



Länsstyrelsen i Jönköpings län

Vattenkemi i 25 kalkningspåverkade sjöar i Jönköpings län 1995 - 2001





■ Vattenkemi i 25
kalkningspåverkade sjöar
i Jönköpings län 1995 – 2001

Titel	Vattenkemi i 25 kalkade sjöar 1995 - 2001
Författare	Katarina Zeipel
Fotografier	Framsida: Sjön Säljen i Vetlanda kommun. Foto: Länsstyrelsens arkiv
Layout	Katarina Zeipel
Beställningsadress	Länsstyrelsen i Jönköpings län, Samhällsbyggnadsavdelningen, 551 86 Jönköping Telefon 036-39 50 00 (vx)
Webbplats	www.f.lst.se
Kontaktperson	Katarina Zeipel, Länsstyrelsen i Jönköpings län, Direkttelefon 036-39 50 63, e-post katarina.zeipel@f.lst.se
Meddelande	Nr. 2005:21
ISSN	1101-9425
ISRN	LSTY-F-M—04/21SE
Referens	Katarina Zeipel, Samhällsbyggnadsavdelningen, Mars 2005
Upplaga	60 ex.
Tryckt på Länsstyrelsen, Jönköping 2005	

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
1 Sammanfattning	5
Tillstånd i sjöarna.....	5
Trender i sjöarna	5
Vattenkemisk måluppfyllelse för kalkningen	6
2 Inledning	7
3 Metoder	9
3.1 Vattenkemisk provtagning	9
3.2 Vattenfärg	10
3.3 Siktdjup	10
3.4 Bedömning av tillstånd enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder	11
4 Klimat	12
4.1 Temperatur	12
4.2 Avrinning	12
5 Sjöarnas kemiska egenskaper.....	14
5.1 Näringsämnen	14
5.2 Syretärande ämnen	25
5.3 Ljusförhållanden	32
5.4 Förurning	44
5.5 Konduktivitet och joner	55
Förslag till ytterligare utvärdering av sjöarna	74
Referenslista.....	75

Bilagor:

Bilaga 1. Medelvärde, minimivärde, maximivärde samt medianvärde för pH-värde, alkalinitet, konduktivitet, TOC, siktdjup, turbiditet, totalfosfor, totalkväve, sulfat, klorid, kalcium, magnesium, natrium och kalium i 25 sjöar under tidsperioden 1995 - 2001.

Bilaga 2. Hydrologiska uppgifter om 25 sjöar i Jönköpings län.

1 Sammanfattning

I föreliggande rapport sammanställs och utvärderas vattenkemin i 25 värdefulla kalkningspåverkade sjöar (27 lokaler) i Jönköpings län. Sjöarna har högt naturvärde och/eller utgör en samlingspunkt för ett åtgärdsområde för kalkning. De har analyserats med syftet att följa trender och att göra en bedömning av tillstånd för näringsämnen, syretärande ämnen, ljusförhållanden, försurning samt konduktivitet och joner.

Tillstånd i sjöarna

Bedömning av tillståndet i sjöarna för varje parameter redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Tillståndsbedömning av sjöarnas miljö kvalitet enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet för sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket 1999). Klass 1 (blå) visar på bäst förhållande medan vattenkvaliteten successivt visar på sämre förhållanden i klass 2 (grön), klass 3 (gul), klass 4 (orange) och klass 5 (röd). Beräkningen är gjord utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1995 – 2001.

	Allounnan	Anneberassjön	Fagerhultsjön	Flaten	Fredriksdalssjön	Hensjön	Herrastradsjön	Hestrasjön	Hindsen norr	Hindsen söder	Hurven	Hären	Hästhultsjön	Lammanshammsjön	Linnäs	Lånserumssjön	Maisjön	Norra Vallsjön	Rasjön	Rusken norr	Rusken söder	Stendårshultssjön	Stora Värmen	Säljen	Vrången	Värmen	Örsjön
Näringsämnen																											
Totalfosfor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Totalkväve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Syretillstånd																											
TOC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ljusförhållanden																											
Färg/Absorbans	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Turbiditet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Siktdjup	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Försurning																											
pH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Alkalinitet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Trender i sjöarna

En analys av samtliga data under tidsperioden 1995 – 2001 visar att:

- det finns inget signifikant samband för förändring av *totalfosforhalten* eller *totalkvävehalten* i sjöarna med tiden.
- det finns signifikant samband för ökning av *TOC* i sjöarna med tiden.
- det finns signifikant samband för ökning av *färgtalet* och *absorbansen* i sjöarna med tiden och det finns signifikant samband för minskning av *siktdjupet* med tiden. Det finns däremot inget signifikant samband för förändring av *turbiditeten* i sjöarna med tiden.

- det finns inget signifikant samband för förändring av *pH*-värdet eller *alkaliniteten* i sjöarna med tiden.
- det finns signifikant samband för minskning av *konduktiviteten* i sjöarna med tiden och det finns signifikant samband för minskning av halterna av *magnesium*, *natrium* och *kalium* med tiden. Det finns däremot inget signifikant samband för förändring av *kalciumhalten* med tiden. Resultaten visar dessutom att det finns signifikant samband för minskning av *sulfathalten* och *kloridhalten* i sjöarna under tidsperioden.

Ökningen av TOC, färgtalet och absorptionsen samt minskningen av siktdjupet kan bero på att avrinningen har ökat, vilket har lett till en ökad uttransport av humusämnen, samt på att klimatet kan ha blivit varmare. Varmare klimat leder till att det blir en kortare tidsperiod med tjäle under året, vilket i sin tur leder till att uttransporten av humusämnen kan ske under en längre tidsperiod under året.

Orsaken till att man inte ser någon trend åt något håll för *pH*-värdet och *alkaliniteten* i sjöarna är att sjöarna är kalkpåverkade och att kalkdoserna är justerade för att erhålla ett stabilt *pH*-värde.

Minskningen av *konduktiviteten* kan förklaras med att många av de joner som bidrar till *konduktiviteten* har minskat. Anledningen till att baskatjonerna *magnesium*, *natrium* och *kalium* har minskat signifikant i många av sjöarna kan bero på att halterna av dessa joner har minskat signifikant i markvatten i skogsmark. Förklaringen till att baskatjonerna har minskat i skogsmark kan vara en kombination av att buffringsbehovet har minskat i takt med att nedfallet av försurande svavel har reducerats samt att markens utbytbara förråd av baskatjoner har minskat. Anledningen till att sulfatjonerna och kloridjonerna har minskat är att depositionen av sulfat och klorid har minskat.

Vattenkemisk måluppfyllelse för kalkningen

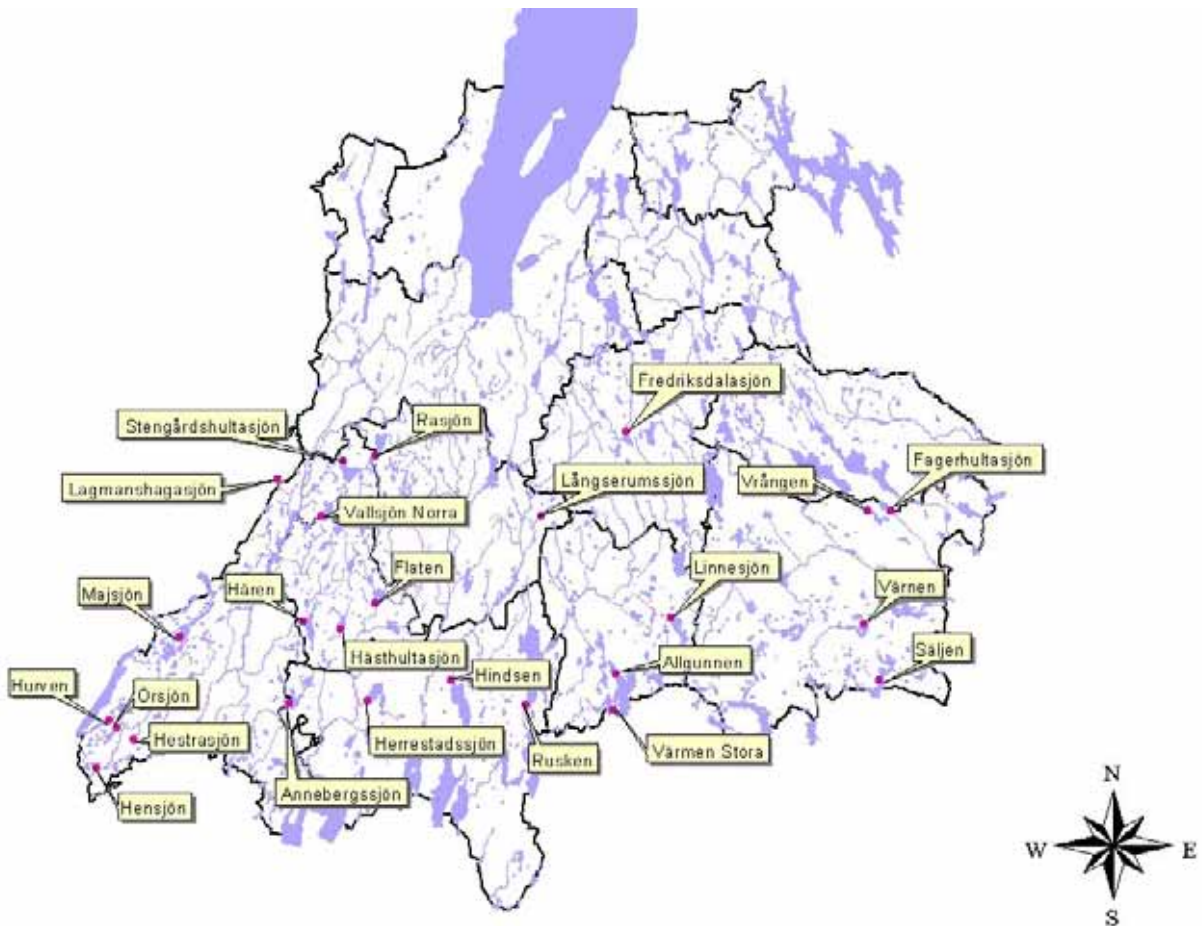
Den vattenkemiska målsättningen för kalkningen i de 25 sjöarna är att upprätthålla ett *pH*-värde över 6,0 och en *alkalinitet* över 0,05 mekv/l. Målsättningen har varit uppfylld i de flesta sjöarna, men har understigits vid ett eller två tillfällen i fyra av sjöarna (Hestrasjön, Lagmanshagasjön, Rasjön och Örsjön).

2 Inledning

Analyserna i den vattenkemiska kalkeffektuppföljningen i Jönköpings län sker i olika ambitionsnivåer. För att kunna dosera kalkningen rätt kontrolleras ett antal sjöar och vattendrag, s.k. stympunkter, och analyseras med en kort parameterlista, som enbart omfattar försurningsparametrar. Värdefulla sjöar och vattendrag, d.v.s. sjöar och vattendrag som har högt naturvärde och/eller utgör en samlingspunkt för ett åtgärdsområde för kalkning, analyseras däremot med en utökad parameterlista. Syftet med den utökade parameterlistan är att följa trender och göra bedömning av tillstånd för näringsämnen, syretärande ämnen, ljusförhållanden, försurning samt konduktivitet och joner i kalkade eller kalkningspåverkade sjöar.

I föreliggande rapport sammanställs och utvärderas vattenkemin i 25 värdefulla sjöar (27 lokaler) (Figur 1 och Tabell 2). Utvärderingen innefattar data från tidsperioden 1995 – 2001. En av sjöarna, Stengårdshultasjön, ingår i IKEU-programmet, Programmet för Integrerad KalkningsEffektUppföljning. IKEU, är ett nationellt program som studerar de långsiktiga kemiska och biologiska effekterna av sjö- och vattendrag-skalkning.

Hydrologiska uppgifter om sjöarna redovisas i bilaga 2.



Figur 1. 25 värdefulla sjöar i Jönköpings län.

Tabell 2. Lokaler i värdefulla sjöar som har analyserats under tidsperioden 1995 – 2001.

Vattensystem	Kalkåtgärdsområde	Sjö	Lokal	X_Koord	Y_Koord	Program
074 Emån	163	Linnesjön	söder mitt	635330	143790	Vattenkemi 1
074 Emån	169	Säljen	mitt	634355	147030	Vattenkemi 1
74 Emån	178	Värnen	mitt	635370	146793	Vattenkemi 1
74 Emån	204	Vrången	mitt	637320	147075	Vattenkemi 1
74 Emån	206	Fagerhultasjön	mitt	637540	147215	Vattenkemi 1
098 Lagan	130	Allgunnen	mitt	634360	142750	Vattenkemi 1
098 Lagan	058	Flaten	mitt	636010	138605	Vattenkemi 1
98 Lagan	062	Hästhultasjön	mitt	635545	137975	Vattenkemi 1
98 Lagan	065	Herrestadssjön	mitt	634315	138500	Vattenkemi 1
98 Lagan	068	Annebergssjön	mitt	634210	137190	Vattenkemi 1
98 Lagan	088	Hindsen	norr mitt	634420	139890	Vattenkemi 1
98 Lagan	088	Hindsen	söder mitt	633760	140105	Vattenkemi 1
98 Lagan	098	Långserumssjön	mitt	637450	141435	Vattenkemi 1
98 Lagan	109	Rusken	söder mitt	634700	141385	Vattenkemi 1
98 Lagan	109	Rusken	norr	635315	141270	Vattenkemi 1
98 Lagan	132	Värmen Stora	mitt	634110	142535	Vattenkemi 1
101 Nissan	005	Majsjön	söder mitt	635425	135290	Vattenkemi 1
101 Nissan	009	Hestrasjön	mitt	633545	134465	Vattenkemi 1
101 Nissan	010	Hurven	mitt	633840	133920	Vattenkemi 1
101 Nissan	013	Örsjön	mitt	633650	134030	Vattenkemi 1
101 Nissan	014	Hensjön	mitt	633160	133805	Vattenkemi 1
101 Nissan	024	Rasjön	mitt	638565	138630	Vattenkemi 1
101 Nissan	024	Stengårdshulta- sjön	mitt	638317	138010	IKEU
101 Nissan	029	Vallsjön Norra	mitt	637445	137750	Vattenkemi 1
101 Nissan	030	Lagmanshagasjön	mitt	638205	136915	Vattenkemi 1
101 Nissan	040	Hären	mitt	635505	137435	Vattenkemi 1
673 Huskvarnaån	227	Fredriksdalasjön	mitt	638705	142820	Vattenkemi 1

3 Metoder

3.1 Vattenkemisk provtagning

I kalkeffektuppföljningen i Jönköpings län sker provtagning av sjöar och vattendrag inom flera olika provtagningsprogram (*Åtgärdsplan 2003 – 2007, Länsstyrelsen meddelande 2003: 35*). I föreliggande rapport utvärderas data från ett program som t.o.m. år 2003 benämndes ”Vattenkemi 1” samt data från Stengårdshultasjön, som ingår i ett nationellt kalkeffektuppföljningsprogram, IKEU Integrerad KalkEffektUppföljning. IKEU drivs av Naturvårdsverket.

”Vattenkemi 1” – provtagningsprogram för värdefulla/strategiska sjöar

De sjöar som t.o.m. år 2003 provtogs enligt ”Vattenkemi 1” är sådana som har högt naturvärde och/eller utgör en samlingspunkt för kalkningsverksamhetens åtgärdsområden. 24 sjöar i länet ingick i detta program. Totalt provtogs 26 stationer, eftersom det finns två stationer i två av sjöarna (Hindsen och Rusken). Sjöarna provtogs t.o.m. 2003 tre gånger per år över djuphålan; i februari, augusti och oktober. Följande variabler undersöktes:

pH	Absorbans	NO ₃ -N	Temperatur
Alkalinitet	TOC	Natrium	Siktdjup
Konduktivitet	Grumlighet	Kalium	Syrgas
Sulfat	TOT-P	Magnesium	
Kalcium	TOT-N	Klorid	

Provtagningen enligt Vattenkemi 1 startade i augusti 1995, då Länsstyrelsen hade tagit fram ett nytt kalkeffektuppföljningsprogram (*Lst med 95/24*). Provtagningslokalerna är så långt som möjligt samordnade med recipientkontrollen och miljöövervakningen, vilket har givit samordningsvinster. Många av stationerna hade provtagits inom andra program innan augusti 1995.

Fr.o.m. år 2004 reviderades effektuppföljningsprogrammet. Sjöarna som tidigare ingick i ”Vattenkemi 1” ingår fr.o.m. år 2004 i programmet ”Vattenkemi målsjöar – utökad parameterlista”. Sjöarna provtas fortfarande tre gånger per år, en gång under en stabil period (augusti) som tidigare medan två provtagningar sker vid högflöden. I augusti tas proverna över sjöns djuphåla och analyseras enligt en utökad parameterlista, d.v.s. samma parametrar som provtogs inom ”Vattenkemi 1”, se ovan. Vid högflödesprovtagningarna tas proverna däremot vid sjöns utlopp och analyseras enbart på försurningsparametrar (pH, alkalinitet och färg).

Syftet med undersökningarna inom program ”Vattenkemi 1” och ”Vattenkemi målsjöar – utökad parameterlista” är att följa upp målsättningarna inom kalkningens åtgärdsområden samt att följa hur andra parametrar än försurningsparametrarna utvecklas i kalkade eller kalkningspåverkade sjöar. Syftet är dessutom att kunna göra tillståndsbeskrivningar enligt Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (*Naturvårdsverket 1999*).

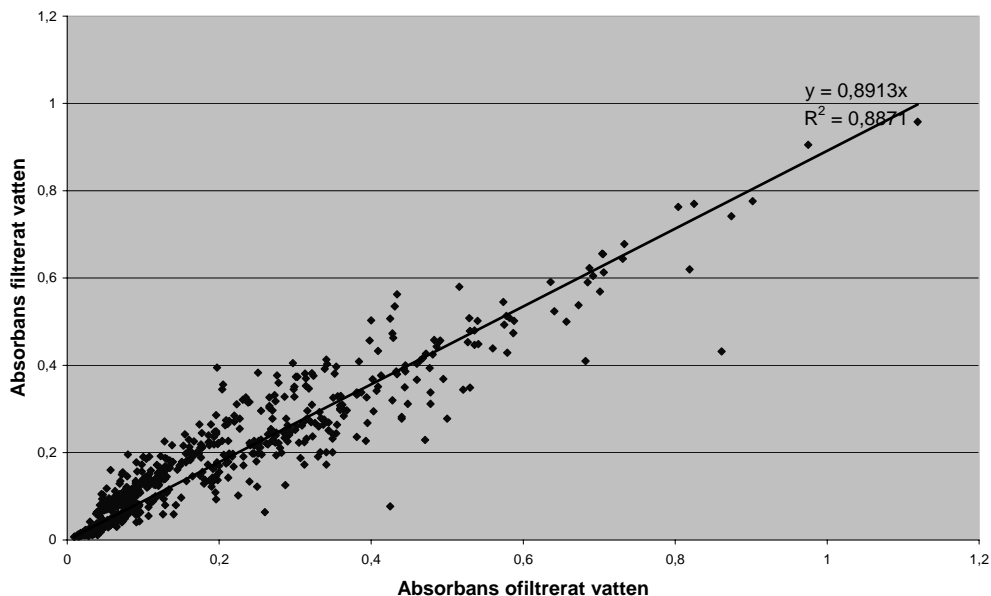
IKEU, Integrerad KalkEffektUppföljning

IKEU är ett nationellt kalkeffektuppföljningsprogram. 14 kalkade sjöar och 15 kalkade vattendrag i landet ingår i detta program. I Jönköpings län ingår en sjö, Stengårdshultasjön, och ett vattendrag, Hästgångsån. Stengårdshultasjön provtas 8 gånger per år; i februari, april, maj,

juni, juli, augusti, september och oktober. Hästgångsån provtas 12 gånger per år, varje månad.

3.2 Vattenfärg

Vid en del mätningar har man utfört fotometermätningar av vattnets absorbans på ofiltrerat vatten och vid en del mätningar har man istället mätt färgtal. För att korrigera för partiklar har multiplikationsfaktorn 0,89 använts för att räkna om absorbansenheter för de ofiltrerade proven till absorbansenheter för filtrerade prov. Multiplikationsfaktorn 0,89 har tagits fram utifrån sambandet mellan absorbansen för filtrerat vatten och ofiltrerat vatten i 17 av länets tidsseriesjöar, vid mätningar under perioden 1983-1998, se Figur 2. Värdet från en tidsseriesjö, Stora Lummersjö, har inte tagits med eftersom de avviker kraftigt.



Figur 2. Sambandet mellan absorbansen för filtrerat vatten och ofiltrerat vatten i 17 av länets tidsseriesjöar, som har mätts under perioden 1983-1998. Värdet från en sjö, Stora Lummersjö, har inte tagits med eftersom de avviker kraftigt.

Absorbansvärdena har använts för beräkningar av bl.a. tillstånd i de sjöar där absorbans har mätts vid alla provtagningstillfällen. Multiplikationsfaktorn 500 kan användas för att överföra absorbansenheter för filtrerat prov ($abs_{f_{420/5}}$) till färgtal. I vissa fall har både färgtal och absorbans mätts och i de fallen stämmer inte omräkningsfaktorn 500. I de sjöar där färg har mätts vid de flesta mätningarna och absorbans har mätts vid vissa mätningar (Rasjön, Lagmanshagasjön, Norra Vallsjön, Hären, Majsjön, Hestrasjön och Lannesjön) har färg eller absorbans omräknad till färg använts vid beräkningarna. Eftersom omräkningsfaktorn är behäftad med viss osäkerhet har inte alla värden räknats om till absorbans eller färg.

3.3 Siktdjup

Siktdjupet har mätts med siktskiva på fritt vatten i sjön, utan vattenkikare.

3.4 Bedömning av tillstånd enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder

Vid bedömning av sjöarnas vattenkemiska tillstånd har Naturvårdsverkets bedömningsgrunder tillämpats (*Naturvårdsverket 1999*), se Tabell 3. Bedömningen omfattar; näringsämnen, syretillstånd, ljusförhållanden och försurning. Enligt anvisningarna i bedömningsgrunderna ska månatliga värden användas, och för flera parametrar säsongsmedelvärden (maj - oktober) baserade på månatliga mätningar. Inom kalkeffektuppföljningen i Jönköpings län tas dock inte månatliga prover, se *avsnitt 3.1 Vattenkemisk provtagning*. Därför har medelvärden av alla mätningar (februari, augusti och oktober) 1995 - 2001 använts istället, förutom för pH och alkalinitet då medianvärden har använts.

I IKEU-programmet, se *avsnitt 3.1 Vattenkemisk provtagning*, tas prover så frekvent att anvisningarna i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder kan följas vid beräkning av tillstånd. Vid en jämförelse av Stengårdshultasjöns tillståndsklasser beräknade enligt anvisningarna i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder samt beräknade på samma sätt som för Vattenkemi 1-sjöarna (februari-, augusti- och oktobervärden 1995 - 1999) erhöles samma tillståndsklasser med båda beräkningssätten.

Tabell 3. Tillståndsklasser enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).

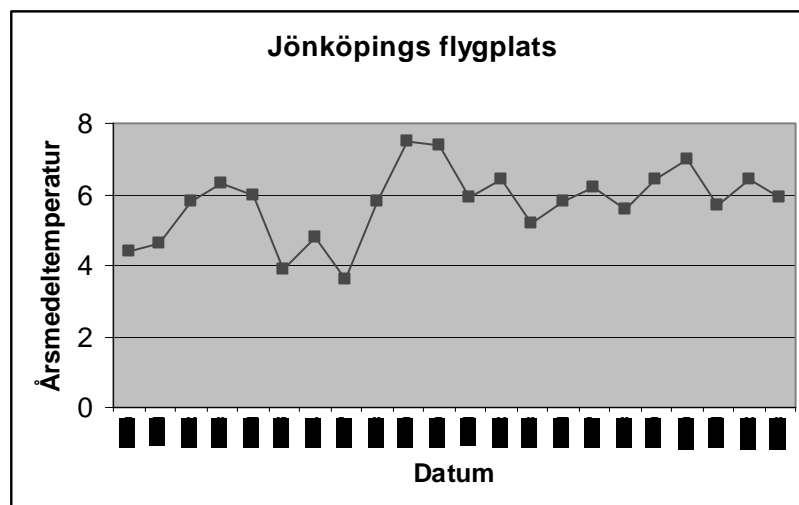
	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
VATTENKEMI					
Totalfosfor och totalkväve	Låga halter	Måttligt höga halter	Höga halter	Mycket höga halter	Extremt höga halter
Totalkväve/totalfosfor-kvot	Kväveöverskott	Kvävefosforbalans	Måttligt kväveunderskott	Stort kväveunderskott	Extremt kväveunderskott
Syrehalt i bottenvatten	Syrerikt tillstånd	Måttligt syrerikt tillstånd	Svagt syretillstånd	Syrefattigt tillstånd	Syrefritt tillstånd
Syretärande ämnen (TOC)	Mycket låg halt	Låg halt	Måttligt hög halt	Hög halt	Mycket hög halt
Absorbans/ vattenfärg	Obetydligt färgat vatten	Svagt färgat vatten	Måttligt färgat vatten	Betydligt färgat vatten	Starkt färgat vatten
Grumlighet (turbiditet)	Ej eller obetydligt grumligt vatten	Svagt grumligt vatten	Måttligt grumligt vatten	Betydligt grumligt vatten	Starkt grumligt vatten
Siktdjup	Mycket stort siktdjup	Stort siktdjup	Måttligt siktdjup	Litet siktdjup	Mycket litet siktdjup
pH	Nära neutralt	Svagt surt	Måttligt surt	Surt	Mycket surt
Buffertkapacitet/alkalinitet	Mycket god buffertkapacitet	God buffertkapacitet	Svag buffertkapacitet	Mycket svag buffertkapacitet	Ingen eller obetydlig buffertkapacitet

4 Klimat

Vattenkemin i sjöar påverkas av klimatparametrar som temperatur och avrinning.

4.1 Temperatur

Figur 3 visar hur årsmedeltemperaturen har varierat vid Jönköpings flygplats. Under tidsperioden 1989 – 2003 har årsmedeltemperaturen legat på en högre nivå jämfört med under tidsperioden 1980 – 1988, då avsevärt lägre årsmedeltemperaturer uppmättes under flera år. Under tidsperioden 1995 – 2000 ökade årsmedeltemperaturen, för att sedan minska igen år 2001.

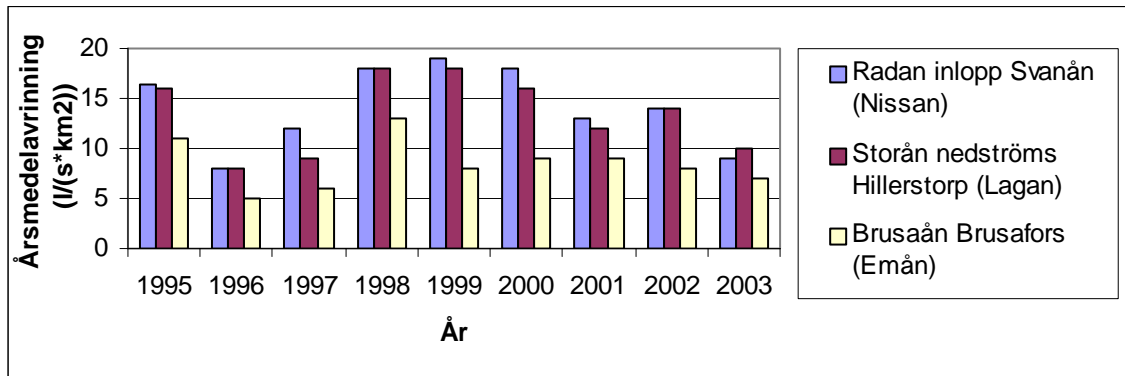


Figur 3. Årsmedeltemperatur vid Jönköpings flygplats.

