

RAPPORT 2003:7



LÄNSSTYRELSEN  
ÖSTERGÖTLAND

# Referenssjöar i Östergötland

-sammanställning av 20 års provtagningar

*Miljövårdsenheten 2003-06-18*



### **Faktaruta om publikationen**

<b>Titel:</b>	Referenssjöar i Östergötland - sammanställning över 20 års provtagningar
<b>Utgivare:</b>	Länsstyrelsen i Östergötland
<b>Beställningsadress:</b>	Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Östergötland, 581 86 Linköping
<b>Copyright:</b>	Innehållet i denna rapport får gärna citeras och refereras under förutsättning att källan uppges.
<b>Rapportens nummer:</b>	2003: 7
<b>ISBN:</b>	91-7488-079-9
<b>Upplaga:</b>	50 papper samt PDF på hemsidan <a href="http://www.e.lst.se">www.e.lst.se</a>

# Sammanfattning

Rapporten är en sammanställning och utvärdering av de kemiska data som tagits fram genom det nationella och det regionala miljöövervakningsprogrammet för referenssjöar i Östergötland. I programmet ingick fram till 2001 åtta sjöar, tre nationella och fem regionala men sedan 2002 ingår bara tre regionala sjöar. Knutet till programmet finns även tre vattendrag som emellertid inte utvärderas här. För de sjöar där en utvärdering av biologiska data finns har dessa kortfattat redovisats.

Bland sjöarna är det Stensjön, Sjögarpesjön och Glimmingen som har det högsta pH:t och den bästa buffertkapaciteten. Samtliga dessa ligger i den sydvästra delen av länet. Gryten, Öjsjön och Skärgölen är svagt sura sjöar med god buffertkapacitet. Bleklången är måttligt sur medan Grissjön är mycket sur med ingen eller mycket liten buffertkapacitet. De båda senaste sjöarna ligger i länets nordvästra del.

När det gäller näringsvariabeln totalkväve visar det sig att alla sjöarna har haft en måttligt hög halt under sommarsäsongen det senaste provtagningsåret. Totalfosforhalten under augusti de senaste tre uppmätta åren är låg för Glimmingen, Grissjön, Skärgölen och Stensjön men måttligt hög för de andra. I samtliga sjöar råder tydlig fosforbegränsning, denna är dock mest uttalad i Glimmingen, Grissjön och Stensjön.

Sjöarna Bleklången, Grissjön och Gryten som alla ligger i den norra delen av länet uppvisar ett tydligt cykliskt mönster i halterna av kalcium-, magnesium-, kalium-, natrium-, sulfat och kloridjoner över åren. Halterna minskade under mitten på 80-talet, ökade fram till 1993 och minskade sedan igen. Skiftande nederbörds mängder ligger närmast till hands som förklaringsmodell. Dock kan minskningen av sulfathalten i sjöarna sedan början av 90-talet relateras till de andra referenssjöarna i länet och i landet. Minskningen kan förklaras med en väl dokumenterad minskning av utsläpp av svavelhaltiga och försurande föreningar, både i Sverige och övriga Europa. En höjning av pH och alkalinitet i sjöarna har dock endast observerats i Öjsjön och Gryten.

I utvärderingen har ingen signifikant trend vad gäller kväve och fosforbelastningen i sjöarna kunnat fastställas. Kvävehalter varierar dock avsevärt under året vilket försvårar trendanalyser. Det kan därför inte uteslutas att totalkvävehalten ökat något i Skärgölen, Grissjön och Öjsjön under perioden.

De mest humösa sjöarna Stensjön och Bleklången anses mindre lämpliga som miljöövervakningssjöar på grund av sina välbuffrade system mot förändringar i både syra och näringsbelastning. Även Gryten är starkt humös och dessutom olämplig som referenssjö på grund av ett stort sommarstugeområde längs med södra stranden.

<b>INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
REFERENSSJÖPROGRAMMET .....	6
<i>Historia</i> .....	6
<i>Nuvarande program</i> .....	6
BAKGRUND.....	8
<i>Försurning</i> .....	8
<i>Övergödning</i> .....	8
METOD .....	9
<b>RESULTAT</b> .....	<b>12</b>
TILLSTÅNDSBEDÖMNING .....	12
TRENDER .....	14
<i>Reflektion över programmet</i> .....	16
<b>BLEKLÅNGEN</b> .....	<b>16</b>
SAMMANFATTNING.....	16
KEMI.....	17
<i>Försurning</i> .....	17
<i>Övergödning</i> .....	18
BIOLOGI.....	18
<i>Växtplankton</i> .....	18
<i>Bottenfauna</i> .....	18
ÖVRIGT.....	18
<b>GLIMMINGEN</b> .....	<b>19</b>
SAMMANFATTNING.....	19
KEMI.....	19
<i>Försurning</i> .....	20
<i>Övergödning</i> .....	20
BIOLOGI.....	20
<i>Växtplankton</i> .....	20
<i>Bottenfauna</i> .....	20
ÖVRIGT.....	20
<b>GRISSJÖN</b> .....	<b>21</b>
SAMMANFATTNING.....	21
KEMI.....	21
<i>Försurning</i> .....	22
<i>Övergödning</i> .....	22
<i>Metaller i Sediment</i> .....	23
BIOLOGI.....	23
<i>Plankton</i> .....	23
<i>Bottenfauna</i> .....	23
<i>Fisk</i> .....	24
<b>GRYTEN</b> .....	<b>24</b>
SAMMANFATTNING.....	24
KEMI.....	25

