39	3,1	Måttligt siktdjup
Lillsjön	25	1,4	Litet siktdjup
Rundbosjön	26	1,6	Litet siktdjup
Älgsjön	148	1,9	Litet siktdjup
SRK, Eskilstunaån			
Näshultasjön	35	2,3	Litet siktdjup
Öljaren	19	1,17	Litet siktdjup
SRK, Kilaån			
Bålsjön	8	1,4	Litet siktdjup
SRK, Nyköpingsån			
Båven	10	5	Stort siktdjup
Djulösjön	8	1,8	Litet siktdjup
Dunkern	9	3,9	Måttligt siktdjup
Hunn	6	3,9	Måttligt siktdjup
Högsjön	6	3,3	Måttligt siktdjup
Kolsnaren	4	0,9	Mycket litet siktdjup
Långhalsen, Spikön	6	1,2	Litet siktdjup
Nedingen	4	1,3	Litet siktdjup
Regnaren	5	2,9	Måttligt siktdjup
Tisnaren	6	4	Måttligt siktdjup
Valdemaren	7	3,1	Måttligt siktdjup
Viren	5	2	Litet siktdjup
Yngaren	7	3,2	Måttligt siktdjup
Ålsjön	4	2	Litet siktdjup
Östjuten	6	4	Måttligt siktdjup
SRK, Svärtaån			
Runnviken			
SRK, Trosaån			
Klämmingen N	35	5,2	Stort siktdjup
Klämmingen S	35	4,25	Måttligt siktdjup
Sillen	28	1,25	Litet siktdjup
Storsjön	14	0,65	

Orsaker till de låga siktdjupen kan vara lergrumling (turbiditet), plankton (klorofyll) eller humusämnen (vattenfärg). Att alla tre faktorerna har betydelse framgår av figur 7.



Figur 7. Förhållandet mellan siktdjup vattenfärg(abs 436 nm) och klorofyll i alla undersökta sjöar.

En svag vattenfärg kan innebära ett stort siktdjup. Avvikelser, som för sjöar (Öljaren och Bålsjön) i nedre, vänstra hörnet av vänstra figuren, beror höga halt av fytoplankton (klorofyll).

En klassning av ekologisk status för siktdjup har gjorts med de referensvärden för klorofyll som finns i Naturvårdsverkets Handbok (2008). Referensvärdet för södra Sveriges sjöar är 3 µg/l (mg/m³) vid vattenfärg >30 mg Pt/l och för vatten med lägre vattenfärg 2,5 µg/l. Resultaten för sjöar med kompletta data visas i tabell 21.

Tabell 21. Status för siktdjup enligt Naturvårdsverket 2008. Medianvärden för augusti. Absorbans vid 420 nm och 5 cm; omräkning har skett från värden vid 436 nm.

Namn	Antal prov	Siktdjup m	Abs_F 420	Klorofyll Referens	Kfyll mg/m3	EK	Status
Tidsseriesjöar							
Aspen	1	2,9	0,089	3,0	9,0	0,77	Hög
Bårsten	1	1,8	0,146	3,0	15,0	0,51	God
Båven	1	4,0	0,064	3,0	4,5	1,02	Hög
Dunkern	1	3,6	0,083	3,0	7,9	0,95	Hög
Eklången	1	1,0	0,159	3,0	31,0	0,28	Otillfredsställande
Fläten	1	3,0	0,076	3,0	34,0	0,78	Hög
Hålvetten	1	2,4	0,095	3,0	16,0	0,64	God
Högsjön	1	2,2	0,076	3,0	10,0	0,57	God
Lockvattnet	1	3,3	0,019	2,5	7,1	0,67	Hög
Näshultasjön	1	2,4	0,095	3,0	8,6	0,64	God
Virlången	1	3,0	0,108	3,0	17,0	0,82	Hög
Övre Marviken	1	3,5	0,070	3,0	8,1	0,91	Hög
Nationella trendsjöar							
Björken	12	5,2	0,052	2,5	3,2	1,18	Hög
Djupa	11	3,2	0,145	3,0	3,6	0,90	Hög
Holmsjön							
Lillsjön	12	1,3	0,146	3,0	35,0	0,37	Måttlig
Rundbosjön	12	1,6	0,070	3,0	15,1	0,41	Måttlig
Älgsjön	23	1,9	0,264	3,0	13,1	0,57	God
SRK, Eskilstunaån							
Näshultasjön	10	2,3	0,100	3,0	4,9	0,64	God
Öljaren	6	1,2	0,052	2,5	37,5	0,29	Otillfredsställande
SRK, Nyköpingsån							
Båven	1	5,0	0,042	2,5	2,0	1,12	Hög
Djulösjön	1	1,8	0,067	3,0	8,0	0,46	Måttlig
Dunkern	1	3,9	0,072	3,0	3,5	1,01	Hög
Hunn	1	3,9	0,100	3,0	2,0	1,05	Hög
Högsjön	1	3,3	0,063	3,0	7,2	0,84	Hög

Namn	Antal prov	Siktdjup m	Abs_F 420	Klorofyll Referens	Kfyll mg/m3	EK	Status
Kolsnaren	1	0,9	0,064	3,0	19,0	0,23	Dålig
Långhalsen, Spikön	1	1,2	0,046	2,5	23,0	0,27	Otillfredsställande
Nedingen	1	1,3	0,056	2,5	15,0	0,30	Otillfredsställande
Regnaren	1	2,9	0,074	3,0	13,0	0,76	Hög
Tisnaren	1	4,0	0,073	3,0	2,4	1,04	Hög
Valdemaren	1	3,1	0,082	3,0	3,8	0,82	Hög
Viren	1	2,0	0,059	2,5	9,1	0,47	Måttlig
Yngaren	1	3,2	0,045	2,5	39,0	0,72	Hög
Ålsjön	1	2,0	0,093	3,0	7,0	0,53	God
Östjuten	1	4,0	0,091	3,0	1,6	1,07	Hög

Nästan 3/4 av sjöarna har hög eller god status. Orsaker till att nio sjöar har måttlig eller sämre status kan förutom höga planktonmängder (eutrofiering) vara lergrumling (turbiditet). Endast Kolsnaren har dålig status.

Klassning av tillstånd för syrgas

Status för syrgas gäller i första hand tillståndet under senvintern (vid isläggning) och under sensommaren (då hypolimnion är avskärmat från luftens syre). Handboken ger en indelningsgrund för status (tabell 22).

Tabell 22. Ekologisk status för syrgas (Naturvårdsverket 2008).

Status	Temp (°C)	Syrgaskoncentration (mg/l) Varmvattensfiskar	Syrgaskoncentration (mg/l) Huvudsakligen salmonider
Hög	-	≥ 8	≥ 9
God	0 – 5	≥7 och < 8	≥8 och < 9
"	5 – 15	≥6 och < 7	≥7 och < 8
"	> 15	≥5 och < 6	≥6 och < 7
Måttlig	-	≥4 och < 5	≥5 och < 6
Otillfredsställande	-	≥3 och < 4	≥3 och < 5
Dålig	-	< 3	< 3

För vinterprover (i princip under isläggningsperiod) kan syrgashalter vara låga på grund av stor syretäring och att is förhindrar återluftning (tabell 23).

Tabell 23. Syrgashalter (mg/l) i provtagna sjöar (vinterprover; februari–mars). Minimum, 10 och 25 percentiler samt statusklassning baserat på minimumvärdet.

Namn	Minimum O2 mg/l)	10 percentil	25 percentil	Status (minimum)
Tidsseriesjöar				
Aspen	10,3	10,3	10,3	God
Bårsten	10,1	10,1	10,1	God
Båven	14,6	14,6	14,6	God
Dunkern	12,2	12,2	12,2	God
Eklången	4,6	4,6	4,6	Måttlig
Fläten	.	.	.	
Gisesjön	.	.	.	
Hålvetten	6,7	6,7	6,7	Måttlig
Högsjön	12,0	12	12,0	God
Likstammen	13,0	13	13,0	God
Lockvattnet	13,6	13,6	13,6	God
Näshultasjön	11,3	11,3	11,3	God
Näsnaren	11,9	11,9	11,9	God
Virlången	11,8	11,8	11,8	God

Namn	Minimum O2 mg/l)	10 percentil	25 percentil	Status (minimum)
Östra Magsjön	12,8	12,8	12,8	God
Övre Marviken	14,8	14,8	14,8	God
Nationella trendsjöar				
Älgsjön	0,2	0,3	0,4	Dålig
SRK, Eskilstunaån				
Näshultasjön	0,5	3,4	7,8	Dålig
Öljaren	0,5	1,9	7,2	Dålig
SRK, Kilaån sjöar				
Bålsjön	5,2	5,2	5,2	Måttlig
SRK, Nyköpingsån				
Båven	0,4	0,46	4,5	Dålig
Djulösjön	5,4	5,4	6,8	Måttlig
Dunkern	0,3	0,31	3,3	Dålig
Hunn	6,8	6,8	8,2	Måttlig
Högsjön	3,7	3,7	4,5	Otillfredsställande
Kolsnaren	0,4	0,38	0,8	Dålig
Långhalsen, Spikön	0,4	0,35	5,3	Dålig
Nedingen	0,5	0,47	0,7	Dålig
Regnaren	2,6	2,6	3,4	Dålig
Tisnaren	0,4	0,4	3,4	Dålig
Valdemaren	1,3	1,3	1,7	Dålig
Viren	4,9	4,9	5,5	Måttlig
Yngaren	0,4	0,35	1,0	Dålig
Ålsjön	2,4	2,4	2,7	Dålig
Östjuten	3,7	3,7	4,5	Otillfredsställande
SRK, Svärtaån				
Runnviken	9,0	9	9,0	God
SRK, Trosaån				
Klämmingen N	6,4	6,4	9,2	Måttlig
Klämmingen S	7,0	7	9,2	God
Sillen	2,6	2,6	4,3	Dålig
Storsjön	3,1	3,1	3,1	Otillfredsställande

Flertalet av länets tidsseriesjöar har god status under vintern. Således uppmättes låga syrgashalter endast vid ett fåtal tillfällen (tabell 24).

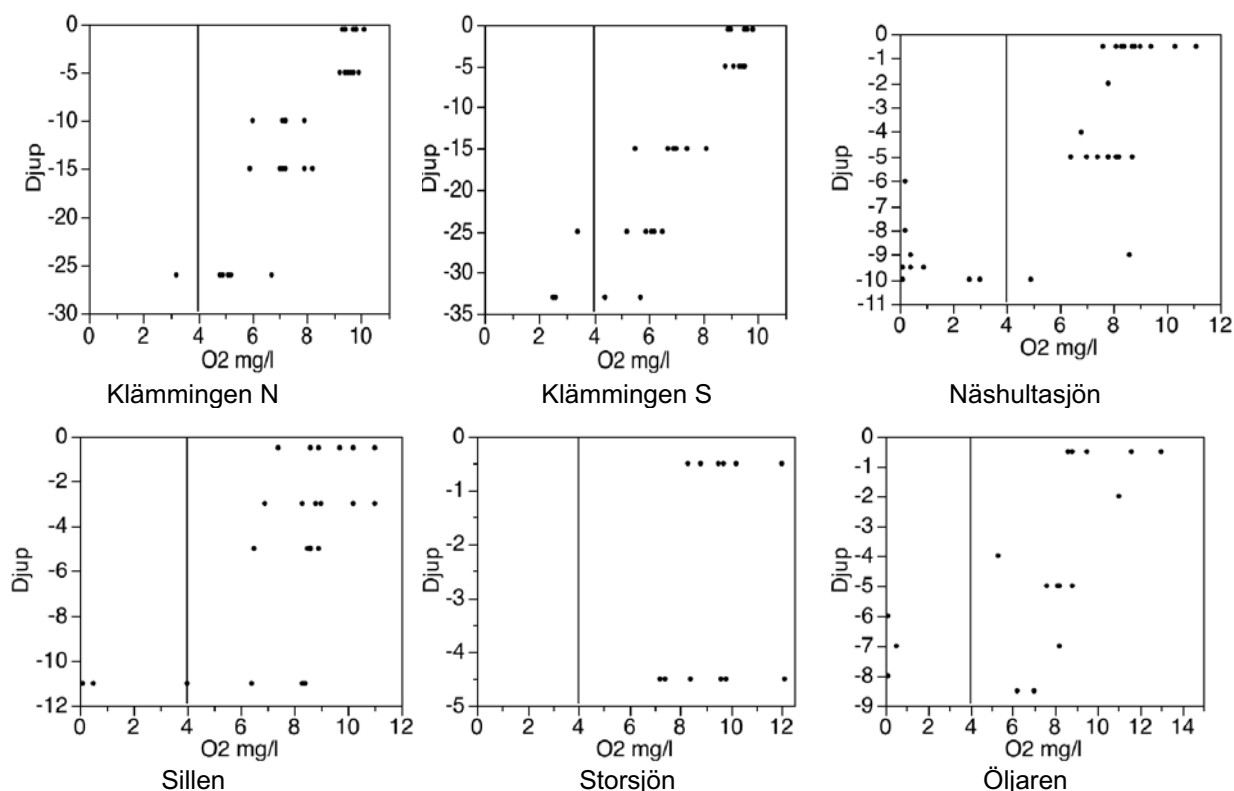
Tabell 24. Provtagningstillfällen då syrgashalten varit lägre än 6 mg/l under februari–mars i länets tidsseriesjöar.

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	År	Månad	Dag	Djup m	O2 mg/l
Bålsjön	651083	154599	1999	2	9	0,5	5,2
Eklången	656947	155897	1999	2	23	0,5	4,6
Sillen	653703	159331	2003	3	21	11	2,6
Storsjön	655092	158354	2003	3	21	4,5	3,1
Näshultasjön	656853	152800	1997	2	27	10	0,5
Näshultasjön	656853	152800	1999	2	23	10	3,2
Näshultasjön	656853	152800	2001	3	5	10	4,1
Näshultasjön	656853	152800	2004	2	24	9,5	4,8
Öljaren	655974	150853	2003	2	11	8,5	0,5
Öljaren	655974	150853	2004	2	24	8,5	5,8
Öljaren	655974	150853	2006	2	6	8,5	2,9

Att så få låga halter observeras kan bero på att Södermanlands sjöar endast är islagda under en kort tid och/eller att provtagningen skett relativt tidigt. Halterna antyder att högre syrgashalter förekommer tillsammans med låga temperaturer; antingen beroende på att ytvatten strax under isen provtagits eller att sjön inte varit islagd vid

provtagningstillfället. Orsaker till dålig eller otillfredsställande status i sådana sjöarna under vintern kan inte bedömas eftersom isläggningstidpunkt inte är känd.

Under sommaren kan kritiska koncentrationer uppträda i hypolimnion. För några sjöar finns värden för flera djup under sommaren (figur 8). Här har gränsen mellan måttlig och otillfredsställande status (4 mg/l) markerats.



Figur 8. Syrgashalter i alla sjöar med djupprofiler. Prover för juli – september alla undersökta år.

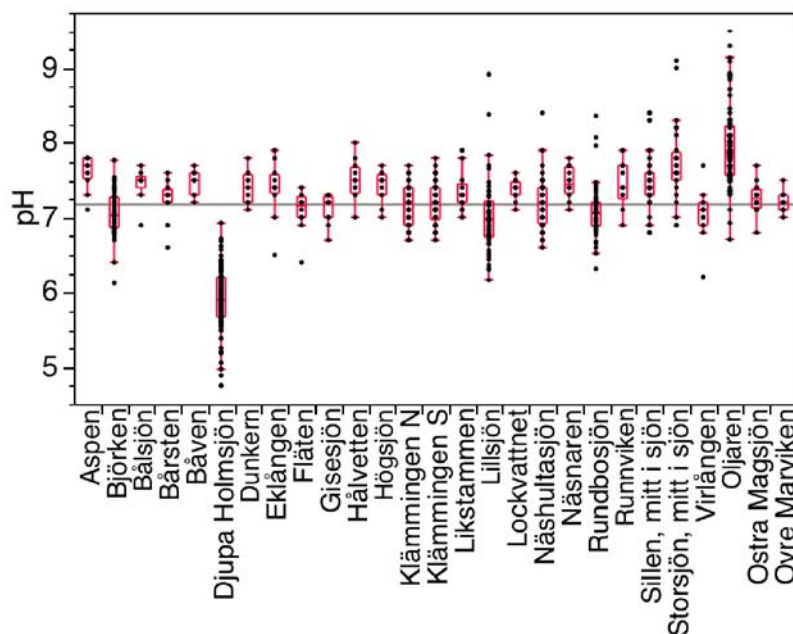
Av de redovisade sjöarna har endast Näshultasjön som regel låga halter i hypolimnion. Men även Öljaren och Sillen har några mätvärden nära 0 mg/l.

Låga syrgashalter förekommer, mer eller mindre naturligt, i flera av de provtagna sjöarna, men sannolikt dessutom i många av de övriga djupare sjöarna. Därmed kan inte säkert syrgastillståndet bedömas för flertalet sjöar.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det tyvärr saknas tillräckliga syrgasmätningar och temperaturmätningar för flertalet sjöar; främst saknas prover från hypolimnion under perioden maj–september. Sådana krävs för att kunna bestämmas syretäringshastigheter och beräkna referensvärden.

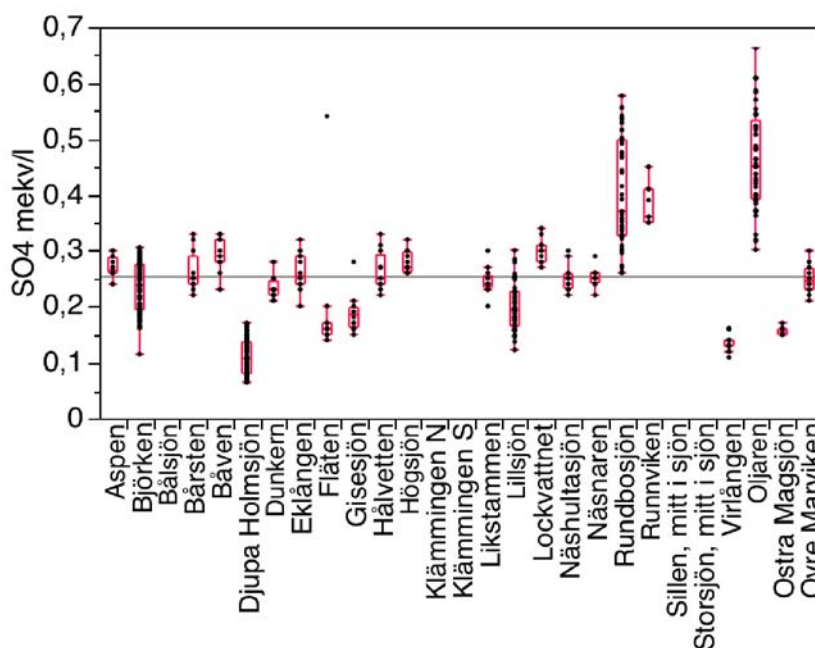
Klassificering av status och tillstånd för försurning

Med försurning avses antropogen försurning; dvs. tillförsel av sulfat (svavelsyra) eller nitrat (salpetersyra) genom deposition. Endast Djupa Holmsjön har ett lågt pH-värde (figur 9). Men det orsakas till stor del av humussyror (se ovan).



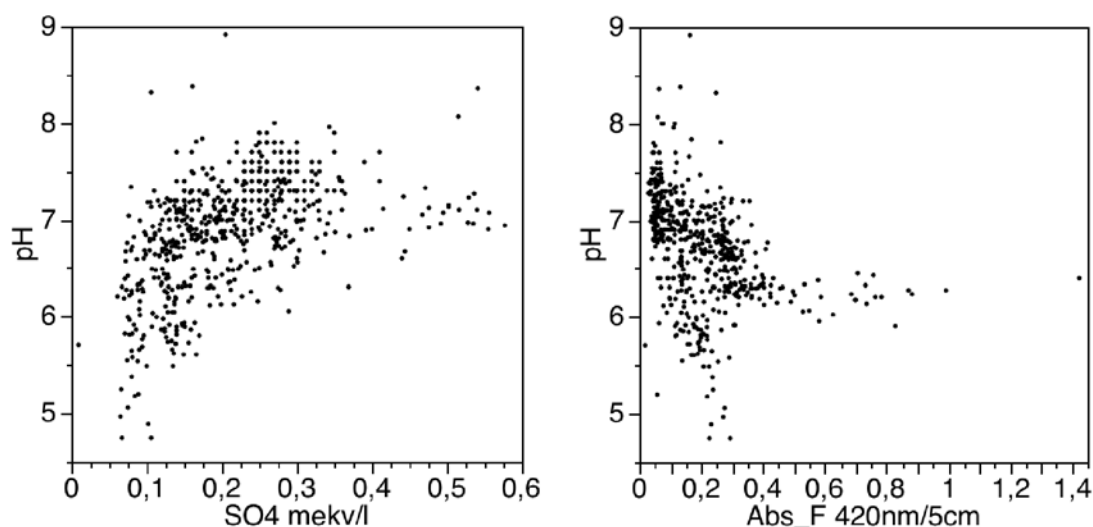
Figur 9. Frekvensfördelning för pH-värden i provtagna sjöar.