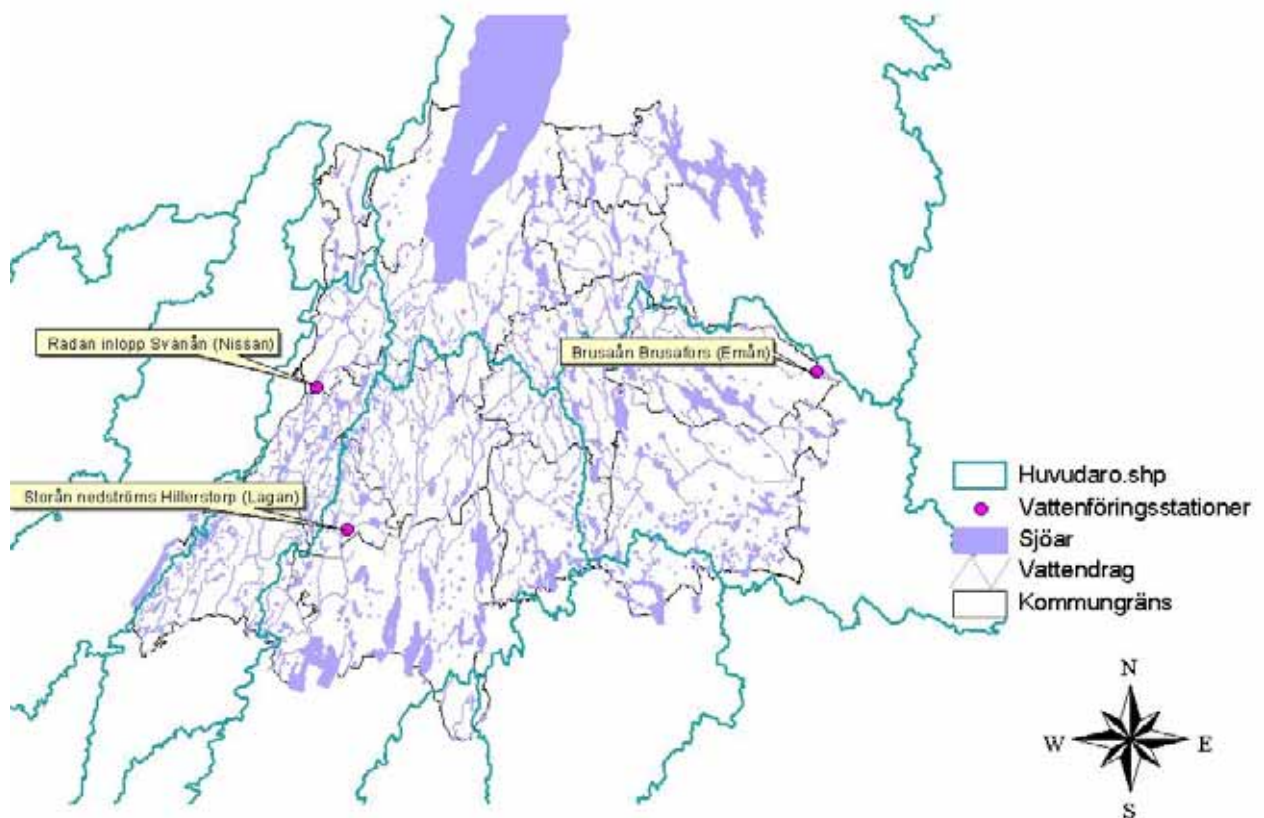
4.2 Avrinning

Vad som menas med avrinning kan demonstreras med en formel (vattenbalanssambandet):
 Avrinning = Nederbörd - Avdunstning - Magasinerings

Figur 4 visar avrinningen vid tre vattenföringsmättningsstationer i länet, en station i Nissans huvudavrinningsområde, en i Lagans huvudavrinningsområde och en i Emåns huvudavrinningsområde. Vattenföringsmättningsstationernas lokalisering på kartan visas i Figur 5. I Jönköpings län är det en gradient i nederbörd, med högst nederbörd i den västra delen av länet och lägst nederbörd i den östra delen av länet. Figur 4 visar att avrinningen är högre i Nissans och Lagans huvudavrinningsområde än i Emåns huvudavrinningsområde och att avrinningen ökade under tidsperioden 1996 –2000, var som högst år 1998 - 2000 och minskade år 2001.



Figur 4. Avrinning vid tre stationer i länet: Radåns inlopp i Svanån (Nissans huvudavrinningsområde), Storån nedströms Hillerstorp (Lagand huvudavrinningsområde) och Brusaån vid Brusafors (Emåns huvudavrinningsområde).



Figur 5. Tre vattenföringsmätningstationer i Jönköpings län.

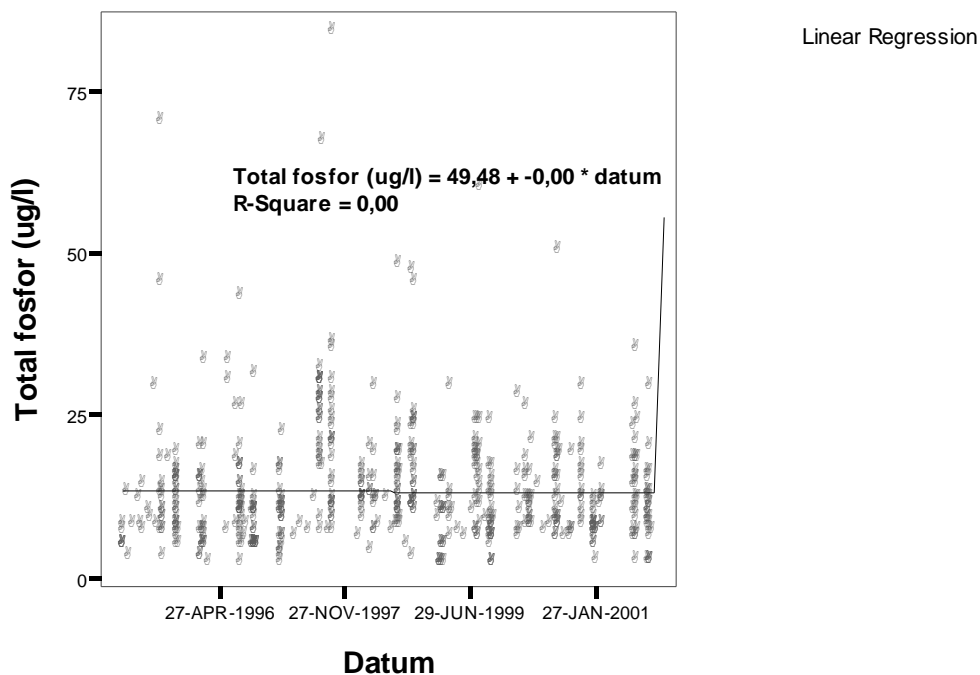
5 Sjöarnas kemiska egenskaper

5.1 Näringsämnen

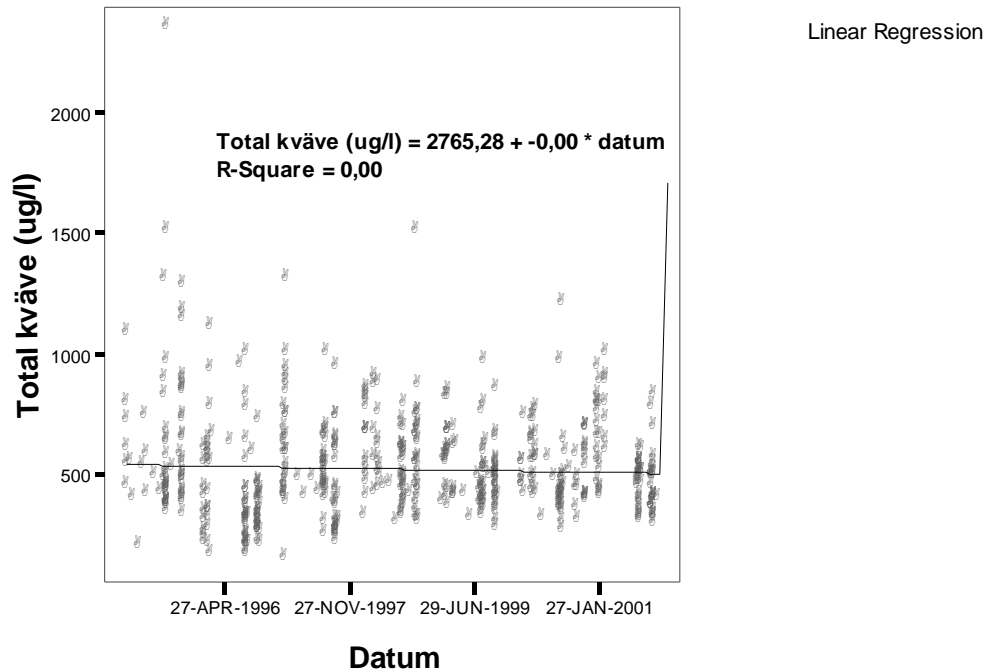
Tre näringsparametrar har mätts i sjöarna; totalfosfor, totalkväve samt nitratkväve. Totalfosfor och totalkväve ingår i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (*Naturvårdsverket 1999*). De fraktioner av näringsämnena som är tillgängliga för autotrofa komponenter, planktiska alger och vattenväxter, är; nitrat, ammonium och fosfat. Ammonium och fosfat har inte mätts.

5.1.1 Trender

Figur 6 och Figur 7 visar totalfosforhalter och totalkvävehalter i samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 - 2001. Det finns inte något signifikant samband för att totalfosforhalterna eller totalkvävehaltererna i sjöarna har förändrats med tiden vid analys av samtliga data.



Figur 6. Totalfosforhalt vid 27 lokaler (25 sjöar) som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns inte något signifikant samband för att totalfosforhalterna har förändrats med tiden.

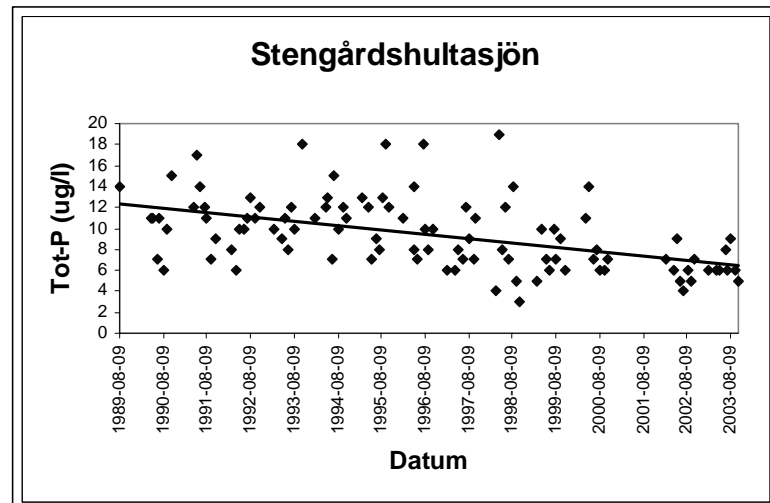


Figur 7. Totalkvävehalt i 27 lokaler (25 sjöar) som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns inte något signifikant samband för att totalkvävehalten har förändrats med tiden.

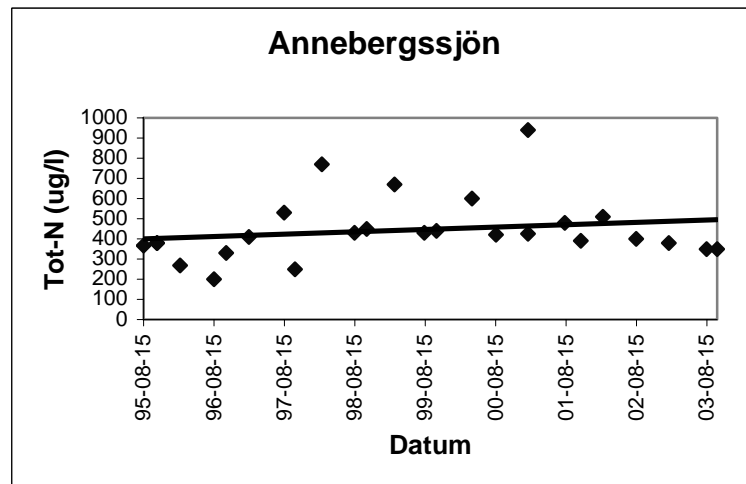
Regressionsanalys av dataseten för totalfosfor från respektive sjö för tidsperioden 1995 – 2001 visar dock att det finns en nedåtgående trend i en av de 25 sjöarna, Stengårdshultasjön ($p < 0,05$) (Tabell 4, Figur 8). Regressionsanalysen av dataseten för totalkväve från respektive sjö för tidsperioden 1995 – 2001 visar att det finns en uppåtgående trend i en av de 25 sjöarna, Annebergssjön ($p < 0,05$), och en nedåtgående trend i en av de 25 sjöarna, Hestrasjön ($p < 0,05$) (Tabell 4, Figur 9 och Figur 10). I övriga sjöar finns ingen signifikant ökning eller minskning av totalfosfor- eller totalkvävehalterna. I Hestrasjön finns totalkvävedata sedan 1972 och i ett tidsseriediagram för tidsperioden 1972 – 2003 är det inte en minskande trend (Figur 11).

Tabell 4. Resultat av linjär regressionsanalys mellan vattenkemiska parametrar och tid (1995-2001) i 27 lokaler (25 sjöar). För varje parameter anges signifikansnivå (n.s. = ingen signifikans och * = $p < 0,05$) och där det är signifikans anges om det är uppåtgående trend (↑) eller nedåtgående trend (↓).

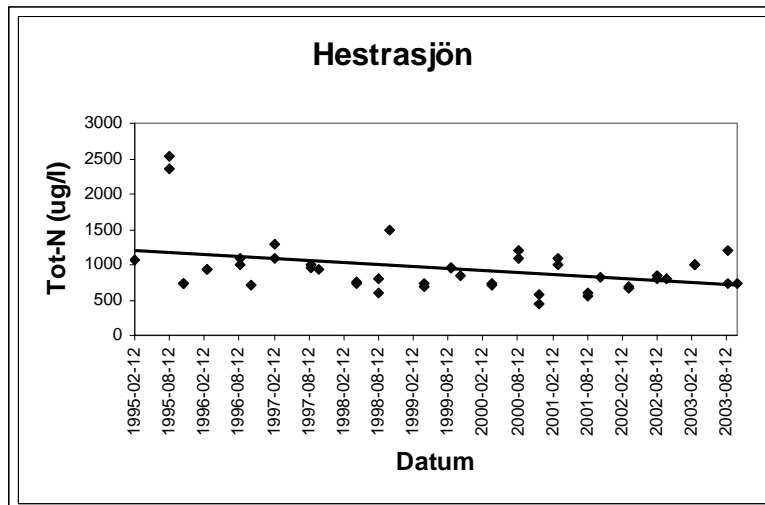
Sjö	Tot-P	Tot-N	NO ₃
Allgunnen	n.s.	n.s.	n.s.
Annebergssjön	n.s.	*, ↑	n.s.
Fagerhultasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Flaten	n.s.	n.s.	n.s.
Fredriksdalasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Hensjön	n.s.	n.s.	n.s.
Herrestadsjön	n.s.	n.s.	n.s.
Hestrasjön	n.s.	*, ↓	n.s.
Hindsen N	n.s.	n.s.	n.s.
Hindsen S	n.s.	n.s.	n.s.
Hurven	n.s.	n.s.	n.s.
Hären	n.s.	n.s.	n.s.
Hästhultasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Lagmanshagasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Linnesjön	n.s.	n.s.	n.s.
Långserumssjön	n.s.	n.s.	n.s.
Majsjön	n.s.	n.s.	n.s.
Rasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Rusken N	n.s.	n.s.	n.s.
Rusken S	n.s.	n.s.	n.s.
Stengårdshultasjön	*, ↓	n.s.	n.s.
Säljen	n.s.	n.s.	n.s.
Norra Vallsjön	n.s.	n.s.	n.s.
Vrången	n.s.	n.s.	n.s.
Stora Värmen	n.s.	n.s.	n.s.
Värnen	n.s.	n.s.	n.s.
Örsjön	n.s.	n.s.	n.s.



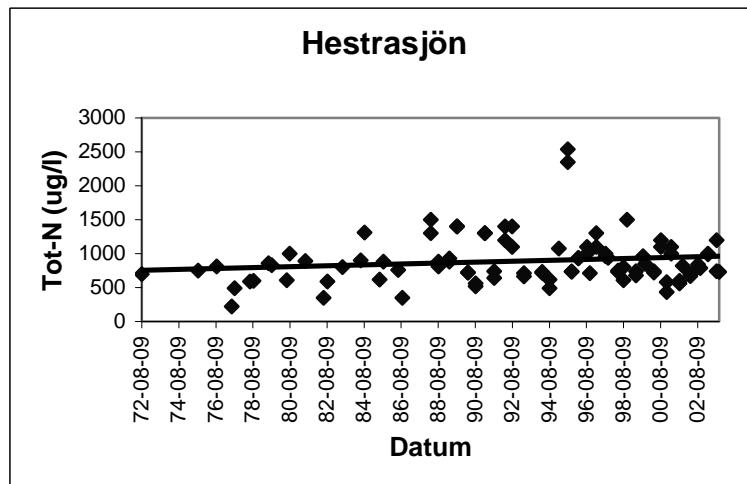
Figur 8. Totalfosforhalten i Stengårdshultasjön under tidsperioden 1989 – 2003.



Figur 9. Totalkvävehalten i Annebergssjön under tidsperioden 1995 – 2003.



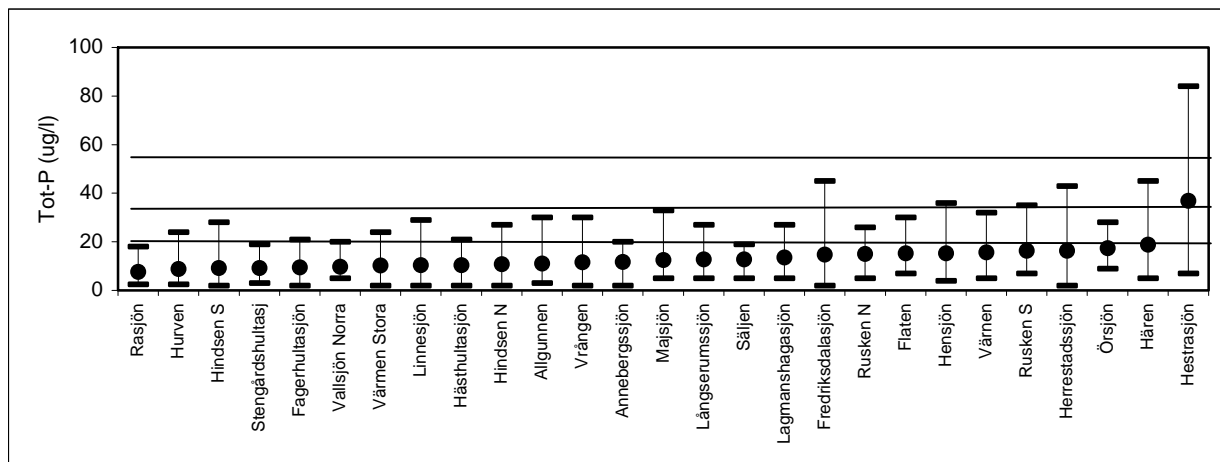
Figur 10. Totalkvävehalten i Hestrasjön under tidsperioden 1995 – 2003.



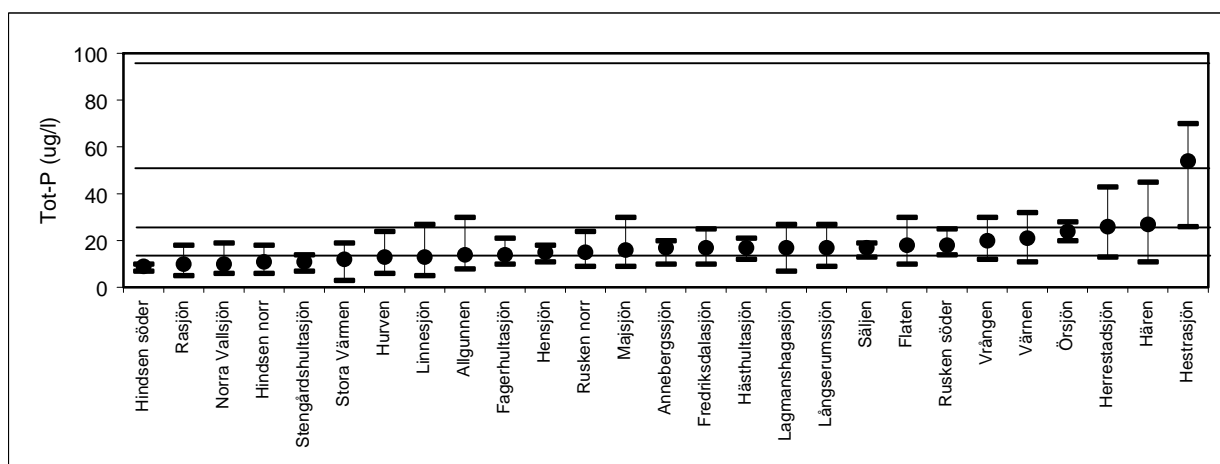
Figur 11. Totalkvävehalten i Hestrasjön under tidsperioden 1972 – 2003.

5.1.2 Tillstånd

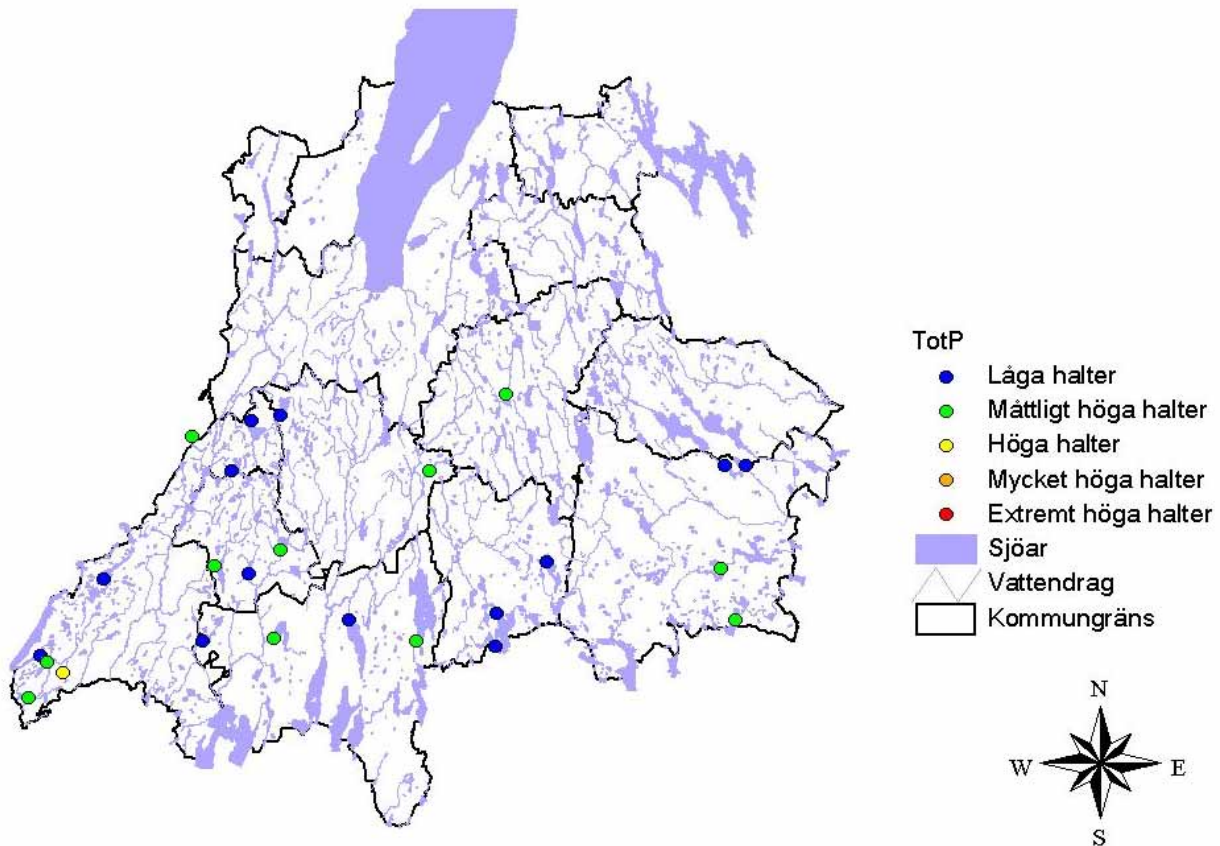
Medelvärdena för totalfosforhalterna under tidsperioden 1995 - 2003 varierade mellan 8 och 37 µg/l i sjöarna, se Figur 12 - Figur 14, Tabell 5 samt bilaga 1. 52 % av lokalerna har låga halter (klass 1), 44 % av lokalerna måttligt höga halter (klass 2) och endast en sjö höga halter (klass 3) enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (*Naturvårdsverket 1999*), beräknat utifrån medelvärden av mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1995 - 2001. Beräkning av augustimedelvärden för tidsperioden 1995 - 1999 gav samma antal sjöar i varje klass, se Figur 13.



Figur 12. Medelvärden för totalfosforhalten i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 låga halter (<12,5 µg/l), klass 2 måttligt höga halter (12,5-25 µg/l), klass 3 höga halter (25-50 µg/l), klass 4 mycket höga halter (50-100 µg/l) och klass 5 extremt höga halter > 100 µg/l).

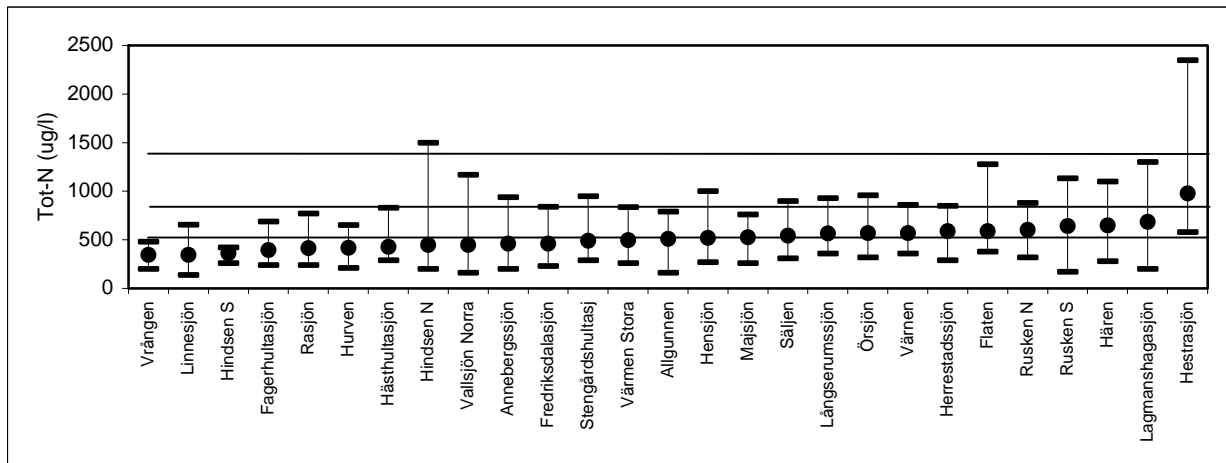


Figur 13. Augusti-medelvärden för totalfosforhalten i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 låga halter (<12,5 µg/l), klass 2 måttligt höga halter (12,5-25 µg/l), klass 3 höga halter (25-50 µg/l), klass 4 mycket höga halter (50-100 µg/l) och klass 5 extremt höga halter > 100 µg/l).



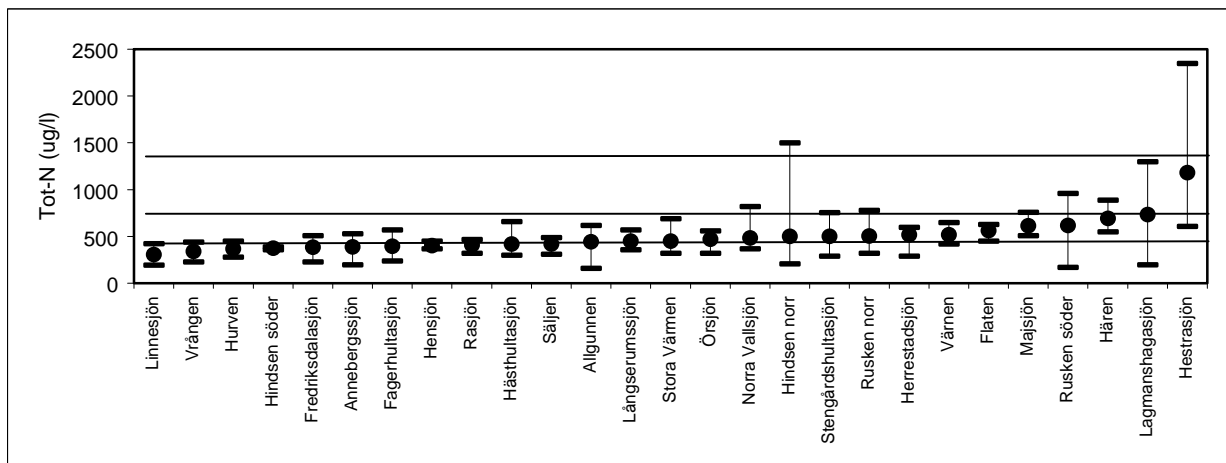
Figur 14. Totalfosfor bedömt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

Medelvärdena för totalkvävehalterna under tidsperioden 1995 – 2003 varierade mellan 345 och 979 $\mu\text{g/l}$ i sjöarna, se Figur 15 - Figur 17 och Tabell 5 samt bilaga 1. 85 % av lokalerna har måttligt höga halter (klass 2), 15% av lokalerna höga halter (klass 3) enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (Naturvårdsverket 1999), beräknat utifrån medelvärden av mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1995 - 2001.