<i>Försurning</i> .....	25
<i>Övergödning</i> .....	25
<i>Metaller i sediment</i> .....	26
BIOLOGI .....	26
ÖVRIGT .....	26
<b>SJÖGARPEJÖN .....</b>	<b>26</b>
SAMMANFATTNING .....	26
KEMI .....	27
<i>Försurning</i> .....	27
<i>Övergödning</i> .....	28
BIOLOGI .....	28
<i>Växtplankton</i> .....	28
<i>Bottenfauna</i> .....	28
<b>SKÄRGÖLEN .....</b>	<b>28</b>
SAMMANFATTNING .....	28
KEMI .....	29
<i>Försurning</i> .....	30
<i>Övergödning</i> .....	30
<i>Metaller i Sediment</i> .....	30
BIOLOGI .....	31
<i>Växtplankton</i> .....	31
<i>Bottenfauna</i> .....	31
<i>Fisk</i> .....	31
<b>STENSJÖN .....</b>	<b>32</b>
SAMMANFATTNING .....	32
KEMI .....	32
<i>Försurning</i> .....	33
<i>Övergödning</i> .....	33
BIOLOGI .....	33
<i>Växtplankton</i> .....	33
<i>Bottenfauna</i> .....	34
<b>ÖJSJÖN.....</b>	<b>34</b>
SAMMANFATTNING .....	34
KEMI .....	35
<i>Försurning</i> .....	35
<i>Övergödning</i> .....	35
BIOLOGI .....	36
<i>Växtplankton</i> .....	36
<i>Bottenfauna</i> .....	36
<i>Övrigt</i> .....	36
<b>TACK .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERENSER.....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURER .....</b>	<b>38</b>

# Inledning

Syftet med denna rapport är att sammanställa och utvärdera de vattenkemiska resultaten inom det nationella och regionala miljöövervakningsprogrammet för referenssjöar i Östergötland fram till år 2002. För varje sjö finns en beskrivning av sjöns kemiska status och eventuella trender samt en kortfattad resumé om de biologiska resultat som framkommit genom denna samt andra rapporter.

## Referenssjöprogrammet

### Historia

1983 startade ett vattenkemiskt analysprogram för 160 referenssjöar, eller tidsseriesjöar, i Sverige. Programmet skulle komplettera Programmet för övervakning av Miljökvalitet (PMK) men finansieras med medel från kalkningsverksamheten. Programmet skulle visa mellanårsvariationer i opåverkade sjöar och finna trender orsakade av försurnings och luftföroreningspåverkan. Sjöarna som valdes ut skulle vara försurningskänsliga och således ha låg alkalinitet (mellan 0 och 0,2 meq/L). De skulle också vara mellan 0,1 och 5 km<sup>2</sup> stora, ha en färg mellan 0 och 100 mg Pt/L samt ha "normal" markanvändning i avrinningsområdet utan direkt störning på vattenkvaliteten. Nationellt blev Östergötlands län representerat med tre sjöar, Gryten, Skärgölen och Grissjön. Av dessa sjöar hade Gryten och Skärgölen ingått i det regionala miljöövervakningsprogrammet för sjöar, Sommarprovtagningen, sedan 1975 respektive 1982. Regionalt kompletterade Östergötlands Länsstyrelse programmet med sjöarna Öjsjön och Bleklången. Bleklången hade, precis som Gryten och Skärgölen, redan provtagits genom Sommarprovtagningen sedan 1970.

Länsstyrelsens regionala miljöövervakningsprogram för referenssjöarna utökades 1996 med Stensjön, Glimmingen och Sjögarpesjön. Både Glimmingen och Sjögarpesjön hade redan provtagits genom Sommarprovtagningen sedan 1970. Vid valet av sjöar lades denna gång tonvikt inte bara på försurning utan också på antropogen påverkan i form av näring och miljögifter. Sjöarna skulle tillsammans med kalkreferenssjöarna representera olika buffringskapaciteter i länet. Dessa sjöar ligger således, till skillnad från de nationella referenssjöarna, i den södra delen av länet.

### Nuvarande program

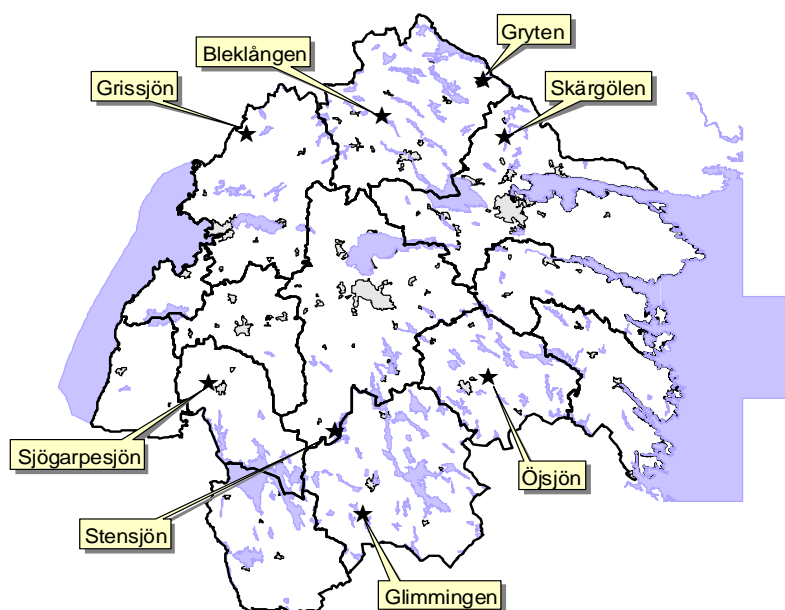
Mellan 1986 och 2001 fanns sammanlagt 8 sjöar med i det nationella och det regionala programmen för referenssjöar (Tabell 1 och Figur 1). Samtliga dessa 8 sjöar utvärderas i föreliggande rapport. Sedan 2002 provtas dock, förutom de tre nationellt bekostade referenssjöarna, enbart tre regionalt bekostade sjöar i länet: Öjsjön, Bleklången och Glimmingen.