Trots att Djupa Holmsjön är den suraste av de undersökta sjöarna är koncentrationen av sulfat bland de lägsta (figur 10).



Figur 10. Frekvensfördelning för sulfatkoncentration i provtagna sjöar.

Som regel stiger pH-värdet med ökande sulfathalt (figur 11). Detta beror på att en stor del av sulfattillförseln sker genom vittring och urlakning från marken och samtidigt med sulfat tillförs även ett överskott av katjoner med främst vätekarbonat som anjon.



Figur 11. Förhållandet mellan pH-värde och sulfathalt resp. vattenfärg (absorbans) i provtagna sjöar.

Istället för sulfatkoncentration som förklaring för låga pH-värden framträder humussyror (vattenfärg) som en väsentlig orsak.

Låga pH-värden och alkalinitetsvärden förekommer endast i den nationella trendsjön Djupa Holmsjön (tabell 25). Ingen av länets tidsseriesjöar har ens en alkalinitet < 0,1 mekv/l.

Tabell 25. pH och alkalinitet, 10 och 25 percentiler för 1998-2007. pH-värden < 6,0 och alkalinitet < 0,05 mekv/l är markerade i rött.

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	Antal prov	pH Percentil 10	pH Percentil 25	Alkalinitet mekv/l Percentil 10	Alkalinitet mekv/l Percentil 25
Tidsseriesjöar							
Aspen	655805	151808	12	7,16	7,53	0,661	0,963
Bårsten	657081	154214	12	6,69	7,20	0,373	0,450
Båven	653707	156202	11	7,22	7,30	0,610	0,620
Dunkern	655797	156309	12	7,13	7,20	0,623	0,640
Eklången	656947	155897	12	6,65	7,33	0,541	0,613
Fläten	652048	152610	12	6,55	7,00	0,150	0,173
Gisesjön	652903	159277	12	6,76	7,00	0,143	0,150
Hålvetten	652527	152999	12	7,09	7,33	0,683	0,695
Högsjön	654543	149599	12	7,03	7,30	0,479	0,513
Likstammen	653531	158389	13	7,04	7,20	0,280	0,280
Lockvattnet	654615	157469	12	7,13	7,30	0,413	0,420
Näshultasjön	656853	152800	12	6,96	7,33	0,342	0,383
Näsnaren	652439	153389	12	7,13	7,33	0,533	0,540
Vibjörken	651925	152876	1	7,20	7,20	0,180	0,180
Virlången	651862	153431	11	6,32	6,90	0,128	0,180
Östra Magsjön	656614	156319	12	6,89	7,13	0,283	0,290
Övre Marviken	656378	157786	12	7,03	7,10	0,380	0,393

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	Antal prov	pH Percentil 10	pH Percentil 25	Alkalinitet mekv/l Percentil 10	Alkalinitet mekv/l Percentil 25
Nationella trendsjöar							
Björken	652707	159032	83	6,80	6,87	0,193	0,209
Djupa	656263	156963	82	5,29	5,68	-0,003	0,019
Holmsjön							
Lillsjön	655380	155738	52	6,45	6,75	0,287	0,426
Rundbosjön	652177	159038	52	6,67	6,89	0,312	0,361
Älgsjön	655275	153234	212	6,20	6,30	0,172	0,200
SRK, Eskilstunaån							
Näshultasjön	656853	152800	66	6,80	6,90	0,345	0,370
Öljaren	655974	150853	36	7,50	7,70	1,285	1,400
SRK, Kilaån							
Bålsjön	651083	154599	9	6,90	7,40	0,620	0,680
SRK, Nyköpingsån							
Båven	653707	156202	21	6,80	6,80	.	.
Djulösjön	653651	152831	16	6,80	6,95	.	.
Dunkern	655797	156309	18	6,90	6,93	.	.
Hunn	653174	150400	12	6,40	6,50	.	.
Högsjön	654543	149599	12	6,80	6,83	.	.
Kolsnaren	654601	151038	8	7,00	7,10	.	.
Långhalsen, Spikön	652364	156455	12	6,80	6,80	.	.
Nedingen	655063	155044	8	6,60	6,60	.	.
Regnaren	653067	150100	10	6,40	6,45	.	.
Tisnaren	653595	151584	12	6,40	6,53	.	.
Valdemaren	654607	154086	14	6,60	6,65	.	.
Viren	654073	151899	10	6,80	6,83	.	.
Yngaren	653034	154584	14	7,00	7,05	.	.
Ålsjön	653225	149416	8	6,40	6,50	.	.
Östjuten	652331	150312	12	6,40	6,40	.	.
SRK, Svärtaån							
Runnviken	652857	157591	10	6,92	7,25	0,524	0,598
SRK, Trosaån							
Klämningen N	655187	158633	70	6,80	6,90	0,400	0,400
Klämningen S	655187	158633	70	6,80	6,98	0,421	0,440
Sillen,	653703	159331	56	6,90	7,30	0,660	0,690
Storsjön	655092	158354	28	6,99	7,50	0,739	0,805

För att kunna beräkna status beträffande försurning krävs idag användning av MAGIC-bibliotek. Det är en förenkling där istället för en modellering data för liknande, modellerade sjöar, används och som finns i en databas hos IVL (www3.ivl.se/affar/grundl_miljos/Proj/magic/). I länet omfattar den nu sex sjöar (nationella trendsjöar) och dessutom tre vardera i Stockholms och Östergötlands län. MAGIC-modellen beräknar ANC för år 1860 som ett opåverkat tillstånd. För både detta värde och uppmätt, nutida ANC beräknas sedan pH-värden vid ett gemensamt kolsyratryck och halt av TOC. På så sätt blir både referens-pH och ”dagens” pH-värde normerade. Skillnaden mellan dessa två pH-värden används därefter för att beräkna status. Hög status innebär att skillnaden i pH-värden är <0,2 enheter och för god status 0,2–0,4 enheter. Beräkningar har gjorts för länets tidsseriesjöar (tabell 26).

Tabell 26. Försurning i länets tidsseriesjöar. Status för försurning enligt Naturvårdsverket (2008) med MAGIC-bibliotek för 1997 och prognos för 2010.

Namn	X-SMHI	Y-SMHI	pH	Alkalinitet mekv/l	1997	2010
Aspen	655805	151808	7,6	0,99	Hög status	Hög status
Bårsten	657081	154214	7,2	0,45	Ingen matchning	Ingen matchning
Båven	653707	156202	7,5	0,63	Ingen matchning	Ingen matchning
Dunkern	655797	156309	7,2	0,65	Ingen matchning	Ingen matchning
Eklången	656947	155897	7,3	0,65	Ingen matchning	Ingen matchning
Fläten	652048	152610	7,2	0,17	God status	God status
Gisesjön	652903	159277	7,3	0,15	Hög status	Hög status
Hålvetten	652527	152999	7,3	0,69	Hög status	Hög status
Högsjön	654543	149599	7,5	0,53	Ingen matchning	Ingen matchning
Likstammen	653531	158389	7,8	0,28	God status	Hög status
Lockvattnet	654615	157469	7,3	0,41	Ingen matchning	Ingen matchning
Näshultasjön	656853	152800	7,3	0,39	Hög status	Hög status
Näsnaren	652439	153389	7,2	0,53	Hög status	Hög status
Virlången	651862	153431	7,2	0,16	Hög status	Hög status
Östra Magsjön	656614	156319	7,3	0,29	Hög status	Hög status
Övre Marviken	656378	157786	7,2	0,42	God status	Hög status

Som regel klassas sjöarna som hög eller god status. Två sjöar bedöms få en höjning av status från god 1997 till hög år 2010. För fem sjöar finns ingen accepterad matchning med bibliotekets sjöar. Bibliotekets sjöar är främst sådana som är försurningskänsliga och det är knappast fallet med dessa fem sjöar.

För de nationella trendsjöarna har beräkningarna enligt MAGIC modellerats (tabell 27). Det är bland annat dessa modelleringar som används i MAGIC-biblioteket.

Tabell 27. Försurningsberäkningar med MAGIC-modellering för nationella trendsjöar. Beräkningen gäller för år 2005. 0 icke försurat.

Namn	X SMHI	Y SMHI	Försurat
Rundbosjön	652177	159038	0
Björken	652707	159032	0
Lillsjön	655380	155738	0
Öljaren	655974	150853	0
Djupa Holmsjön	656263	156963	0

Ingen av de undersökta sjöarna i länet är enligt denna bedömning försurad.

3.6 Typning av tidsseriesjöar

Enligt NFS 2006:1 skall varje ytvattenförekomst ges en typtillhörighet. Länet ligger inom limnisk ekoregion 4 (Sydöst, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Östersjön). Därtill används sjöns djup, yta och för den kemiska karaktäristiken humus (vattenfärg) och kalk (alkalinitet).

(Djup (m) - Aritmetiskt medelvärde)	(Djup (m) - Maxvärde)	Area	Humus	Kalk
>4 (D) ≤4 m (S)	>5 (D) ≤5 m (S)	>10 km ² (L) ≤10 (S)	>50 Pt mg/l (Y) ≤50 (N)	>1,0 alkalinitet mekv/l (Y) ≤1,0 (N)

I författningssamlingens bilaga anges både maximalt sjödjup och medeldjup som indelningsgrunder. Därför redovisas typindelning för dessa alternativ. Vattenfärg har beräknats från absorbansmätningar. För 420 nm används faktorn 500 för omvandlingen. Värdet är empiriskt baserat på en lång serie mätningar både med komparator och absorbans. För omräkning av mätningar vid 436 nm används en rapport som ger omräkningsfaktorn 0,786 mellan 436 och 420 nm (Larsson, 2006). Därtill görs en omräkning från värdet per meter till värdet för 5 cm (division med 20). Därefter används faktorn 500 som ovan. Två alternativa typningar redovisas i tabell 28.

Tabell 28. Typindelning för undersökta sjöar i Södermanland. Typindelning gjord med både maximum- och medeldjup.

Sjö	X-SMHI	Y-SMHI	Area km ²	Djup (m) max.	Djup (m) medel	Abs_F 436nm /m	Abs_F 420nm /5cm	Alk. mekv/l	Typ (max- djup)	Typ (medel- djup)
Tidsseriesjöar										
Aspen	655805	151808	1,32	11	4,4	1,25	.	0,985	DSNN	DSNN
Bårsten	657081	154214	1,23	11	5,1	2,3	.	0,475	DSNN	DSNN
Båven	653707	156202	65,1	48	10,5	0,56	.	0,64	DLNN	DLNN
Dunkern	655797	156309	4,46	40	15,4	1,4	.	0,66	DSNN	DSNN
Eklången	656947	155897	2,11	8	3	2,45	.	0,675	DSNN	SSNN
Fläten	652048	152610	4,57	16	4,7	1,15	.	0,19	DSNN	DSNN
Gisesjön	652903	159277	1,68	10	3	0,63	.	0,16	DSNN	SSNN
Hålvetten	652527	152999	1,90	3,9	2,3	1,4	.	0,76	SSNN	SSNN
Högsjön	654543	149599	3,16	12	4,5	1,3	.	0,54	DSNN	DSNN
Likstammen	653531	158389	9,56	27	11,6	0,4	.	0,29	DSNN	DSNN
Lockvattnet	654615	157469	6,33	12	3,5	0,3	.	0,43	DSNN	SSNN
Näshultasjön	656853	152800	10,1	14,8	2,9	1,9	.	0,4	DLNN	SLNN
Näsnaren	652439	153389	7,35	24	6,7	0,65	.	0,555	DSNN	DSNN
Virlången	651862	153431	2,79	9	2,5	1,8	.	0,19	DSNN	SSNN
Östra Magsjön	656614	156319	1,64	20	8,6	0,4	.	0,3	DSNN	DSNN
Övre Marviken	656378	157786	0,417	15	6	1,6	.	0,415	DSNN	DSNN
Nationella trendsjöar										
Björken	652707	159032	1,34	22,8	11,9	.	0,052	0,224	DSNN	DSNN
Djupa	656263	156963	0,139	24,3	8,5	.	0,174	0,027	DSYN	DSYN
Holmsjön										
Lillsjön	655380	155738	0,31	.	.	.	0,168	0,486	-SYN	-SYN
Rundbosjön	652177	159038	0,90	.	.	.	0,099	0,379	-SNN	-SNN
Älgsjön	655275	153234	0,36	7	2,5		0,283	0,226	DSYN	SSYN
SRK, Eskilstunaån										
Öljaren	655974	150853	17,9	.	.	0,82	0,055	1,427	-LNK	-LNK
SRK, Kilaån										
Bålsjön	651083	154599	1,31	7	2,5	0,9	.	0,7	DSNN	SSNN
SRK, Svärtaån										

Sjö	X-SMHI	Y-SMHI	Area km ²	Djup (m) max.	Djup (m) medel	Abs_F 436nm /m	Abs_F 420nm /5cm	Alk. mekv/l	Typ (max- djup)	Typ (medel- djup)
Runnviken SRK, Trosaån	652857	157591	4,28	10	2,8	1	.	0,715	DSNN	SSNN
Klämningen	655187	158633	10,1	.	.	.	.	0,42	–L–N	–L–N
Klämningen	655187	158633	10,1	.	.	.	.	0,45	–L–N	–L–N
Sillen	653703	159331	10,0	21,1	8,04	.	.	0,72	DL–N	DL–N
Storsjön	655092	158354	7,82	8	2,6	.	.	0,87	DS–N	SS–N

Tyvär saknas data för vissa parametrar, markerade med – i tabellen. En sammanställning av de olika sjötyperna visar att vanligast är DSNN och SSNN (tabell 29). Till någon av dessa hör dessutom –SNN.

Tabell 29. Sammanställning av sjötyper för alla undersökta sjöar och tidsseriesjöar i Södermanlands län.

Typ (maxdjup)	Typ (medeldjup)	Antal sjöar	Tidsseriesjöar
–L–N	–L–N	2	
–LNK	–LNK	1	
–SNN	–SNN	1	
–SYN	–SYN	1	
DL–N	DL–N	1	
DLNN	DLNN	1	1
DLNN	SLNN	1	1
DS–N	SS–N	1	
DSNN	DSNN	10	9
DSNN	SSNN	6	5
DSYN	DSYN	1	
DSYN	SSYN	1	
SSNN	SSNN	1	

Bland de länets tidsseriesjöar är åtta sjöar enligt maxdjup djupa, små, klara och kalkrika (typ DSNN) vanligast och två sjöar är djupa (maxdjup), små och klara (typ DLNN). Ingen av tidsseriesjöarna har hög humushalt (–Y–), men två av de nationella trendsjöarna med hög humushalt kan användas som komplement för denna typ.

Typspecifika värden

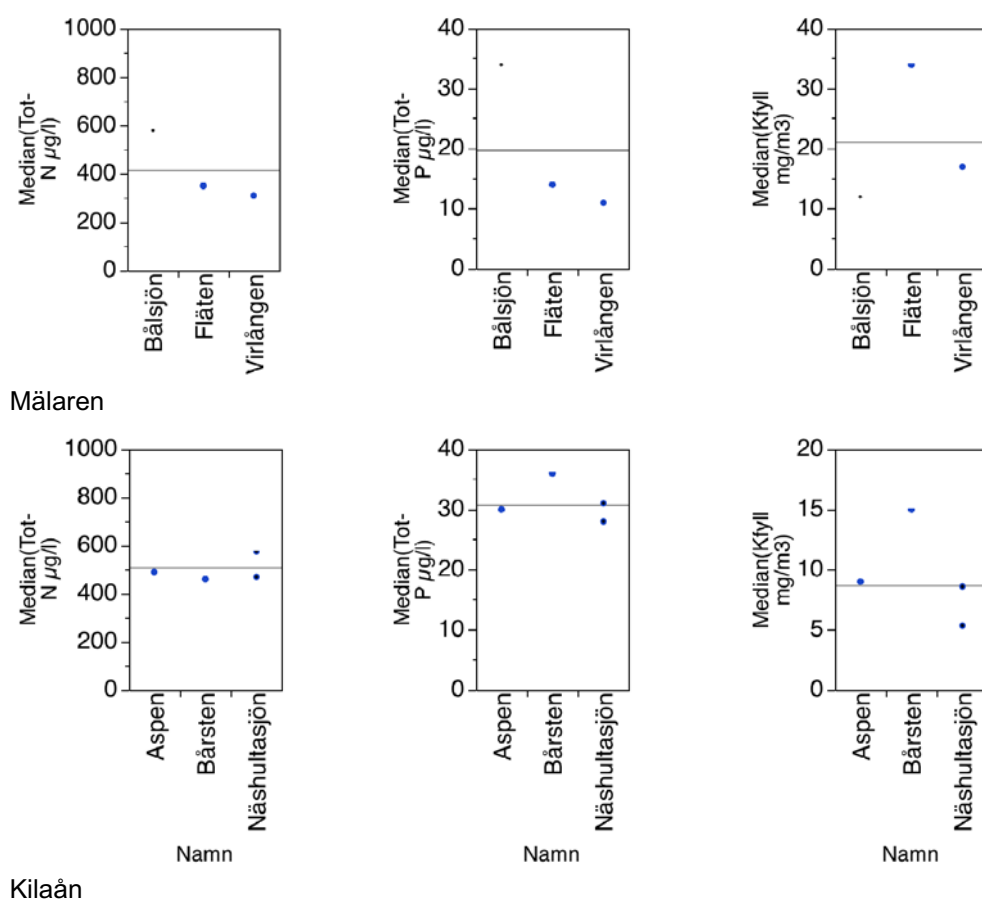
Typspecifika värden för total-P, siktdjup, klorofyll och förurning används inte vid beräkningar av referensvärden. Referensvärden beräknas istället specifikt för sjön baserat på olika sjökaraktäristika som djup, yta och vattenkemi. Underlaget för dessa modeller (ekvationer) grundar sig på data för opåverkade sjöar över hela landet.

Endast de av länets tidsseriesjöar som bedöms ha hög eller god status kan användas vid en eventuell beräkning av typspecifika värden.

3.7 Vilka sjöar kan förslagsvis betecknas som referenssjöar

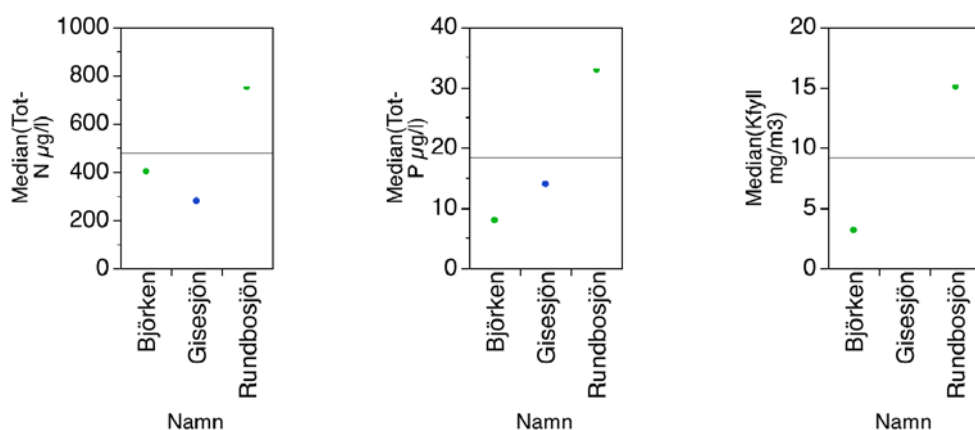
Bland alla sjöar som ingår i olika monitoringprogram kan några vara mer lämpade som referenssjöar. Ett urval kan ske med avseende på eutrofieringsparametrar; total-N, total-P och klorofyll. Ett kriterium för urval kan vara att den sjö i varje vattendrag som har lägsta koncentrationer väljes. Ofta ligger en sådan sjö längst upp i vattendragets avrinningsområde och därför kan faktorer som mer bördig jordmån naturligt leda till ökade koncentrationer. Nedan görs en genomgång av de olika åarnas sjöar på detta sätt och förslag till val av referenssjöar ges.