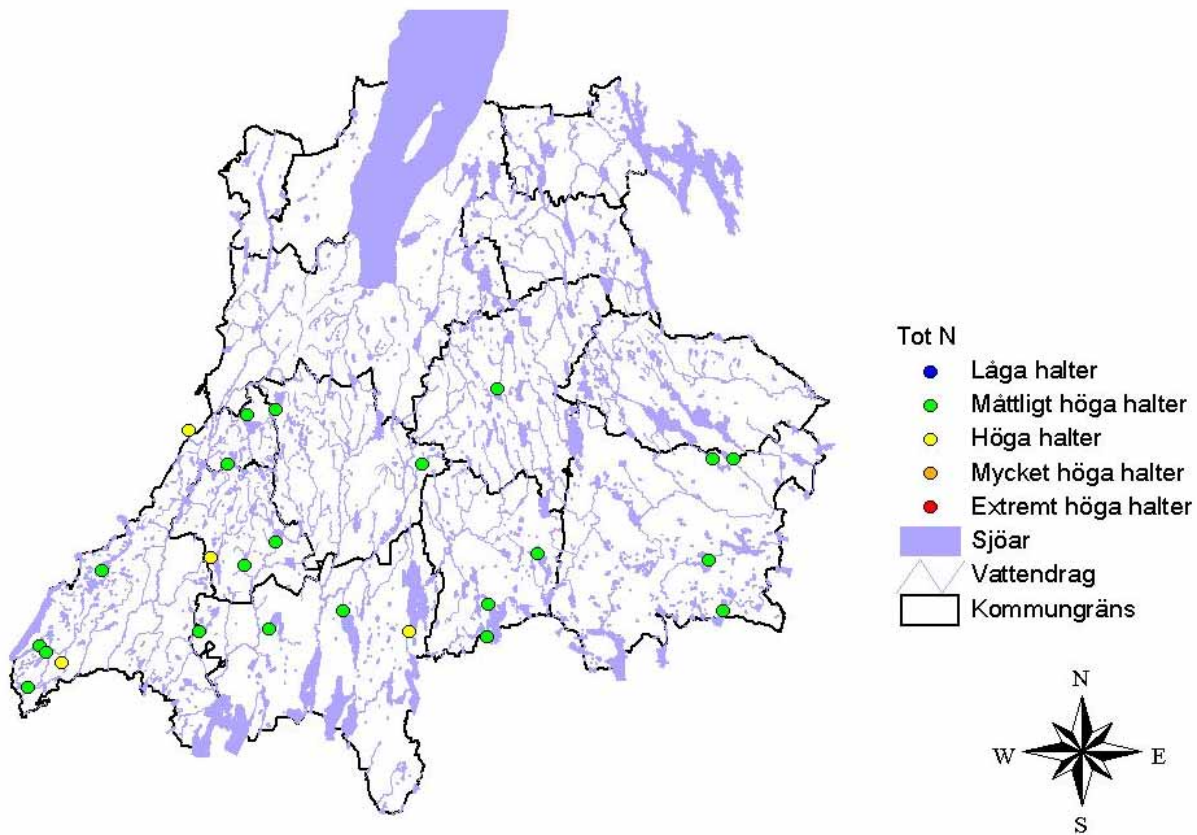


Figur 15. Medelvärden för totalkvävehalten i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 låga halter (<300 µg/l), klass 2 måttligt höga halter (300-625 µg/l), klass 3 höga halter (625-1250 µg/l), klass 4 mycket höga halter (1250-5000 µg/l) och klass 5 extremt höga halter (>5000 µg/l).

Augustimedelvärden för totalkvävehalten i ytvatten under perioden 1995 - 1999 redovisas i Figur 16. Totalkväve är dock mer variabelt under säsongen än totalfosfor och lämpar sig därför inte för bedömningar baserade på augustihalter.

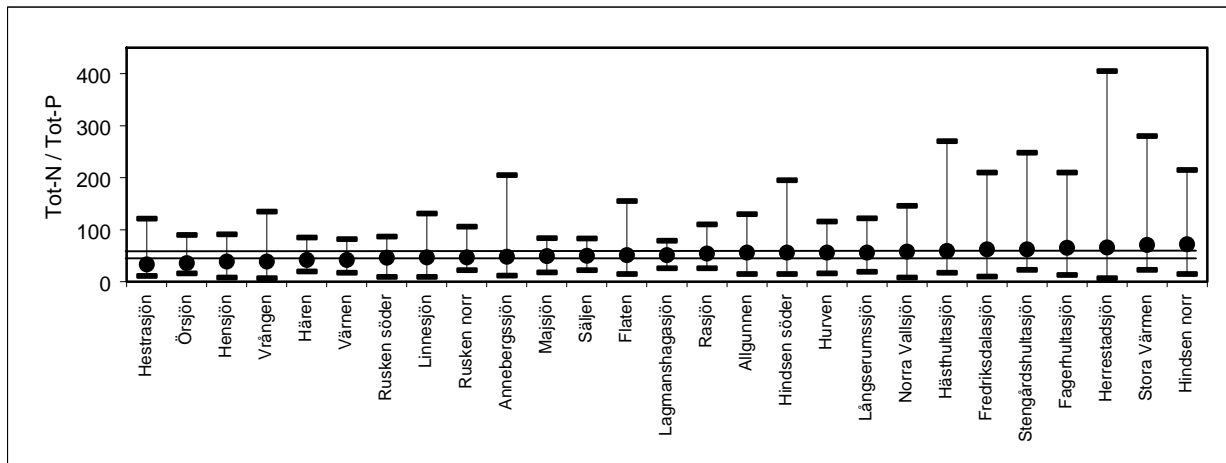


Figur 16. Augustimedelvärden för totalkvävehalten i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 låga halter (<300 µg/l), klass 2 måttligt höga halter (300-625 µg/l), klass 3 höga halter (625-1250 µg/l), klass 4 mycket höga halter (1250-5000 µg/l) och klass 5 extremt höga halter (>5000 µg/l).



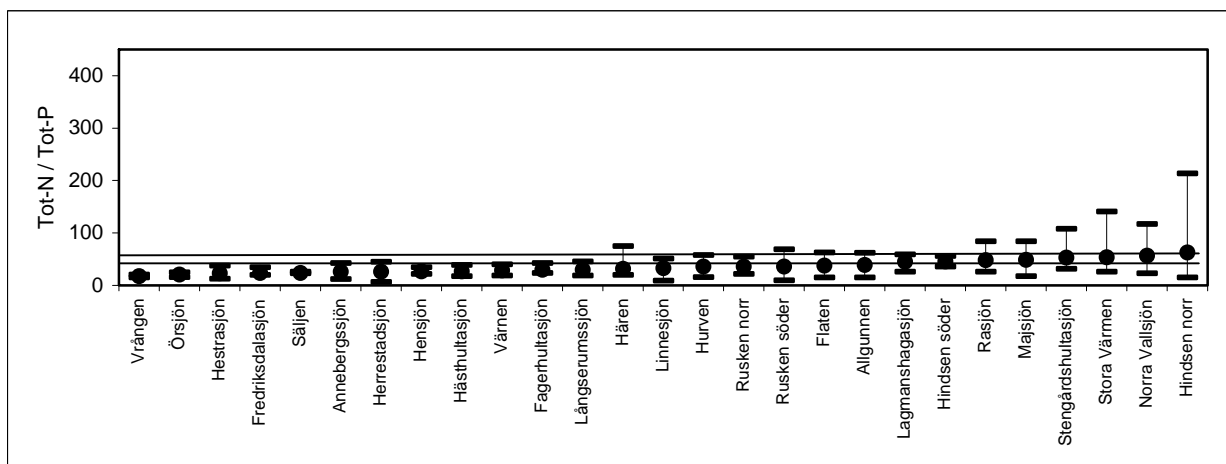
Figur 17. Totalkväve bedömt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

Medelvärden för totalkväve/totalfosforkvoten i ytvatten under perioden 1995 - 1999, beräknat utifrån medelvärden av mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), redovisas i Figur 18. Alla sjöarna har kväveöverskott (klass 1) enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (Naturvårdsverket 1999).



Figur 18. Medelvärden för totalkväve/totalfosforkvoten i ytvatten under perioden 1995-1999. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 kväveöverskott (kvot > 30), klass 2 kväve-fosforbalans (kvot 15-30), klass 3 måttligt kväveunderskott (kvot 10-15), klass 4 stort kväveunderskott (kvot 5-10) och klass 5 extremt kväveunderskott (kvot < 5).

Augustimedelvärden för totalkväve/totalfosforkvoten i ytvatten under perioden 1995 - 1999 redovisas i Figur 19. 63 % av lokalerna har kväveöverskott (klass 1) och 37% av lokalerna har kväve-fosforbalans (klass 2) enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (Naturvårdsverket 1999). Vid kväveöverskott (klass 1) reglerar enbart fosfortillgången produktionen, medan det vid kväve-fosforbalans (klass 2) finns en tendens att cyanobakterier kan bilda massförekomster.



Figur 19. Augusti-medelvärden för totalkväve/totalfosforkvoten i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 kväveöverskott (kvot > 30), klass 2 kväve-fosforbalans (kvot 15-30), klass 3 måttligt kväveunderskott (kvot 10-15), klass 4 stort kväveunderskott (kvot 5-10) och klass 5 extremt kväveunderskott (kvot < 5).

Tabell 5. Bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder tillståndsklass 1-5. Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

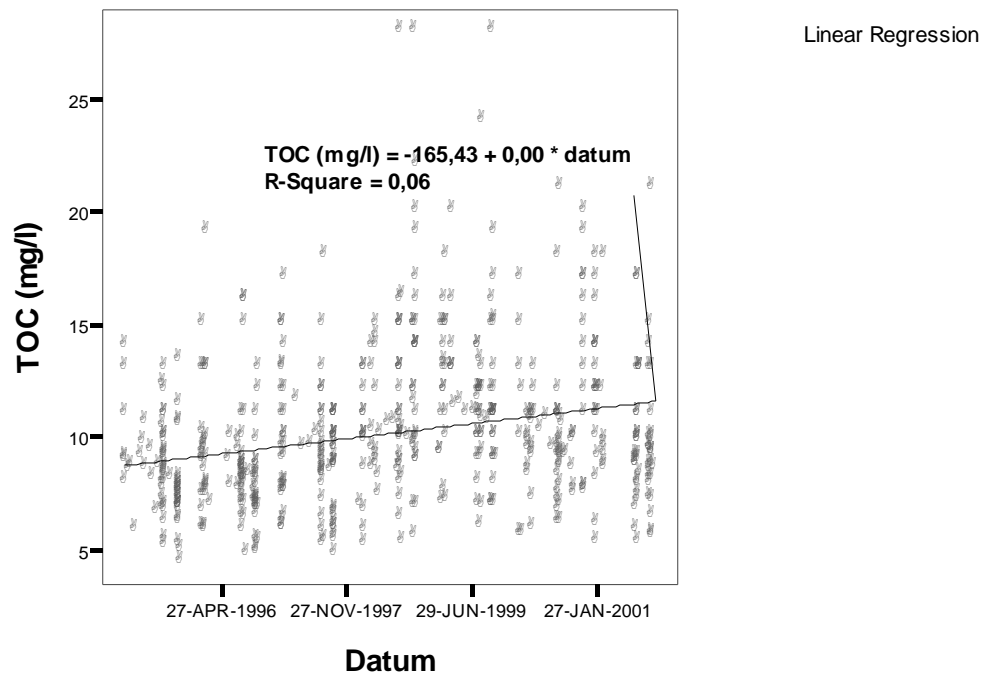
Sjö	Tot-P	Tot-N
Allgunnen	1	2
Annebergssjön	1	2
Fagerhultasjön	1	2
Flaten	2	2
Fredriksdalasjön	2	2
Hensjön	2	2
Herrestadsjön	2	2
Hestrasjön	3	3
Hindsen N	1	2
Hindsen S	1	2
Hurven	1	2
Hären	2	3
Hästhultasjön	1	2
Lagmanshagasjön	2	3
Linnesjön	1	2
Långserumssjön	2	2
Majsjön	1	2
Rasjön	1	2
Rusken N	2	2
Rusken S	2	3
Stengårdshultasjön	1	2
Säljen	2	2
Norra Vallsjön	1	2
Vrången	1	2
Stora Värmen	1	2
Värmen	2	2
Örsjön	2	2

5.2 Syretärande ämnen

TOC, totalt organiskt material (syretärande ämnen), har mätts i sjöarna.

5.2.1 Trender

I Figur 20 visas TOC i samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995-2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att TOC har ökat med tiden ($p < 0,001$).



Figur 20. TOC vid 27 lokaler (25 sjöar) som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att TOC har ökat med tiden ($p < 0,001$).

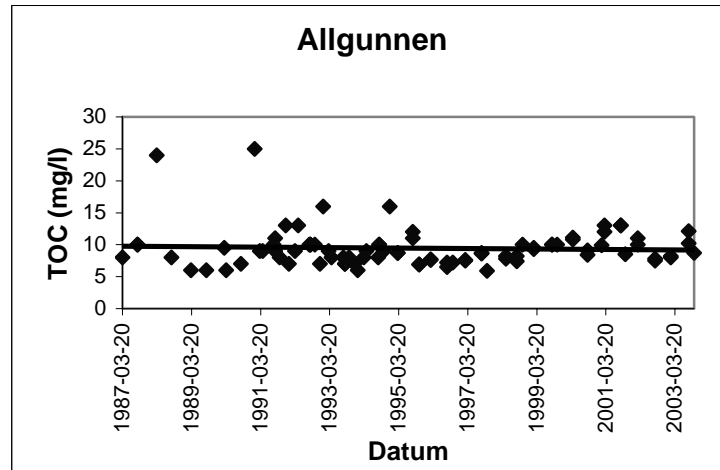
Regressionsanalys av dataseten från respektive sjö visar att det finns en uppåtgående trend för TOC-halterna vid 11 av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av TOC-halterna vid övriga 16 lokaler under tidsperioden 1995 - 2001 (Tabell 6).

Tabell 6. Resultat av linjär regressionsanalys mellan vattenkemiska parametrar och tid (1995-2001) i 27 sjöar. För varje parameter anges signifikansnivå (n.s. = ingen signifikans, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$) och där det är signifikans anges om det är uppåtgående trend (↑) eller nedåtgående trend (↓).

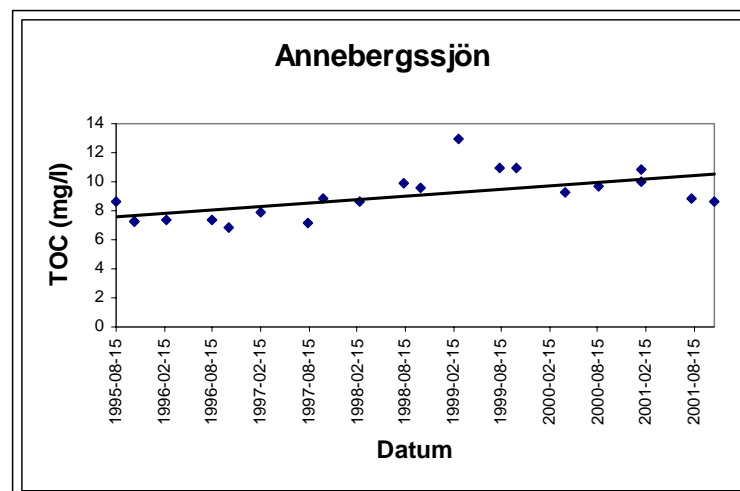
Sjö	TOC
Allgunnen	** , ↑
Annebergssjön	* , ↑
Fagerhultasjön	n.s.
Flaten	n.s.
Fredriksdalasjön	* , ↑
Hensjön	n.s.
Herrestadsjön	n.s.
Hestrasjön	n.s.
Hindsen N	** , ↑
Hindsen S	n.s.
Hurven	** , ↑
Hären	n.s.
Hästhultasjön	n.s.
Lagmanshagasjön	n.s.
Linnesjön	n.s.
Långserumssjön	n.s.
Majsjön	** , ↑
Rasjön	n.s.
Rusken N	* , ↑
Rusken S	** , ↑
Stengårdshultasjön	** , ↑
Säljen	n.s.
Norra Vallsjön	n.s.
Vrången	* , ↑
Stora Värmen	** , ↑
Värmen	n.s.
Örsjön	n.s.

Figur 21a-d visar tidseriediagram för TOC-halten i Allgunnen, Annebergssjön, Hären och Majsjön (observera att tidseriediagrammen visar data från en längre tidsperiod än resultatet av den linjära regressionsanalysen i

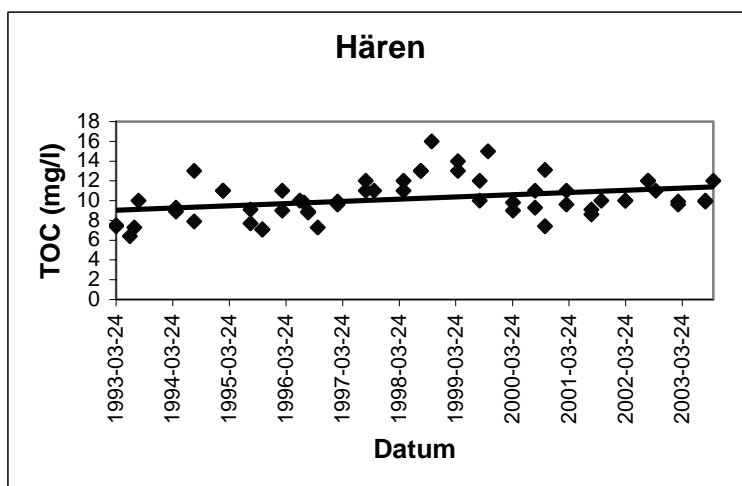
Tabell 6).



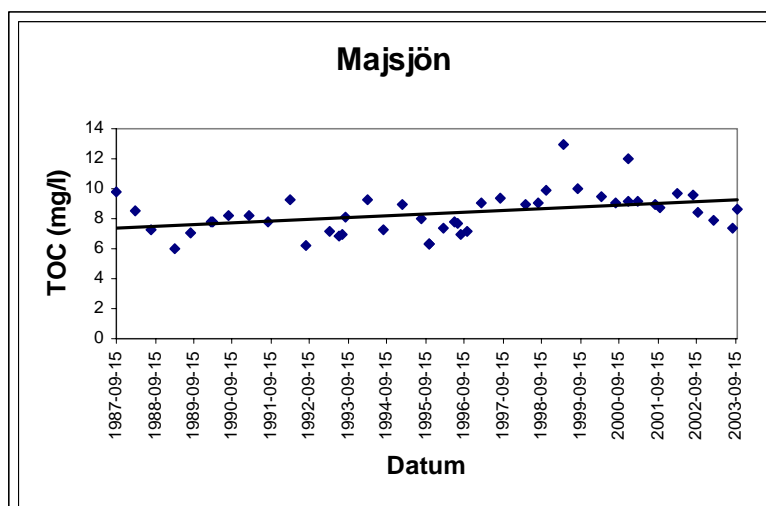
Figur 21a. TOC-halten i Allgunnen under tidsperioden 1987 – 2003.



Figur 21b. TOC-halten i Annebergssjön under tidsperioden 1995 – 2003.



Figur 21c TOC-halten i Hären under tidsperioden 1993 – 2003.



Figur 21d. TOC-halten i Majsjön under tidsperioden 1987 – 2003.

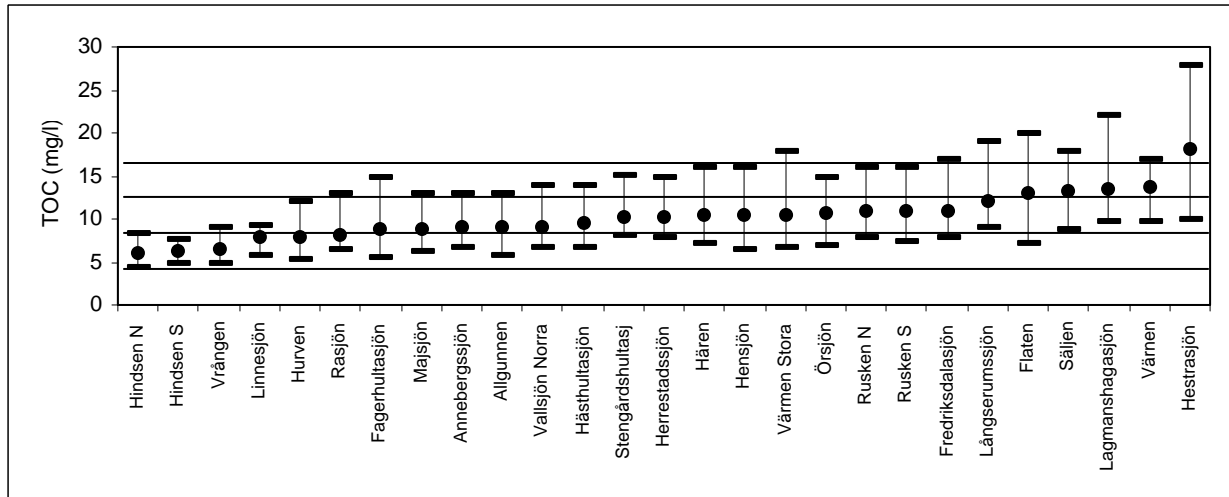
Ökningen i TOC kan bero på ökad avrinning, som har lett till en ökad uttransport av humusämnen. Figur 4 visar att avrinningen har varierat under tidsperioden 1995 – 2003. I Nissan och Lagan var avrinningen högst under åren 1998 – 2000.

Ökningen i TOC kan också bero på att klimatet kan ha blivit varmare (Figur 3), vilket leder till att det blir en kortare tidsperiod med tjäle under året vilket i sin tur leder till att uttransporten av humusämnen kan ske under en längre tidsperiod under året.

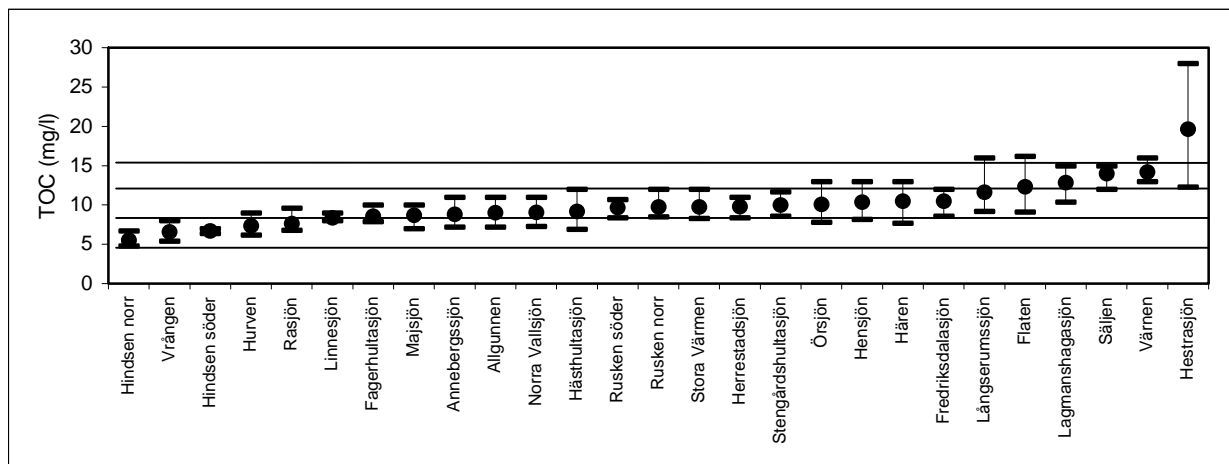
5.2.2 Tillstånd

Medelvärdena för TOC-halterna under tidsperioden 1995 – 2001 varierade mellan 6 – 18 mg/l i sjöarna, se Figur 22 - Figur 24, Tabell 7 samt bilaga 1. 18,5 % av lokalerna hade låga halter TOC (klass 2), 59 % hade måttligt höga halter (klass 3), 18,5 % hade höga halter (klass 4) och 4 % (en sjö) hade mycket hög halt (klass 5) enligt "Bedömningsgrunder för miljökva-

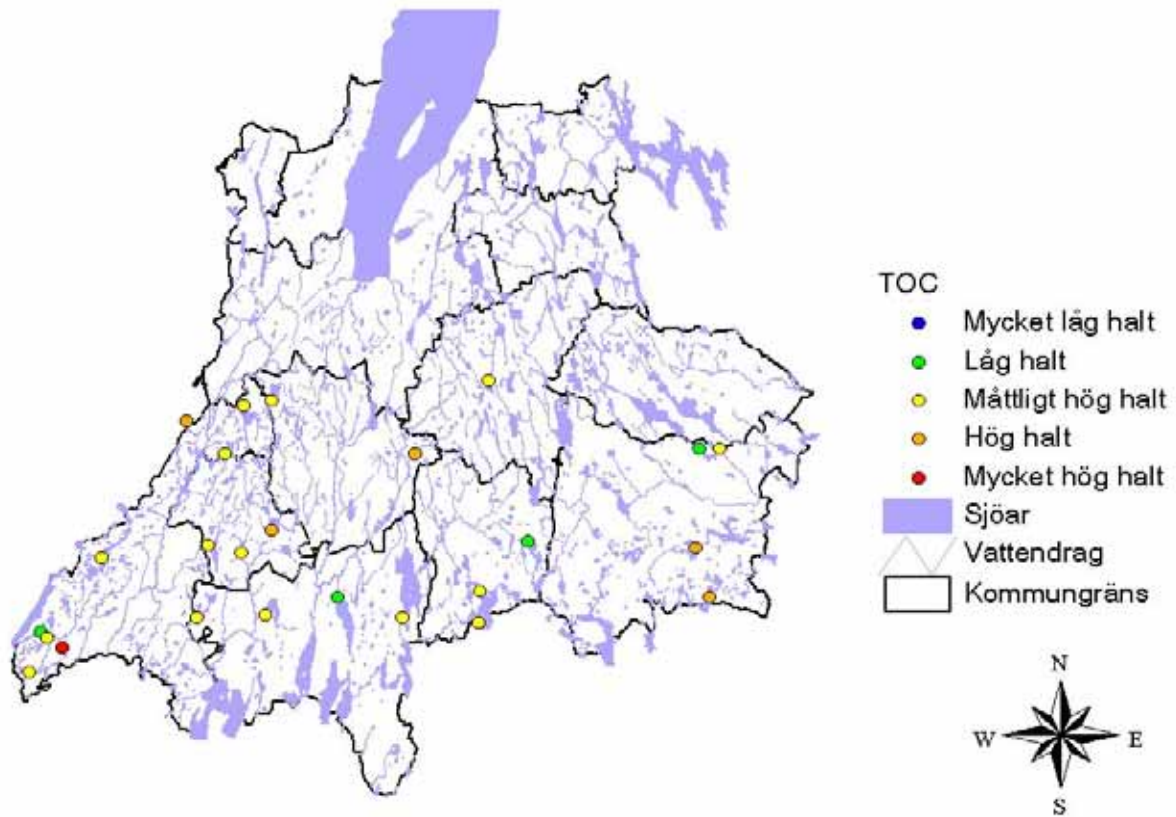
litet” (Naturvårdsverket 1999), beräknat utifrån medelvärden av tre mätningar per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1995 - 2001.



Figur 22. Medelvärden för TOC-halten i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 mycket låg halt (< 4 mg/l), klass 2 låg halt ((4-8 mg/l), klass 3 måttligt hög halt (8-12 mg/l), klass 4 hög halt (12-16 mg/l) och klass 5 mycket hög halt (>16 mg/l).