Basprogrammet inkluderar vattenkemi fyra gånger per år (april, juni, augusti och oktober). Det kemiska provtagningsprogrammet har dock varierat genom åren, vissa år har tex. mer intensiva studier gjorts med provtagning varje månad eller på flera olika djup. Sedan 1986 provtas växtplankton och bottenfauna en gång per år (augusti) i de nationella referenssjöarna Gryten, Skärgölen och Grissjön. I de regionala sjöarna är den biologiska provtagningen mer sporadisk. Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) gör samtliga vatten-, bottenfauna- och växtplanktonanalyser. Länsstyrelsen står för

samtliga provtagningar. Sjön Skärgölen provfiskas regelbundet i juli/avg av Fiskeriverket.

Tabell 1. Östergötlands läns referenssjöar, om sjön är med i det nationella eller regionala provtagningsprogrammet samt vilka parametrar som provtas.

Sjönamn	Provtagningsprogram	Kommun	Start	Vattenkemi	Växtplankton	Sediment	Bottenfauna	Fisk	Avslutade	Lodade
<b>Bleklången</b>	Regionalt	Finspång	1983	X	X		X			2003
<b>Glimmingen</b>	Regionalt	Kinda	1996	X	X		X			2003
<b>Grissjön</b>	Nationellt	Motala	1983	X	X	X	X			1996
<b>Gryten</b>	Nationellt	Finspång	1983	X	X	X	X			2003
<b>Sjögarpesjön</b>	Regionalt	Boxholm	1996	X	X		X		2001	
<b>Skärgölen</b>	Nationellt	Norrköping	1983	X	X	X	X	X		1996
<b>Stensjön</b>	Regionalt	Linköping	1996	X	X		X		2001	
<b>Öjsjön</b>	Regionalt	Åtvidaberg	1983	X	X		X			



Figur 1. Östergötlands läns samtliga referenssjöar 2001.

## **Bakgrund**

### **Försurning**

De första effekterna av försurning av sjöar och vattendrag uppmärksammades i början av 1970-talet. Sedan dess har allt fler vatten drabbats och försurningen utgör idag ett av våra största miljöproblem. Orsaken är främst nedfallet av svavelföreningar, men även kväveföreningar spelar en allt större roll. Det är vanligtvis klara och näringsfattiga vatten i trakter med svårvittrat urberg, tunna och svagbuffrande jordarter och ett litet inslag av jordbruksmark som drabbas. De kemiska effekterna av försurning i en sjö är minskning av alkalinitet och pH-värden. Alkalinitet är ett mått på koncentrationen av vätekarbonatjoner ( $\text{HCO}_3^-$ ) i vattnet, det vill säga mängden joner som kan neutralisera de sura vätejonerna. pH och alkalinitet följer varandra men pH uppvisar betydligt större skiftningar under året än alkalinitet.

En försurad sjö går ofta igenom tre faser:

1. Utgångsläget stabilt pH och en alkalinitet som buffrar men som långsamt sjunker. pH fluktuerar och alkaliniteten sjunker under 0,05 mekv/L.
2. Sjön påverkas påtagligt av surstötarna på våren. Karbonatbuffringen är slut och pH svänger allt kraftigare.
3. Halten fritt aluminium stiger i sjön. En försurad sjö kan bli näringsfattig därför att höga halter av aluminium binder sjöns fosfater.

De kemiska förändringarna som försurningen orsakar bidrar till biologiska effekter som generellt medför att antalet växt- och djurarter i vattnet sjunker. Försurningskänsliga bottendjur såsom snäckor, musslor och kräftdjur börjar minska i antal redan vid pH-värden kring 6. Vid lägre pH-nivåer börjar känsliga fiskarter försvinna, och sjöar med pH-värden kring 4,5 kan vara helt fisktomma (Bernes, 1991). I riktigt sura sjöar dominerar ofta vitmossa på bottenarna.

Östergötland tillhör inte de hårdast försurningsdrabbade länen i Sverige. Till stor del beror det på förhållandevis små nederbördsmängder och på kalkhaltiga jordar i stora delar av länet. I länets norra skogsbygder och även till viss del i de södraste delarna av länet är dock försurningsproblemet påtagligt och det är också till dessa områden som länets kalkningsverksamhet är förlagd.

### **Övergödning**

Produktion av växter i sötvatten, dvs. vattnets primärproduktion, styrs i hög grad av tillgången på fosfor och kväve. I de flesta sjöar är fosfor det mest begränsande ämnet. Igenväxning av sjöar är delvis en naturlig process genom att döda växter och djur faller till botten och successivt grundar upp sjöarna vilket medför att vegetation kan kolonisera nya bottenar och växa ut över en krympande vattenspegel. En ökad tillförsel av fosfor och kväve innebär dock en ökad tillväxt av växter, både i form av växtplankton och högre växter. Ju mer näring som tillförs desto snabbare går igenväxningen. Detta innebär att sjöar i trakter med näringsrika och lättvittrade jordarter ofta har en långt gången naturlig igenväxning. På många håll har dock människan drastiskt påskyndat processen vilket medför att sjöarna eutrofieras, övergöds. Utsläpp av otillräckligt renat avloppsvatten och läckage från åkermark är de viktigaste orsakerna, men även sjösänkningar spelar ofta en viktig roll i den antropogena övergödningen.