I Eskilstunaån finns bara två SRK-sjöar; av dessa har Toften lägre halt av total-P och klorofyll och föreslås som en referenssjö i vattendraget I Räckstaån finns två av länets tidsseriesjöar varav Övre Marviken har lägre halter och föreslås som referenssjö. I Svärtaån finns en av länets tidsseriesjöar (Likstammen) och en SRK-sjö. Likstammen har lägre halter och är en kandidat till referenssjö i avrinningsområdet. För övriga (avrinningsområden) vattendrag med fler sjöar visas koncentrationerna i figurer 12.



Figur 12a. Sjöar i Mälarens tillrinningsområde och i Kilaån. Mediankoncentrationer. Blått länets tidsseriesjöar, grönt nationella trendsjöar och svart SRK-sjöar.

Tre sjöar avvattnar till Mälaren; alla tre är tidsseriesjöar. De har förhållandevis lika koncentrationer, men Bårsten avviker med något högre halter av total-P och klorofyll. Näshultasjön kan vara lämpligaste kandidat. I Kilaån finns tre provtagningsplatser, varav två är tidsseriesjöar. Utav dessa har Virången lägre koncentrationer av total-N och total-P och föreslås därmed som första alternativ till referenssjö.

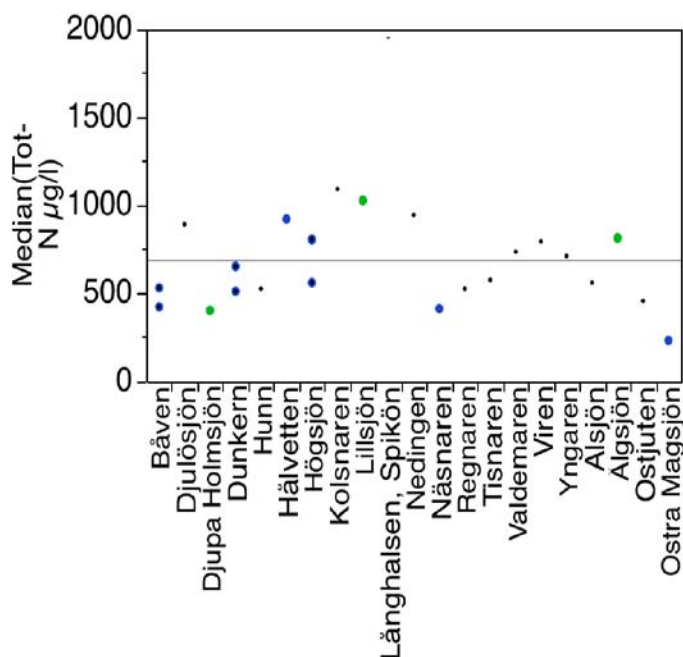


Östersjön

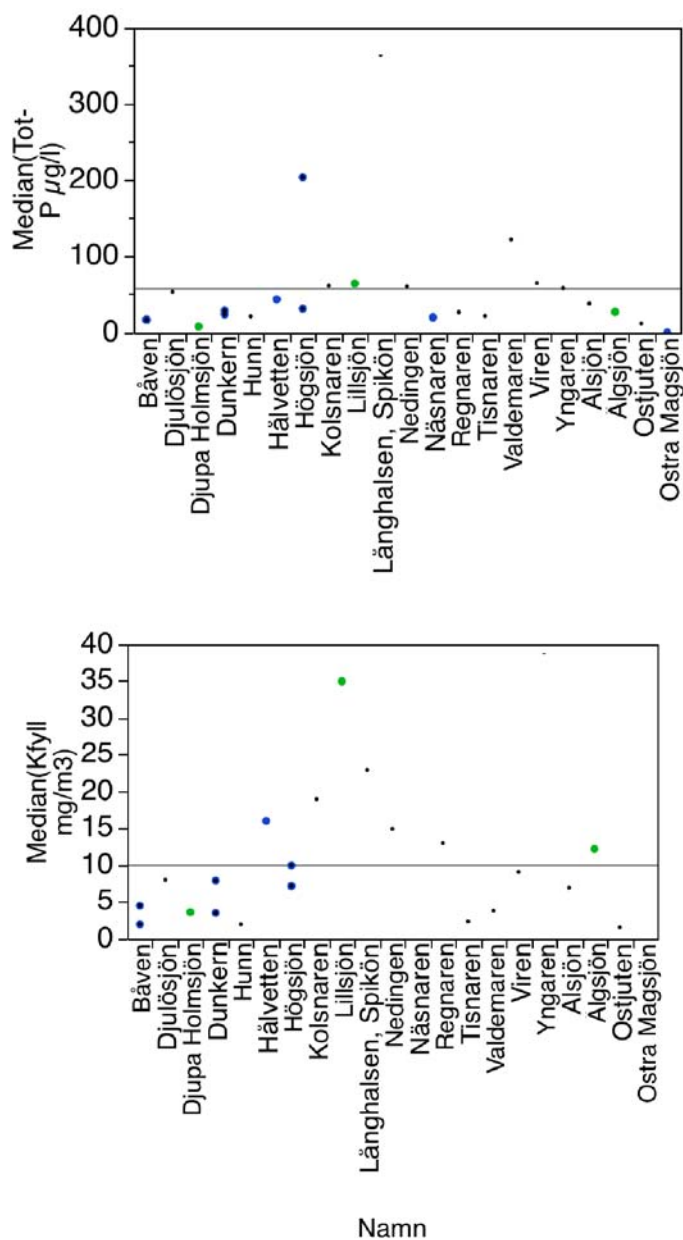
Figur 12b. Sjöar i Östersjöns tillrinningsområde. Mediankoncentrationer. Blått länets tidseriesjöar, grönt nationella trendsjöar och svart SRK-sjöar.

Tre sjöar avvattnas till Östersjön (figur 12b). Två är nationella trendsjöar och en tidsseriesjö. Om en sjö skall väljas är den nationella Björken första val.

I Nyköpingsåns avrinningsområde finns sammanlagt 21 undersökta sjöar (figur 12c och 12d).



Figur 12c. Sjöar i Nyköpingsåns avrinningsområde. Mediankoncentrationer total-N. Blått länets tidseriesjöar, grönt nationella trendsjöar och svart SRK-sjöar.



Figur 12d. Sjöar i Nyköpingsåns avrinningsområde. Mediankoncentrationer total-P och klorofyll. Blått länets tidseriesjöar, grönt nationella trendsjöar och svart SRK-sjöar.

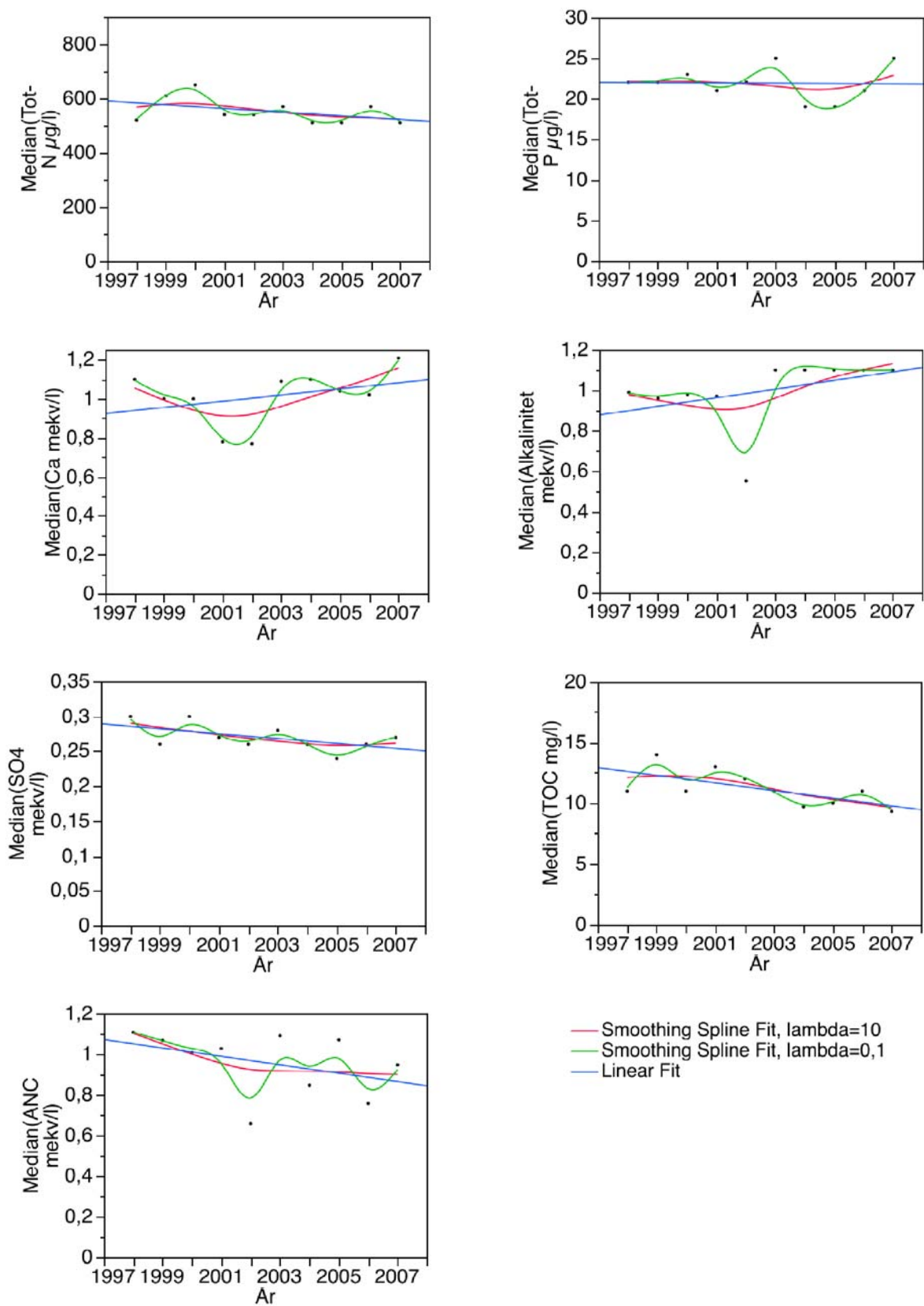
Bland Nyköpingsåns sjöar kan Näsaren och Östra Magsjön samt den nationella trendsjön Djupa Holmsjön vara kandidater som referenssjöar.

3.8 Variation i tiden

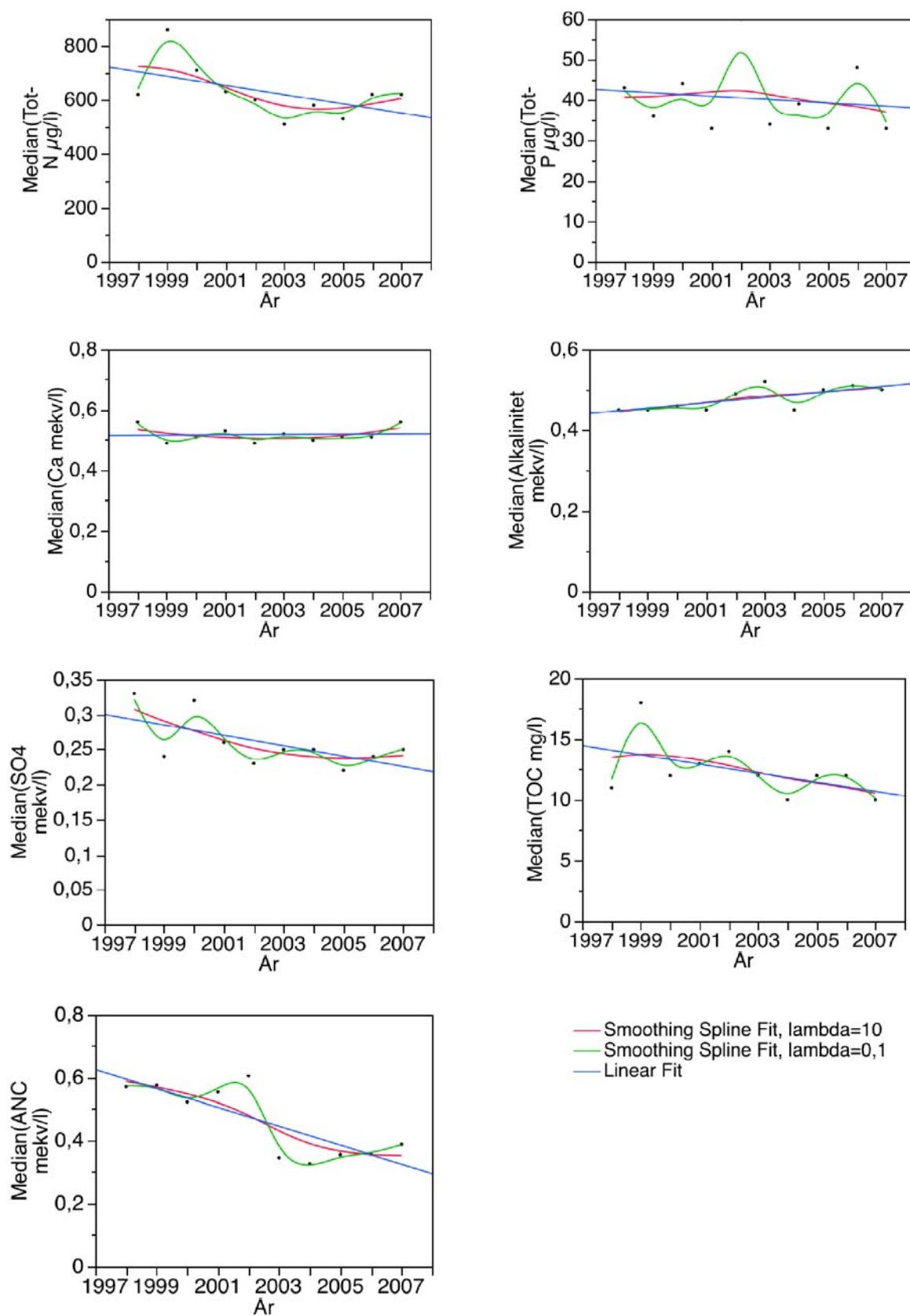
För att se en variation i tid – här gällande över år ej säsong då få och oftast endast ett värde tagits under åren – kräver långa tidsserier. Kortare serier kan uppvisa tydliga trender som i ett större sammanhang (fler år) helt försvinner. För att kunna ses ett mönster en trend krävs ofta flera decennier av data. Signifikans för trender kan vara liten även för höga r^2 när antalet mätvärden tas hänsyn till. Många statistiska tester fungerar också dåligt på för små dataset, vissa anger att minst 12 mätvärden krävs andra nämner andra antal. Vi har här valt en gräns vid 10 år; är serien kortare än 10 år tas sjön inte med i sammanställningen nedan. Detta har uteslutit de flesta av sjöarna och även flera ämnen som mättes i få av sjöarna.

Trender för tidseriesjöar

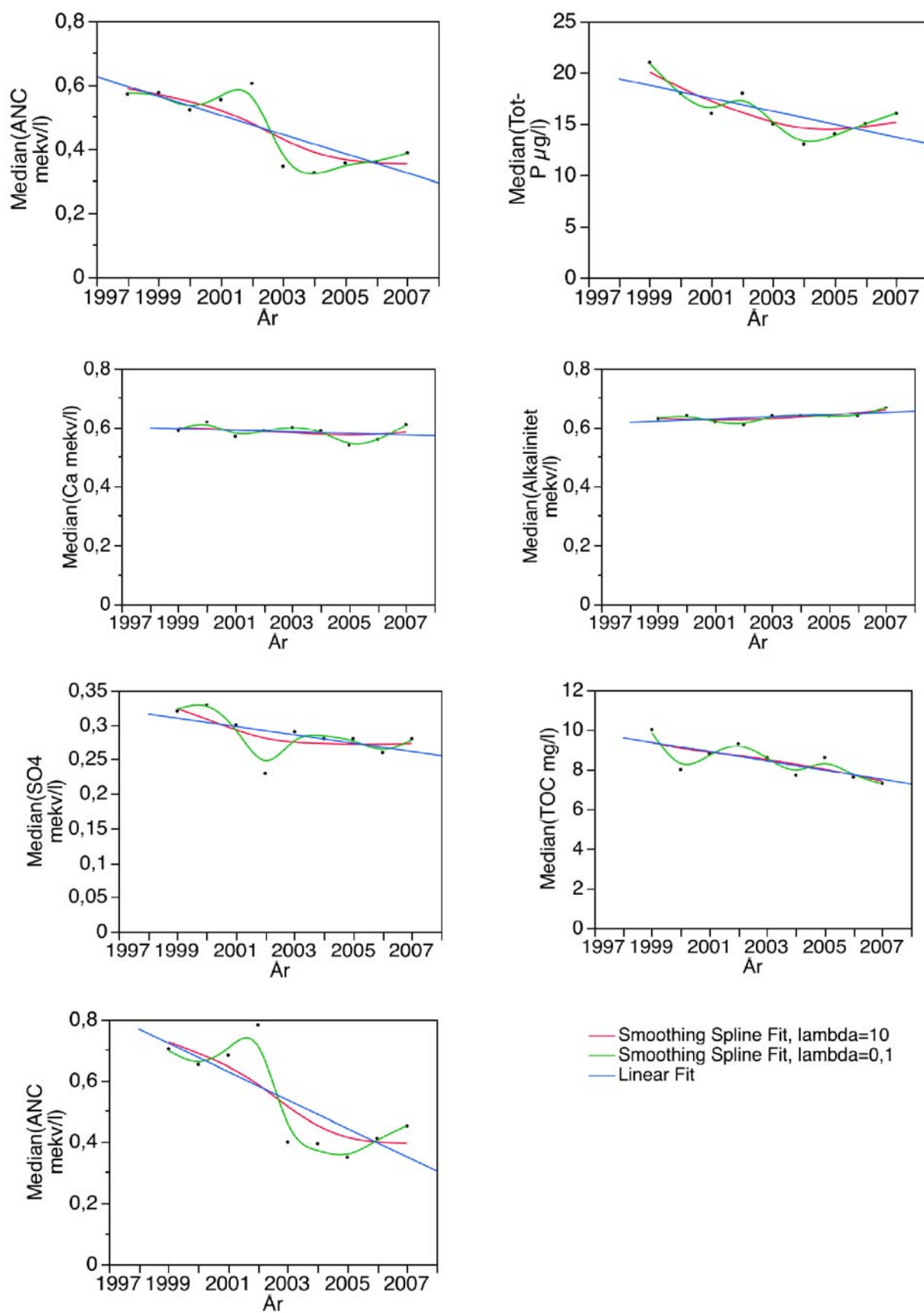
Förändringar med tiden framträder bäst i grafer. Då syns tidsseriens egenskaper, som homogen trend eller cyklisk variation. Presentationen nedan visar i figur 13 sjövis grafiskt linjär trend (med minsta kvadratmetoden). Minsta kvadratmetoden skall bara användas när tidsserien är komplett. Några grafer saknas beroende på att flera ”mindre än” värden finns. För att beskriva mellanårsvariationen för de icke monotona tidsserierna används här en splinefunktion. En splinefunktion kan beskrivas som ett stålband som böjs olika mycket (lambdavärde). Ett lågt värde på funktionen ger en större anpassning till enskilda värden än ett högre. Här har subjektivt två värden valts, som beskriver en långsam variation ($\lambda = 10$) och en som mer anpassar linjen till mätvärdena ($\lambda = 0,1$). Därefter redovisas i tabellform Theil's slope (lutning) och signifikans för en antagen monoton trend.