Figur 23. Augusti-medelvärden för TOC-halten i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 mycket låg halt (< 4 mg/l), klass 2 låg halt ((4-8 mg/l), klass 3 måttligt hög halt (8-12 mg/l), klass 4 hög halt (12-16 mg/l) och klass 5 mycket hög halt (>16 mg/l).



Figur 24. TOC bedömt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

Tabell 7. Bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder tillståndsklass 1-5. Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

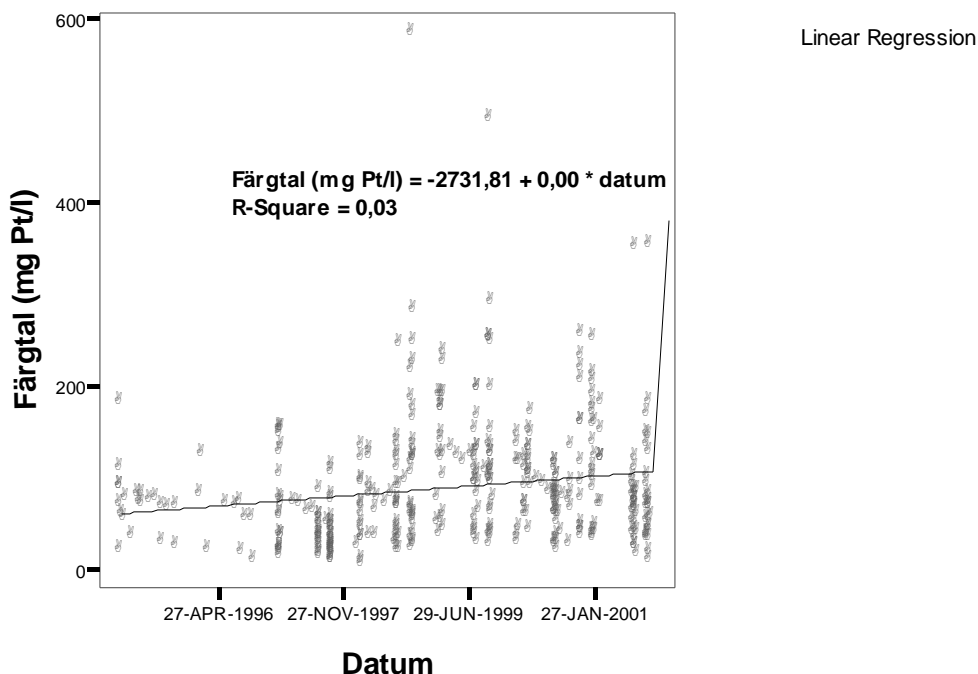
Sjö	TOC
Allgunnen	3
Annebergssjön	3
Fagerhultasjön	3
Flaten	4
Fredriksdalasjön	3
Hensjön	3
Herrestadsjön	3
Hestrasjön	5
Hindsen N	2
Hindsen S	2
Hurven	2
Hären	3
Hästhultasjön	3
Lagmanshagasjön	4
Linnesjön	2
Långserumssjön	4
Majsjön	3
Rasjön	3
Rusken N	3
Rusken S	3
Stengårdshultasjön	3
Säljen	4
Norra Vallsjön	3
Vrången	2
Stora Värmen	3
Värnen	4
Örsjön	3

5.3 Ljusförhållanden

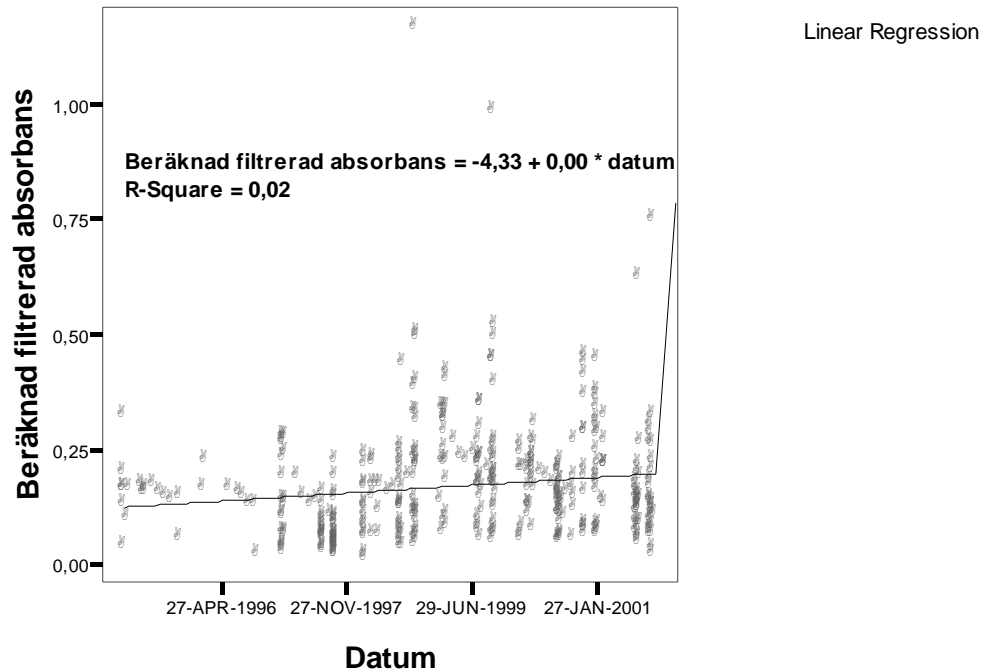
Ljusförhållandena i sjöarna har mätts med avseende på följande parametrar; grumlighet (turbiditet), siktdjup samt färgtal eller absorbans. Dessa parametrar har bedömts enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (*Naturvårdsverket 1999*).

5.3.1 Trender

I Figur 25 och Figur 26 visas färgtal och absorbans på filtrerat vatten i samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tiden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att färgtalet och absorbansen har ökat med tiden ($p < 0,001$ resp. $p < 0,01$).



Figur 25. Färgtal i 7 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att färgtalet har ökat med tiden ($p < 0,001$).



Figur 26. Absorbans på filtrerat vatten vid 20 lokaler (18 sjöar) som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att absorbansen har ökat med tiden ($p < 0,01$).

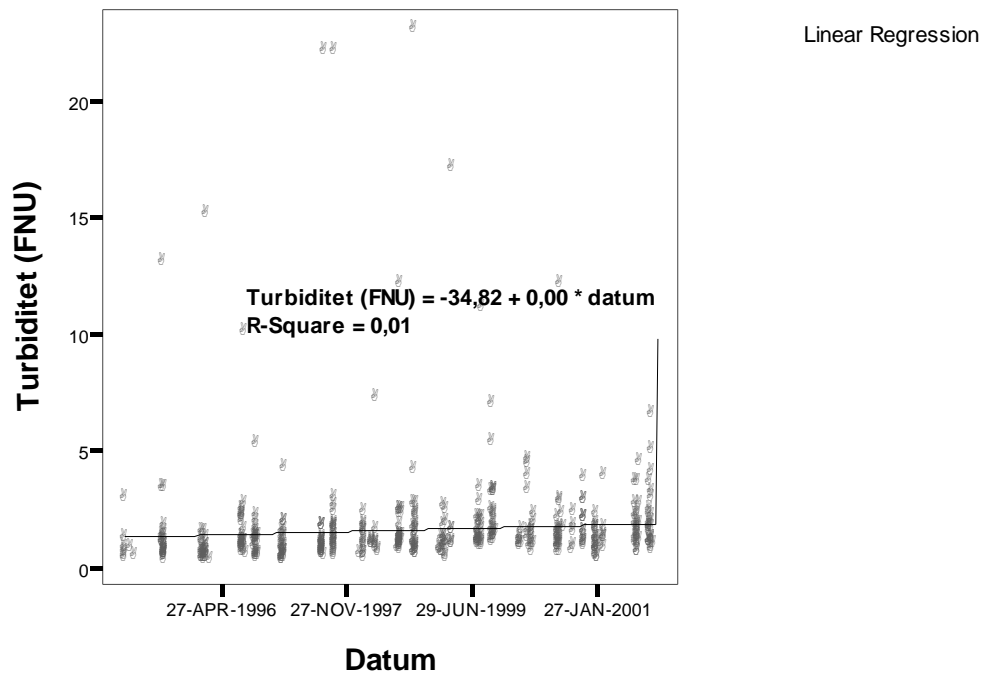
Regressionsanalys av dataseten från respektive sjö visar att det finns en uppåtgående trend för färgtal eller absorbans i fyra av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av färgtalet eller absorbansen vid övriga 23 lokaler (Tabell 8).

Tabell 8. Resultat av linjär regressionsanalys mellan vattenkemiska parametrar och tid (1995-2001) vid 27 lokaler (25 sjöar). För varje parameter anges signifikansnivå (n.s. = ingen signifikans, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$) och där det är signifikans anges om det är uppåt-gående trend (↑) eller nedåt-gående trend (↓).

Sjö	Färg/Abs	Turbiditet	Siktdjup
Allgunnen	n.s.	n.s.	n.s.
Annebergssjön	n.s.	**, ↑	n.s.
Fagerhultasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Flaten	n.s.	*, ↑	n.s.
Fredriksdalasjön	n.s.	*, ↑	n.s.
Hensjön	n.s.	*, ↑	n.s.
Herrestadsjön	n.s.	*, ↑	n.s.
Hestrasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Hindsen N	*, ↑	*, ↑	n.s.
Hindsen S	n.s.	**, ↑	n.s.
Hurven	n.s.	*, ↑	**, ↓
Hären	n.s.	n.s.	*, ↓
Hästhultasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Lagmanshagasjön	n.s.	*, ↑	n.s.
Linnesjön	n.s.	**, ↑	n.s.
Långserumssjön	n.s.	*, ↑	n.s.
Majsjön	n.s.	n.s.	***, ↓
Rasjön	n.s.	n.s.	n.s.
Rusken N	n.s.	**, ↑	n.s.
Rusken S	n.s.	*, ↑	n.s.
Stengårdshultasjön	***, ↑		n.s.
Säljen	n.s.	n.s.	n.s.
Norra Vallsjön	n.s.	n.s.	n.s.
Vrången	*, ↑	*, ↑	n.s.
Stora Värmen	**, ↑	**, ↑	n.s.
Värnen	n.s.	*, ↑	n.s.
Örsjön	n.s.	*, ↑	*, ↓

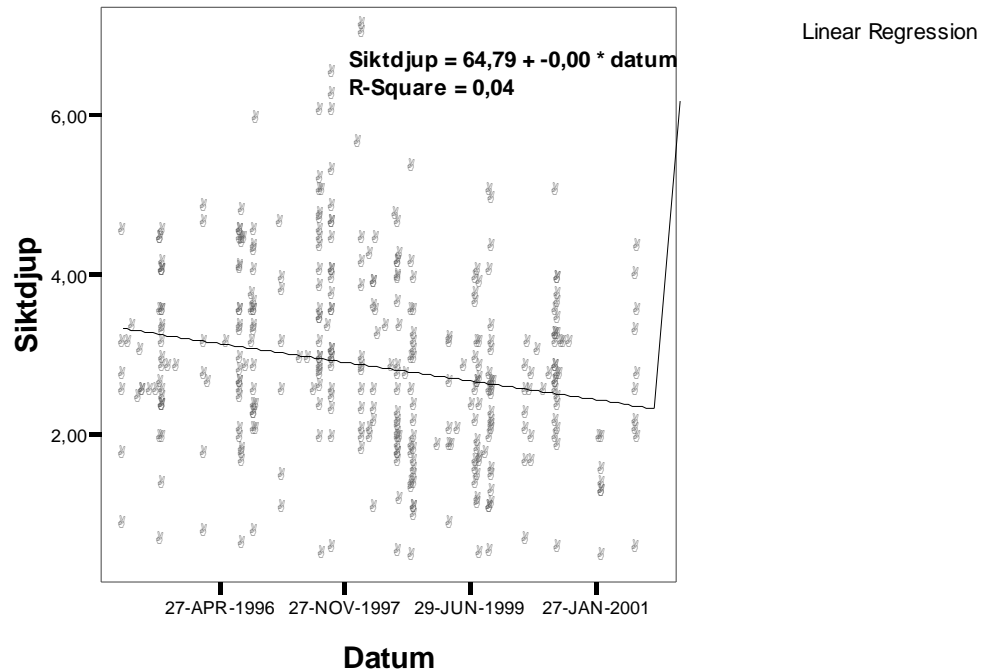
I Figur 27 visas turbiditet i samtliga 27 lokaler under tidsperioden 1995 – 2001. Det finns inte något signifikant samband för att turbiditeten i sjöarna har förändrats med tiden vid analys av samtliga data. Regressionsanalys av dataseten från respektive sjö visar däremot att det finns

en uppåtgående trend för turbiditeten i 17 av de 27 lokalerna, medan det inte finns någon signifikant ökning eller minskning av turbiditeten i övriga 10 lokaler (Tabell 8).



Figur 27. Turbiditet i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns inte något signifikant samband för att turbiditeten har förändrats med tiden.

I Figur 28 visas siktdjup i samtliga 27 lokaler under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att siktdjupet har minskat med tiden ($p < 0,001$). Regressionsanalys av dataseten från respektive sjö visar att det finns en nedåtgående trend för siktdjupet vid fyra av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av siktdjupet vid övriga 23 lokaler (Tabell 8).



Figur 28. Siktdjup vid 27 lokaler (25 sjöar) som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att siktdjupet har minskat med tiden ($p < 0,001$).

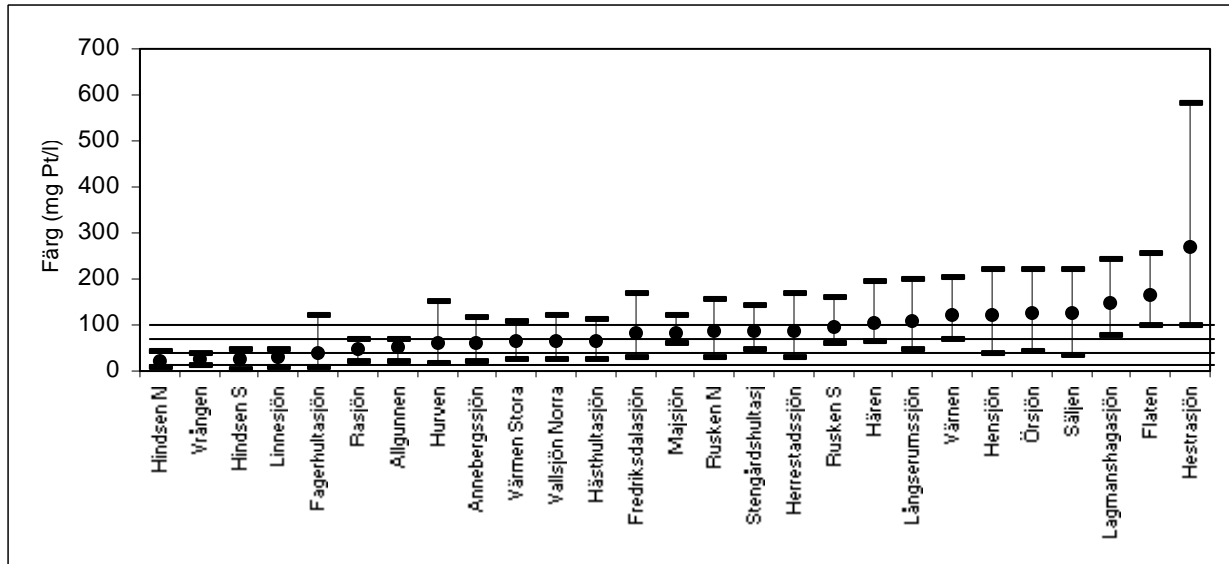
Ökningen av färgtalet och absorbanen och minskningen av siktdjupet kan förklaras på samma sätt som ökningen i TOC. Det kan bero på ökad avrinning, som har lett till en ökad uttransport av humusämnen. Figur 4 visar att avrinningen har varierat under tidsperioden 1995 – 2003. I Nissan och Lagan var avrinningen högst under åren 1998 – 2000. Ökningen av färgtalet och absorbanen och minskningen av siktdjupet kan också bero på att klimatet kan ha blivit varmare (Figur 3), vilket leder till att det blir en kortare tidsperiod med tjäle under året vilket i sin tur leder till att uttransporten av humusämnen kan ske under en längre tidsperiod under året.

Det är oklart vad som förklarar den uppåtgående trenden för turbiditeten i 17 av de 27 lokalerna. Det är bara vid två lokaler som den ökade turbiditeten sammanfaller med ett minskat siktdjup.

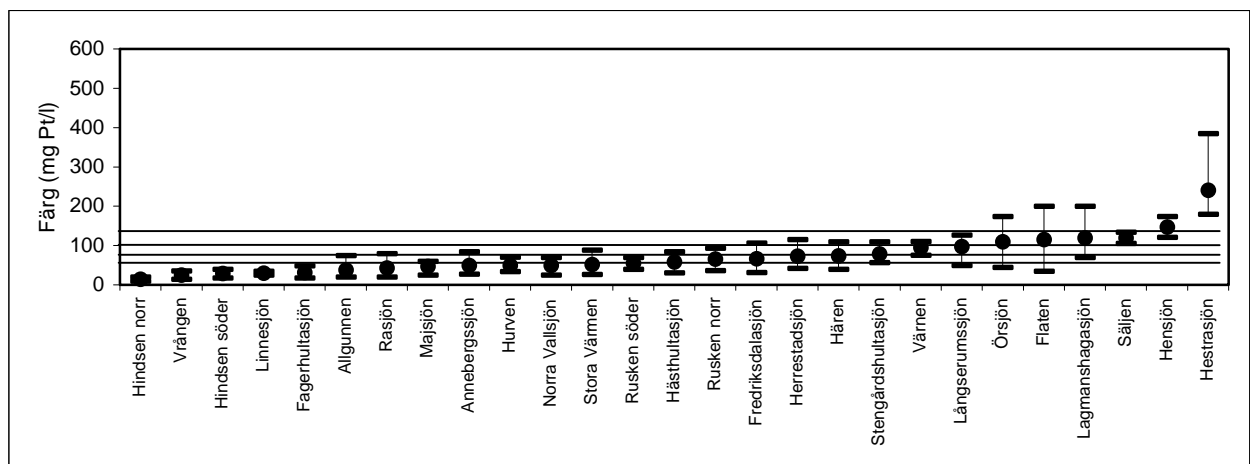
5.3.2 Tillstånd

Medelvärdena för vattenfärgen under tidsperioden 1995 – 2003 varierade mellan 23 och 268 mg Pt/l i sjöarna, se Figur 29 - Figur 31, Tabell 9 samt bilaga 1. En lokal (4 % av lokalerna) har svagt färgat vatten (klass 2), 26 % av lokalerna har måttligt färgat vatten (klass 3), 37 % av lokalerna har betydligt färgat vatten (klass 4) och 33 % av lokalerna har starkt färgat vatten (klass 5) enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (Naturvårdsverket 1999), beräk-

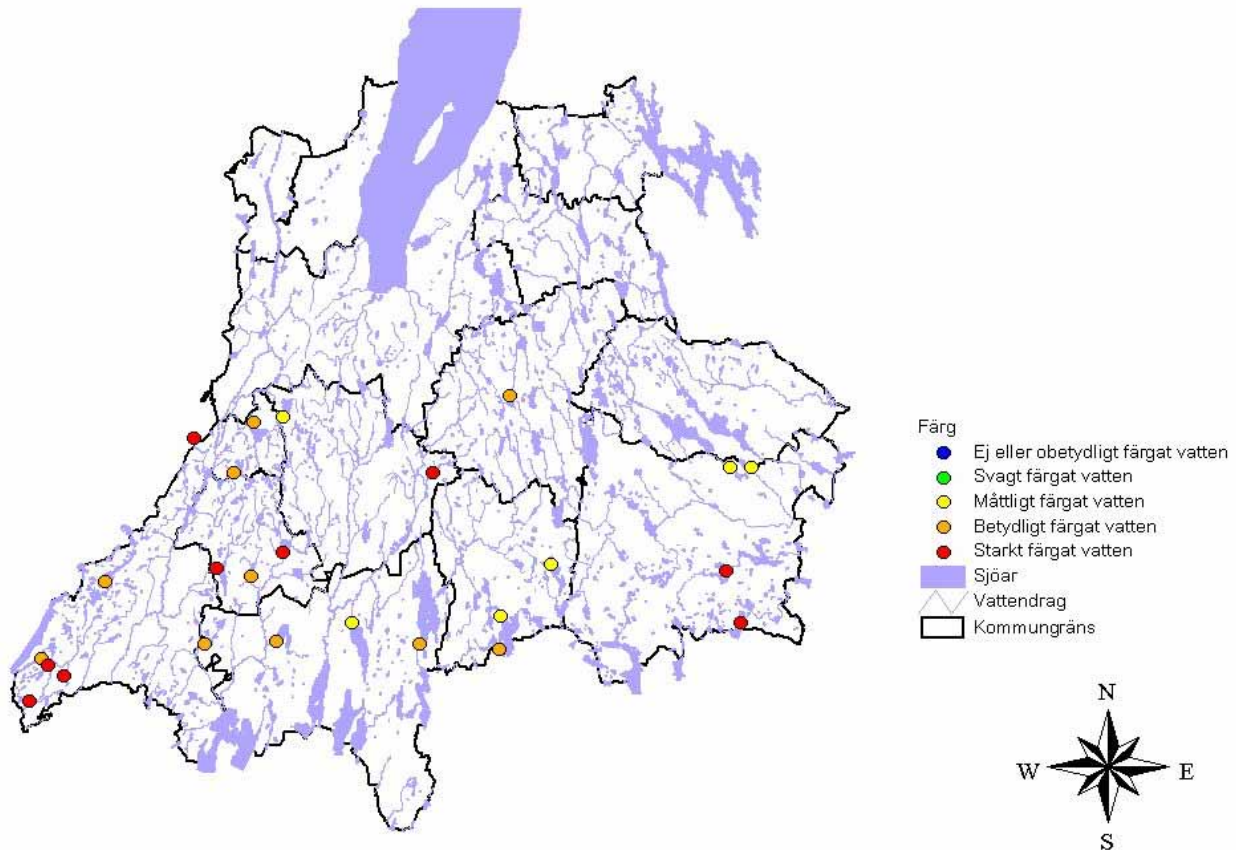
nat utifrån medelvärden av mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1995 – 2001.



Figur 29. Medelvärden för vattenfärgen i ytvatten under perioden 1997-2001 (för Linnesjön och Stengårdshultasjön 1995-2001). Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 ej eller obetydligt färgat vatten (< 10 mg Pt/l), klass 2 svagt färgat vatten (10-25 mg Pt/l), klass 3 måttligt färgat vatten (25-60 mg Pt/l), klass 4 betydligt färgat vatten (60-100 mg Pt/l) och klass 5 starkt färgat vatten (> 100 mg Pt/l).

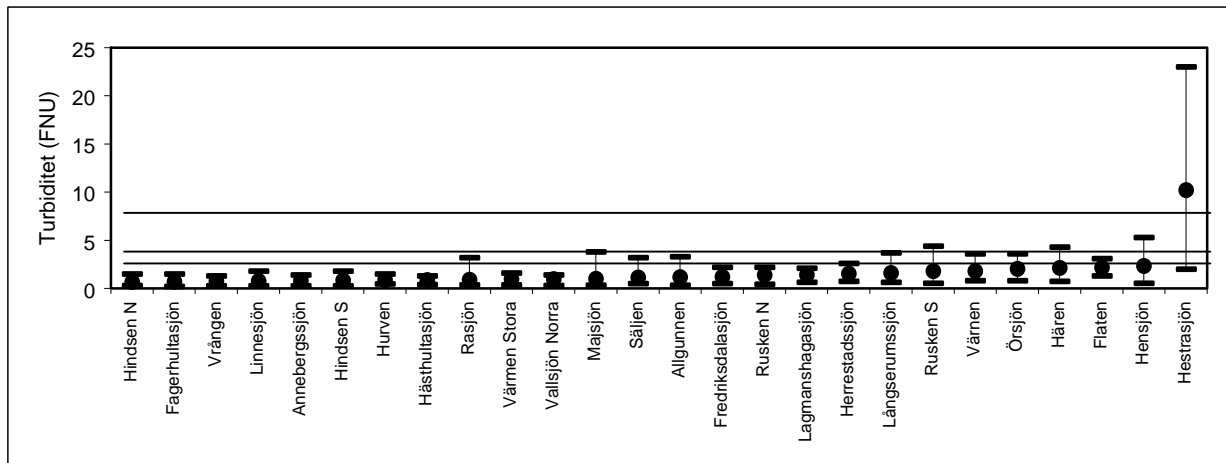


Figur 30. Augusti-medelvärden för vattenfärgen i ytvatten under perioden 1997-1999 (för Stengårdshultasjön 1995-1999). Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 ej eller obetydligt färgat vatten (< 10 mg Pt/l), klass 2 svagt färgat vatten (10-25 mg Pt/l), klass 3 måttligt färgat vatten (25-60 mg Pt/l), klass 4 betydligt färgat vatten (60-100 mg Pt/l) och klass 5 starkt färgat vatten (> 100 mg Pt/l).

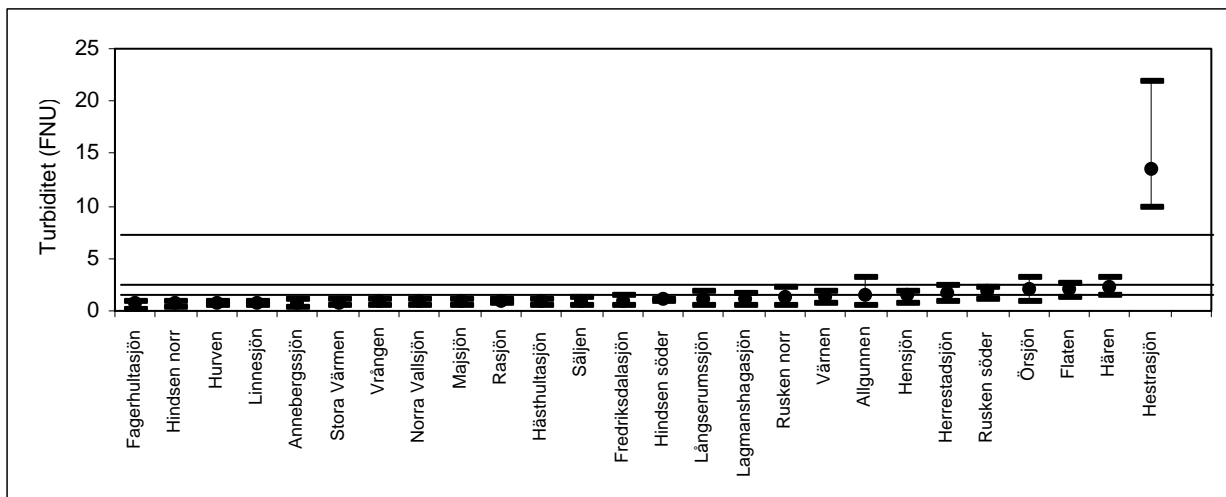


Figur 31. Färg bedömt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

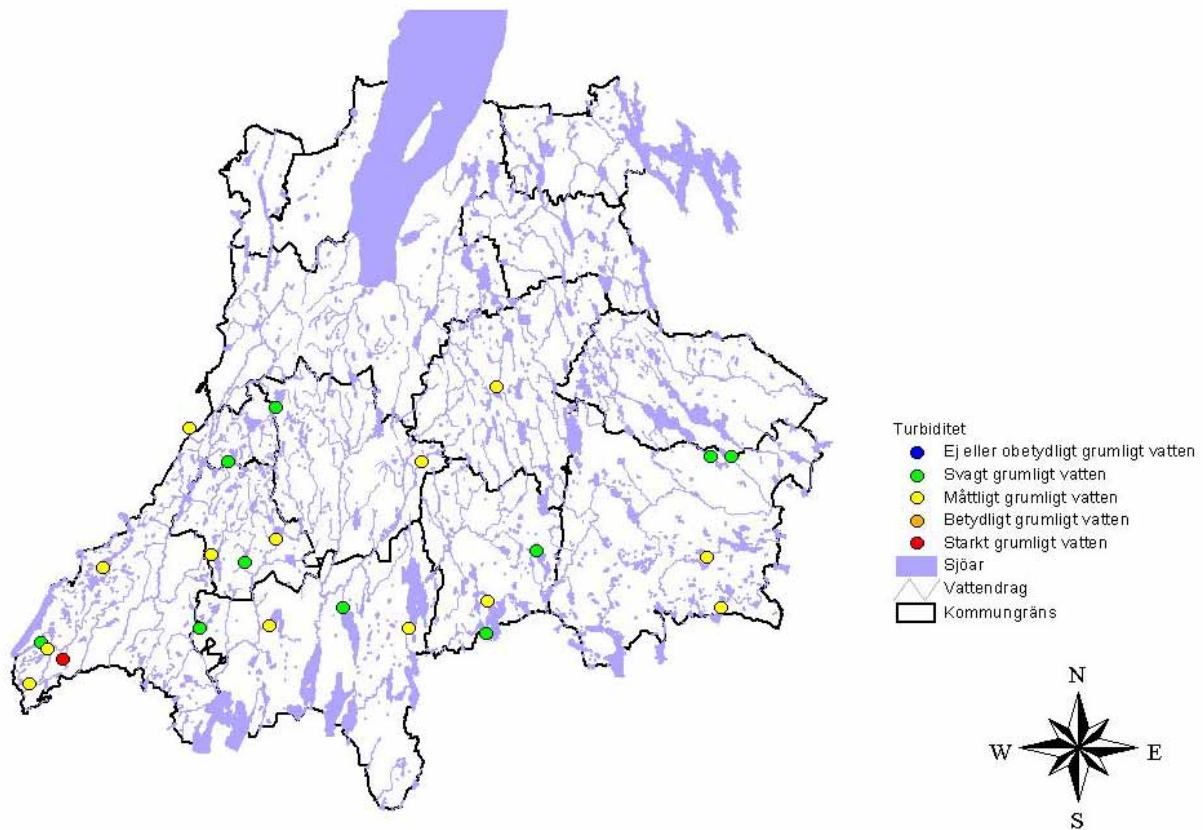
Medelvärdena för turbiditeten under tidsperioden 1995 – 2005 varierade mellan 0,7 och 10,2 FNU i sjöarna, se Figur 32 - Figur 34, Tabell 9 samt bilaga 1. 46 % av lokalerna har svagt grumlat vatten (klass 2), 50 % av lokalerna har måttligt grumlat vatten (klass 3), och en lokal har starkt grumlat vatten enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (Naturvårdsverket 1999), beräknat utifrån medelvärden av mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1999 – 2001.