Övergödning av sjöar leder till att sjöns ekosystem rubbas. Ett fåtal arter blir dominerande och frekvensen av algblomningar ökar, med grönt och grumligt vatten som följd. Då kväve-fosforkvoten i en sjö är låg är det vanligt att cyanobakterier (blågrönalger) massutvecklas vilket kan innebära problem med alggifter.

Övergödning är ett av Östergötlands största miljöproblem. Det är läckage av näringsämnen från jordbruksmark som svarar för den största tillförseln av gödande ämnen till länets inlands- och kustvatten (Länsstyrelsen Östergötland, 2003). De kommunala reningsverken och cellulosaindustrierna tillsammans med bristfälliga enskilda avlopp svarar också för en betydande påverkan. Luftnedfallet av kväveföreningar överskrider i hela länet den så kallade kritiska belastningsgränsen och påverkar därmed också näringstillståndet.

Bedömning av övergödningen i sjöar kan göras utifrån totalfosforhalt (Tot-P), totalkvävehalt (Tot-N) och kvävefosforkvoten (N/P-kvoten). Fosfor föreligger i vatten antingen organiskt bundet eller som fosfat ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ). Förutom som kvävgas ( $\text{N}_2$ ) förekommer kväve i vatten antingen som organiskt bundet kväve eller som lösta salter. De senare utgörs av nitrat, nitrit och ammonium. Kvoten mellan halterna av totalt kväve och totalt fosfor beskriver den relativa betydelsen av dessa ämnen och visar potentialen för massutveckling av blågrönalger (Naturvårdsverket, 2002).

## **Metod**

Utvärderingen av de kemiska parametrarna bygger på data från 1983 respektive 1996 till 2002 (Tabell 1). Samtliga kemiska grunddata finns att hämta hos SLU på <http://www.ma.slu.se/>. Biologiska data för de nationella sjöarna finns hos SLU utom fiskdata som finns hos Fiskeriverket på <http://www.fiskeriverket.se/>.

## **Undersökta parametrar**

Syftet med utvärderingen är att kartlägga försurningen samt övergödningen i länets referenssjöar. Redovisade parametrar har därför valts ut för att främst spegla dessa effekter i sjöarna:

*pH* är ett mått på antalet vätejoner i vattnet.

*Alkalinitet (Alk)* är vattnets vätekarbonathalt och ett mått på vattnets förmåga att neutralisera syror. Varje halvering av alkaliniteten motsvarar en fördubbling av vätejonhalten, dvs en pH-sänkning med 0,3 (Bernes, 1991).

*Siktdjupet (Sp)* i vattnet kan ses som ett allmänt mått på dess genomskinlighet. Både färg och grumlighet kan reducera siktdjupet.

*Totalt organiskt material (TOC)* är ett mått på mängden organiskt material i vattnet.

*Sulfat ( $\text{SO}_4$ )* är lösligt i vatten. Sulfat tillförs vatten antingen via deposition från antropogena utsläpp och havssalt eller som vittring från jordar. Den naturliga halten beror på närheten till havet samt jordarternas sammansättning i avrinningsområdet och är högre i kalk och skifferpåverkade områden (Wilander, 1997). Antropogent sulfat tillförs sjöar främst som försurande svavelsyra.

*Kloridjoner (Cl)* löser ut från marken med andra negativa joner såsom sulfat men det mesta av den klorid som idag finns i svenska sjöar härstammar från havet. Antingen har det blivit kvar när havet sänkte sig eller så kommer det som "sea spray" med havsvindar.

*Kalcium (Ca), Kalium (K), Natrium (Na) och Magnesium (Mg)* är de viktigaste kationerna i sötvattenssystem. De utgör tillsammans med anjonerna sulfat och klorid samt mindre mängder av andra joner, vattnets samlade konduktivitet eller ledningsförmåga. De urlakas från marken av sur nederbörd, vilket gör att vattnets hårdhet ökar i ett initialskede av försurningen.

*Aluminium (Al)* i vatten beror ofta på försurning i mark. Normalt är aluminium inte lösligt, men vid pH-värden ner mot 4 ökar lösligheten starkt och aluminium tillförs då sjöarna via surt grundvatten. Aluminium, framförallt det oorganiska aluminiumet  $Al^{3+}$  och hydroxialuminiumjoner är mycket giftigt för biota (Bernes, 1991). För lax, elritsa och mört sätts den kritiska nivån till 30  $\mu g$  oorganiskt aluminium per liter (Naturvårdsverket, 2002).

*Fosfor (Tot-P)* är i form av fosfater en betydelsefull närsalt och nödvändig för organismers energiomsättning. I sötvatten är fosfathalten ofta en begränsande faktor för tillväxt av växter och plankton. Sjöar i försurade områden har ofta fosforbrist. Försurningen löser ut aluminium till mark och sjövattnet, där det reagerar med fosfat och bildar olösligt aluminiumfosfat ( $AlPO_4$ ) (Bernes, 1991).

*Kväve (Tot-N)* i akvatiska system består till största delen av kvävgas ( $N_2$ ). Andra viktiga lösta kväveformer är nitrat ( $NO_3^-$ ), nitrit ( $NO_2^-$ ), ammonium ( $NH_4^+$ ), urea ( $CO([NH_2])_2$ ) och lösta organiska föreningar. Alla former av kväve varierar typiskt med säsongen. Oorganiskt kväve har en topp under vårvintern och organiskt kväve har en maximal halt under sommaren.

*Ammonium ( $NH_4^+$ )* är den form av kväve som lättast tas upp av växter men har en väldigt snabb omsättningstid. Ämnet utsöndras av djur i vattnet och recirkuleras och tas snabbt upp av växter och alger igen. I oligo- och mesotrofa sjöar brukar ammonium finnas i mycket låga koncentrationer under vår och sommar för att sen öka under höstcirkulationen. I istäckta sjöar kan högre koncentrationer finnas kvar fram till våren då alg tillväxten börjar.