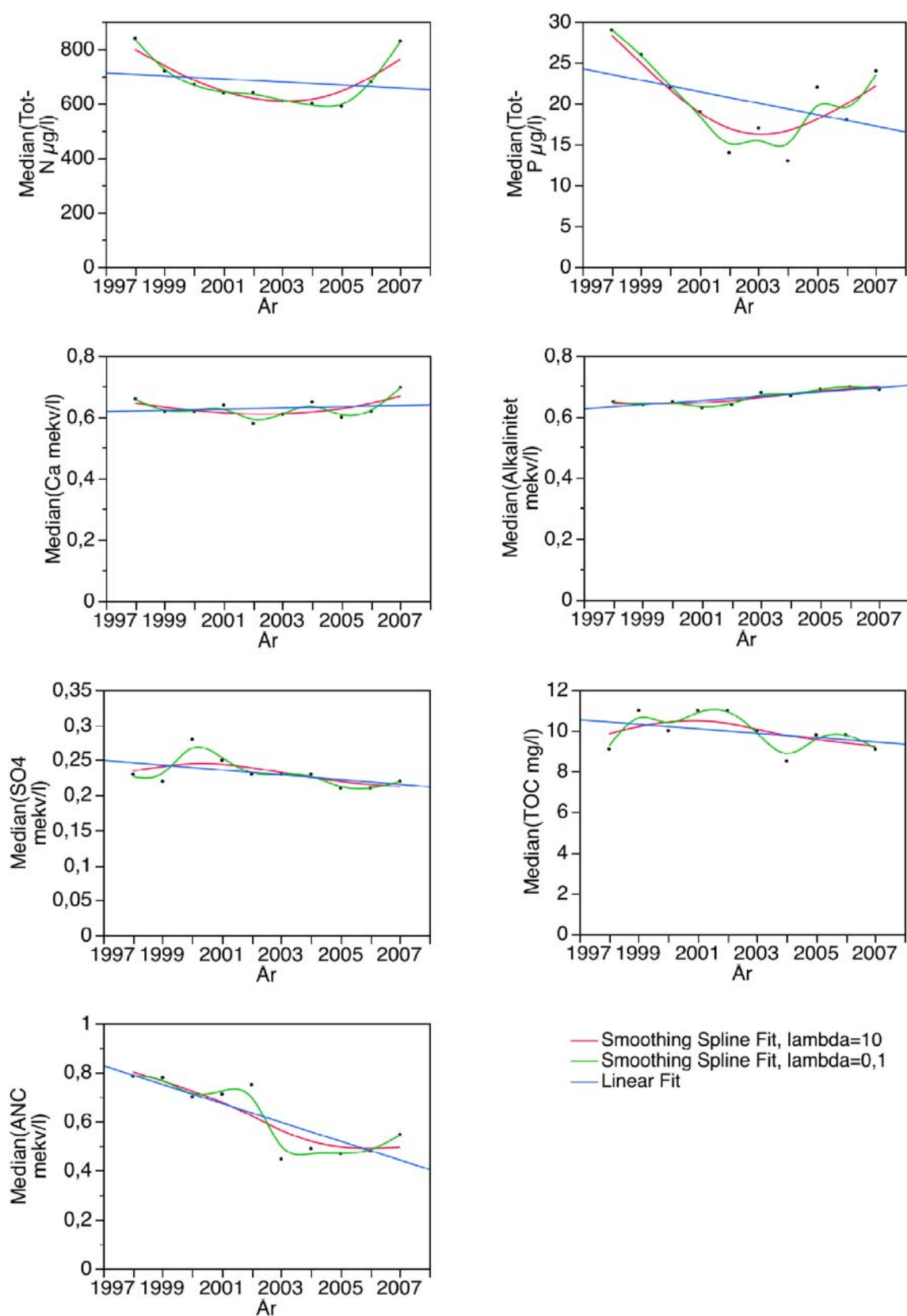
Figur 13a. Aspen. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



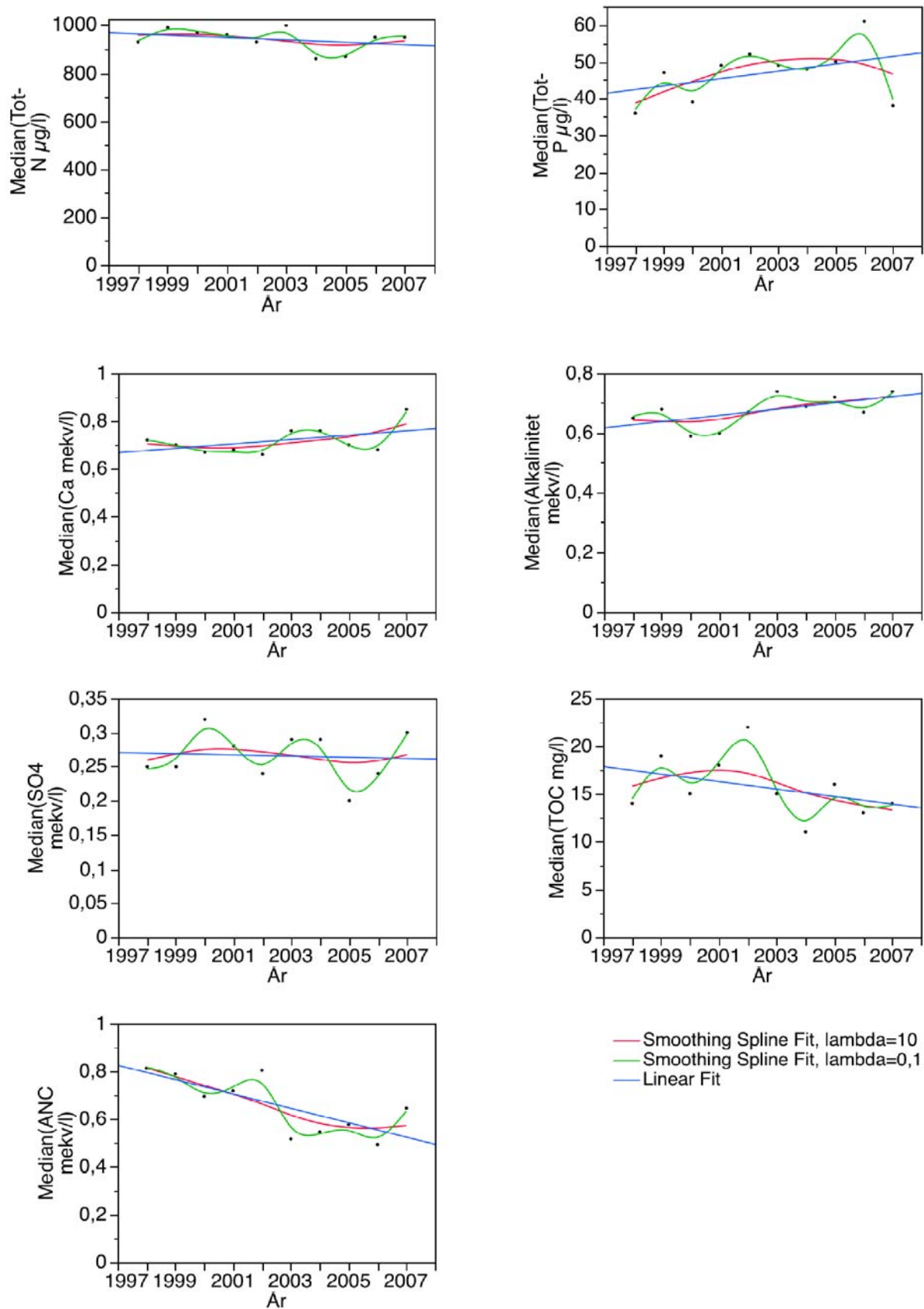
Figur 13b. Bårsten. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



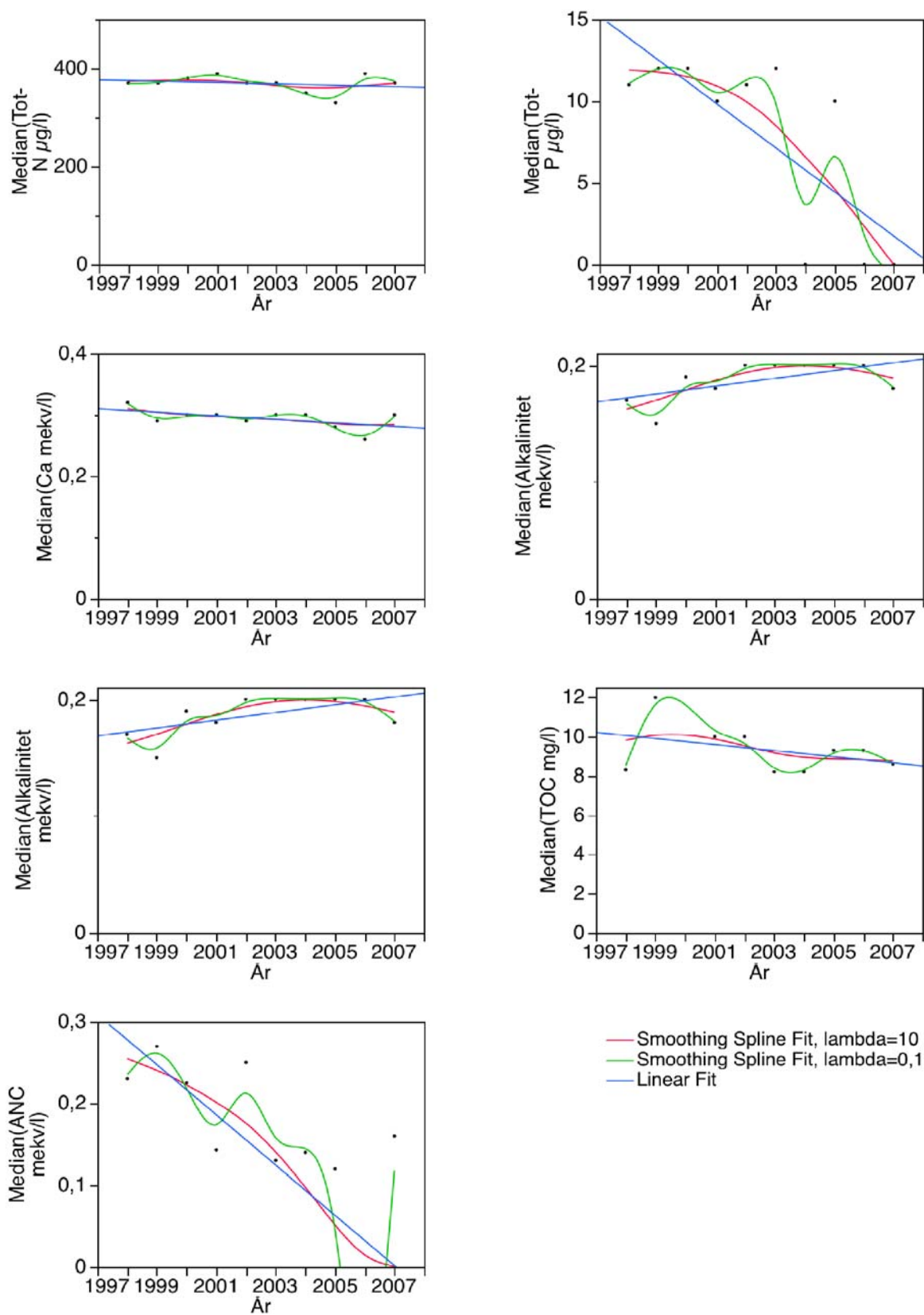
Figur 13c. Båven. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



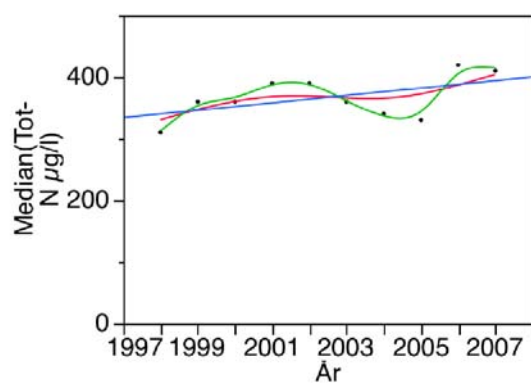
Figur 13d. Dunkern. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



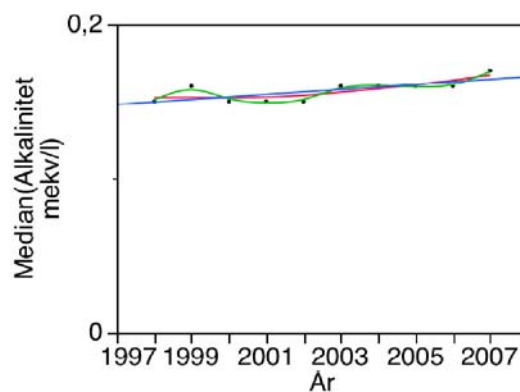
Figur 13e. Eklången. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



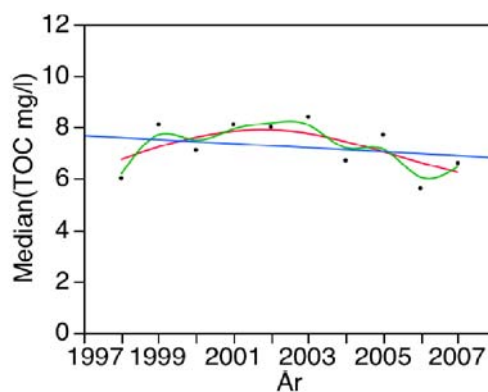
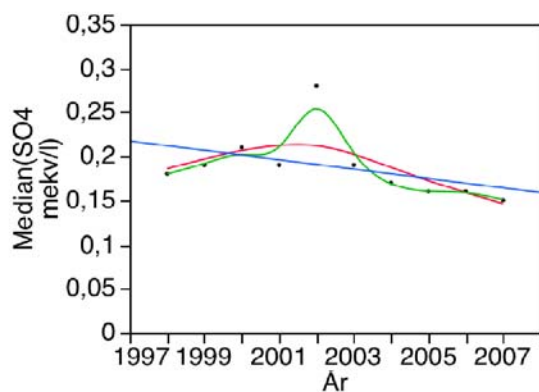
Figur 13f. Fläten. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



< värden

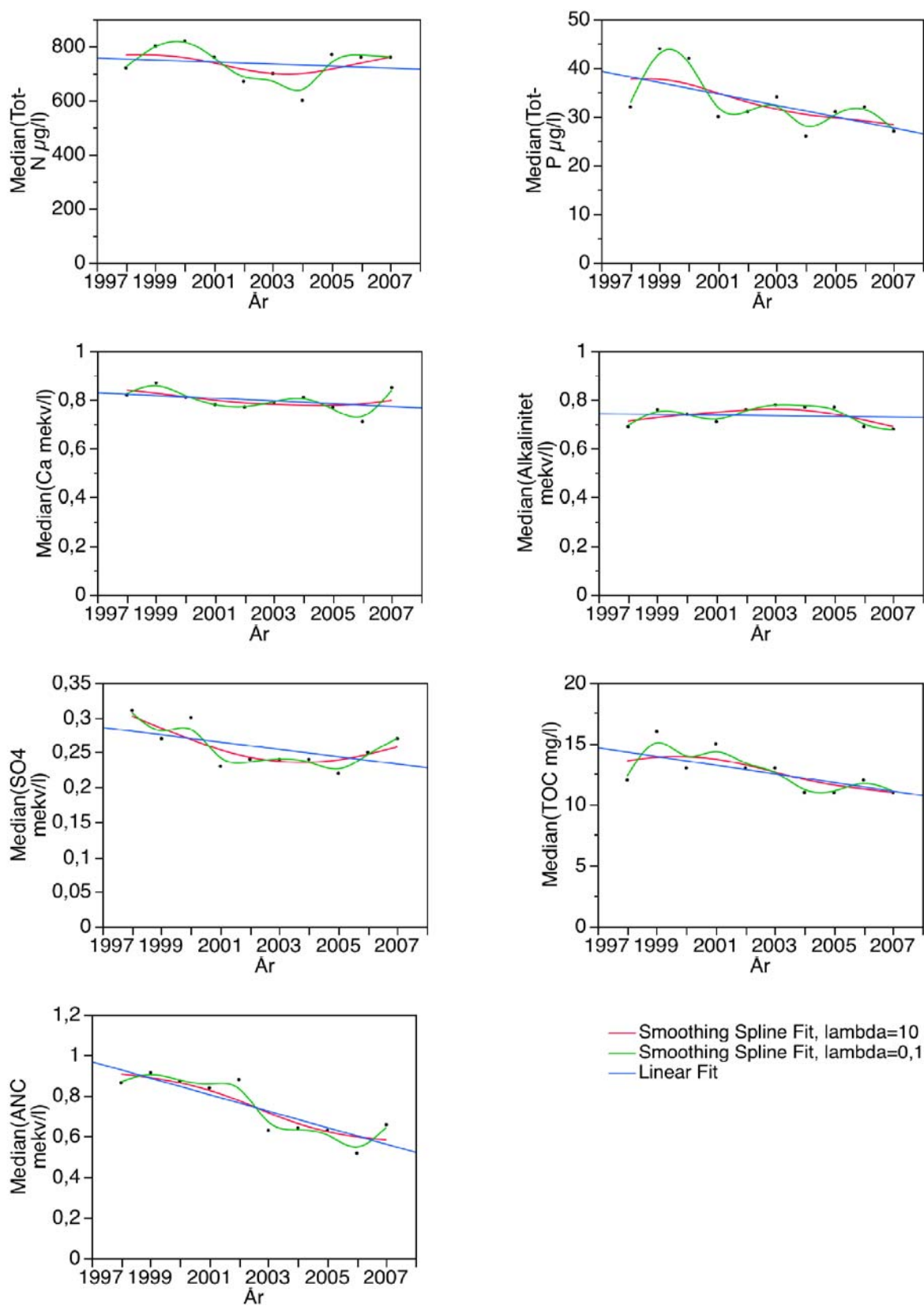


< värden

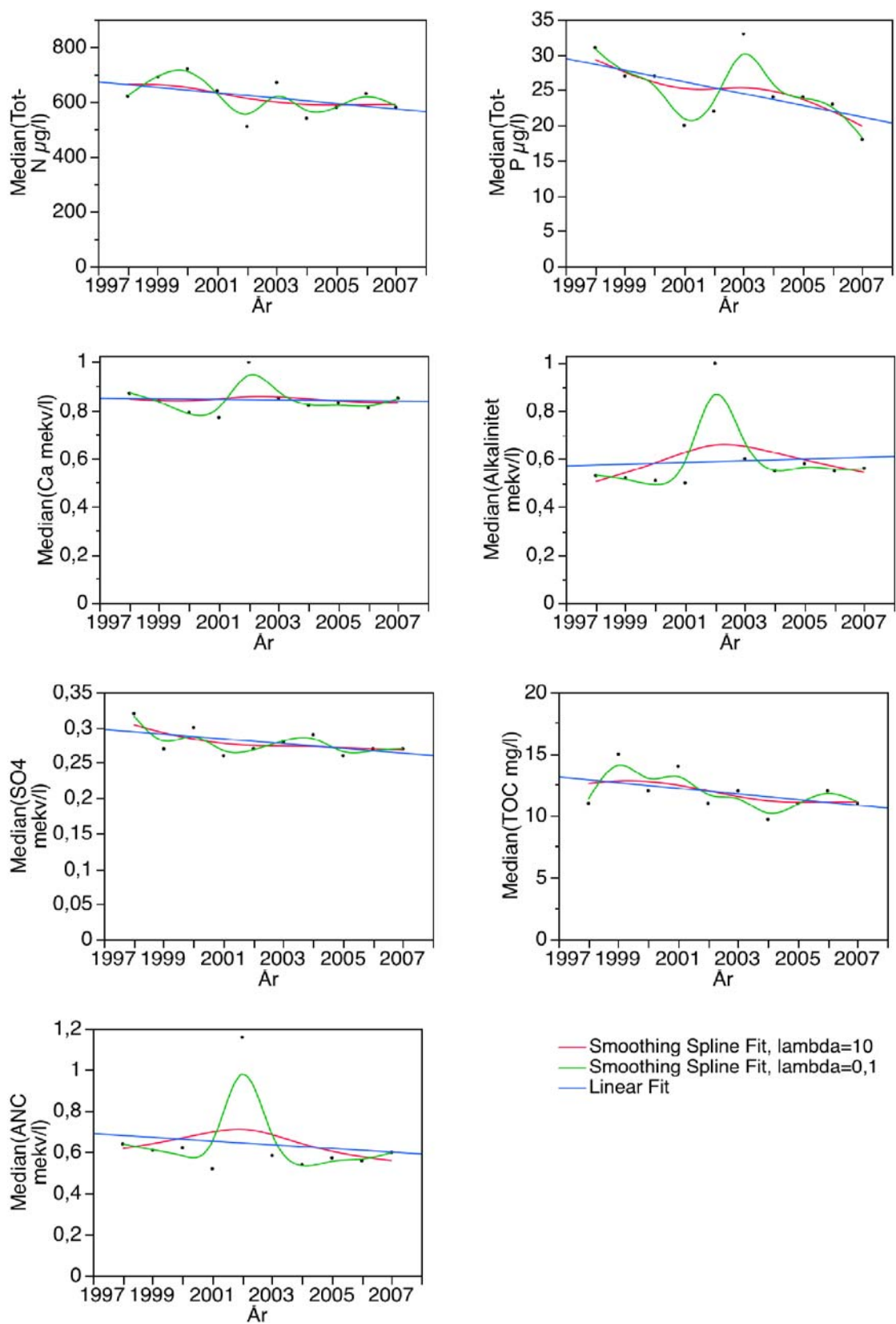


— Smoothing Spline Fit, lambda=10
— Smoothing Spline Fit, lambda=0,1
— Linear Fit