Figur 32. Medelvärden för turbiditeten i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober). Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 ej eller obetydligt grumligt vatten (< 0,5 FNU), klass 2 svagt grumligt vatten (0,5-1,0 FNU), klass 3 måttligt grumligt vatten (1,0-2,5 FNU), klass 4 betydligt grumligt vatten (2,5-7,0 FNU) och klass 5 starkt grumligt vatten (>7,0 FNU).

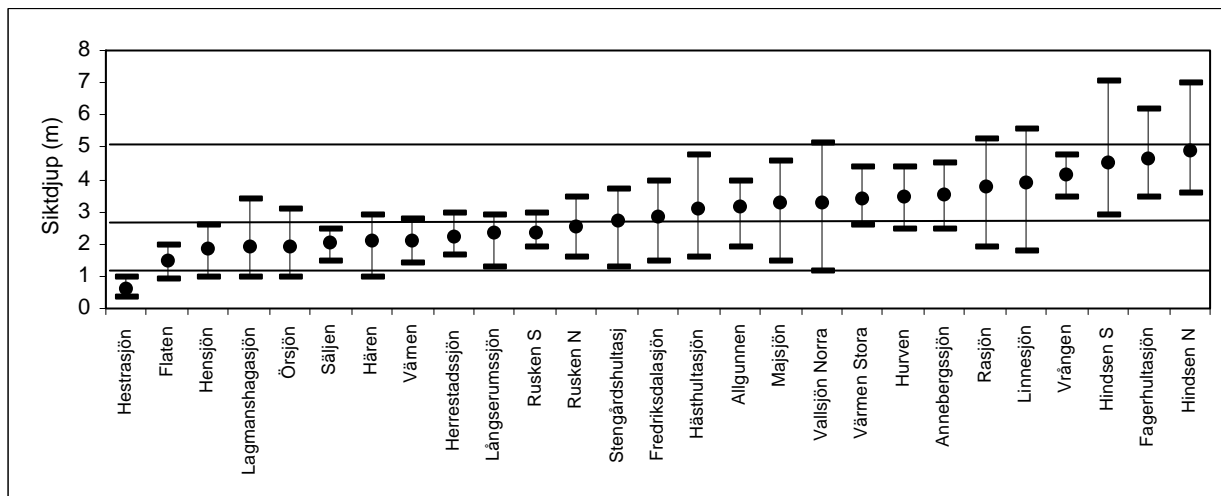


Figur 33. Augusti-medelvärden för turbiditeten i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 ej eller obetydligt grumligt vatten (< 0,5 FNU), klass 2 svagt grumligt vatten (0,5-1,0 FNU), klass 3 måttligt grumligt vatten (1,0-2,5 FNU), klass 4 betydligt grumligt vatten (2,5-7,0 FNU) och klass 5 starkt grumligt vatten (>7,0 FNU).

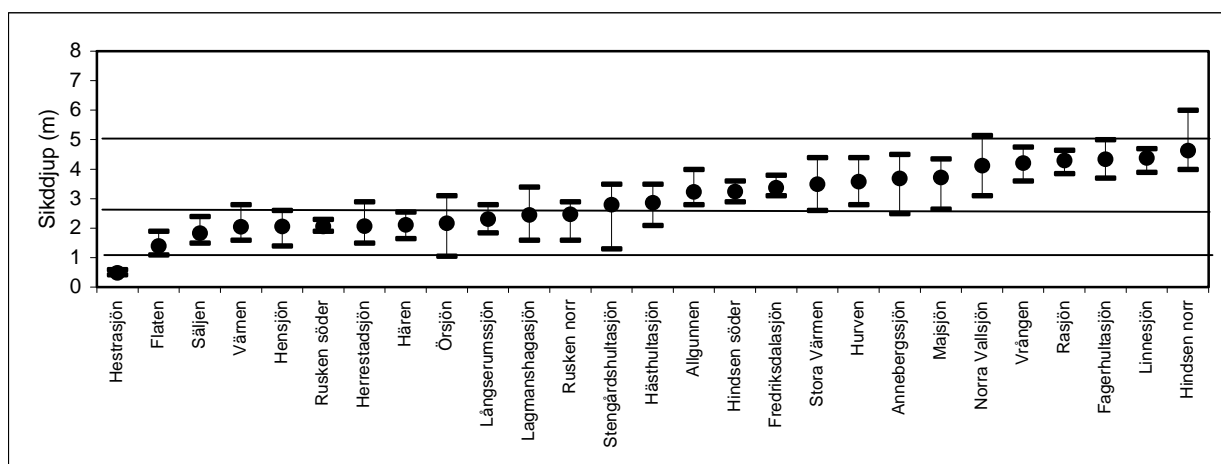


Figur 34. Turbiditet bedömt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

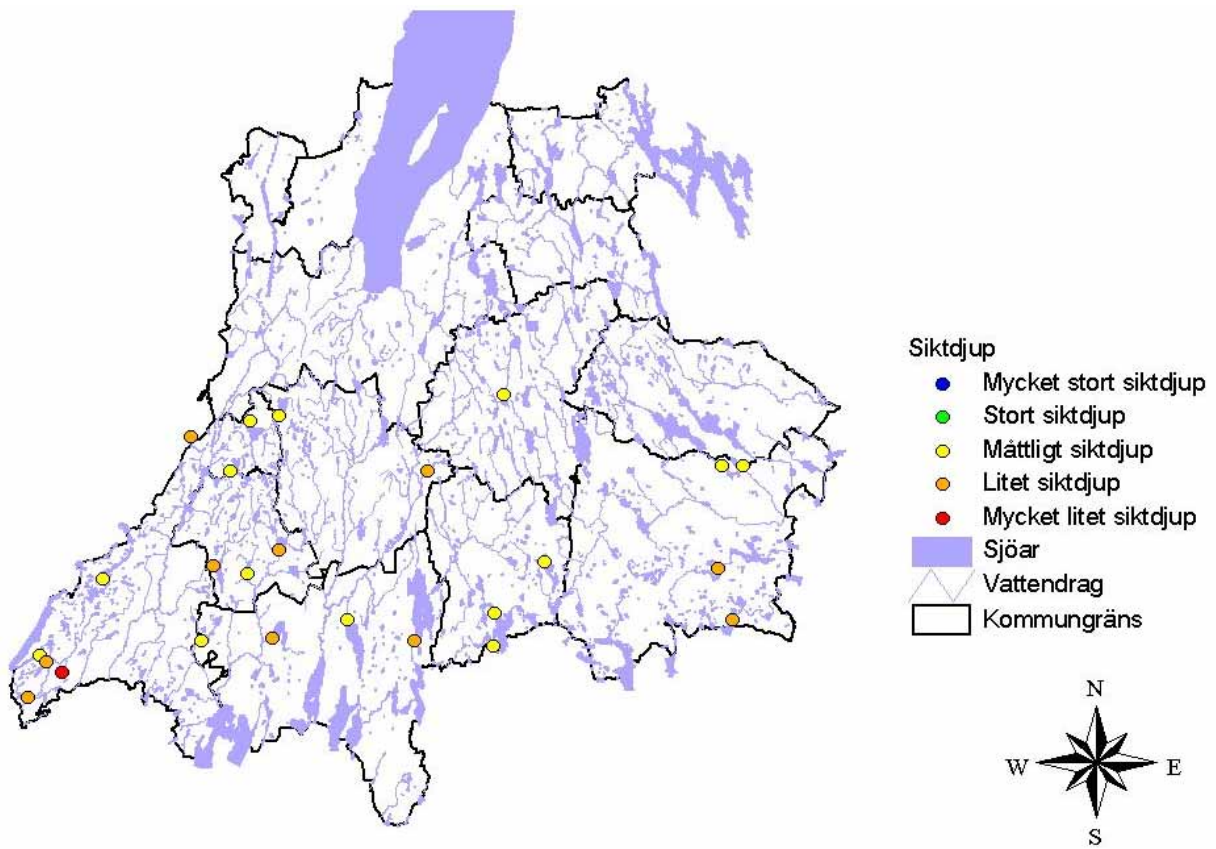
Medelvärdena för siktdjupet under tidsperioden 1995 – 2003 varierade mellan 0,6 – 4,9 meter i sjöarna, se Figur 35 - Figur 37, Tabell 9 samt bilaga 1. 59 % av lokalerna hade måttligt siktdjup (klass 3) och 41 % av lokalerna hade litet siktdjup (klass 4) vatten enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (Naturvårdsverket 1999), beräknat utifrån medelvärden av mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1999 – 2001.



Figur 35. Medelvärden för siktdjupet i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 mycket stort siktdjup (> 8 m), klass 2 stort siktdjup (5-8 m), klass 3 måttligt siktdjup (2,5-5 m), klass 4 litet siktdjup (1-2,5 m) och klass 5 mycket litet siktdjup (< 1 m).



Figur 36. Augusti-medelvärden för siktdjupet i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 mycket stort siktdjup (> 8 m), klass 2 stort siktdjup (5-8 m), klass 3 måttligt siktdjup (2,5-5 m), klass 4 litet siktdjup (1-2,5 m) och klass 5 mycket litet siktdjup (< 1 m).



Figur 37. Sikt djup bedömt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

Tabell 9. Bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder tillståndsklass 1-5. Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

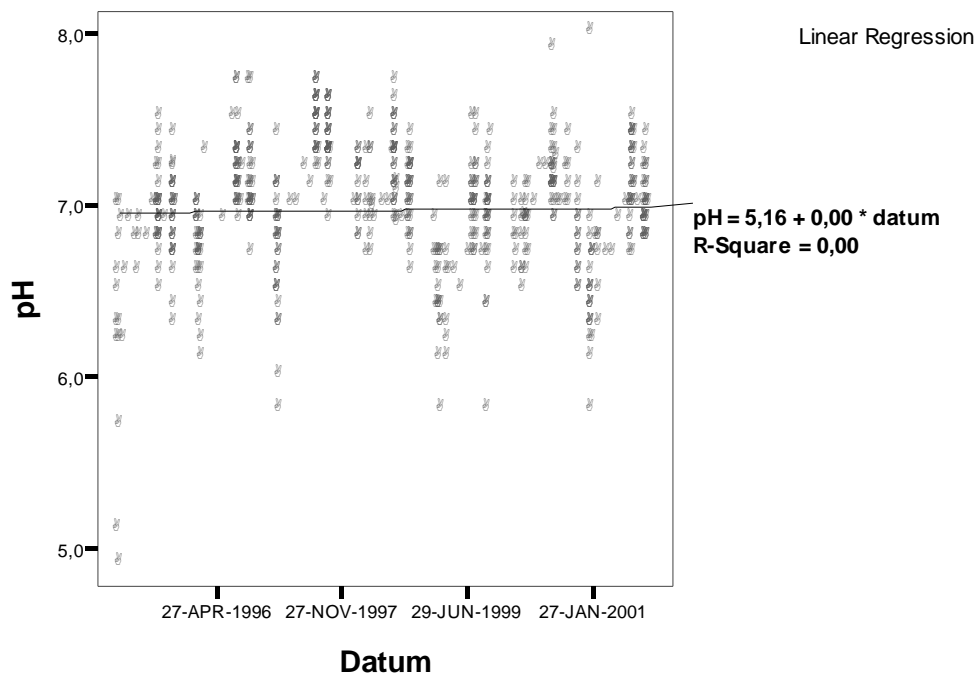
Sjö	Färg/Abs	Turbiditet	Siktdjup
Allgunnen	3	3	3
Annebergssjön	3	2	3
Fagerhultasjön	3	2	3
Flaten	5	3	4
Fredriksdalasjön	4	3	3
Hensjön	5	3	4
Herrestadsjön	4	3	4
Hestrasjön	5	5	5
Hindsen N	2	2	3
Hindsen S	3	2	3
Hurven	4	2	3
Hären	5	3	4
Hästhultasjön	4	2	3
Lagmanshagasjön	5	3	4
Linnesjön	3	2	3
Långserumssjön	5	3	4
Majsjön	4	3	3
Rasjön	3	2	3
Rusken N	4	3	3
Rusken S	4	3	4
Stengårdshultasjön	4		3
Säljen	5	3	4
Norra Vallsjön	4	2	3
Vrången	3	2	3
Stora Värmen	4	2	3
Värnen	5	2	4
Örsjön	5	3	4

5.4 Försurning

De försurningsparametrar som har mätts i sjöarna är pH och alkalinitet. Dessa parametrar har bedömts enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (*Naturvårdsverket 1999*).

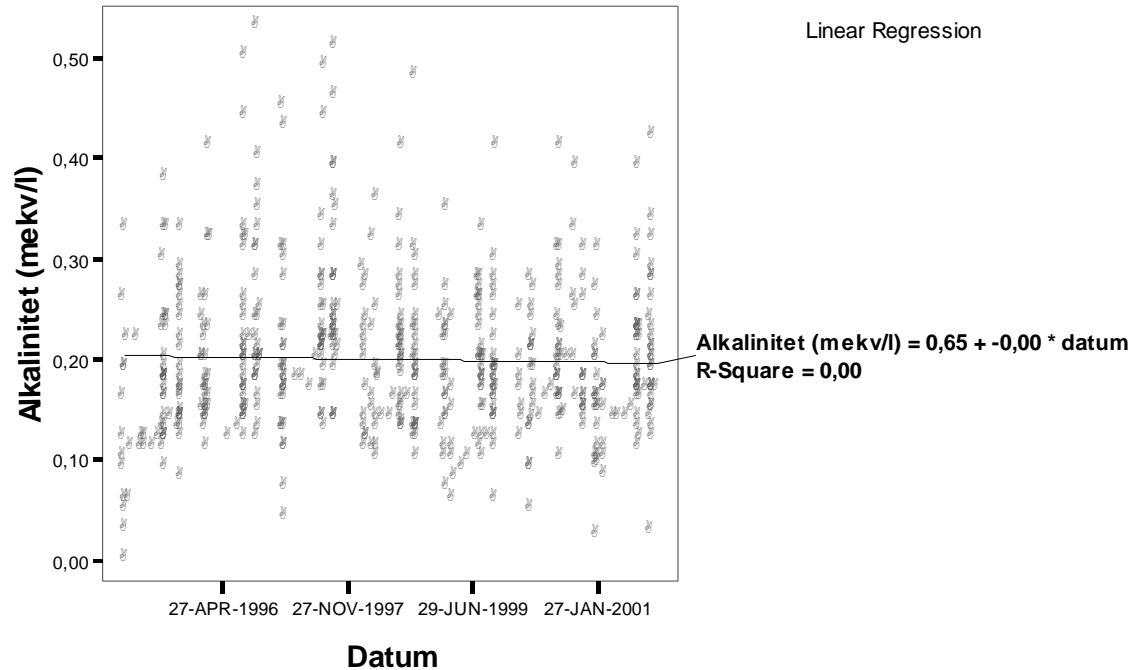
5.4.1 Trender

I Figur 38 visas pH-värdet vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det inte finns något signifikant samband för att pH-värdet har förändrats med tiden.



Figur 38. pH-värde i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns inte något signifikant samband för att pH-värdet har förändrats med tiden.

Figur 39 visar alkaliniteten vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. Det finns inte något signifikant samband för att alkaliniteten har förändrats med tiden vid analys av samtliga data.



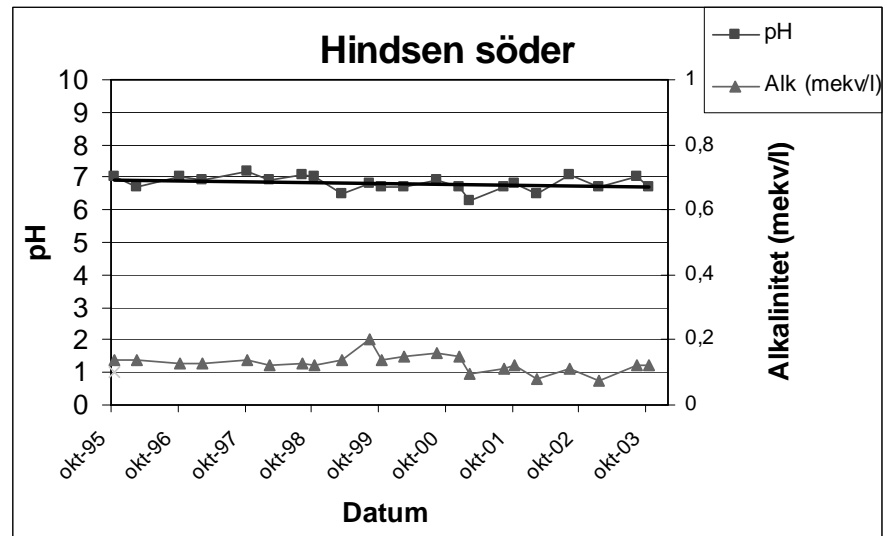
Figur 39. Alkalinitet i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns inte något signifikant samband för att alkaliniteten har förändrats med tiden.

För pH-värdet visar regressionsanalys av dataseten från respektive sjö att det finns en nedåtgående trend för pH-värdet vid den södra lokalen i Hindsen ($p < 0,05$), medan det inte finns någon signifikant ökning eller minskning av pH-värdet vid övriga lokaler (Tabell 10, Figur 40).

För alkaliniteten visar regressionsanalys av dataseten från respektive sjö att det finns en nedåtgående trend för alkaliniteten i tre av sjöarna och en uppåtgående trend för alkaliniteten i tre av sjöarna, medan det inte finns någon signifikant ökning eller minskning i övriga sjöar (Tabell 10).

Tabell 10. Resultat av linjär regressionsanalys mellan vattenkemiska parametrar och tid (1995-2001) i 27 sjöar. För varje parameter anges signifikansnivå (n.s. = ingen signifikans, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$) och där det är signifikans anges om det är uppåtgående trend (↑) eller nedåtgående trend (↓).

Sjö	pH	Alk
Allgunnen	n.s.	*, ↑
Annebergssjön	n.s.	n.s.
Fagerhultasjön	n.s.	*, ↑
Flaten	n.s.	*, ↑
Fredriksdalasjön	n.s.	n.s.
Hensjön	n.s.	n.s.
Herrestadsjön	n.s.	n.s.
Hestrasjön	n.s.	n.s.
Hindsen N	n.s.	n.s.
Hindsen S	*, ↓	n.s.
Hurven	n.s.	n.s.
Hären	n.s.	n.s.
Hästhultasjön	n.s.	n.s.
Lagmanshagasjön	n.s.	n.s.
Linnesjön	n.s.	*, ↓
Långserumssjön	n.s.	n.s.
Majsjön	n.s.	**, ↓
Rasjön	n.s.	n.s.
Rusken N	n.s.	n.s.
Rusken S	n.s.	n.s.
Stengårdshultasjön	n.s.	n.s.
Säljen	n.s.	n.s.
Norra Vallsjön	n.s.	n.s.
Vrången	n.s.	***, ↓
Stora Värmen	n.s.	n.s.
Värmen	n.s.	n.s.
Örsjön	n.s.	n.s.

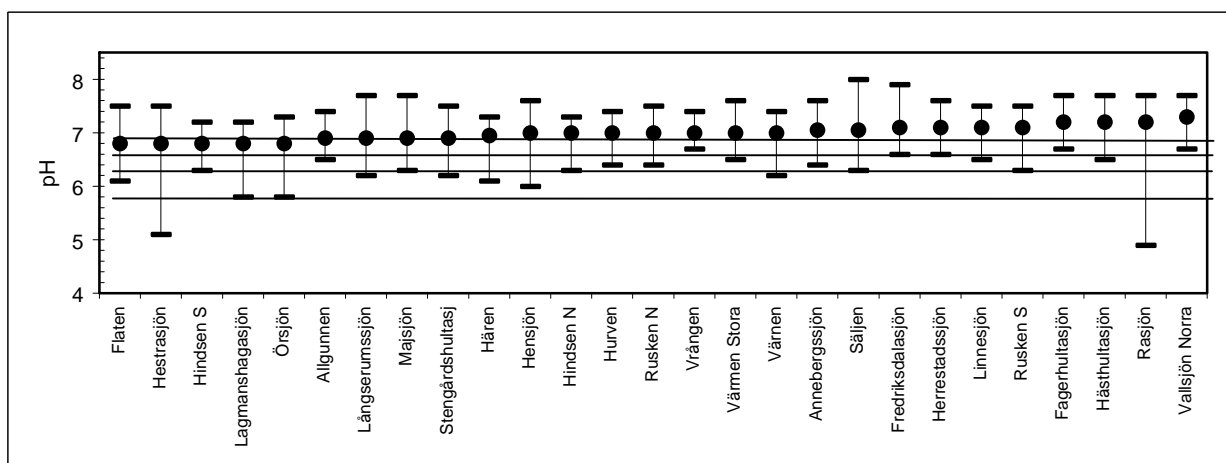


Figur 40. pH och alkalinitet i den södra lokalen i Hindsen under tidsperioden 1995 – 2003.

Anledningen till att man inte ser någon trend åt något håll för pH-värdet och alkaliniteten i sjöarna är att sjöarna är kalkpåverkade och att kalkdoserna är justerade för att erhålla ett stabilt pH-värde. Den sjunkande trenden för pH-värdet i Hindsen kan förklaras med att kalkningen i sjön har avslutats på obestämd tid, eftersom vattenkvaliteten med avseende på pH och alkalinitet har överstigit målsättningen för kalkningen med god marginal.

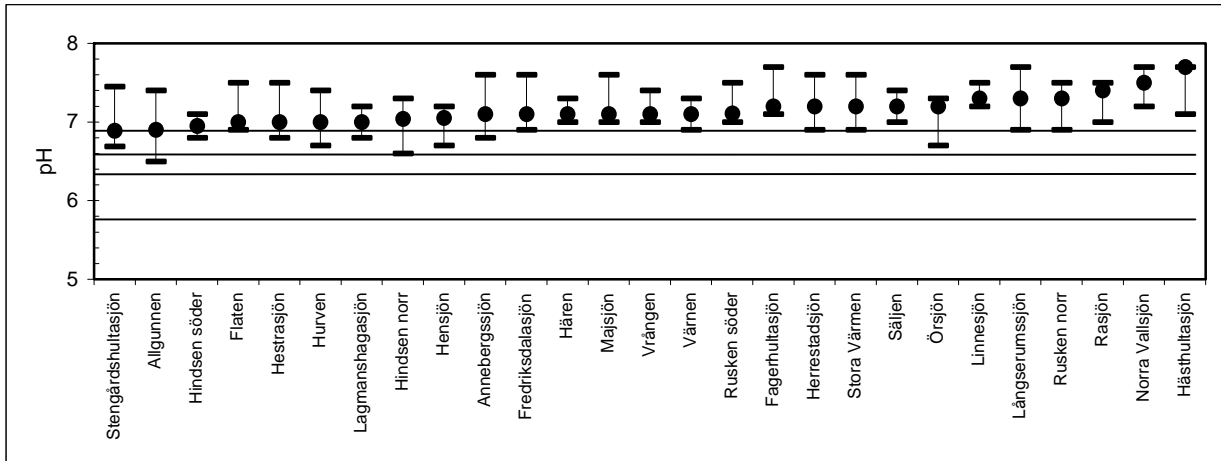
5.4.2 Tillstånd

pH-medianvärdet varierade mellan 6,8 – 7,3 i sjöarna under tidsperioden 1995 - 2001, se Figur 41 - Figur 43, Tabell 11 samt bilaga 1. 81 % av lokalerna har nära neutralt pH-värde (klass 1) och 19 % av lokalerna har svagt surt pH-värde (klass 2) enligt ”Bedömningsgrunder för miljö kvalitet” (Naturvårdsverket 1999), beräknat utifrån medianvärden av mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1995 –2001.

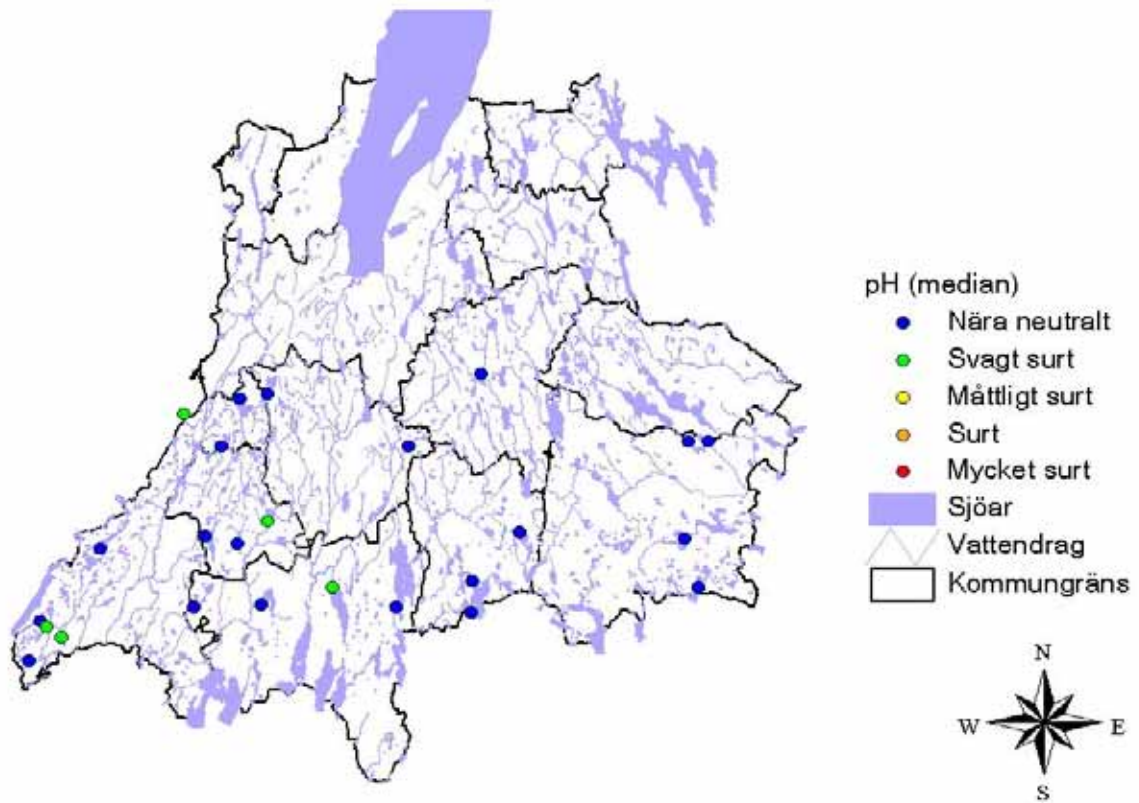


Figur 41. Medianvärden för pH i ytvatten under perioden 1995-2001. Medianvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per

år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 nära neutralt (> 6,8), klass 2 svagt surt (6,5-6,8), klass 3 måttligt surt (6,2-6,5), klass 4 surt (5,6-6,2) och klass 5 mycket surt (<5,6).