*Nitrat ( $NO_3^-$ )* är en vanlig form av oorganiskt kväve i sötvatten. *Nitrit ( $NO_2^-$ )* som är en partiellt reducerad form av nitrat finns dock ofta i väldigt låga koncentrationer. Båda formerna är tillgängliga för växter men upptaget kräver energi och är långsammare än upptaget av ammonium. Precis som för ammonium så stiger nitrathalten under höst och vintern med en topp framåt vårkanten för att sedan sjunka under sommaren.

*N/P-kvot* är kvoten mellan totalt kväve och totalt fosfor i vattnet. Om balansen är förskjuten mot ett kvävereglerat system finns risk att kvävefixerande bakterier/blågröna alger vilka kan omvandla kvävgas till ammonium tillväxer snabbt i vattnet - algblooming.

## Trender

För trendstudier har data delats in i 3 säsonger, vår (mars + april), sommar (maj till september) och höst (oktober + november). Vissa år och säsonger bygger medelvärdena på bara en analys och ibland bygger de på flera. Data för flera djup har sorterats bort till förmån för ytprover (0,5 m). Antal analyser för varje sjö som medelvärdena bygger på finns angivet i Tabell 2. Trendanalyser med 95% konfidensintervall har gjorts med Excel 2000.

**Tabell 2. Antal analysvärden per säsong som ligger bakom värdena för trendanalyser i alla utvärderade sjöar.**

År	Säsong	Bleklången	Glimmingen	Grissjön	Gryten	Sjögarpesjön	Skärgölen	Stensjön	Öjsjön
1983	sommar	1		1	1		1		1
1984	sommar	1		2	1		1		1
	vår	1		1	2		2		2
1985	höst			1					1
	sommar	1		1	1		1		1
	vår	1		1	1		1		1
1986	höst	1		1	1		1		1
	sommar	1		1	1				
	vår	1		1	1		1		1
1987	höst	1		1	1		1		1
	sommar	1		1	1		1		1
	vår	1		1	1		1		1
1988	höst	1		1	1		2		1
	sommar	1		5	1		6		1
	vår	1			1		1		1
1989	höst	1		1	1		1		1
	sommar	1		5	1		5		1
	vår	1		2	1		1		1
1990	höst	1		1	1		1		1
	sommar	1		5	1		5		1
	vår	1		2	1		2		1
1991	höst	1		1	1		1		1
	sommar	1		5	1		5		1
	vår	1		2	1		2		1
1992	höst	1		1	1		1		1
	sommar			5			5		1
	vår	1		2	1		2		1
1993	höst	1		1	1		1		1
	sommar	1		5	1		5		1
	vår	1		2	1		1		1
1994	höst	1		1	1		1		1
	sommar	1		5	1		5		1
	vår	1		2	1		1		1
1995	höst	1		1	1		1		1
	sommar			4	1		4		1
	vår			1	1		1		1
1996	höst	1	1	1	1		1	1	1
	sommar	1	1	2	2	1	2	1	2
	vår			1	1		1		1
1997	höst	1	1	1	1	1	1	1	1

	sommar	1	1	1	1	1	1	1	1
	vår	2	2	2	2	2	2	2	2
1998	höst	1	1	1	1	1	1	1	1
	sommar	2	2	2	2	2	2	2	2
	vår		1	1	1	1	1	1	1
1999	höst	1	1	1	1	1	1	1	1
	sommar	1	1	1	1	1	1	1	1
	vår	2	2	2	2	2	2	2	2
2000	höst	1	1	1	1	1	1	1	1
	sommar	1	1	2	1	1	1	1	1
	vår	2	2	1	2	2	2	2	2
2001	höst	1	1	1	1	1	1	1	1
	sommar	2	2	2	2	2	2	2	2
	vår	1	1	1	1	1	1	1	1
2002	höst	1	1	1	1		1		1
	sommar	1	1	1	1		1		1
	vår	2	2	2	2		2		2

### **Tillståndsbedömning**

Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (2000) har använts för att bedöma biologiska och kemiska parametrar i referenssjöarna. Bland de biologiska indexen har Surhetsindexet använts i littoralzonen eftersom den delen av sjön är mest utsatt för effekterna av försurning. Surhetsindexet bygger på förekomst av dag-, bäck- och nattsländor med olika känslighet mot försurning. I sublittoral och profundal zonen, som främst utsätts för de negativa effekterna av övergödning, har Benthic Quality Indexet (BQI) använts. BQI är ett kvalitetsindex baserat på ett antal indikatorarter med olika känslighet mot övergödning och syrgasbrist.

## **Resultat**

### **Tillståndsbedömning**

En sammanfattande tillståndsbedömning av sjöarna har gjorts enligt Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Tabell 3)(Naturvårdsverket, 2000). Bedömningen av siktdjup, absorbans, totalt organisk materiel (TOC) och total kvävehalt har gjorts på medelvärden för perioden maj till oktober det senaste provtagningsåret (2001 för Sjögarpesjön och Stensjön, 2002 för de andra). Enligt villkoren i Bedömningsgrunderna ska klassningen grundas på månatliga provtagningar men i vårt fall grundar de sig enbart på två provtagningar (förutom Sjögarpesjön och Stensjön: på tre provtagningar). Klassningarna av pH och alkalinitet grundar sig på medianvärden av kvartalsvisa provtagningar under tre år. Totalhalt fosfor och klorofyllhalten är klassade efter medelvärden i augusti under tre år. Klassningen av kvävefosforkvoten grundar sig på medelvärden för perioden juni till september det senaste provtagningsåret (2001 för Sjögarpesjön och Stensjön, 2002 för de andra). Enligt villkoren i Bedömningsgrunderna ska klassningen av kvävefosforkvoten grundas på månatliga provtagningar under sommaren men i vårt fall grundar de sig bara på två provtagningar.