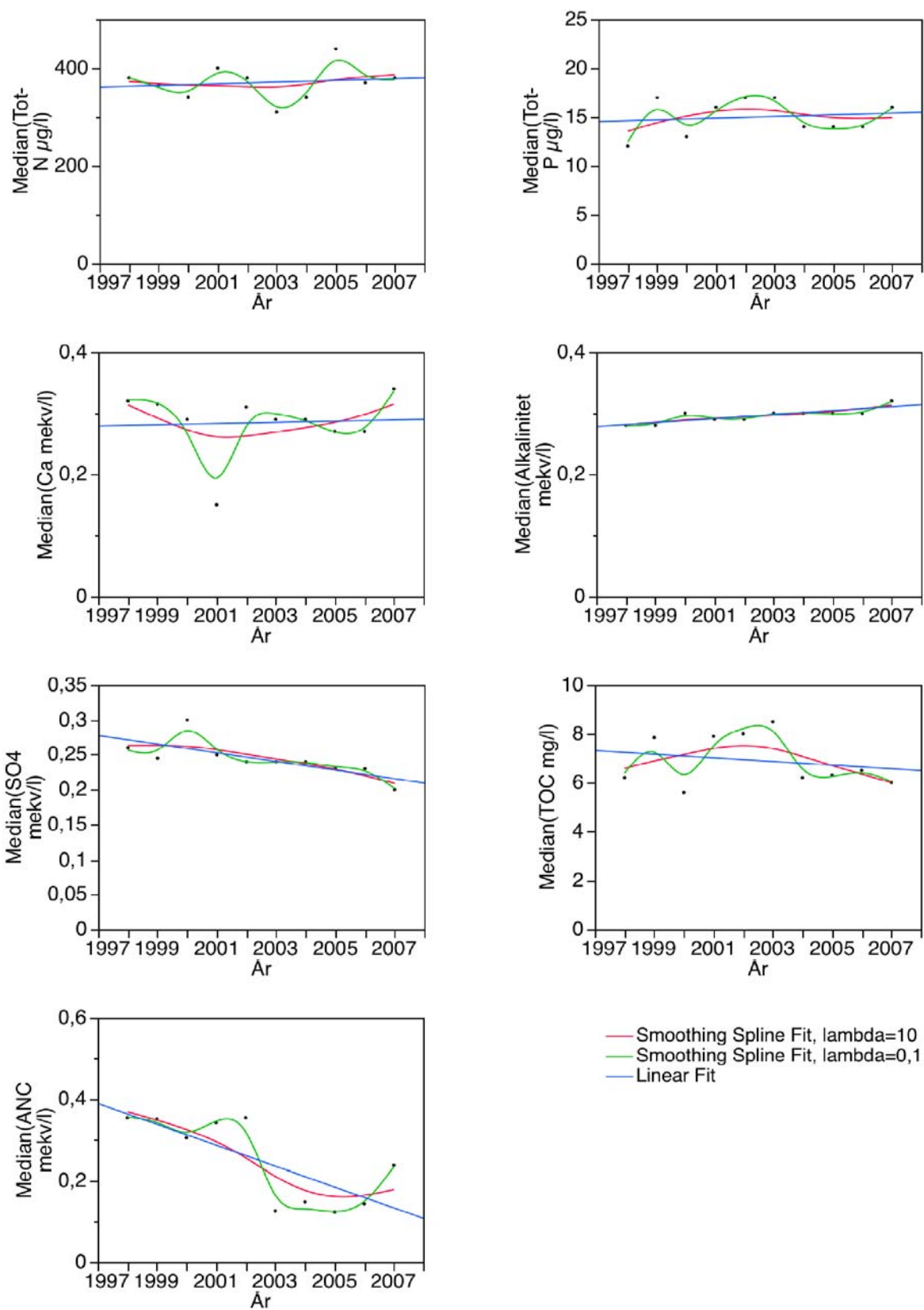
Figur 13g. Gisesjön. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



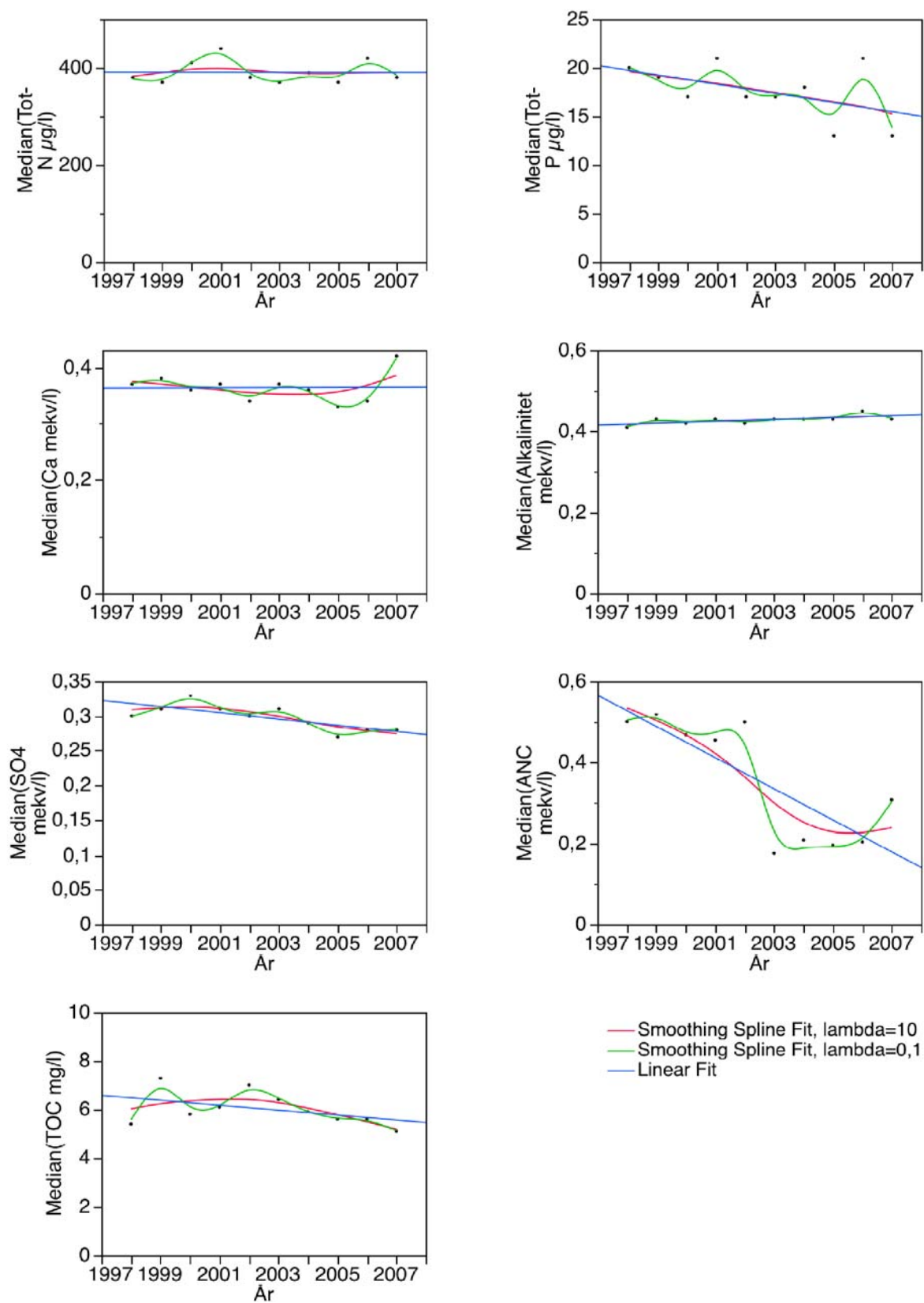
Figur 13h. Hålvetten. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



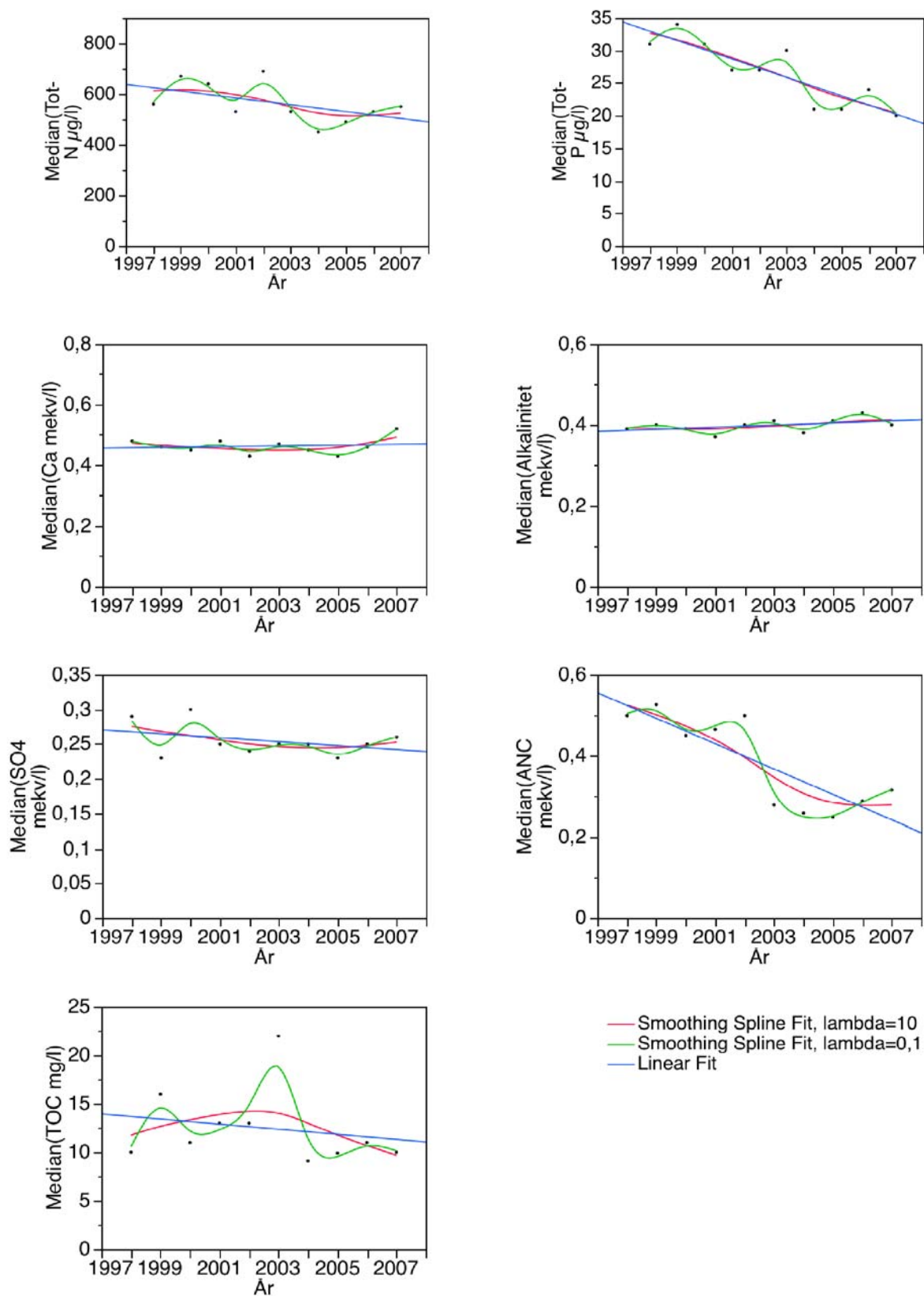
Figur 13i. Högsjön. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



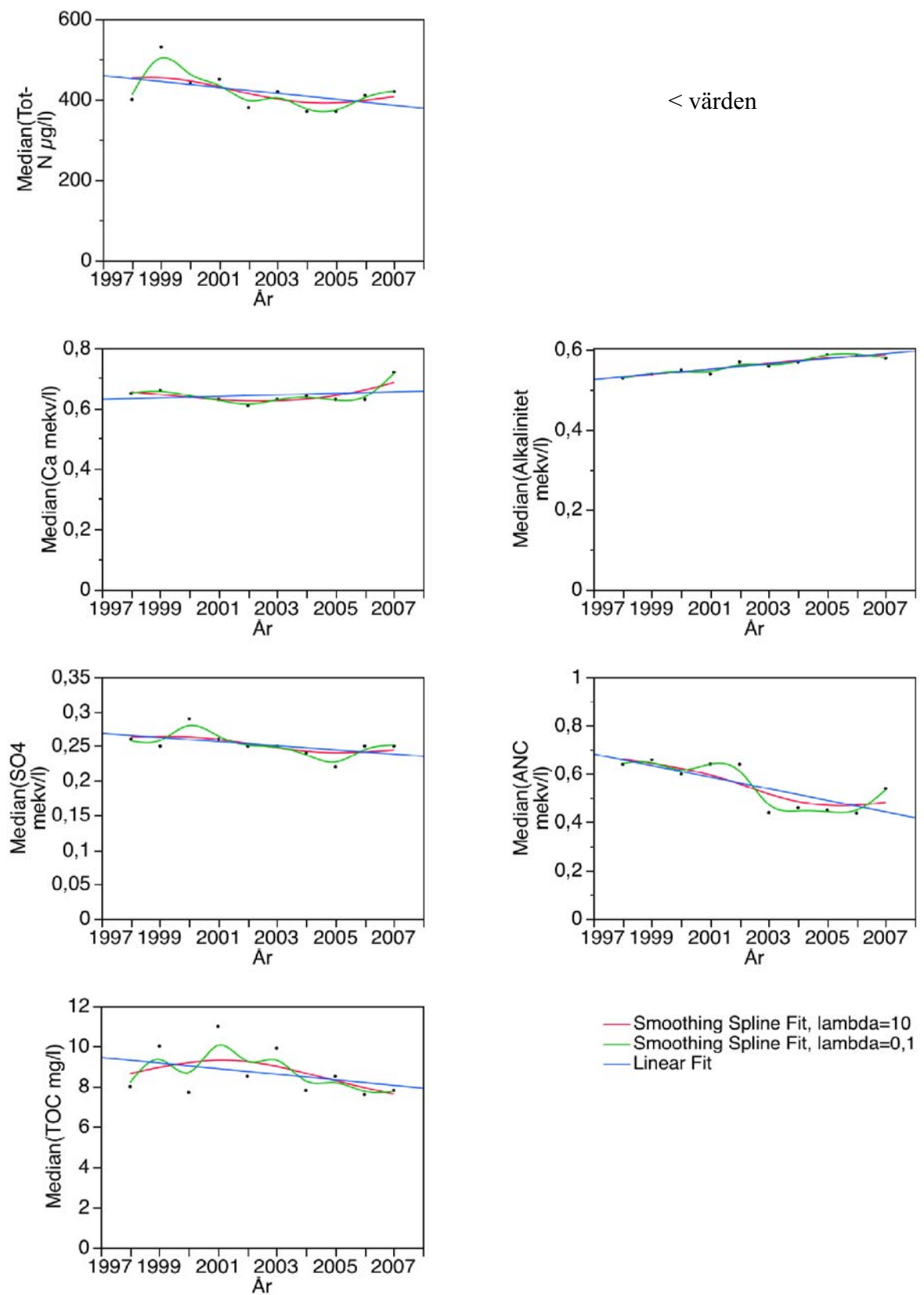
Figur 13j. Likstammen. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



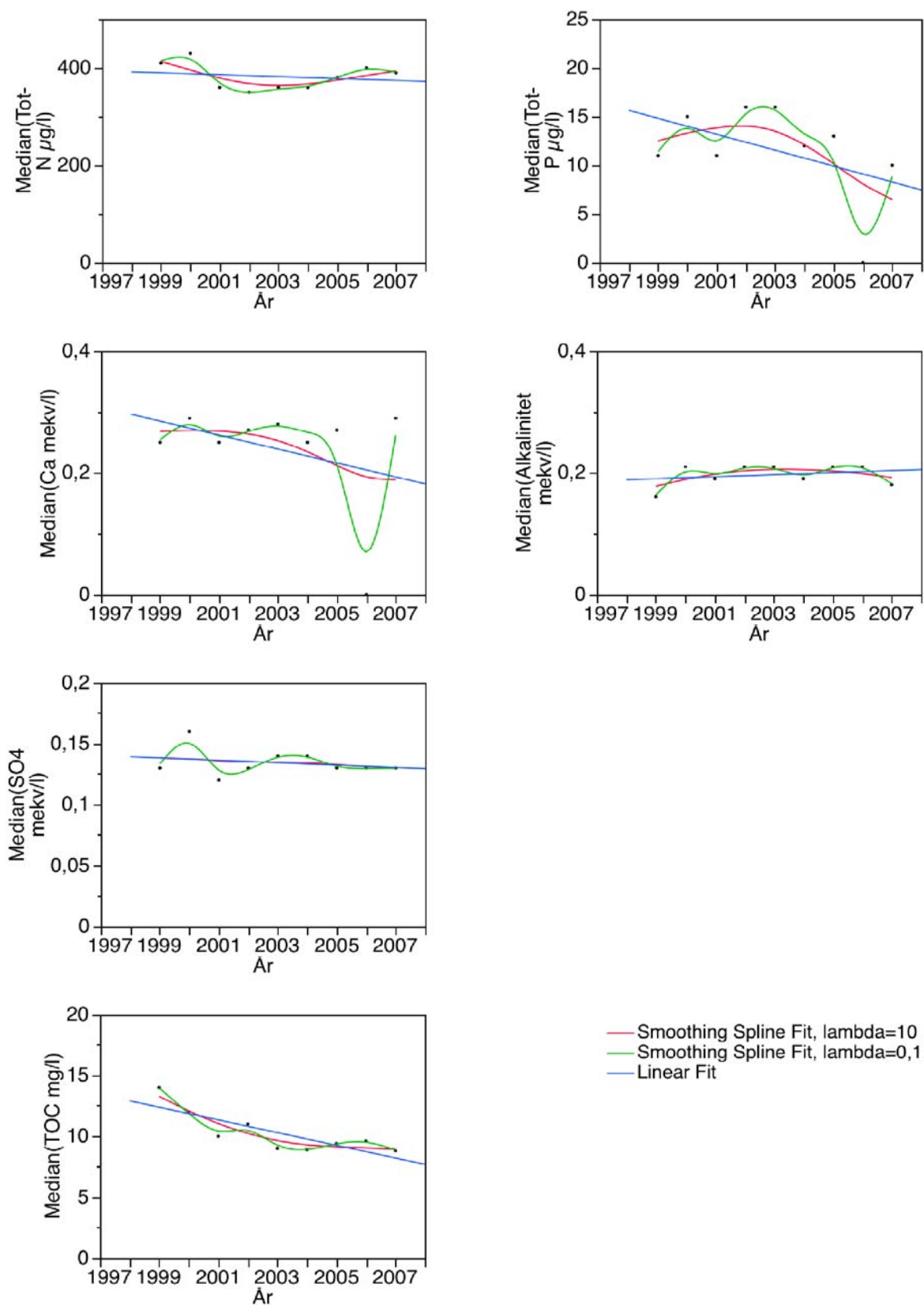
Figur 13k. Lockvattnet. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