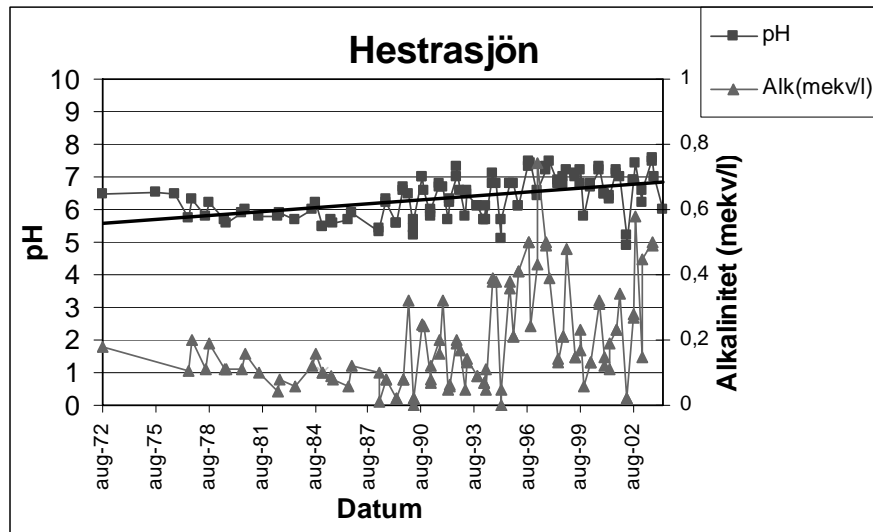


Figur 42. Augusti-medianvärden för pH i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 nära neutralt (> 6,8), klass 2 svagt surt (6,5-6,8), klass 3 måttligt surt (6,2-6,5), klass 4 surt (5,6-6,2) och klass 5 mycket surt (5,6).

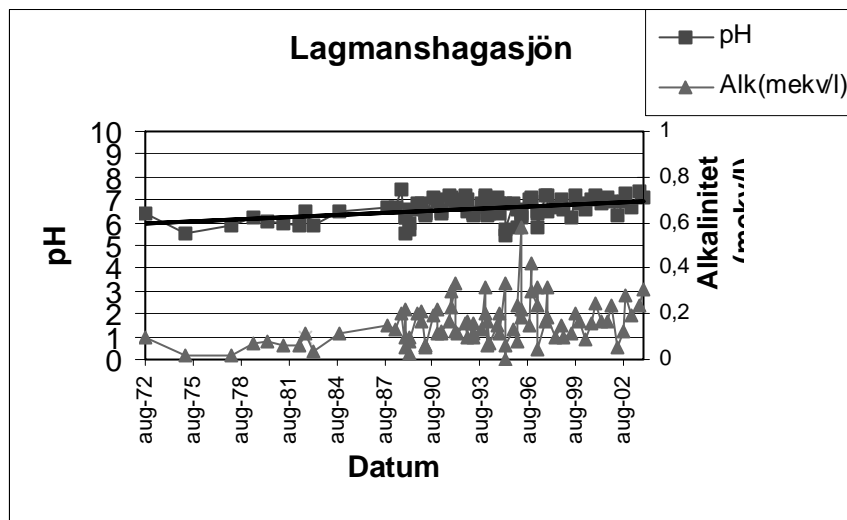


Figur 43. pH-värde bedömt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Bedömningen är utförd på data från 1995-2001 (medianvärden), utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

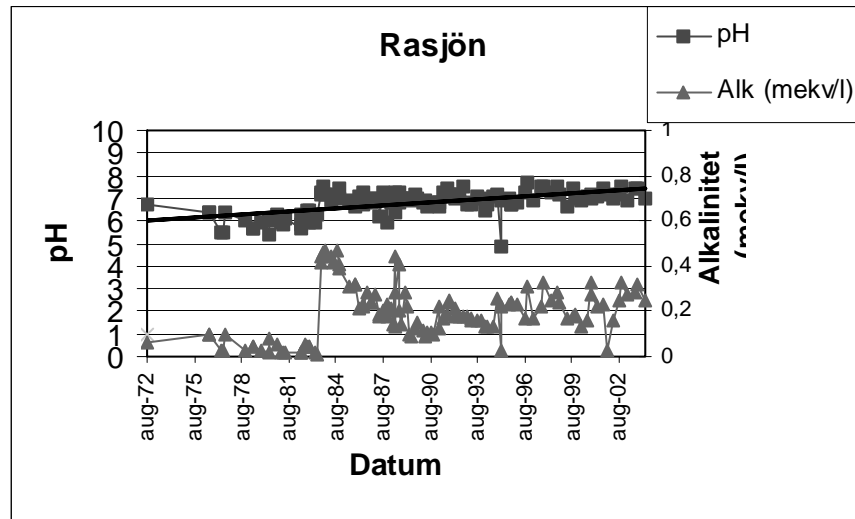
Målsättningen för kalkningarna är att pH-värdet ska vara över 6,0. I fyra av sjöarna har pH-värdet understigit 6,0 under tidsperioden 1995 – 2001: Hestrasjön, Lagmanshagasjön, Rasjön och Örsjön (Figur 44, Figur 45, Figur 46 och Figur 47).



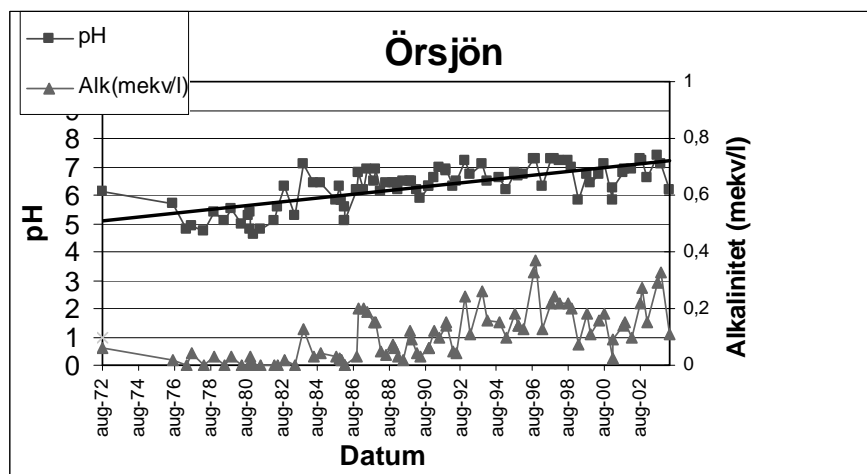
Figur 44. pH och alkalinitet i Hestrasjön under tidsperioden 1972 – 2003.



Figur 45. pH och alkalinitet i Lagmanshagasjön under tidsperioden 1972 – 2003.

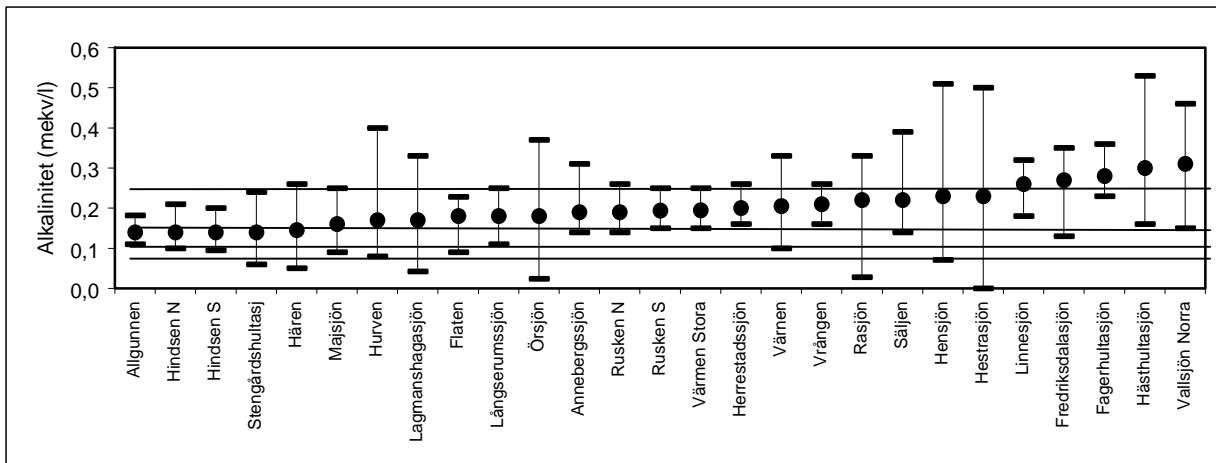


Figur 46. pH och alkalinitet i Rasjön under tidsperioden 1972 – 2003.

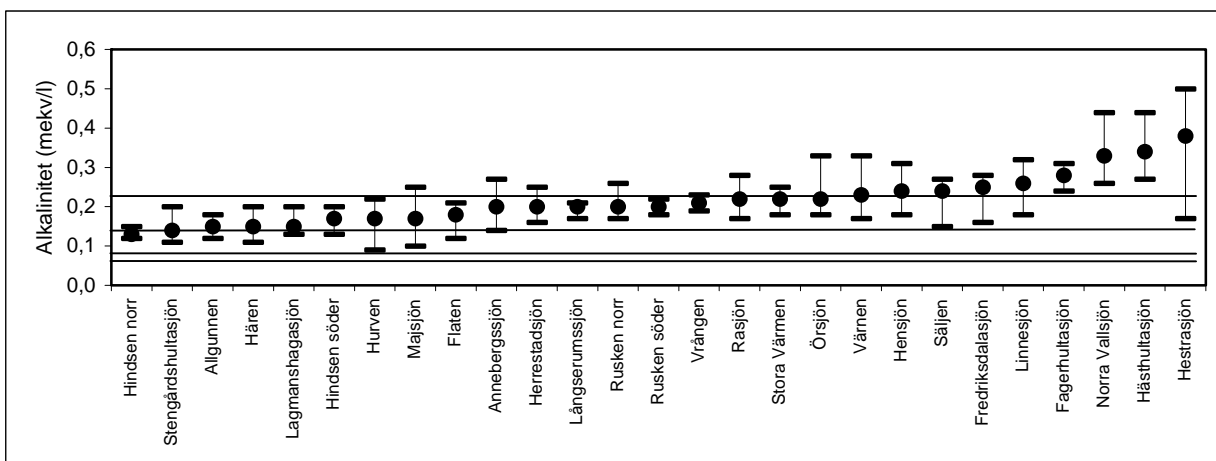


Figur 47. pH och alkalinitet i Örsjön under tidsperioden 1972 – 2003.

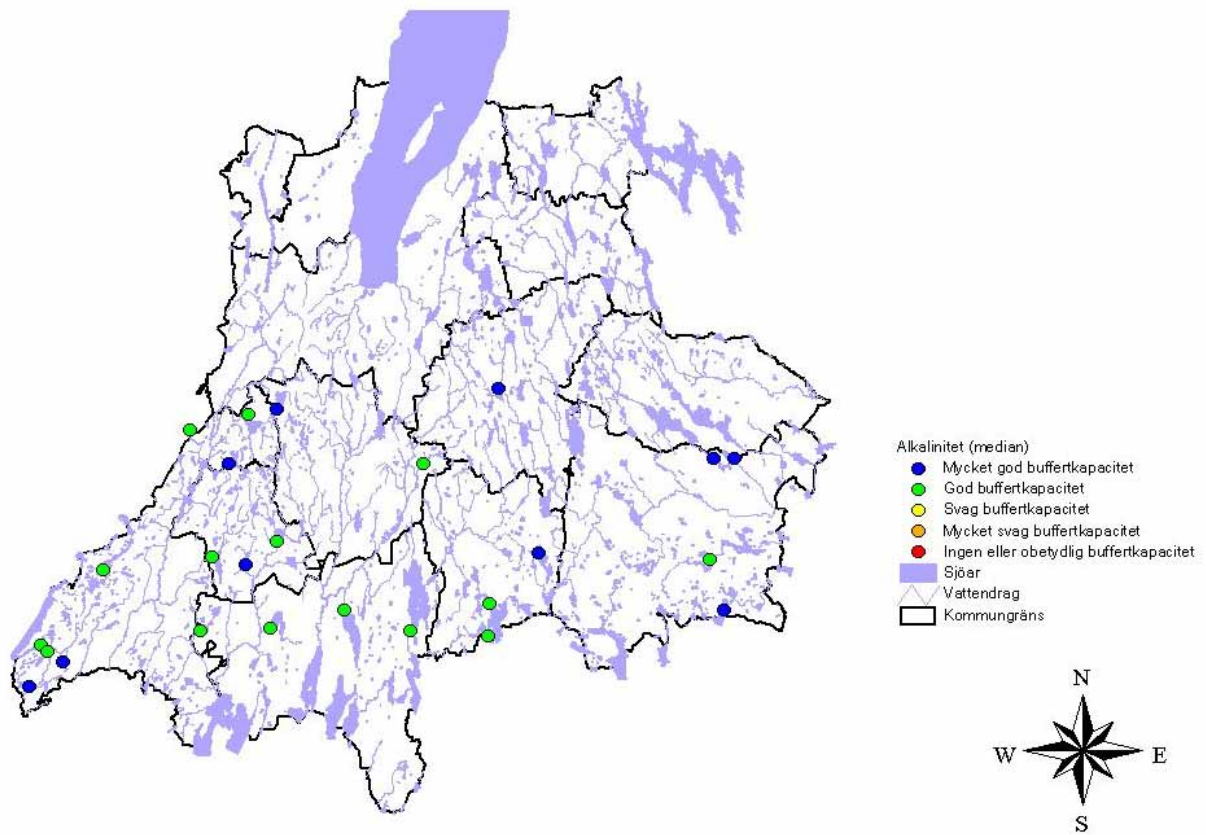
Medianvärdena för alkaliniteten under tidsperioden 1995 – 2003 varierade mellan 0,14 och 0,31 mekv/l i sjöarna, se Figur 48 - Figur 50, Tabell 11 samt bilaga 1. 41 % av lokalerna har mycket god buffertkapacitet (klass 1) och 59 % av lokalerna har god buffertkapacitet (klass 2) enligt "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet" (*Naturvårdsverket 1999*), beräknat utifrån medianvärden av mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober) under tidsperioden 1995 – 2001.



Figur 48. Medianvärden för alkaliniteten i ytvatten under perioden 1995-2001. Medianvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 mycket god buffertkapacitet (> 0,2 mekv/l), klass 2 god buffertkapacitet (0,10-0,20 mekv/l), klass 3 svag buffertkapacitet (0,02-0,05 mekv/l), klass 4 mycket svag buffertkapacitet (0,02-0,05 mekv/l) och klass 5 ingen eller obetydlig buffertkapacitet (< 0,02 mekv/l).



Figur 49. Augusti-medianvärden för alkaliniteten i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden. Linjerna markerar klassgränserna enligt Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 1999); klass 1 mycket god buffertkapacitet (> 0,2 mekv/l), klass 2 god buffertkapacitet (0,10-0,20 mekv/l), klass 3 svag buffertkapacitet (0,02-0,05 mekv/l), klass 4 mycket svag buffertkapacitet (0,02-0,05 mekv/l) och klass 5 ingen eller obetydlig buffertkapacitet (< 0,02 mekv/l).



Figur 50. Alkalinitet bedömt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Bedömningen är utförd på data från 1995-2001 (medianvärden), utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

Tabell 11. Bedömning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder tillståndsklass 1-5. Bedömningen är utförd på data från 1995-2001, utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

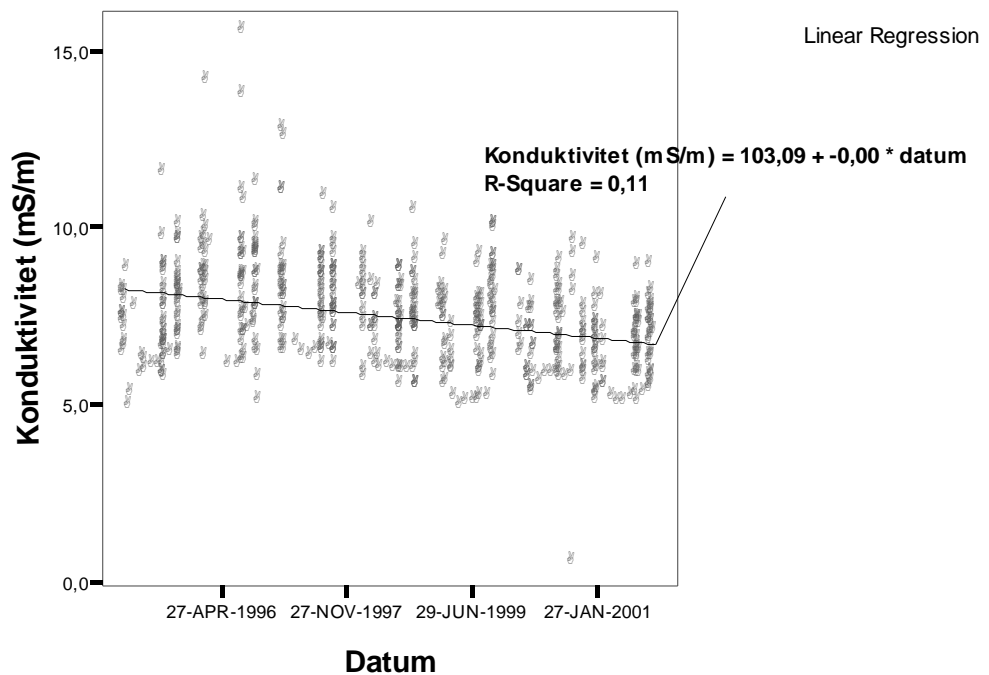
Sjö	pH	Alk
Allgunnen	1	2
Annebergssjön	1	2
Fagerhultasjön	1	1
Flaten	2	2
Fredriksdalasjön	1	1
Hensjön	1	1
Herrestadsjön	1	2
Hestrasjön	2	1
Hindsen N	1	2
Hindsen S	2	2
Hurven	1	2
Hären	1	2
Hästhultasjön	1	1
Lagmanshagasjön	2	2
Linnesjön	1	1
Långserumssjön	1	2
Majsjön	1	2
Rasjön	1	1
Rusken N	1	2
Rusken S	1	2
Stengårdshultasjön	1	2
Säljen	1	1
Norra Vallsjön	1	1
Vrången	1	1
Stora Värmen	1	2
Värnen	1	1
Örsjön	2	2

5.5 Konduktivitet och joner

De viktigaste jonerna i sötvatten är basketjonerna kalcium, magnesium, natrium och kalium samt anjonerna sulfat och klorid. Dessa joner bidrar till konduktiviteten, den elektriska ledningsförmågan. Jonerna kalcium, magnesium, natrium och kalium, sulfat och klorid samt konduktiviteten har mätts i sjöarna. Konduktivitet och joner finns inte med i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (*Naturvårdsverket 1999*) och därför har ingen tillståndsbedömning gjorts.

5.5.1 Trender

I Figur 51 visas konduktivitet vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att konduktiviteten har minskat med tiden ($p < 0,001$). Anledningen till att konduktiviteten har minskat är att många av de joner som bidrar till konduktiviteten har minskat, se nedan.



Figur 51. Konduktivitet i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att konduktiviteten har minskat med tiden ($p < 0,001$).

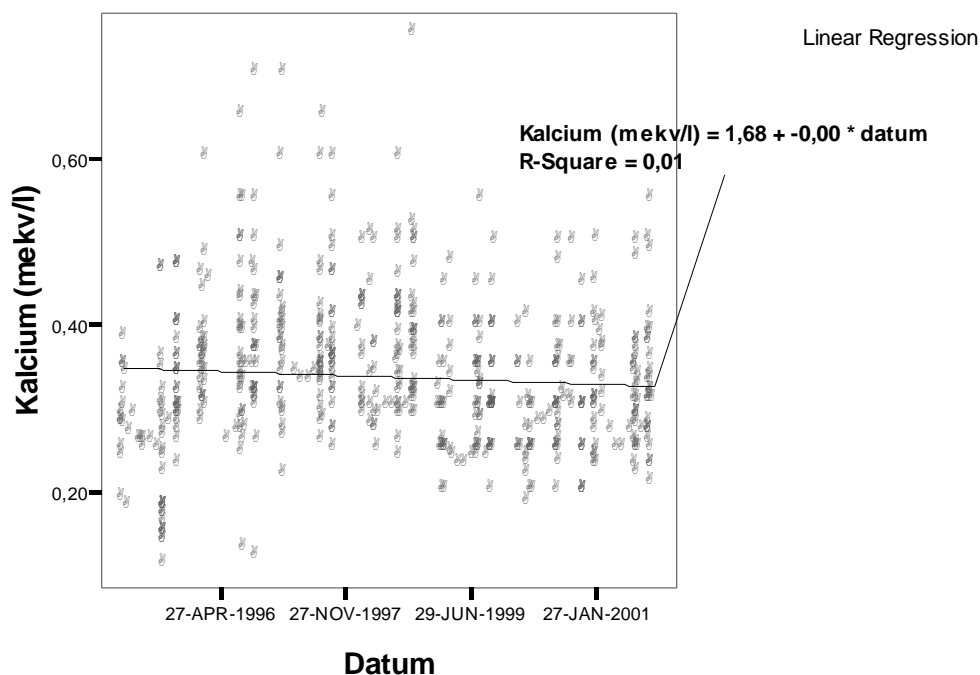
Regressionsanalys av dataseten från respektive lokal visar att det finns en nedåtgående trend för konduktiviteten vid 16 av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av konduktiviteten vid övriga 11 lokaler (Tabell 12).

Tabell 12. Resultat av linjär regressionsanalys mellan vattenkemiska parametrar och tid (1995-2001) i 27 sjöar. För varje parameter anges signifikansnivå (n.s. = ingen signifikans, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$) och där det är signifikans anges om det är uppåtgående trend (↑) eller nedåtgående trend (↓).

Sjö	Kond	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl
Allgunnen	n.s.	*, ↑	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**, ↓
Annebergssjön	*, ↓	n.s.	**, ↓	***, ↓	*, ↓	***, ↓	**, ↓
Fagerhultasjön	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***, ↓	n.s.
Flaten	*, ↓	n.s.	*, ↓	*, ↓	n.s.	**, ↓	n.s.
Fredriksdalasjön	*, ↓	n.s.	*, ↓	***, ↓	n.s.	***, ↓	n.s.
Hensjön	*, ↓	n.s.	**, ↓	***, ↓	n.s.	***, ↓	*, ↓
Herrestadsjön	*, ↓	n.s.	*, ↓	***, ↓	**, ↓	***, ↓	**, ↓
Hestrasjön	*, ↓	n.s.	**, ↓	***, ↓	*, ↓	**, ↓	***, ↓
Hindsen N	n.s.	n.s.	**, ↓	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Hindsen S	***, ↓	***, ↓	n.s.	*, ↓	*, ↓	**, ↓	*, ↓
Hurven	n.s.	n.s.	**, ↓	***, ↓	n.s.	***, ↓	**, ↓
Hären	n.s.	n.s.	**, ↓	**, ↓	*, ↓	***, ↓	***, ↓
Hästhultasjön	*, ↓	n.s.	n.s.	***, ↓	n.s.	***, ↓	**, ↓
Lagmanshagasjön	n.s.	n.s.	*, ↓	***, ↓	**, ↓	***, ↓	***, ↓
Linnesjön	**, ↓	**, ↓	n.s.	n.s.	*, ↓	*, ↓	n.s.
Långserumssjön	***, ↓	n.s.	n.s.	*, ↓	n.s.	***, ↓	*, ↓
Majsjön	***, ↓	*, ↓	***, ↓	***, ↓	n.s.	***, ↓	**, ↓
Rasjön	n.s.	n.s.	**, ↓	***, ↓	*, ↓	***, ↓	***, ↓
Rusken N	*, ↓	n.s.	*, ↓	***, ↓	*, ↓	***, ↓	**, ↓
Rusken S	***, ↓	n.s.	*, ↓	**, ↓	n.s.	***, ↓	***, ↓
Stengårdshultasjön	***, ↓	n.s.	***, ↓	***, ↓	*, ↓	***, ↓	***, ↓
Säljen	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Norra Vallsjön	n.s.	n.s.	***, ↓	***, ↓	n.s.	***, ↓	n.s.
Vrången	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***, ↓	n.s.
Stora Värmen	**, ↓	n.s.	**, ↓	**, ↓	n.s.	***, ↓	*, ↓
Värmen	n.s.	n.s.	*, ↓	**, ↓	n.s.	***, ↓	*, ↓
Örsjön	***, ↓	n.s.	**, ↓	***, ↓	n.s.	***, ↓	*, ↓

I Figur 52 visas kalciumhalten vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det inte finns något signifikant samband för att kal-

ciumhalten har förändrats med tiden. Regressionsanalys av dataseten från respektive lokal visar att det finns en uppåtgående trend för kalciumhalten vid en av lokalerna och en nedåtgående trend vid tre av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av kalciumhalten vid övriga 23 lokaler (Tabell 12).



Figur 52. Kalciumhalt i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns inte något signifikant samband för att kalciumhalten har förändrats med tiden.

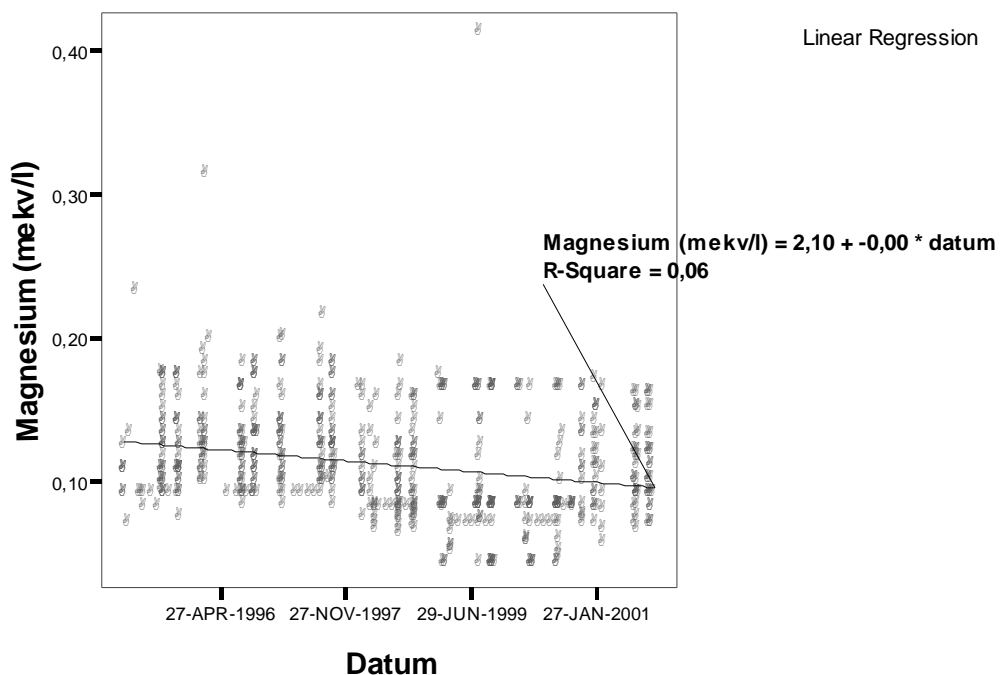
I Figur 53 visas magnesiumhalten vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att magnesiumhalten har minskat med tiden ($p < 0,001$). Regressionsanalys av dataseten från respektive lokal visar att det finns en nedåtgående trend för magnesiumhalten vid 19 av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av magnesiumhalten vid övriga 8 lokaler (Tabell 12).

I Figur 54 visas natriumhalten vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att natriumhalten har minskat med tiden ($p < 0,01$). Regressionsanalys av dataseten från respektive lokal visar att det finns en nedåtgående trend för natriumhalten vid 21 av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av natriumhalten vid övriga 6 lokaler (Tabell 12).