**Tabell 3. Beskrivning av tillståndsklasserna enligt Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (2000).**

	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5
<b>Vattenkemi</b>					
pH	Nära neutralt	Svagt surt	Måttligt surt	Surt	Mycket surt
Alkalinitet mekv/L	Mycket god buffertkapacitet	God buffertkapacitet	Svag buffertkapacitet	Mycket svag buffertkapacitet	Ingen el obetydlig buffertkapacitet
Siktdjup m	Mycket stort siktdjup	Stort siktdjup	Måttligt siktdjup	Litet siktdjup	Mycket litet siktdjup
Klorofyll mg/m <sup>3</sup>	Låga halter	Måttligt höga halter	Höga halter	Mycket höga halter	Extremt höga halter
Absorbans Filt. 420/5	Obetydligt färgat vatten	Svagt färgat vatten	Måttligt färgat vatten	Betydligt färgat vatten	Starkt färgat vatten
TOC mg/L	Mycket låg halt	Låg halt	Måttligt hög halt	Hög halt	Mycket hög halt
Totalkväve µg/L	Låga halt	Måttligt hög halt	Hög halt	Mycket hög halt	Extremt hög halt
Totalfosfor µg/L	Låga halt	Måttligt hög halt	Hög halt	Mycket hög halt	Extremt hög halt
N/P-kvot	Kväveöverskott	Kväve-fosforbalans	Måttligt kväveunderskott	Stort kväveunderskott	Extremt kväveunderskott

**Tabell 4. Klassning av samtliga sjöar enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (2000). Antal analysvärden har inte alltid kunnat svara upp mot kraven i bedömningsgrunderna.**

Sjöar / Parametrar	Blek-lången	Glimm-ingen	Grissjön	Stora Gryten	Sjögarpe-sjön	Skär-gölen	Stensjön	Öjsjön
pH								
Alkalinitet mekv/L								
Siktdjup m								
Klorofyll mg/m <sup>3</sup>								
Absorbans F 420/5								
TOC mg/L								
Totalkväve µg/L								
Totalfosfor µg/L								
N/P-kvot								

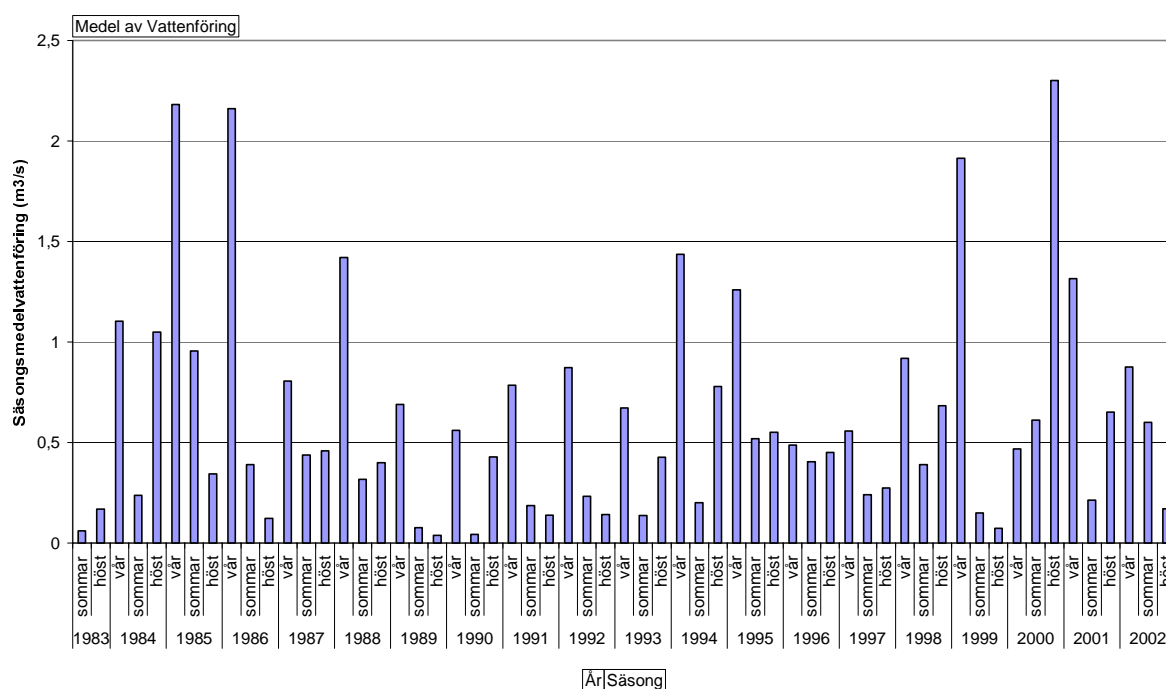
Bland sjöarna är Grissjön den suraste med ingen eller mycket liten buffertkapacitet. Även Bleklången är måttligt sur (Tabell 4). Dessa sjöar ligger i den norra och mest försurningskänsliga delen av länet och var också från början utvalda för att representera alkinitetssvaga sjöar. Båda är humösa och drabbade av återkommande surstötter. Gryten, Öjsjön och Skärgölen är svagt sura sjöar med god buffertkapacitet medan Stensjön, Sjögarpesjön och Glimmingen har de högsta pH-värdena och den bästa buffertkapaciteten. De tre senaste sjöarna ligger alla i länets södra del och är delvis utvalda för att geografiskt och belastningsmässigt komplettera de mer försurningskänsliga sjöarna i norr.