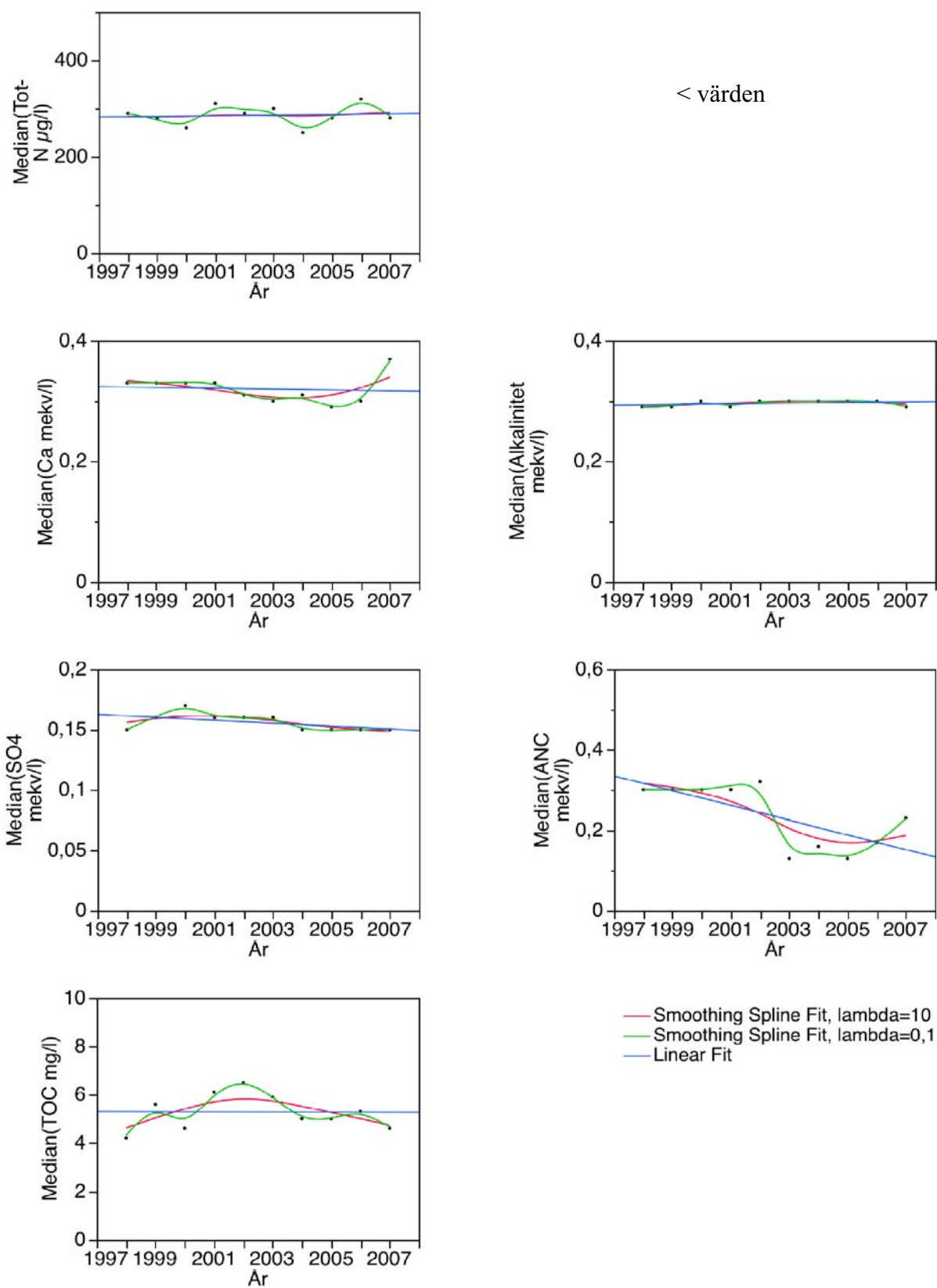
Figur 13l. Näshultasjön. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



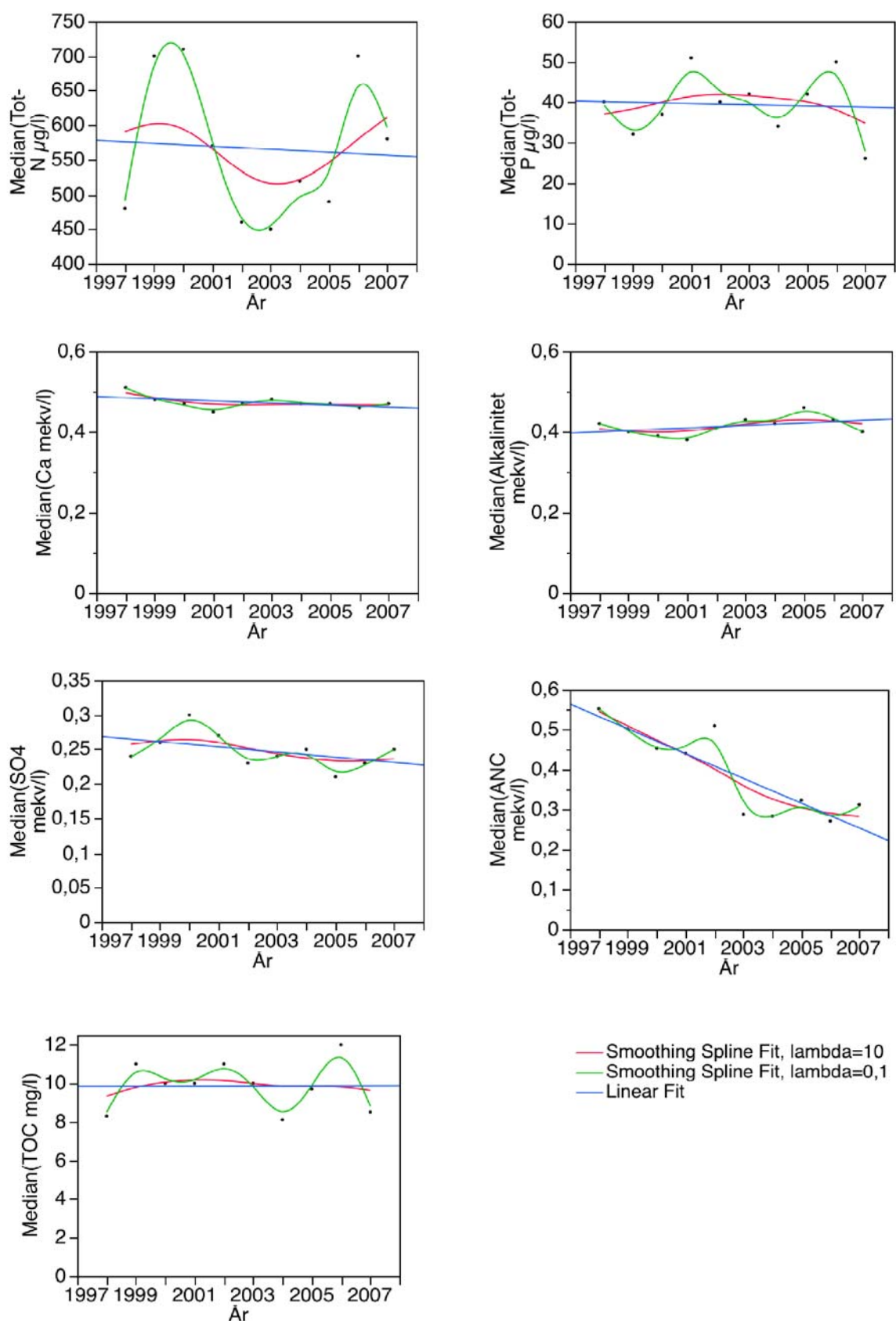
Figur 13m. Näsnaren. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



Figur 13n. Virlången. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



Figur 13o. Östra Magsjön. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.



Figur 13p. Övre Marviken. Tidsserier för valda parametrar beskrivna med spline-funktioner (icke linjära) och linjär regression.

Av figurerna framgår tydligt att tidsserierna sällan är monotona, vilket krävs för beräkningar av trender och därmed även för statistisk styrka. Ett undantag är sulfat, som minskar förhållandevis linjärt under tidsperioden.

Beräkningar av trender med Theil's slope (icke-parametrisk metod)

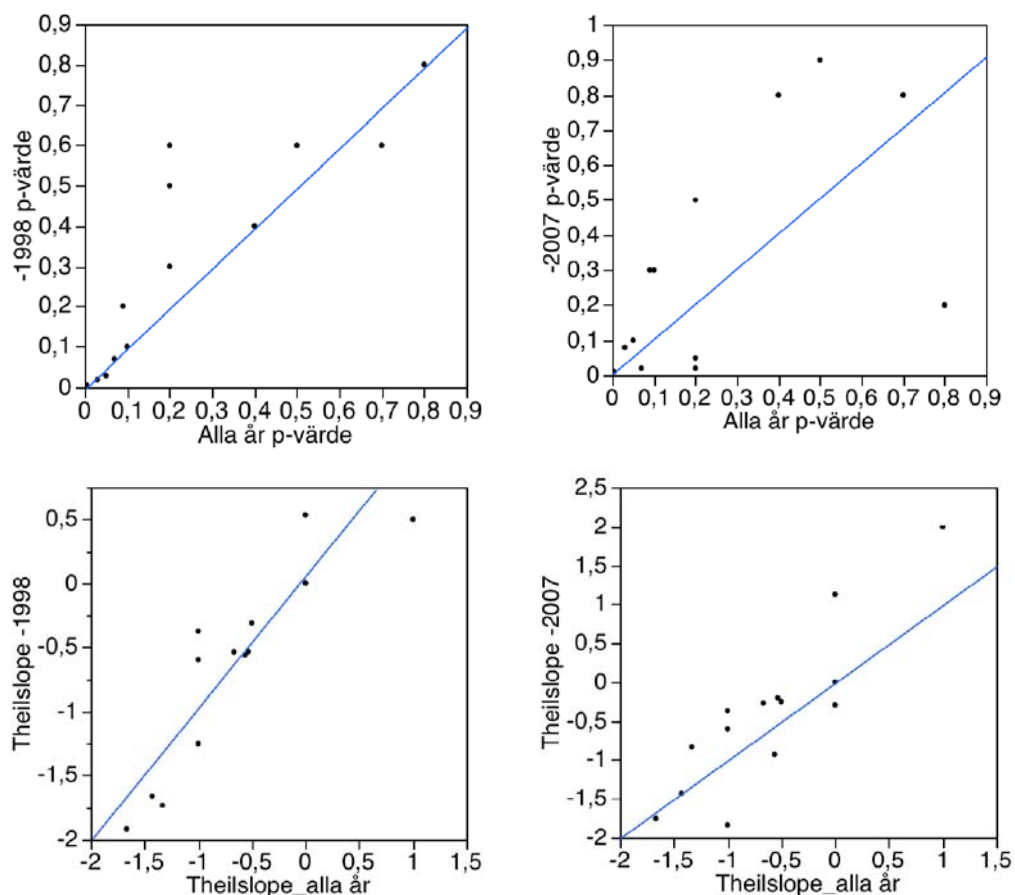
I figurerna ovan visas en linjär "trend" beräknad med minsta kvadratmetoden. Den är känslig för extremvärden, särskilt i början och slutet av tidsserien. Den icke-parametriska metoden Theil's slope (Sens slope) minskar sådan påverkan. Men även den metoden skall egentligen bara användas när tidsserien är monoton, dvs. inte varierar med stigande och fallande perioder. Men även med den icke-parametriska Theil's slope kan värden i början och slutet av en tidsserie ha betydelse (tabell 30).

Tabell 30. Theil's slope. Exempel på hur längden på tidsserien påverkar lutningen ($\mu\text{g/l,år}$) för total-P. Medianvärden för alla år, samt för alla år –1998 och –2007. p-värde enligt Mann-Kendall (signifikanta trender $p \geq 0,05$ markerade i blått).

Sjö	Antal år	p-värde	Theil's slope	Antal år –1998	p-värde	Theil's slope	Antal år –2007	p-värde	Theil's slope
Aspen	10	0,8	0,00	9	0,8	0,00	9	0,2	-0,29
Bårsten	10	0,5	-0,50	9	0,6	-0,31	9	0,9	-0,25
Båven	9	0,07	-0,56	9	0,07	-0,56	8	0,02	-0,93
Dunkern	10	0,2	-1,00	9	0,6	-0,38	9	0,05	-1,83
Eklången	10	0,2	1,00	9	0,5	0,50	9	0,02	2,00
Fläten	10	0,03	-1,00	9	0,02	-1,25	9	0,08	-0,37
Hålvetten	10	0,1	-1,33	9	0,1	-1,73	9	0,3	-0,83
Högsjön	10	0,09	-1,00	9	0,2	-0,60	9	0,3	-0,60
Likstammen	10	0,7	0,00	9	0,6	0,00	9	0,8	0,00
Lockvattnet	10	0,2	-0,67	9	0,3	-0,54	9	0,5	-0,27
Näshultasjön	10	0,004	-1,43	9	0,007	-1,66	9	0,01	-1,43
Näsnaren	10	0,05	-1,67	9	0,03	-1,92	9	0,1	-1,75
Virlången	9	0,4	-0,53	9	0,4	-0,53	8	0,8	-0,20
Övre Marviken	10	0,8	0,00	9	0,8	0,53	9	0,2	1,13

Ett exempel på stora skillnader i lutning mellan de tre perioderna är Fläten med en minsta lutning på -0,37 $\mu\text{g/l,år}$ och en största på -1,25 $\mu\text{g/l,år}$; alltså nästan fyra gångers skillnad.

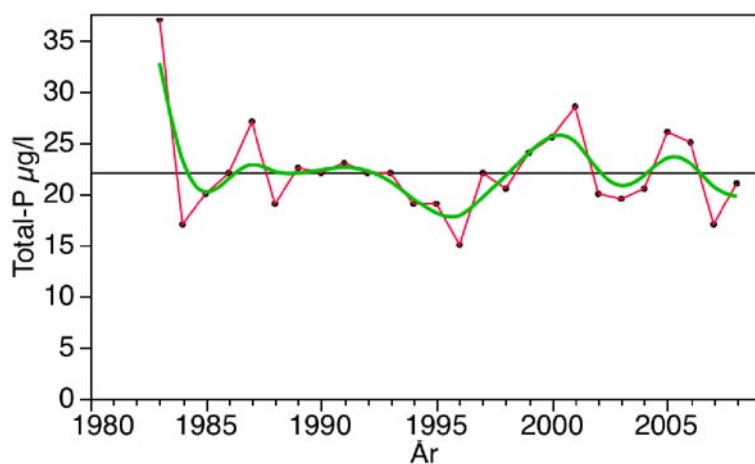
Signifikansen (p-värdet) minskar som regel när antalet år minskar, men undantag finns (figur 14). Lutningen (trenden) varierar också när tidsseriens längd ändras.



Figur 14. Theil's slope. Exempel på hur längden på tidsserien påverkar p-värde och lutningen ($\mu\text{g/l,år}$) för total-P. Medianvärden för alla år, -1998 och -2007. Den blå linjen anger lika förhållanden för de jämförda tidsserierna.

En ännu kortare tidsserie ger ibland större signifikans (= sannolikare avvikelse från ingen lutning) men motsatsen finns också.

För den nationella trendsjön Älgsjön finns data för perioden 1983–2007 (figur 15).



Figur 15. Tidsserie för total-P i den nationella trendsjön Älgsjön. Röd linje sammanbinder alla årsmedianvärden, grön är en splinefunktion som jämnar ut tidsserien.

Av figuren framgår att tidsserien varierar med fallande och stigande perioder (en icke monoton tidsserie). Därmed ger beräkningar av lutning även med Theil's slope olika resultat beroende på vilken period som väljs (tabell 31).

Tabell 31. Theil's slope beräknad för hela mätperioden och delar därav. Total-P i nationella trendsjön Älgsjön.

Period	Antal år	p-värde	Theil's slope
1983-2007	23	0,7	0,09
1983-1993	10	0,6	0,17
1995-2004	10	0,8	0,10
1998-2007	10	0,9	-0,75

Inte ens för hela perioden på 23 år är lutningen signifikant. Värdet på lutningen varierar mellan -0,75 och +0,17 µg/l,år. En så kort period som 10 år ger alltså mycket varierande resultat och räcker inte till för att beräkna en långsiktig, tillförlitlig trend och därmed naturligtvis även statistisk styrka.

De beräkningar av trender som presenteras för länets sjöar bör därför betecknas som indikativa tills längre tidsserier skapats. Dock påverkas de flesta determinander (parametrar) av en varierande väderlek, som ger upphov till mer eller mindre markant cykliska variationer och egentligen krävs alltså statistiska metoder som behandlar sådana tidsserier.

Värden för Theil's slope och signifikans (p-värde) beräknad enligt Mann-Kendall redovisas i tabellerna 32–34, med förbehåll att tidsserierna sällan är monotona. Endast tidsserier som är längre än 9 år redovisas. För några sjöar med ett stort antal ”mindre än”-värden blir beräkningarna otillförlitliga och dessa redovisas inte i tabellen.

Tabell 32. Trender (Theil's slope) för årliga medianvärden. Ca, alkalinitet, sulfat och ANC. p-värde enligt Mann-Kendall (signifikanta trender $p \geq 0,05$ markerade i blått).

Sjö	Antal år	Ca	Alkalinitet		SO4		ANC		
		p-värde	Lutning mekv/l,år	p-värde	Lutning mekv/l,år	p-värde	Lutning mekv/l,år	p-värde	Lutning mekv/l,år
Tidsseriesjöar									
Aspen	10	0,4	0,0067	0,07	0,0157	0,2	-0,003	0,2	-0,027
Bårsten	10	0,7	0,0000	0,04	0,0063	0,1	-0,005	0,2	-0,027
Dunkern	9	0,9	0,0000	0,04	0,0065	0,1	-0,003	0,02	-0,035
Eklången	10	0,5	0,0050	0,06	0,0100	1	0,000	0,04	-0,034
Fläten	10	0,2	-0,0033	0,08	0,0020	0,4	-0,003	0,03	-0,020
Gisesjön	10	0,004	-0,0286	0,02	0,0014	0,04	-0,006	0,03	-0,040
Hålvetten	10	0,2	-0,0080	1	0,0000	0,3	-0,005	0,03	-0,041
Högsjön	9	0,8	-0,0019	0,2	0,0046	0,2	-0,003	0,4	-0,007
Likstammen	10	0,3	-0,0050	0,005	0,0029	0,002	-0,005	0,05	-0,025
Lockvattnet	10	0,4	-0,0033	0,03	0,0020	0,03	-0,005	0,04	-0,037
Näsaren	10	0,6	-0,0017	0,003	0,0067	0,05	-0,002	0,03	-0,021
Virlången	9	0,9	0,0000	0,7	0,0000	0,7	0,000	0,1	-0,019
Östra Magsjön	10	0,2	-0,0043	0,3	0,0000	0,09	-0,001	0,2	-0,016
Övre Marviken	10	0,1	-0,0020	0,3	0,0033	0,3	-0,003	0,01	-0,033
Nationella trendsjöar									
Björken	26	0,001	-0,0013	<0,001	0,0022	<0,001	-0,006	<0,001	0,004
Djupa Holmsjön	25	0,005	-0,0009	0,2	0,0002	<0,001	-0,003	0,001	0,002
Lillsjön	14	0,5	-0,0028	0,3	-0,0034	0,1	-0,005	0,8	0,001
Rundbosjön	14	0,03	-0,0067	0,2	0,0025	0,001	-0,020	0,008	0,007
Älgsjön	26	<0,001	-0,0029	0,2	-0,0012	<0,001	-0,005	0,9	0,000

Signifikanta ($p < 0,05$) minskningar av Ca beräknas för Björken, Djupa Holmsjön, Rundbosjön, Älgsjön och Gisesjön. Signifikanta ökningar sker samtidigt för ANC i Björken, Djupa Holmsjön och Rundbosjön. I så gott som samtliga undersökta sjöar sker också en minskning, om än inte alltid signifikant, av sulfathalter beroende på minskad deposition. En minskning av kalciumhalter har observerats i många sjöar i samband med minskande sulfatdeposition/sjöhalter. De signifikanta minskningarna av ANC i många sjöar beror sannolikt på den minskade syradepositionen som tillåter fastläggning av baskatjoner (ex. Ca) och därmed en ökning av jordens basmättnadsgrad.

Trender för TOC har kunnat beräknas för många sjöar (tabell 33).

Tabell 33. Trender för årliga medianvärden. TOC. p-värde enligt Mann-Kendall (signifikanta trender $p \geq 0,05$ markerade i blått).