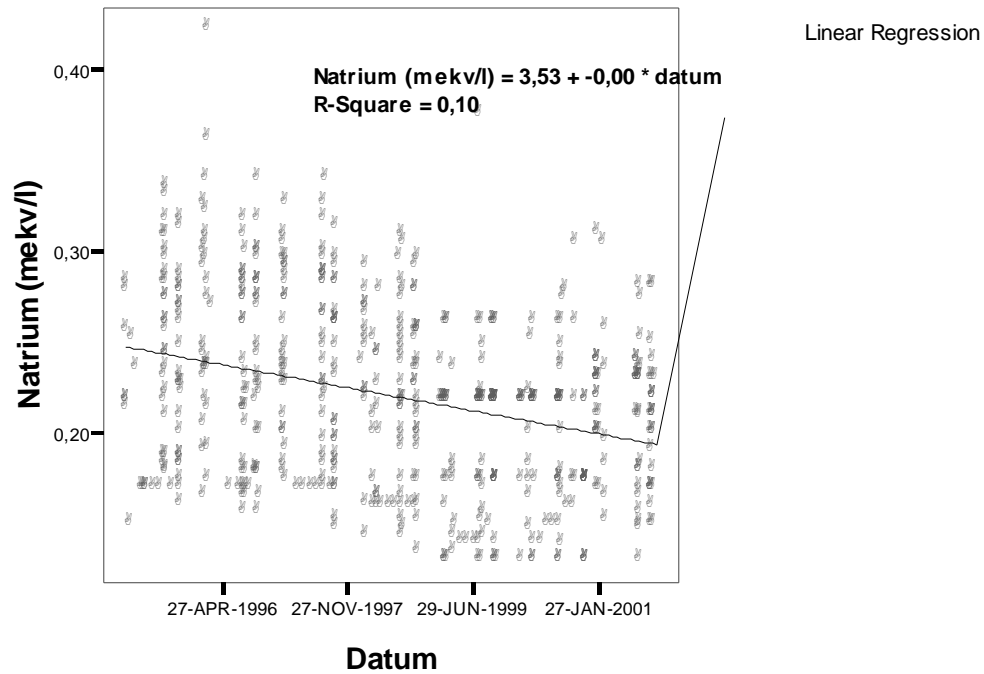
I Figur 55 visas kaliumhalten vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att kaliumhalten har minskat med tiden ($p < 0,001$). Regressionsanalys av dataseten från respektive

lokal visar att det finns en nedåtgående trend för kaliumhalten vid 10 av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av kaliumhalten vid övriga 17 lokaler (Tabell 12).

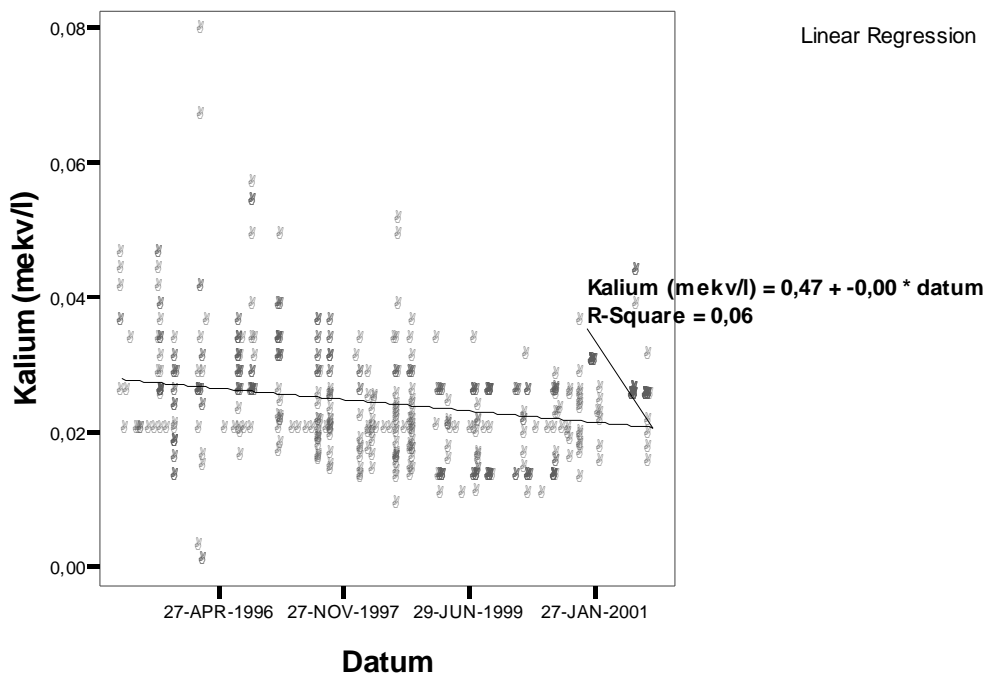
Anledningen till att halterna av baskatjonerna magnesium, natrium och kalium har minskat signifikant i många av sjöarna kan bero på att halterna av dessa joner har minskat signifikant i markvatten i skogsmark på många lokaler i Götaland. Förklaringen till att baskatjonerna har minskat i skogsmark kan vara en kombination av att buffringsbehovet har minskat i takt med att nedfallet av försurande svavel har reducerats samt att markernas utbytbara förråd av baskatjoner har minskat (IVL 2004 Rapport B1564).



Figur 53. Magnesiumhalt i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband för att magnesiumhalten har minskat med tiden ($p < 0,001$).



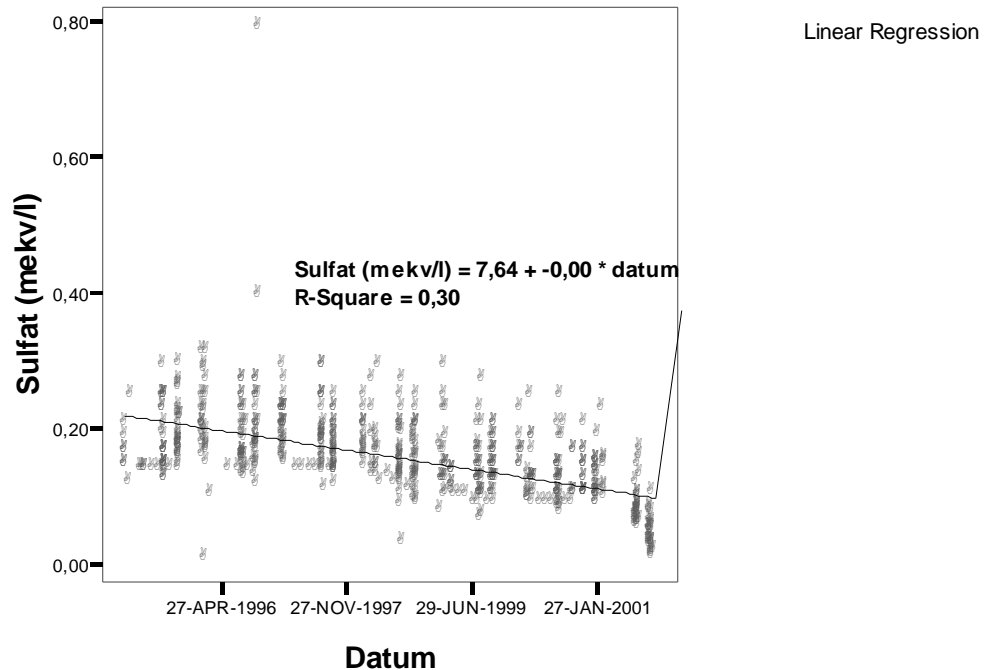
Figur 54. Natriumhalt i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att natriumhalten har minskat med tiden ($p < 0,001$).



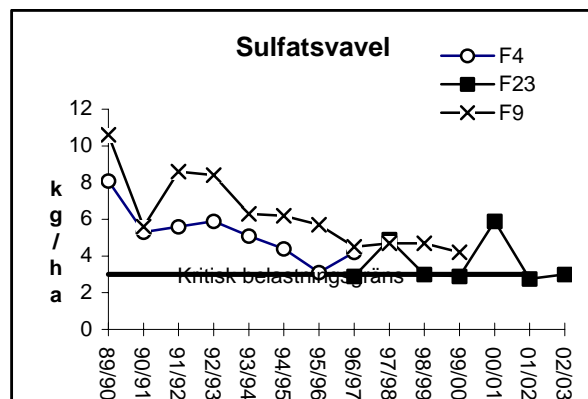
Figur 55. Kaliumhalt i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att kaliumhalten har minskat med tiden ($p < 0,001$).

I Figur 56. visas sulfathalten vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att sulfathalten har minskat med tiden ($p < 0,001$). Regressionsanalys av dataseten från respektive lokal visar att det finns en nedåtgående trend för sulfathalten vid 24 av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av sulfathalten vid övriga 3 lokaler (Tabell 12).

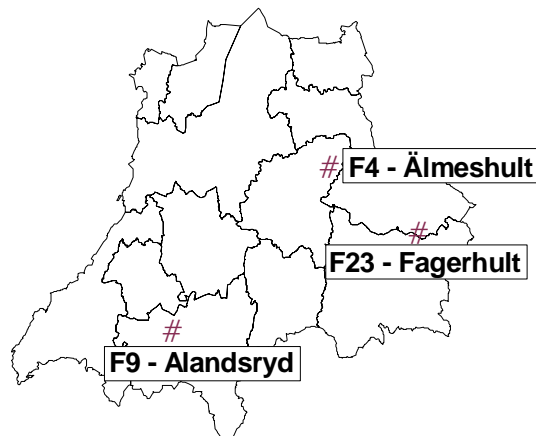
Sulfat tillförs primärt från luften genom deposition och anses vara den främsta orsaken till försurning. Depositionen av svavel har minskat under den tid som mätningar har pågått i Jönköpings län, 1989 – 2003 (IVL 2004 Rapport B1563), se Figur 57 och Figur 58. Markvattnets innehåll av sulfatsvavel har minskat på tre fjärdedelar av lokalerna i Götaland, vilket är en logisk följd av minskad svaveldeposition (IVL 2004 Rapport B 1563).



Figur 56. Sulfathalt i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att sulfathalten har minskat med tiden ($p < 0,001$).



Figur 57. Nedfall av sulfatsvavel (kg/ha och år) uppmätt på öppet fält vid stationerna F4 (Älmeskult), F9 (Alandsryd), och F23 (Fagerhult) i Jönköpings län. Naturligt svavel i form av havssalt är borträknat. Den kritiska belastningsgränsen för svavel och den förväntade miljömålnivån på belastningen i Götaland till år 2010 (3 kg svavel per ha och år) visas med fet linje.

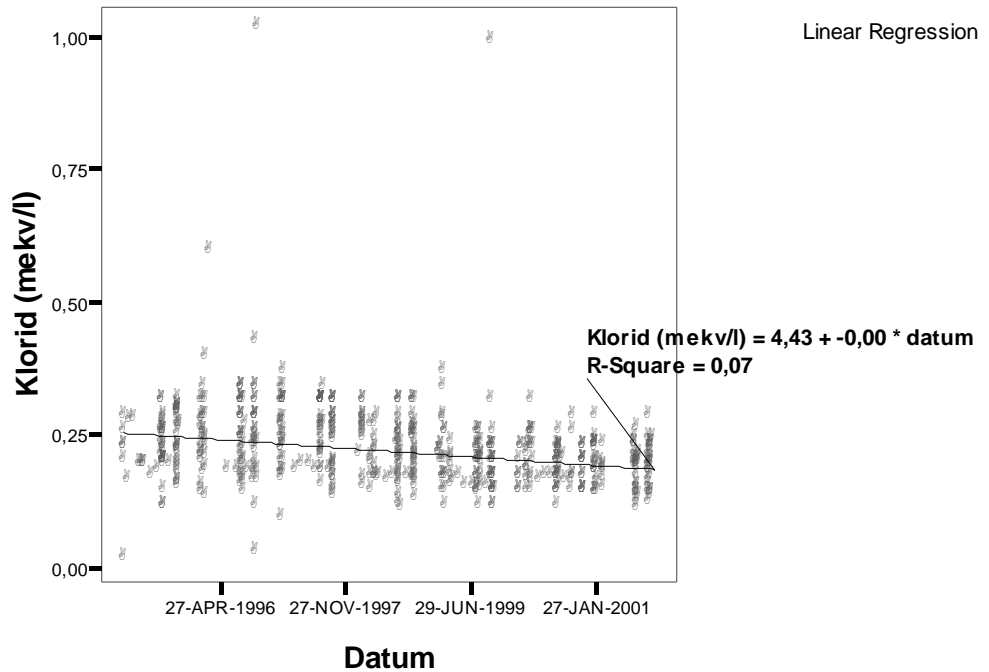


Figur 58. Tre av Jönköpings läns Luftvårdsförbunds mätstationer; F4 (Älmeshult), F9 (Alandsryd), och F23 (Fagerhult). År 2001/02 utfördes mätningar vid Alandsryd och Fagerhult, medan stationen Älmeshult avslutades 1997.

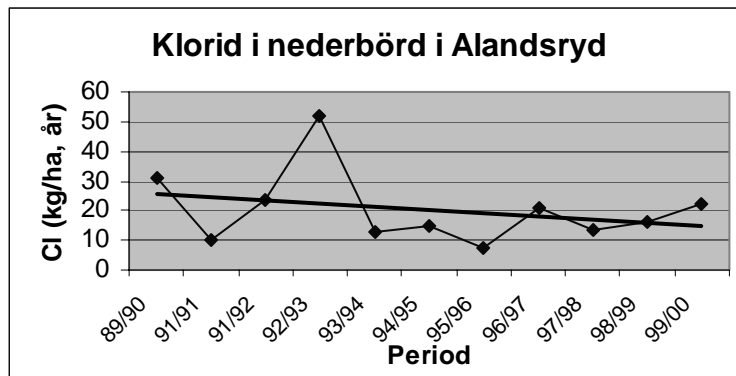
I Figur 59 visas kloridhalten vid samtliga 27 lokaler (25 sjöar) under tidsperioden 1995 – 2001. En analys av samtliga data visar att det finns ett signifikant samband för att kloridhalten har minskat med tiden ($p < 0,001$). Regressionsanalys av dataseten från respektive lokal visar att det finns en nedåtgående trend för kloridhalten vid 19 av lokalerna, medan det inte finns någon signifikant minskning eller ökning av kloridhalten vid övriga 8 lokaler (Tabell 12).

Depositionen av klorid varierar mellan åren. Under tidsperioden har 1989 – 2003 har nedfallet av klorid minskat i Alandsryd i Värnamo kommun, även om det är svårt att se en tydlig trend, se Figur 60. Den minskade depositionen av klorid har resulterat i att markvattnets innehåll av klorid har minskat i Alandsryd under tidsperioden 1989 – 2003 (Figur 61).

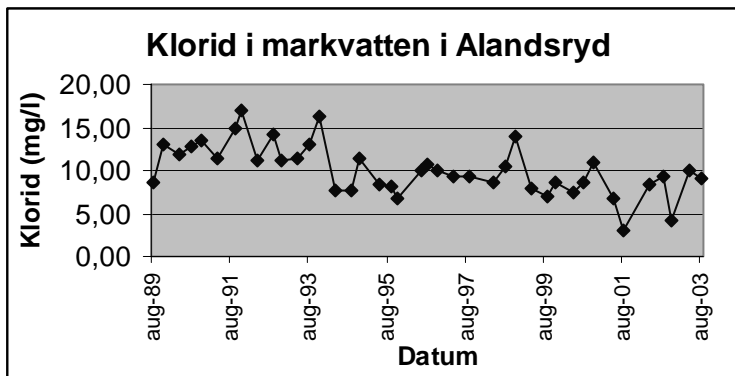
Klorid kommer från havssalt och naturliga episoder med havssaltsnedfall gör att framför allt natrium jonbyter med andra ämnen som sitter bundna till markpartiklarna (IVL 2004 Rapport B 1563). I skogsjordar som oftast är sura innebär det att vätejoner och aluminium under en viss tid tillförs markvattnet.



Figur 59. Kloridhalt i 27 sjöar som har haft provtagning tre gånger per år, utom Stengårdshultasjön där provtagning har skett åtta gånger per år, under perioden 1995 - 2001. Det finns ett signifikant samband att kloridhalten har minskat med tiden ($p < 0,001$).



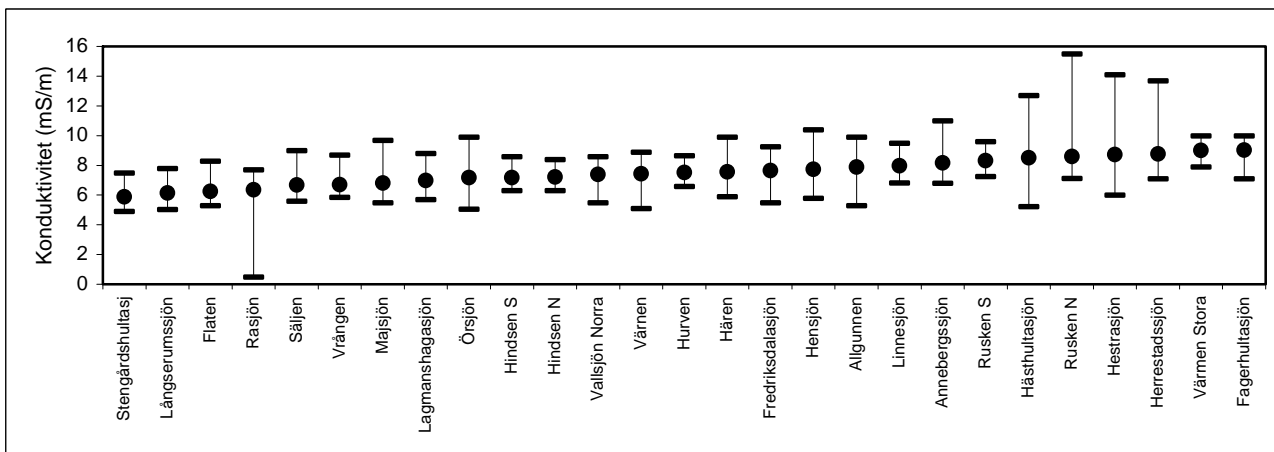
Figur 60. Nedfall av kloridjoner (kg/ha och år) uppmätt på öppet fält i Alandsryd (station F9) i Värnamo kommun.



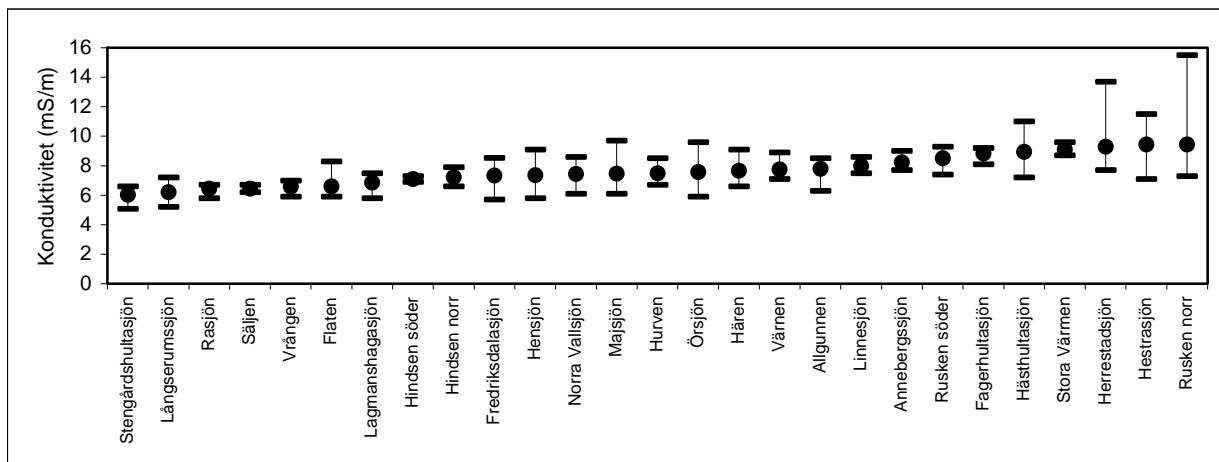
Figur 61. Klorid i markvatten i Alandsryd (station F9) i Värnamo kommun.

5.5.2 Tillstånd

Medelvärdena för konduktiviteten under tidsperioden 1995 – 2003 varierade mellan 6 och 9 mS/m sjöarna, se Figur 62.

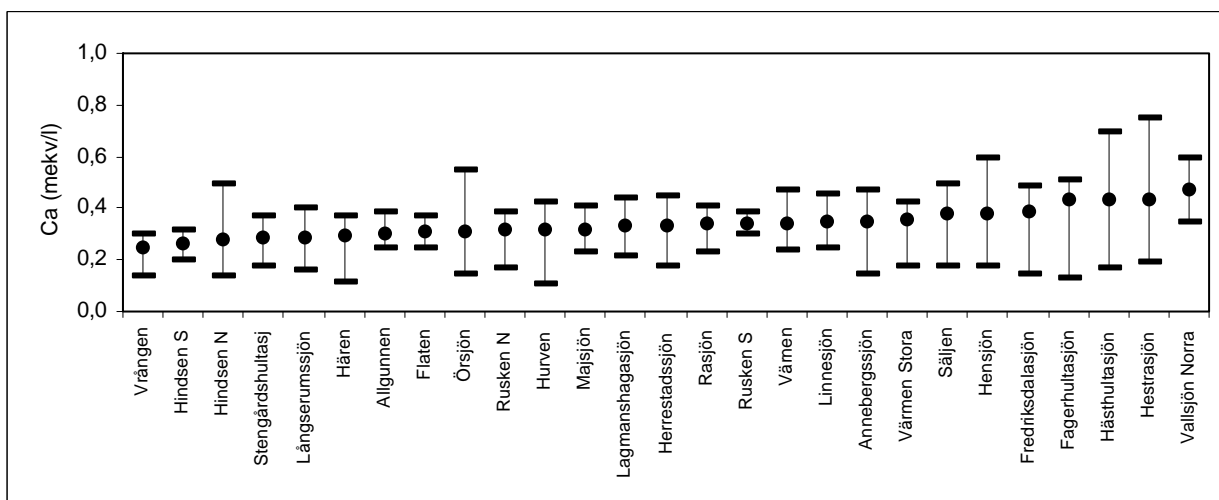


Figur 62. Medelvärden för konduktiviteten i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.

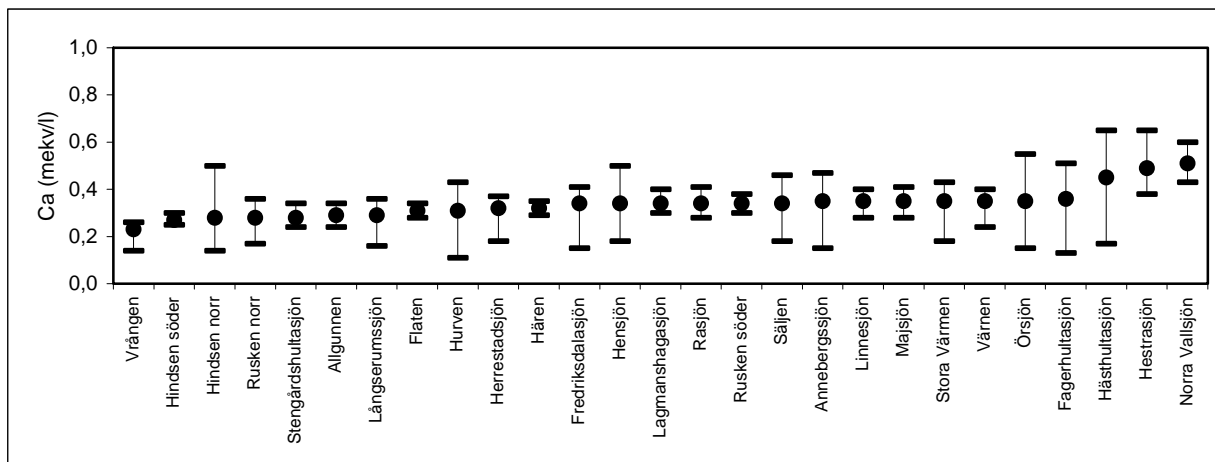


Figur 63. Augusti-medelvärden för konduktiviteten i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.

Medelvärdena för kalciumhalterna i sjöarna under perioden 1995 - 2001 varierar från knappt 0,25 mekv/l i Vrängen till 0,47 mS/m i Norra Vallsjön (Figur 64). Katjonerna, bl.a. kalcium, bidrar till alkaliniteten. Flera av sjöarna som har de högsta alkalinitetsvärdena har även de högsta kalciumhalterna och flera av sjöarna som har de lägsta alkalinitetsvärdena har även de lägsta kalciumhalterna. Detta samband gäller inte för alla sjöar, men det kan bero på att variationen i alkalinitet och kalcium inte är så stor mellan sjöarna. Detta beror sannolikt på att sjöarna är kalkningspåverkade och att kalkdoserna är anpassade för att ge ett "lagom" högt alkalinitetsvärde.

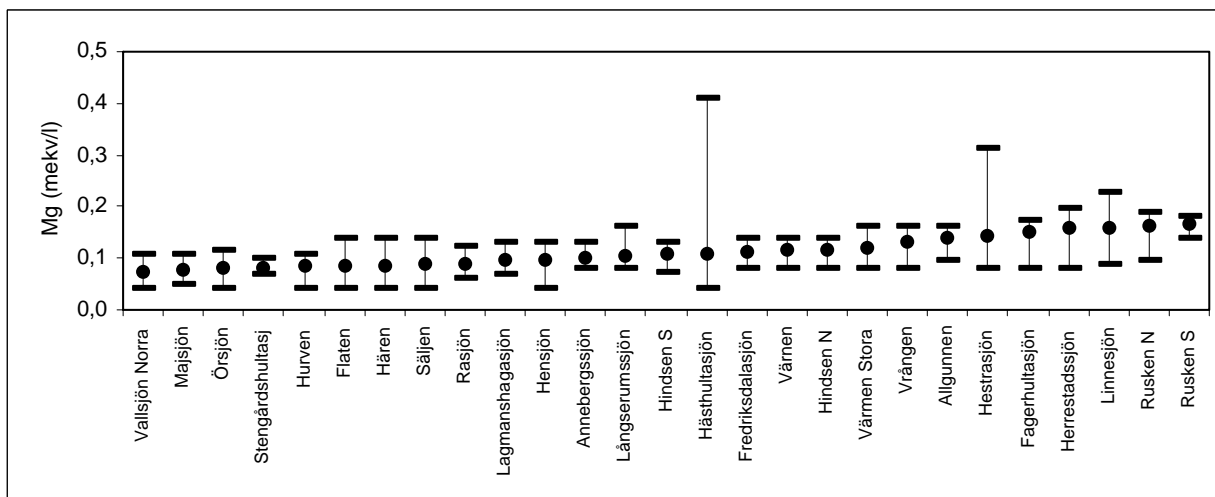


Figur 64. Medelvärden för kalcium (Ca) i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.