När det gäller näringsvariabeln totalkväve visar det sig att alla sjöarna har haft en måttligt hög halt under sommarsäsongen det senaste provtagningsåret. Totalfosforhalten under augusti de senaste tre uppmätta åren är låg för Glimmingen, Grissjön, Skärgölen och Stensjön men måttligt hög för de andra (Tabell 4). I samtliga sjöar råder också tydlig fosforbegränsning, denna är mest uttalad i Glimmingen, Grissjön och Stensjön. Det är viktigt att poängtera att sjöarna inte är representativa för Östergötland, vare sig det gäller försurningens eller övergödningens effekter eftersom de framförallt är valda för att spegla effekter i försurningskänsliga områden med liten lokal mänsklig påverkan. Samma urval har gjorts för referenssjöarna i hela Sverige och i jämförelse med sjöarna i Riksinventeringen från 1990 var referenssjöarna mindre näringsrika och mer försurade än riksgenomsnittet (Wilander, 1997).

## **Trender**

Förändringar över tiden hos vattenkemiska parametrar är inte långsiktigt linjära utan snarare cykliska med en varierande periodicitet (Wilander, 1997). Förändringar i mänsklig påverkan kan däremot ge upphov till linjära förändringar. Det finns ett tydligt samband mellan jonbalansen i sjöarna Bleklången, Grissjön och Gryten som alla ligger i den norra delen av länet. I sjöarna uppvisar halterna av kalcium-, magnesium-, kalium-, natrium-, sulfat och kloridjoner ett cykliskt mönster med minskande halter under mitten på 80-talet, ökande fram till 1993 och sedan minskande igen (Figur 4, Figur 5, Figur 12, Figur 13, Figur 16 och Figur 17). Liknande mönster har också observerats i grannlänet Jönköping (Länsstyrelsen Jönköping, 2000). Skärgölen, som provtagits under samma period och ligger inom samma område, uppvisar dock inte alls samma mönster (Figur 25 och Figur 26). Att baskatjoner minskar samtidigt som sulfat kan enligt Wilander (1997) bero på en minskad basmättnadsgrad i marken i syrabelastade områden, ett ökat upptag av baskatjonerna till träd eller en minskad deposition av vätejoner.

Ursprunget för icke antropogena baskat-, sulfat- och kloridjoner är dels marken dels havet och belastningen ökar i båda fallen i samband med regn. Särskilt klorid och natrium, men också i viss mån sulfat sprids ofta med aerosoler som kommer med havsvindar. På grund av detta ligger skiftande nederbördsmängder närmast till hands som förklaringsmodell. Mönstret går dock inte direkt att härleda till säsongsmedelvattenföringen i Göstad i centrala delen av länet (Figur 2).



**Figur 2. Säsongsmedelvattenföring i Göstad i Motala ströms avrinningsområde i den centrala delen av länet. Vårmedelvärdena baseras på daglig vattenföring under mars och april, sommarvärdena baseras på daglig vattenföring under maj till september och höstvärdena på värden under oktober och november.**

Trots en eventuell naturlig förklaring till de cykliskt varierande förändringarna av joner i några av länets referenssjöar kan en generellt minskande trend av antropogen sulfat i länets vatten urskiljas. Minskningen av sulfathalten sedan början av 90-talet är tydlig inte bara i tidigare nämnda sjöar utan också i Stensjön, Glimmingen och Öjsjön och kan också anas i Sjögarpesjön. I flertalet av dessa sjöar sjunker inte kloridhalten i samma takt som sulfathalten vilket pekar på en minskad belastning av svavelhaltiga försurande ämnen. Samma trend finns också dokumenterad i resten av landet (Wilander, 1997). Minskningen kan förklaras med en dokumenterad minskning av utsläpp och nederbörd av svavelhaltiga och försurande föreningar. I Östergötland har halten sulfatsvavel i nederbörd minskat med över 50% sedan 1991 (IVL, 2003). Sedan 1980 har utsläppen av svavelhaltiga föreningar minskat med nästan 90% i Sverige medan de i övriga Europa har halverats (Naturvårdsverket, 2003). Anledningen till att den uppmätta minskningen i vatten är så pass mycket lägre än den dokumenterade belastningsminskningen beror sannolikt på en långsam urlakning av tidigare deponerad sulfat i jordarna.

Trots minskad försurningsbelastning i sjöarna har en korrelerande höjning av pH och alkalinitet i sjöarna endast kunnat observeras i Öjsjön och Gryten. I en utvärdering av samtliga av landets referenssjöar observerade dock Wilander (1997) en svag uppåtgående trend för alkalinitet i 40% av sjöarna, bl.a. i Öjsjön. En korrelation mellan minskad sulfathalt och ökat alkalinitet förklaras av Wilander (1997) som ett resultat av minskat baskatjonutbyte i marken och en minskad reaktion mellan svavelsyrans vätejoner och vätekarbonaterna i vattnet.

Nederbörden är i dag avsevärt rikare på nitrat och ammonium än den var några decennier tillbaka i tiden. Nitratnedfallet kommer främst från utsläppen av

kväveoxider från bl a biltrafiken, medan ammoniumnedfallet i första hand kommer från den ammoniak som avgår till luften från stallgödsel. Trots detta har vi inte sett några signifikanta trender vad gäller kväve i sjöarna. Kvävehalter varierar dock avsevärt under året vilket försvårar trendanalyser. Det kan därför inte uteslutas att åtminstone Skärgölen, Grissjön och Öjsjön har ökat sin totalkvävehalt under den analyserade perioden.