Sjö	Antal år	p-värde	Lutning mg/l,år
Tidsseriesjöar			
Aspen	10	0,03	-0,40
Bårsten	10	0,2	-0,29
Båven	9	0,01	-0,25
Dunkern	10	0,2	-0,13
Eklången	10	0,3	-0,50
Fläten	9	0,3	-0,16
Gisesjön	10	0,4	-0,10
Hålvetten	10	0,04	-0,40
Högsjön	10	0,3	-0,22
Likstammen	10	1	-0,02
Lockvattnet	10	0,2	-0,15
Näshultasjön	11	0,6	0,00
Näsnaren	10	0,2	-0,14
Virlången	9	0,01	-0,48
Östra Magsjön	10	0,9	-0,04
Övre Marviken	10	0,8	-0,03
Nationella trendsjöar			
Björken	22	0,0005	0,08
Djupa Holmsjön	22	0,0001	0,13
Lillsjön	14	0,3	0,10
Rundbosjön	14	1	-0,01
Älgsjön	22	0,08	0,05

I flertalet sjöar upptäcks ingen signifikant trend för TOC. I Aspen, Båven, Hålvetten, Virlången och Klämmingen syns en signifikant ($p < 0,05$) minskning av TOC under respektive mätperiod. I Björken och Djupa Holmsjön sker en signifikant ökning.

Trender för näringsämnena nitrat, total-P och planktonbiomassa mätt som klorofyll har beräknats för augustivärden (tabell 34).

Tabell 34. Trender beräknade med Theil's slope. Nitrat-N, total-P och klorofyll. Värden för augusti. Antal prov = antal år. p-värde enligt Mann-Kendall (signifikanta trender $p \geq 0,05$ markerade i blått).

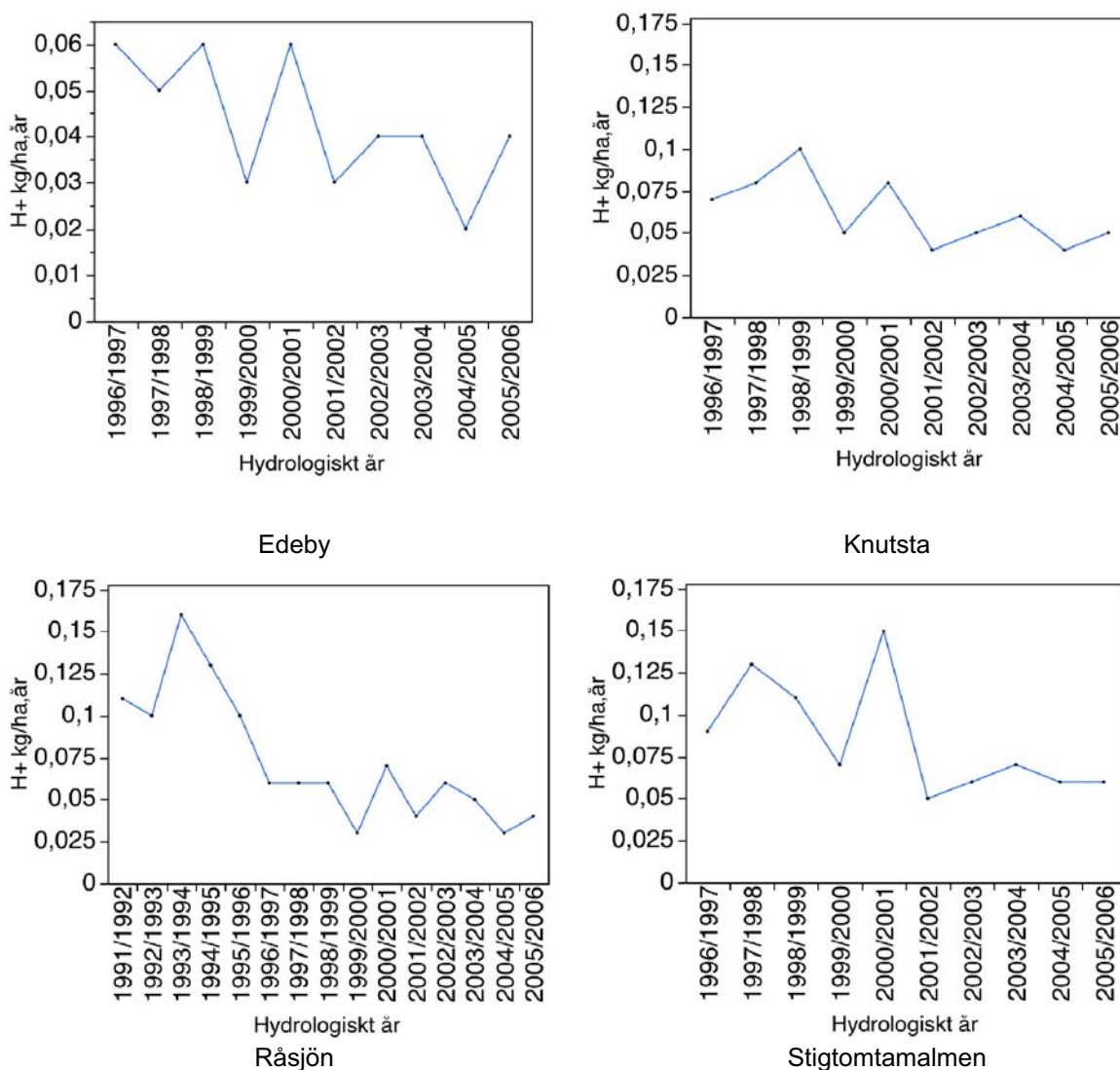
Sjö	NO ₂ +NO ₃ -N			Total-P			Klorofyll		
	Antal prov	p-värde	Lutning N µg/l,år	Antal prov	p-värde	Lutning P µg/l,år	Antal prov	p-värde	Lutning mg/m ³ ,år
Tidsseriesjöar									
Näshultasjön	9	0,8	0,2	9	0,9	-0,08	8	0,5	-0,29
Nationella trendsjöar									
Björken	22	<0,001	-1,3	22	0,02	-0,27	12	0,06	0,18
Djupa Holmsjön	21	0,004	-0,4	21	0,2	-0,06	11	0,4	-0,07
Lillsjön	13	0,002	-0,8	13	0,3	3,5	12	0,8	-0,33
Rundbosjön	13	0,005	-0,5	13	1	0,00	12	0,8	-0,22
Älgsjön	23	0,9	0,0	23	0,7	0,08	12	0,3	-0,66
SRK, Eskilstunaån									
Öljaren	5	0,8	0,0	5	0,1	-57,	5	0,1	-4,6

Beräkningen av trender visar att signifikanta minskningar för nitrat har skett i fyra sjöar. För total-P beräknas signifikanta minskningar endast i Björken. För klorofyll förekom inga signifikanta ändringar.

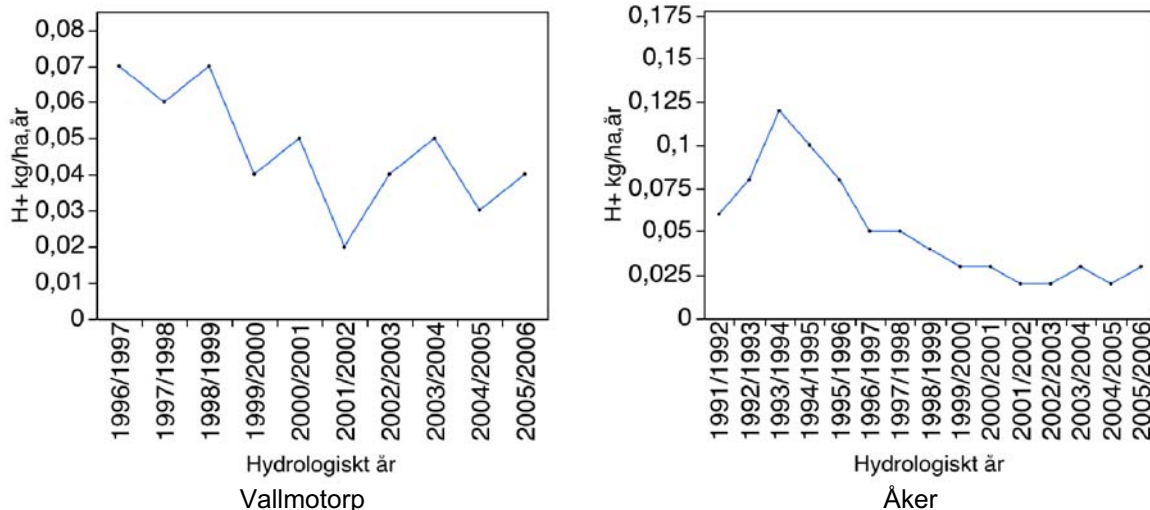
För att en förändring pga. en klimatförändring ska framträda krävs mycket längre tidsserier.

3.9 Utvecklingen för deposition av syra

Ofta diskuteras försurningstrycket utifrån depositionen av icke marint sulfat, dvs. den andel svavel som anses komma från sur emission och som gärna anses synonym med deposition av svavelsyra. Depositionen av försurande ämnen följs i länet av IVL vid sex mätstationer ((IVL rapport, 2003). Här redovisas data för krondroppsmätningar vid sex stationer (data från IVL:s hemsida). Minskade sulfatkoncentrationer i sjöarna som redovisades ovan avspeglar den minskning i deposition som sker. Men en del av den "syra" som ofta antas vara ekvivalent med sulfat är redan i nederbörden neutraliserad av basiska ämnen (främst redovisade som Ca och Mg). Därför beskrivs här tillstånd och förändring av depositionen av vätejon i krondropp (figur 16).



Figur 16. Deposition av H^+ (kg/ha,år) i krondropp vid de sex mätstationer som finns i Södermanlands län (data IVL).



Forts. figur 16. Deposition av H^+ (kg/ha,år) i krondropp vid de sex mätstationer som finns i Södermanlands län (data IVL).

De två stationerna med relativt långa mätserier (Råsjön och Åker) visar att depositionen av syra (vätejon) har minskat sedan början av 90-talet. Minskningen i sulfatdeposition började redan i mitten av 70-talet så vi ser här endast en liten del av den förändring som skett. I jämförelse med några andra, närläggna län är depositionen i Södermanland relativt liten (tabell 35).

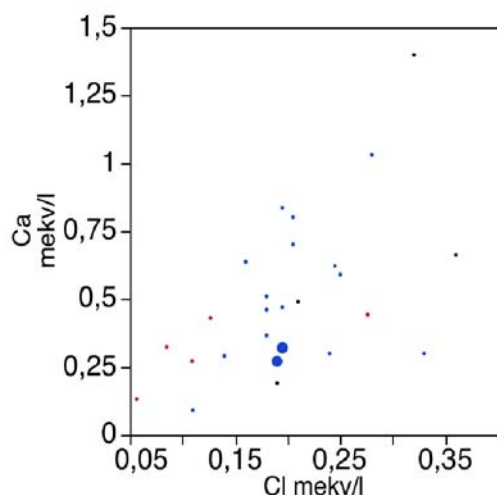
Tabell 35. Deposition av vätejon (H^+ kg/ha,år) vid krondroppsmätningar. (data IVL).

Län	Median	Maximum
Södermanland	0,060	0,24
V. Götaland	0,18	0,76
Dalarna	0,10	0,21

Slutsatsen av denna genomgång är att även om depositionen av syra tidigare var relativt stor så är den idag ca 1/3-del av den i början av 1990-talet och hälften av den 1996/97. Det stödjer alltså andra, oberoende värderingar av försurningen är obetydlig i många av länets sjöar.

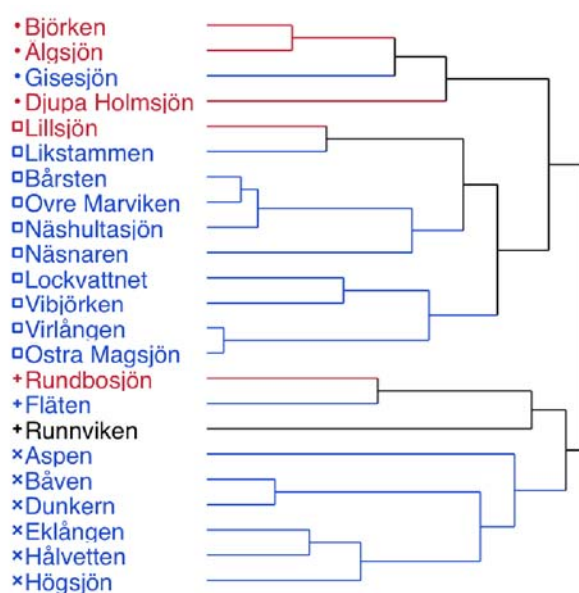
3.10 Försök att bestämma likhet mellan tidsseriesjöarna

Tidsseriesjöarna bör ju representera så många av länets sjöar som möjligt. Samtidigt skall de helst vara olika. Ett sätt att försöka beskriva likheter är att använda dendrogram med olika uppsättningar av parametrar. I det följande beskrivs likheter och olikheter beträffande fysikaliska och vattenkemiska egenskaper. I figur 17 visas tvådimensionellt hur Vibjörken och Virlången har så gott som lika koncentrationer av Ca och Cl. I de följande dendrogrammen används på samma sätt fler parametrar; en flerdimensionell jämförelse görs där likheten visas som avståndet mellan sammanfogandet av två horisontella linjer, som representerar två sjöar.



Figur 17. Likhet beskriven för två parametrar. De markerade symbolerna gäller för de mest lika sjöarna Virlången och Östra Magsjön (se nedan). Blå symboler tidsseriesjöar och röda nationella trendsjöar.

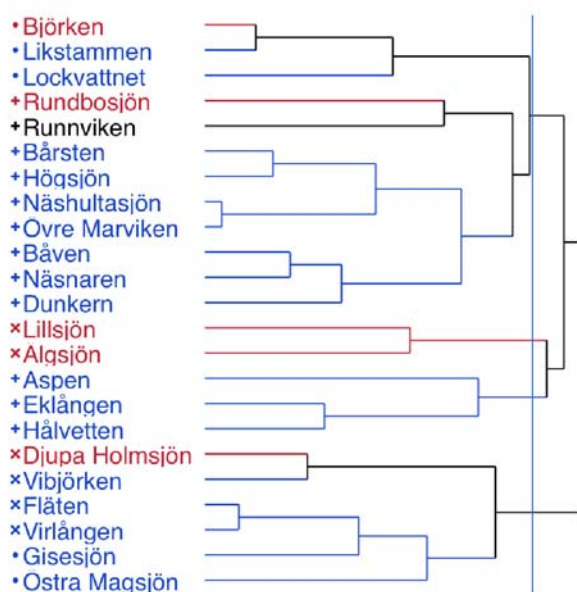
I dendrogrammen beskrivs likheten mellan två sjöar avseende använda parametrar av det horisontella avståndet när deras linjer sammanfogas. Likheter mellan sjöarna beskrivs först med avseende på större konstituenten (figur 18).



Figur 18. Dendrogram för Ca, Na och klorid. Blå sjöar länets tidsseriesjöar röda nationella trendsjöar. Fyra grupper markerade med symboler.

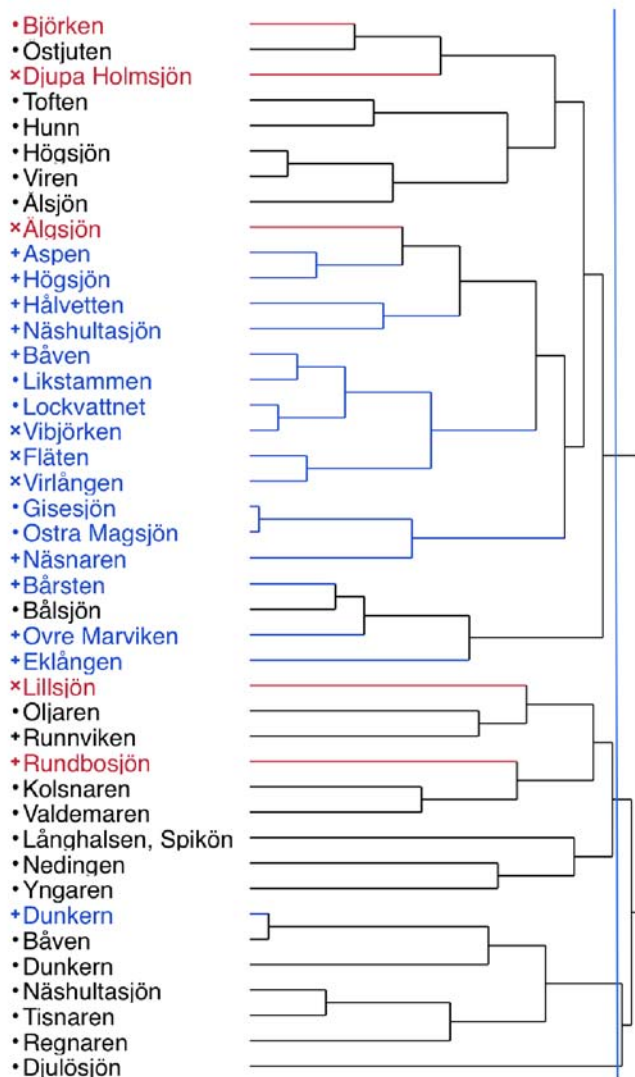
Dendrogrammet ger en bild av förhållandena för större konstituenten. Det vertikala avståndet mellan sammanfogningen av Virlången och Östra Magsjön kortast; dvs. likheten är störst mellan dessa sjöar (jfr ovan i figur 18). Mest avvikande bland länets tidsseriesjöar är Aspen. I huvudsak samlas de nationella trendsjöarna (i rött) i en grupp och länets tidsseriesjöar in en annan grupp. Länets sjöar har högre kalcium och kloridhalter än de nationella sjöarna.

I de följande figurena (19–20) används symbolerna för de fyra grupperna från första dendrogrammet.



Figur19. Dendrogram för försurningsparametrar (alkalinitet, sulfat, TOC och ANC). Blå sjöar länets tidsseriesjöar röda nationella trendsjöar. Fyra grupper från föregående klusterindelning markerade med symboler. Lodrät linje anger delningen i fyra nya grupper.

Av försurningsparametrarna har länets tidsseriesjöar högre alkalinitet och något högre sulfathalter än i de nationella trendsjöarna. Däremot är koncentrationerna av TOC och ANC ungefär lika mellan de två grupperna.



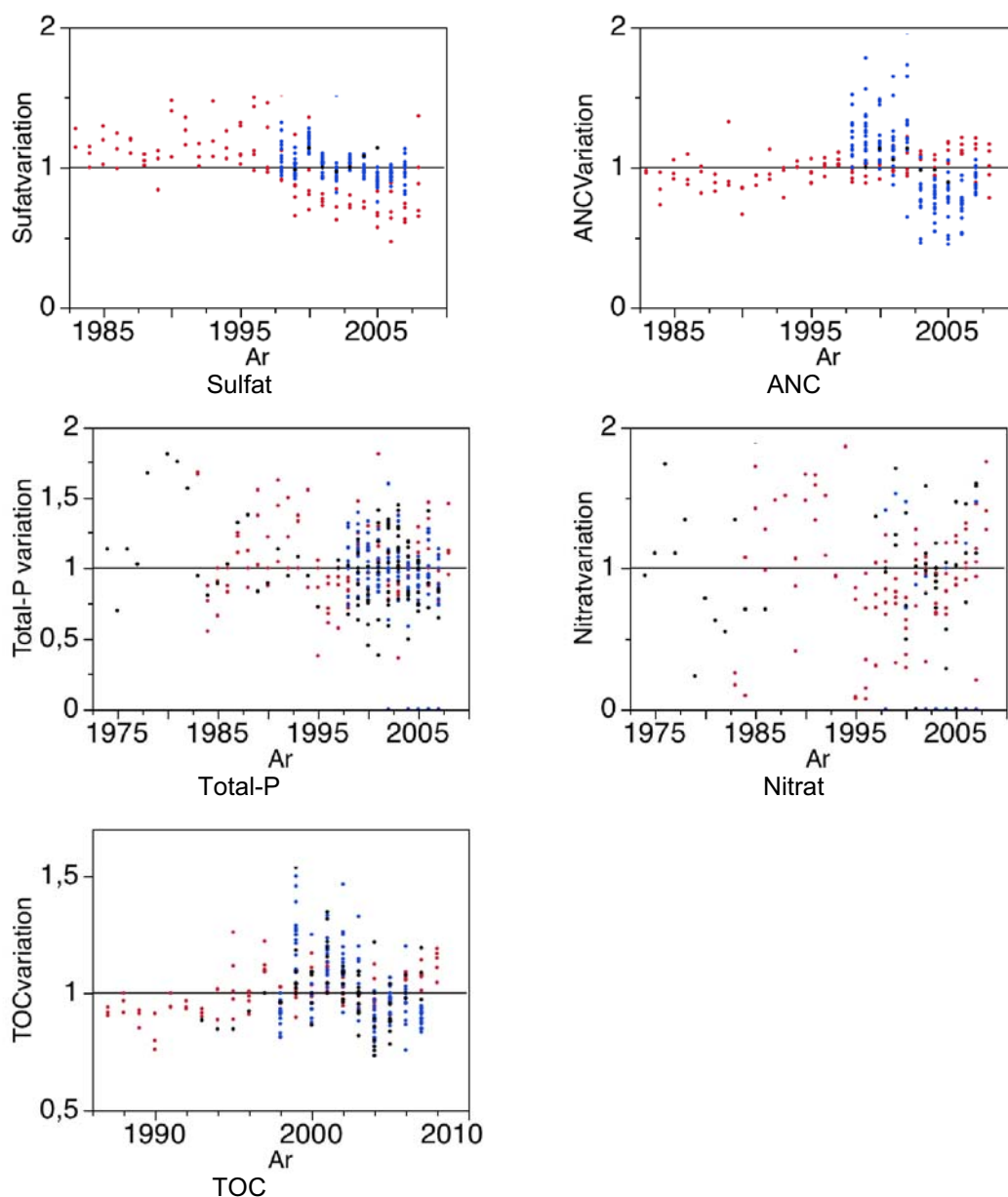
Figur 20. Dendrogram för eutrofieringsparametrar (nitrat och total-P). Blå sjöar länets tidsseriesjöar röda nationella trendsjöar. Fyra grupper från föregående klusterindelning markerade med symboler. Lodrät linje anger delningen i fyra nya grupper.