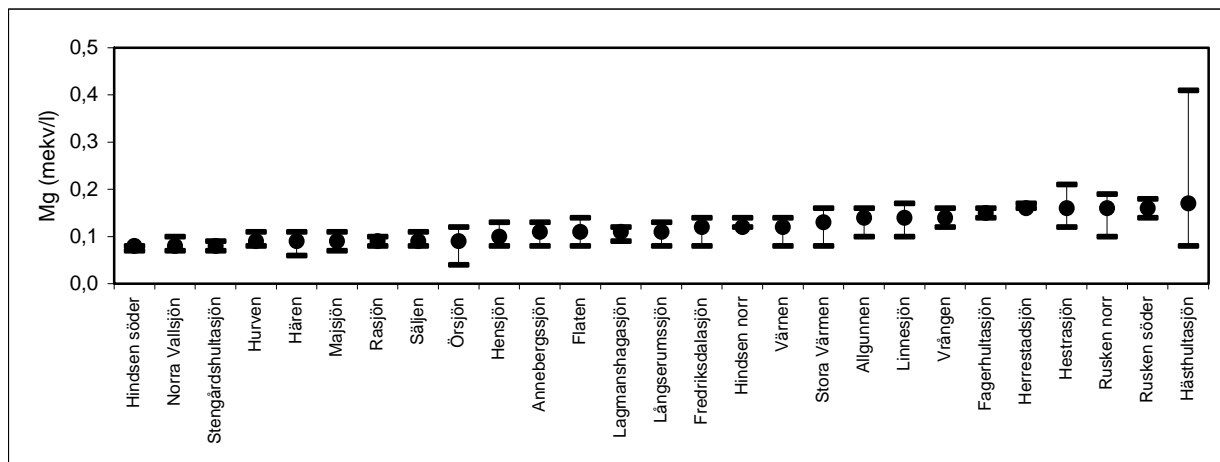


Figur 65. Augusti-medelvärden för kalcium (Ca) i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden

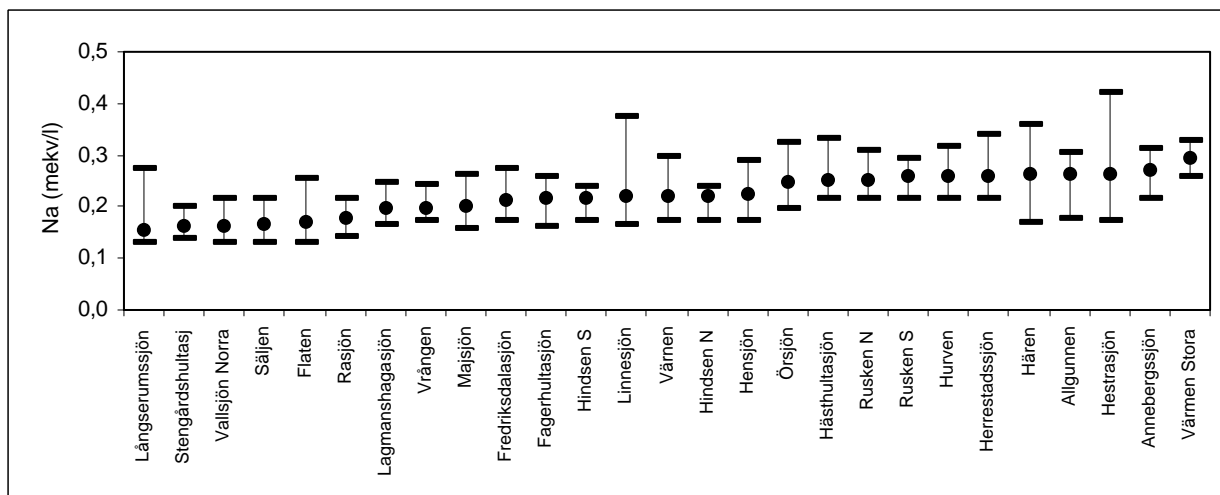
Samma tendens, d.v.s. att flera av sjöarna som har de högsta alkalinitetsvärdena har även de högsta kalciumhalterna och vice versa, kan inte ses för de övriga baskationerna magnesium, natrium och kalium (Figur 66 - Figur 71). Medelvärdena för magnesiumhalterna varierar mellan 0,07 mekv/l i Norra Vallsjön och 0,17 mekv/l i Rusken (södra lokalen). Medelvärdena för natriumhalterna varierar mellan 0,16 mekv/l i Långserumssjön och 0,29 mekv/l i Stora Värmen. Medelvärdena för kaliumhalterna varierar mellan 0,02 mekv/l i Fredriksdalsjön och 0,03 mekv/l i Herrestadsjön.



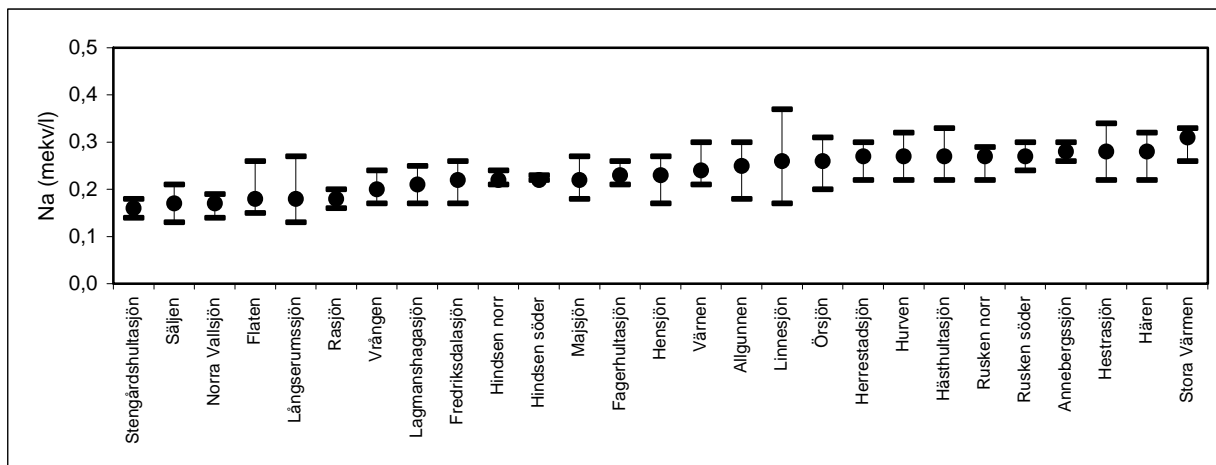
Figur 66. Medelvärden för magnesium (Mg) i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.



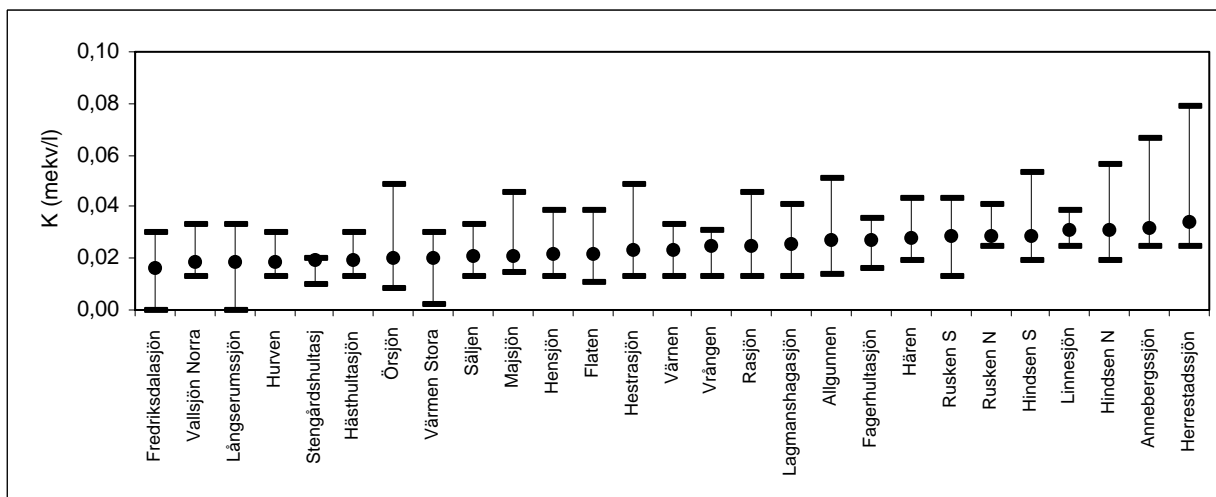
Figur 67. Augusti-medelvärden för magnesium (Mg) i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.



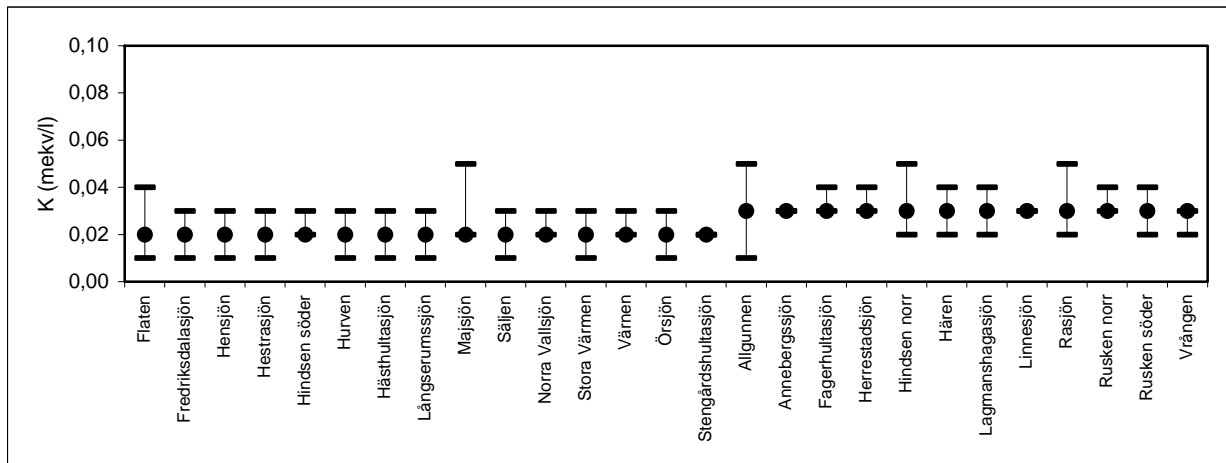
Figur 68. Medelvärden för natrium (Na) i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.



Figur 69. Augusti-medelvärden för natrium (Na) i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.

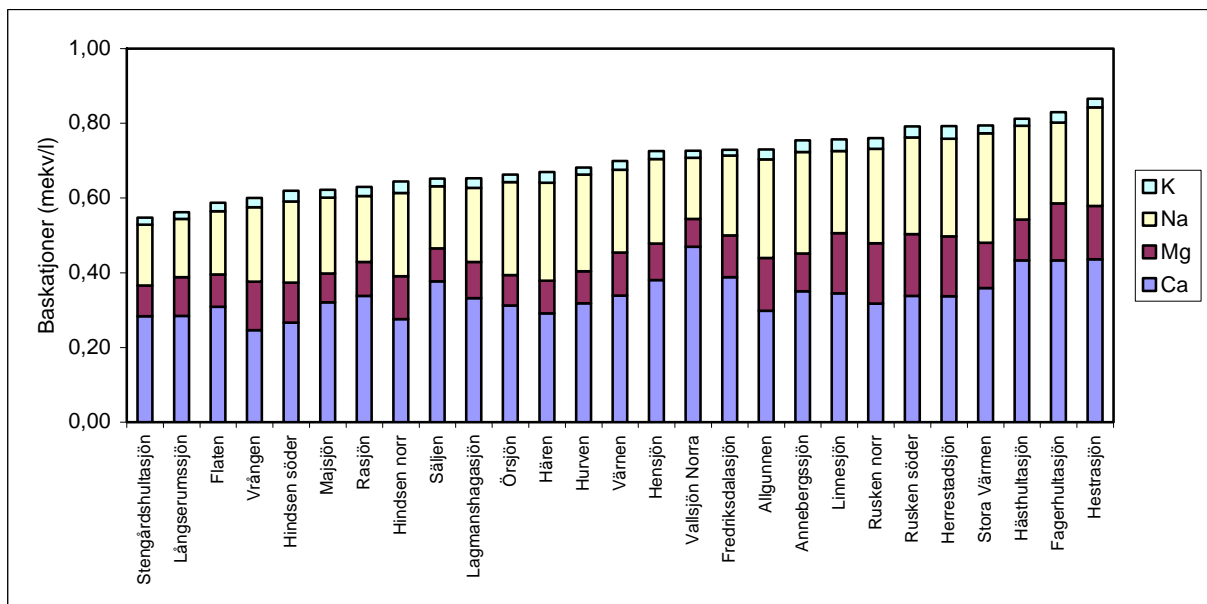


Figur 70. Medelvärden för kalium (K) i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.

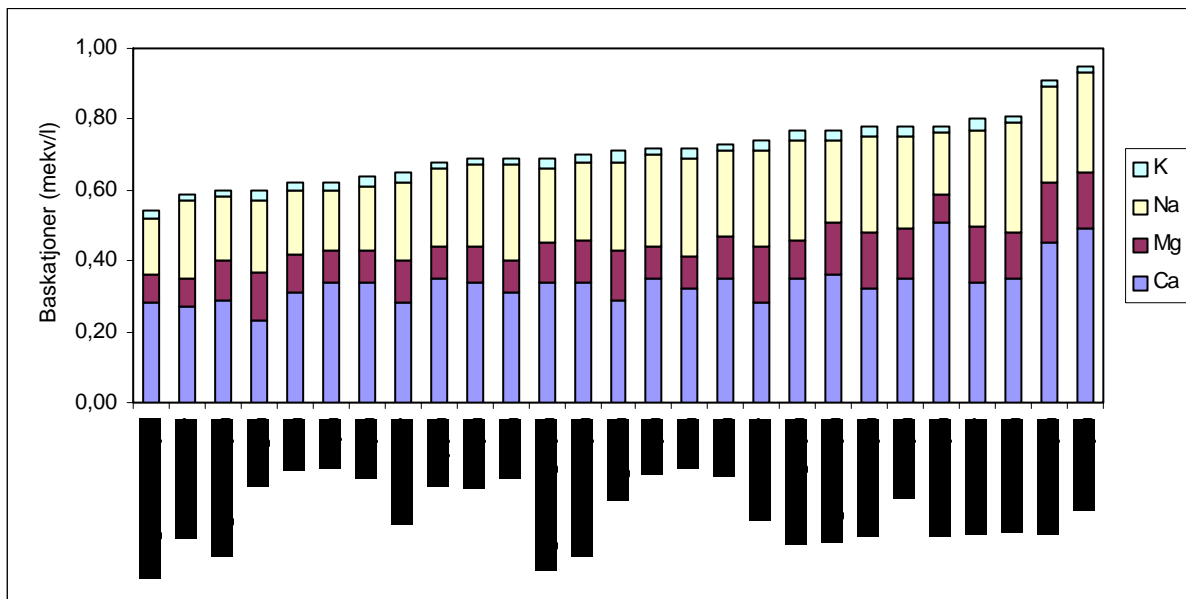


Figur 71. Augusti-medelvärden för kalium (K) i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.

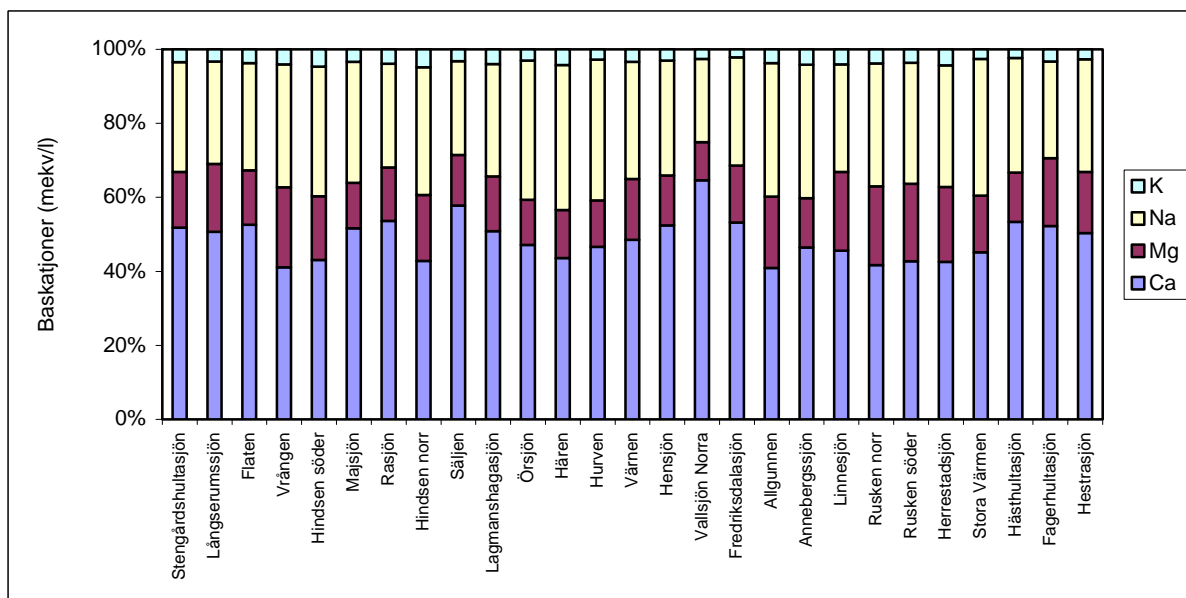
Medelvärdena för basketjonerna kalcium, magnesium, natrium och kalium under tidsperioden 1995 – 2001 visas i Figur 72. Medelvärdet av den totala basketjonhalten varierar från 0,55 mekv/l i Stengårdshultasjön till 0,87 mekv/l i Hestrasjön. Figur 74 visar procentuell fördelning mellan basketjonerna.



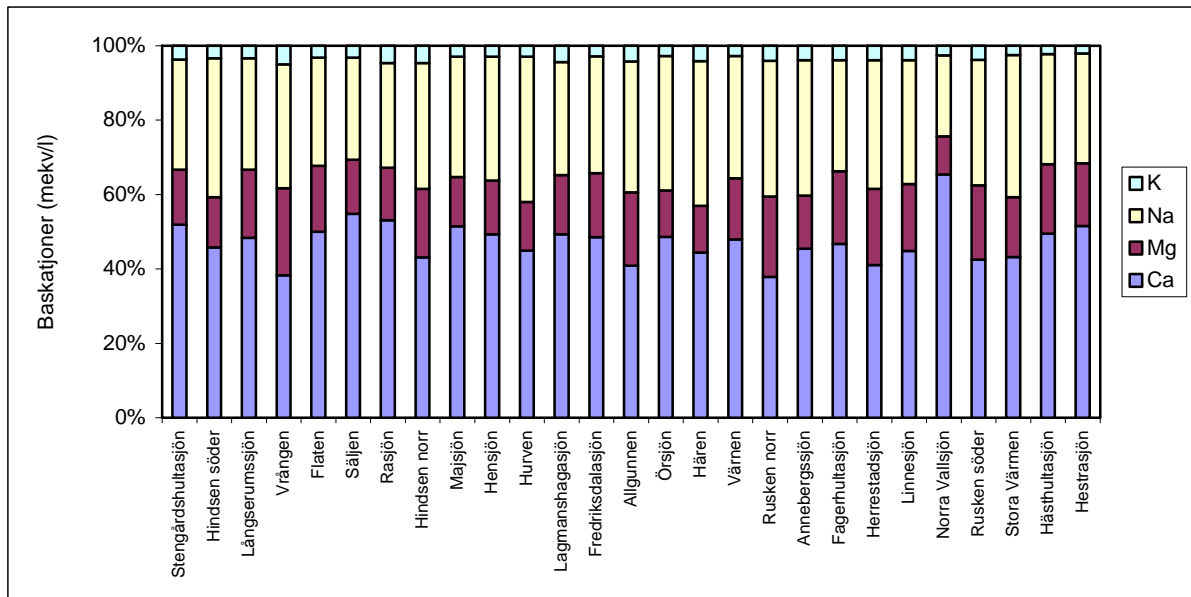
Figur 72. Medelvärden för halterna av kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg) och kalcium (Ca) i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.



Figur 73. Augusti-medelvärden för halterna av kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg) och kalcium (Ca) i ytvatten under perioden 1995-1999.

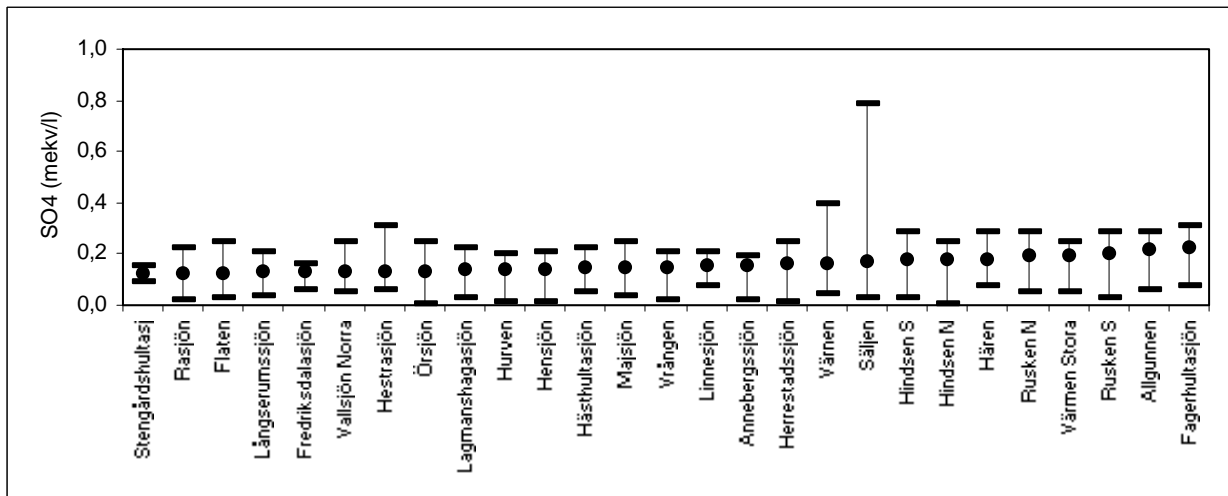


Figur 74. Fördelning av baskatjonerna i procent, beräknat utifrån medelvärden för halterna av kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg) och kalcium (Ca) i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år.

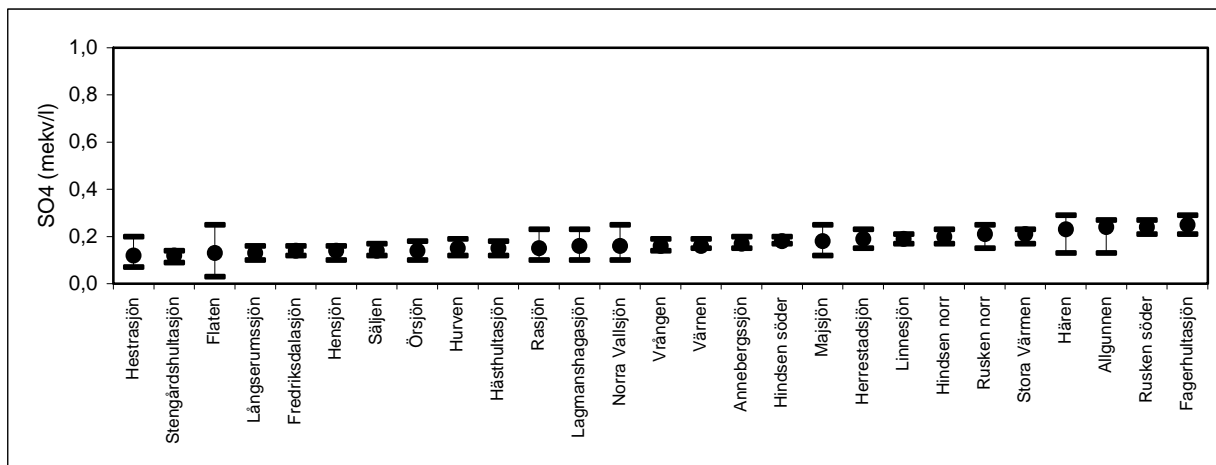


Figur 75. Fördelning av baskatjonerna i procent, beräknat utifrån augusti-medelvärden för halterna av kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg) och kalcium (Ca) i ytvatten under perioden 1995-1999.

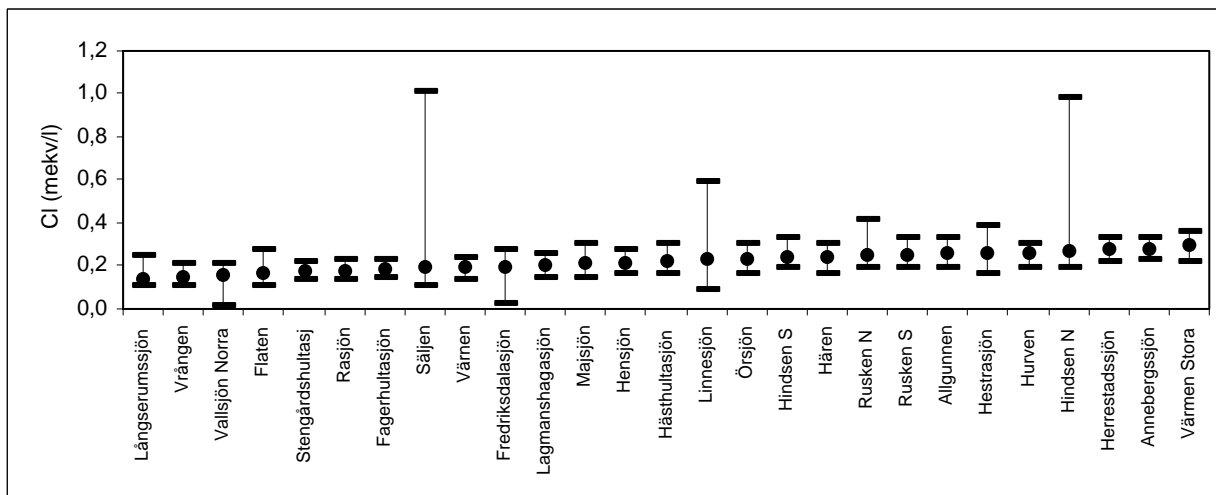
Den negativt laddade jonen sulfat (Figur 76) varierar mellan 0,12 mekv/l i Stengårdshultasjön och 0,22 mekv/l i Fagerhultasjön. Kloridhalten varierar mellan 0,14 mekv/l i Långserumssjön och 0,30 mekv/l i Stora Värmen (Figur 78).



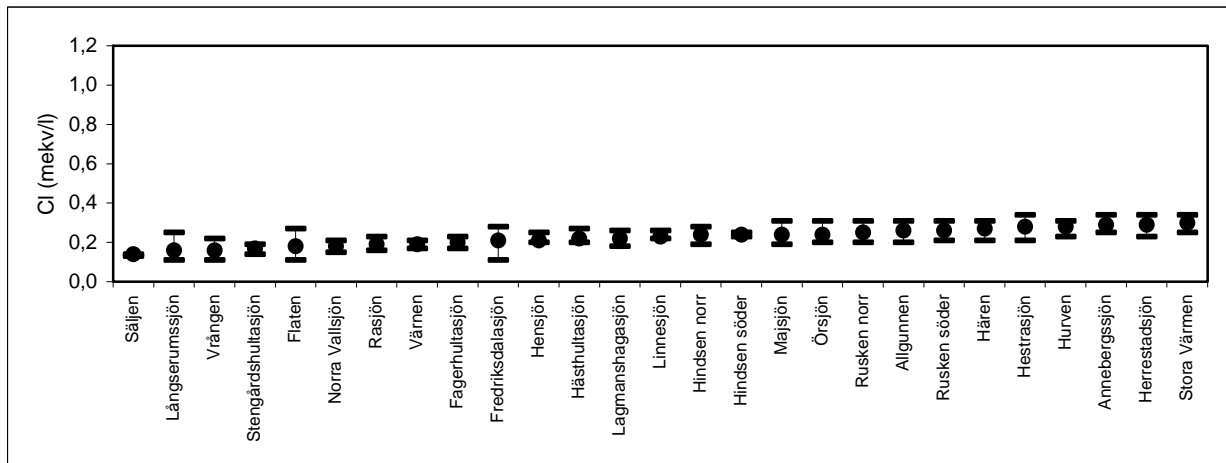
Figur 76. Medelvärden för sulfathalten (SO₄) i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.



Figur 77. Augusti-medelvärden för sulfathalten (SO₄) i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.



Figur 78. Medelvärden för kloridhalten (Cl) i ytvatten under perioden 1995-2001. Medelvärdena är beräknade utifrån mätningar tre gånger per år (i februari-mars, augusti och oktober), utom för Stengårdshultasjön där det finns åtta mätningar per år. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.



Figur 79. Augusti-medelvärden för kloridhalten (Cl) i ytvatten under perioden 1995-1999. Strecken anger minimi- respektive maximivärden.

6 Förslag till ytterligare utvärdering av sjöarna

Det finns flera saker som man skulle kunna titta vidare på i kommande utvärderingar av vattenkemin i de 25 sjöarna:

- Håller trenderna för näringsämnen, syretärande ämnen, ljusförhållanden, försurning samt konduktivitet och joner i sig under en längre tidsperiod, både bakåt i tiden där äldre data finns och framåt i tiden där mätningarna fortsätter.
- Finns andra samband än linjära samband?
- Vilken kalkdos, inkl. uppströms kalkning, har varje sjö fått genom tiderna?
- En jämförelse av trenderna i kalkade sjöar mot trenderna i okalkade referenssjöar.

7 Referenslista

IVL 2004. För Jönköpings läns Luftvårdsförbund. Övervakning av luftföroreningar i Jönköpings län. Resultat till och med september 2003. B 1563.

Länsstyrelsen i Jönköpings län 1995. Kalkeffektuppföljningsprogram för vattenkemiska och biologiska provtagningar. Meddelande 95/24.

Länsstyrelsen i Jönköpings län 2003. Åtgärdsplan 2003 – 2007. Regional åtgärdsplan för kalkningsverksamheten. Länsstyrelsen meddelande 2003: 35

Naturvårdsverket 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.