Länets tidsseriesjöar har lägre nitrathalter än trendsjöarna. Eventuellt kan detta vara en artefakt beroende på att endast augustivärden finns med för länets sjöar och då är vanligen nitrathalten som lägst. Däremot är halterna av total-P ungefär lika i bägge grupperna.

Några sjöar liknar varandra i samtliga dendrogram, vilket betyder att de har ganska lika vattenkemiska förhållanden. Virlången och Östra Magsjön är ett par som förefaller mycket lika. De bör undersökas om en av dem kan uteslutas ur programmet. Samma gäller för Bårsten och Övre Marviken och eventuellt även Likstammen.

Samvariation (synkronitet)

Sjöar som huvudsakligen påverkas av väderleksförhållanden och har i liknande geografiska förhållanden bör variera på liknande sätt. För att undersöka detta används årsmedianvärden normerade med avseende på sjöns medianvärde för parametern. Då kan jämförelser mellan olika sjöar lätt göras (figur 21).



Figur 21. Samvariation (synkronitet) för några valda parametrar. Årsmedianvärdena normerade till medianvärdena för varje sjö och hela mätperioden. Blå länets tidsseriesjöar, rött nationella trendsjöar.

Samvariationen är olika mellan parametrarna. För sulfat sker en tydlig minskning för alla sjöar sedan mitten av 90-talet. Men den relativa minskningen är mindre i länets tidsseriesjöar än i de nationella sjöarna. Detta beror på olikheter mellan de två grupperna beträffande källor för sulfat; deposition och vittring. Den relativa variationen för ANC är stor för länets tidsseriesjöar men liten för de nationella sjöarna. Ingen synkronitet mellan de två grupperna är synlig; maximum runt sekelskiftet för

länets sjöar motsvaras inte av någon liknande variation för nationella. För total-P och nitrat finns ingen synlig synkronitet; dvs. det finns ingen storskalig faktor (väderlek) som påverkar dessa parametrar. Däremot är synkroniteten påtaglig för TOC; båda sjögrupperna varierar likformigt med höga värden ca år 2000 och låga omkring 2005.

Ytterligare information om utvärdering av tidsserier finns i Fölster & Wilander (2002).

3.11 Val av parametrar

Urvalet av parametrar varierar mellan de olika projekten (tabell 36). Mest kompletta är länets tidsserieszöar och de nationella trendsjöarna.

Tabell 36. Sammanställning av parametrar i de olika mätprogrammen. (Utom spårmetaller). Röda värden anger en möjlig brist i programmet.

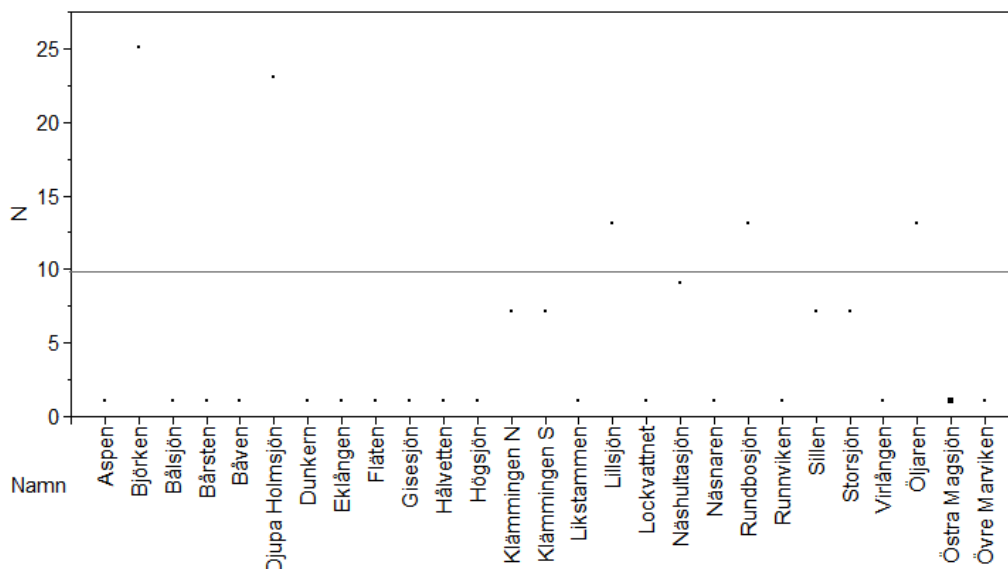
Parameter	Referens-sjöar	Nationella trendsjöar	SRK, Eskilstunaån	SRK, Kilaån	SRK, Nyköpingsån	SRK, Svärtaån	SRK, Trosaån
Totalt antal prov	192	481	346	9	187	10	224
Siktdjup	158	297	55	3	15	0	48
Temperatur	191	473	211	9	187	10	208
O2	148	170	344	9	187	9	192
pH	192	480	256	9	66	10	224
NH4-N	192	471	112	9	66	10	0
NO2+NO3-N	192	475	216	9	66	10	0
Total-N	192	411	240	9	66	10	224
PO4-P	192	471	216	9	66	10	0
Total-P	192	471	252	9	66	10	224
Konduktivitet	192	481	256	9	66	10	224
Katjoner	192	412	3	9	0	10	0
Alkalinitet	192	418	216	7	0	10	224
SO4	192	412	0	0	0	10	0
Cl	192	412	3	0	0	10	0
TOC	191	452	128	7	66	10	224
Si	192	475	0	9	6	10	0
Absorbans f. 436nm	191	0	112	9	0	10	0
AbsF 420nm	0	481	0	0	66	0	0

Med tanke på eutrofiering föreslås att SRK Trosaån's program utökas med ammonium och nitrat. Eftersom undersökningar av förorening behöver prioriteras kan bestämningar av katjoner minskas t.ex. i Nyköpingsåns sjöar. För typning av sjöarna krävs dock alkalinitet för total-P och komplett bestämning av större konstituenten för beräkning av status för förorening. Dessutom är bestämningar av större konstituenten faktiskt användbara för att följa mer storskalig variation i sjöarna och rekommenderas därför att ingå i programmen.

Kisel (Si) har provats för att beräkningar av referensvärden för total-P, men har utgått i den slutliga versionen. Det är trots detta av värde att behålla den parametern fortsättningsvis, t.ex. för att bedöma närvaro av kiselalger. PO4-P används inte heller i några bedömningar, men parametern är ett bra stöd för kontroll av total-P.

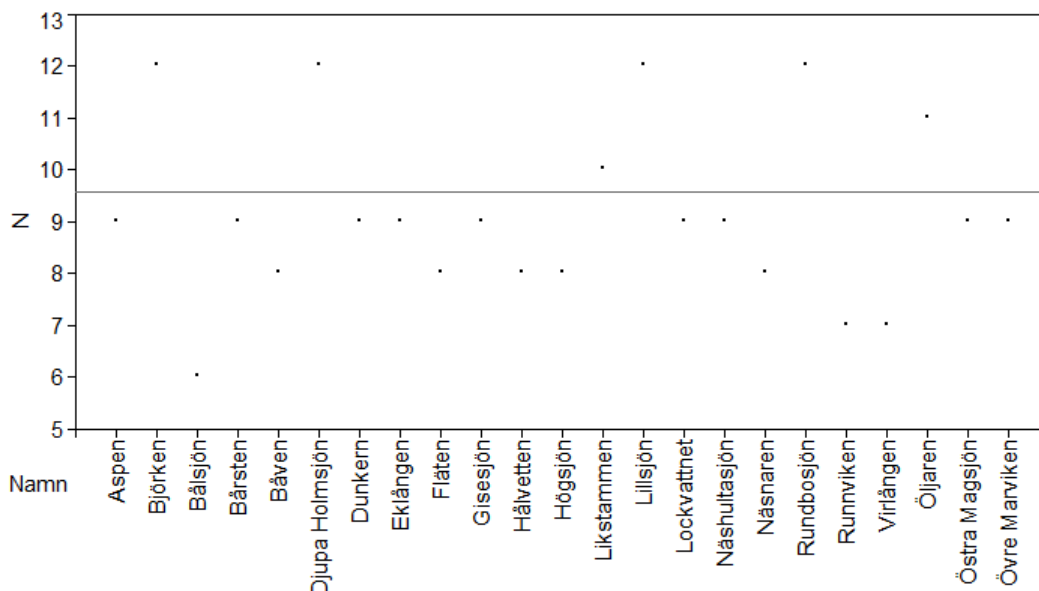
3.12 Provtagningsperiod och -frekvens

Provtagningsperiodens längd är avgörande för trendberäkningar. En kort period ger ett svagt underlag för beräkningar av en eventuell trend. I figur 22 visas antalet år då provtagning skett under sommaren (juli–september).



Figur 22. Antal år per sjö då prover tagits under perioden första juli till sista september. Notera att antalet sjöar är 27. En gräns dras vid 10 då trendanalys blir osäkrare ju mindre data den baseras på.

Endast fem sjöar har provtagits längre än 10 år. Höstprovtagningar (oktober–november) med så långa tidsserier finns för sex sjöar (figur 23).



Figur 23. Per sjö antal mätningar för perioden första oktober till sista november. Notera att antalet sjöar är 23. Detta ger 6 av de 29 sjöarna som för denna period har data för minst 10 år.

Flertalet sjöar har nio årsvärden och kan i framtiden, om mätningar fortsätter att utföras, under denna tidsperiod kunna användas för trendberäkningar.

Provtagningarna är ojämnt fördelade över året (tabell 37). Vanligast är provtagningar i februari (sannolikt issituation) och april (cirkulationsperiod), samt i augusti/september (sensommar) och oktober (vanligen höstcirkulation).

Tabell 37. Antal sjöar och provtagningar som gjorts varje månad.

Månad	Antal sjöar med provtagning	Antal provtagningar per månad
Januari	3	4
Februari	23	119
Mars	8	32
April	22	191
Maj	7	12
Juni	5	5
Juli	4	9
Augusti	23	148
September	6	113
Oktober	23	175
November	19	35
December	5	5

För att kunna bearbeta detta datamaterial med minsta möjliga effekt av säsongsvariation kan exempelvis en aggregering göras till en "sensommarperiod" för månaderna juli–september och en "höstperiod" oktober–november.

3.13 Slutsatser och förslag

Först diskuteras behovet av tidsseriesjöar och därefter av referenssjöar. Tidsseriesjöarna bör täcka den spännvidd som finns för länets sjöar. I jämförelse med riksinventeringar är detta uppfyllt i stor utsträckning. Fler sjöar behövs knappast. Men några sjöar liknar varandra i samtliga dendrogram, vilket betyder att de har ganska lika vattenkemiska förhållanden. Virlången och Östra Magsjön är ett par som förefaller mycket lika. Samma gäller för Bårsten och Övre Marviken och eventuellt även Likstammen. Undersök om en sjö i varje par kan uteslutas ur programmet.

Bland de länets tidsseriesjöar är nio sjöar enligt maximumdjup djupa, små, klara och kalkrika (typ DSNN) vanligast och två sjöar är djupa, små och klara (typ DLNN). Ingen av sjöarna har hög humushalt (–Y–), men två av de nationella trendsjöarna kan användas som komplement. Om programmet utökas med en sådan sjö kan valet kanske ske bland sjöinventeringssjöarna.

Finns en uppströms sjö i samma avrinningsområde bör lämpligen uppströmssjön användas som referenssjö. Förslagsvis kan följande sjöar i respektive avrinningsområde med låga halter av näringsämnen och klorofyll kan användas som referenssjöar. Det är självklart att flera av sjöarna väl kan fungera som referenser i andra avrinningsområden. Hänsyn bör alltså tas till ovan redovisade likheter för några sjöarna i tabellen som är färgade lika i tabellen.

Avrinningsområde	Länets tidsseriesjö	Nationell trendsjö
Eskilstunaån	Toften (i Örebro län)	
Kilaån	Virlången	
Mälaren	Näshultasjön	
Nyköpingsån	Östra Magsjön	Djupa Holmsjön
Räckstaån	Övre Marviken	
Svärtaån	Likstammen	
Östersjön		Björken

Om endast klorofyll används för klassning av status och urval av referenssjöar bör Bårsten, Eklången, Fläten, Hålvetten och Virlången ersättas av andra sjöar. Av dessa klassas för total-P Eklången och Hålvetten som otillfredsställande status och Bårsten som måttlig status. Om detta kan verifieras bör de inte användas som referenssjöar, men de kan fungera bra som tidsseriesjöar. Däremot klassas för total-P Fläten som god status och Virlången som hög status. Ersätt därför förslagsvis Eklången, Hålvetten och Bårsten med andra sjöar som referenssjöar. Flera sjöar i SRK Nyköpingsån med hög eller god status är tänkbara kandidater.

Förenkla hanteringen av data genom att ”ytprovers” djup sätts till ett värde oberoende av ”verkligt” provtagningsdjup, förslagsvis 2 m. Använd de korrekta provtagningsdjupen endast i fall där en omfattande provtagning skett i en djupprofil.

Loda de sjöar som eventuellt inte lodats tidigare.

Försurade sjöar tycks vara sällsynta i länet; åtminstone bland de här undersökta sjöarna. Endast Djupa Holmsjön (656263 156963) har relativt lågt pH-värden och alkalinitetsvärde. Men den hör till de mest humösa vattnen bland de utvärderade

sjöarna. Detta antyder att de idag huvudsakligen är naturligt sura. Utvärderingen av alla länets tidsseriesjöar och de nationella sjöarna (bl.a. Djupa Holmsjön) med avseende på försurning genom MAGIC-biblioteket ger hög eller god status.

Det finns alltså anledning att fokusera undersökningsprogrammen på eutrofiering. Provtav av detta skäl i första hand under augusti. Fokusering på eutrofiering med provtagning i augusti minskar knappast möjligheter att följa försurningsutvecklingen. Fördelaktigare är att provta månadsvis under sommaren; april, maj, juli och augusti och möjligen i september. Detta gäller även för klorofyll.

Om endast en provtagning per år prioriteras bör sjöar med fokus på eutrofiering (äringsämnen) provtas i augusti och de för försurning under höstcirkulation (oktober–november).

Eftersom undersökningar av försurning kan minskas kanske inte bestämmningar av katjoner (Ca, Mg, Na och K) behöver prioriteras t.ex. i Nyköpingsåns sjöar. Dock krävs alkalinitet för typning av sjöarna och komplett bestämning av större konstituenten (ovan nämnda katjoner) och anjonerna alkalinitet, sulfat och klorid för beräkning av status för försurning. Dessutom är bestämmningar av större konstituenten faktiskt användbara för att följa mer storskalig variation i sjöarna och rekommenderas därför att ingå i programmen.

Expertbedöm de sjöar som har dåliga syrgastillstånd för att klarlägga om detta kan bero på antropogen påverkan eller inte. Utvidga vid behov provtagningsprogrammet med månadsvisa provtagningar under sommaren på flera djup och temperaturmätningar på varje meter. Om hypsografiska diagram (lodkartor) finns kan modellberäkningar av referensvärden göras.

Det finns en cyklisk variation i tidsserierna för de flesta parametrar. Det betyder att varje beräkning av linjär (monoton) trend är behäftad med stor osäkerhet, beroende på var i cykeln mätprogrammet börjar och slutar. Därför har trender (även med Theil's slope) endast gjorts för perioder längre än 10 år, vilket fortfarande är en kort period för att följa naturlig variation.

Statistisk styrka förutsätter i första hand en monoton tidsserie eller en mycket lång undersökningsperiod. Det enda sättet att höja styrkan är att fortsätta övervakningen i redan undersökta sjöar och på samma sätt och på så sätt skapa ett tillförlitligt underlag för beräkning av statistisk styrka (trots att cyklisk variation negligeras). Försättning undersöka sjöar med långa tidsserier med samma provtagningsprogram.

Styrkan enligt Vattendirektivet avser (så vitt vi vet) egentligen bara antropogen påverkan; alltså egentligen inte användbar för opåverkade referensobjekt. Den kan således undersökas genom att följa ekologiska kvalitetskvoten (EK), vilken i princip skall ta hänsyn till naturlig variation.

4 Referenser

- Fölster, J. & Wilander, A. 2002. Förändringar i vattenkemin i svenska vattendrag under 30 år. Inst. f. Miljöanalys, SLU. Rapport 2002:21
- Larsson, K. 2006. Spektrofotometrisk mätning av vattens färgtal vid olika våglängder. Högskoleingenjörutbildningen i Kemiteknik. Uppsala universitet. ISRN UTH-INGUTB-EX—(AT 2006:8)
- IVL rapport. 2003. Övervakning av luftföroreningar i Södermanlands län. För Södermanlands läns Luftvårdsförbund Bilaga till rapport B 1521 (IVL's hemsida www.ivl.se)
- Naturvårdsverket 1999/2000. Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket Rapport 4913
- Naturvårdsverket 2008. Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten; NFS 2008:1
- Wilander, A., Johnson, R. & Goedkoop, W. 2003. Riksinventeringen 2003 en synoptisk studie av vattenkemi och bottenfauna i svenska sjöar och vattendrag. Inst. f. Miljöanalys. Rapport 2003:1
- Wilander, A. & Fölster, J. 2007. Sjöinventeringen 2005. En synoptisk vattenkemisk undersökning av Sveriges sjöar. Inst. f. Miljöanalys. Rapport 2007:16

Rapporter utgivna under 2008:

Nr	Titel	Ansvarig utgivare
1	När vi miljömålen 2007? En lägesrapport från Länsstyrelsen i D-län	Anders Jansson
2	Miljömål Södermanlands län 2007-2010	Anders Jansson
3	Bottenfauna i Södermanlands län 2007	Anders Jansson
4	Fiskrekrytering och undervattensvegetation. En fortsatt studie av grunda vikar i Södermanlands län sommaren 2007	Håkan Lundberg Birgitta Andersson
5	Bombmurkla i Södermanlands län 2007	Rikard Sellberg
6	Svartfläckig blåvinge och fetörtsblåvinge i Södermanlands län 2005 – 2007	Rikard Sellberg
7	Raggbock (<i>Tragosoma depsarium</i>) och skrovlig flatbagge (<i>Calitys scabra</i>) i Sörmland 2006 – 2007	Karl Ingvarsson
8	Inventering av särskild skyddsvärda träd i Södermanlands län 2005-2006	Rikard Sellberg
9	Inventering av skalbaggar på nyligen död tall. Böda ekopark, Norra Öland	Ursula Zinko
10	Tolvtandad barkborre i Västerbotten och Norrbottens län 2007	Ursula Zinko
11	Vegetationstransekt i Södermanlands skärgård 2007. – Återinventering av skyddade skärgårdslokaler i Södermanlands läns regionala miljöövervakningsprogram.	Birgitta Andersson Anders Jansson
12	Undersökning av mjukbottenfauna i Askö-Landsortsområdet år 2007	Birgitta Andersson Anders Jansson

Länsstyrelsen	Ansvarig utgivare	År 2008
611 86 Nyköping Tel växel: 0155-26 40 00 E-post: lansstyrelsen@d.lst.se	Anders Jansson	Nr 13