### **Reflektion över programmet**

Många av de parametrarna som övervakas varierar avsevärt under året. För försurningsparametrarna alkalinitet och pH gäller att dessa är stabilast under sommaren. För att urskilja en långsiktig trend i materialet är det därför bäst att utvärdera denna period. Å andra sidan är både pH och alkalinitet som lägst under vårfloden och ibland under höglöden på hösten, sk surstötter. I sk ”worst case scenario” är det dessa lägsta värden vi är intresserade av. Tyvärr är det dock ofta med dagens omfattande nationella program svårt att vara flexibel i provtagningen (och t.ex. provta efter ett häftigt regn). Följden blir att man ofta missar surstöterna. Är syftet med programmet att kartlägga surstöterna bör man därför intensifiera provtagningarna under våren. En fördel med det program som bedrivs idag är dock att det ger en relativt bra bild av mellanårsvariationen och även till viss del en bild över årstidsvariationen.

## **Bleklången**

### **Sammanfattning**

Bleklången är en avlång, flikig sjö som ligger i länets norra del. Den fungerar som vattentäkt till Finspångs samhälle. Avrinningsområdet domineras av morän med barrskog.

Sjön har betydligt färgat vatten med en hög halt av organiskt material och litet siktdjup. Sjön är en typisk *Gonyostomum*-sjö, dvs. sjöns växtplanktonsamhälle domineras av *Gonyostomum semen* som trivs i humösa och svagt sura sjöar. Sjön har hög biologisk produktion, både vad gäller växtplankton och botten djur men lider förmodligen av stundtals låga syrehalter i bottenvattnet.

I jämförelse med bedömningsgrunderna (Naturvårdsverket, 2000) klassas sjön som måttligt sur med svag buffertkapacitet. Trots surheten hittades 1999 ett flertal försurningskänsliga djurarter i littoralzonen. Sjön uppvisar sedan början av 80-talet samma cykliska mönster i halten av sulfat-, klorid- och baskatjoner som Grissjön och Gryten med minskande halter under mitten på 80-talet, ökande fram till 1993 och sedan minskande igen.

Sjöns humösa karaktär som gör den väl buffrad gör den mindre lämpad som miljöövervakningssjö då den inte torde svara tillräckligt snabbt på förändringar i belastningen av näringsämnen eller försurande ämnen.



Tabell 5. Grunddata om Bleklången (Källa: SMHI; Sahlström, 1945)

<i>Sjödata</i>		<i>Enhet</i>
<i>Sjönummer</i>	651973149250	SMHI
<i>Sjökoordinater</i>	651973 149250	RT90
<i>Topografiskt kartblad</i>	09FSO	
<i>Kommun</i>	Finspång	
<i>Höjd över havet</i>	58,1	m
<i>Vattenyta</i>	1,7844	km <sup>2</sup>
<i>Max djup</i>	17,5	m

## Kemi

Bleklången har provtagits inom det regionala programmet för referenssjöar sedan 1983. Innan dess provtogs den genom det regionala sjöprogrammet Sommarprovtagningen 1970,1975, 1980 och 1985 (pH, alk, kond, färg, näring, siktdjup) och ingick också i Riksinventeringen 1985. Inom ramen för denna rapport har enbart resultaten från det regionala programmet för referenssjöar utvärderats.

Tabell 6. Bleklångens tillstånd och klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). För information om vilka ursprungliga data som klassningen bygger på se sidan 12. För förklaring av klasser se Tabell 3.

<i>Parameter</i>	<i>Värde</i>	<i>Klassning</i>
<i>pH</i>	6,5	3
<i>Alk (mekv/L)</i>	0,09	3
<i>Klorofyll (mg/m<sup>3</sup>)</i>	16,5	3
<i>Siktdjup (m)</i>	1,5	4
<i>Tot-N (µg/l)</i>	482	2
<i>Tot-P (µg/L)</i>	15,7	2
<i>Abs F 420/5</i>	0,20	4
<i>TOC mg/L</i>	13,3	4
<i>N/P-kvot</i>	35,5	1

## Försurning

Bleklången är i jämförelse med bedömningsgrunderna måttligt sur med en svag buffertkapacitet. Både pH-värden och alkaliniteten men framförallt alkaliniteten förefaller instabil i sjön med stora variationer både inom och mellan år. Kraftiga surstötter ända ner till pH 5.1 har uppmätts vid ett flertal tillfällen. Vid dessa tillfällen har alkaliniteten också visat på mycket låga, till och med negativa värden.

Varken för pH eller alkalinitet kan någon trend urskiljas ur materialet (Figur 3). Det finns dock en signifikant nedåtgående trend från 1993 för sulfathalterna i vattnet ( $R^2=0,94$ ) (Figur 4). Även kloridhalten i vattnet minskar signifikant från 1994 ( $R^2=0,92$ )(Figur 4). Halterna av baskatjonerna kalcium, magnesium, kalium och natrium uppvisar ett cykliskt mönster över tidsperioden som dock är väl i överensstämmelse med både Grissjön och Gryten (Figur 5). Halterna minskar något under mitten på 80-talet för att sedan öka fram till 1993 och sedan minska igen. Från 1992 är minskning av baskatjoner i vattnet signifikant ( $R^2=0,74$ ). Precis som i Grissjön och även i Gryten syns ett tydligt samband mellan halten baskatjoner samt halterna sulfat och kloridjoner i vattnet.

## Övergödning

Bleklången uppvisar måttligt höga halter av både totalkväve och totalfosfor i jämförelse med bedömningsgrunderna (Tabell 6). Kvoten mellan kväve och fosfor under sommarmånaderna de tre senaste åren visar på ett uttalat fosforbegränsat system.

Det går inte att urskilja någon uppåtgående eller nedåtgående trend vad gäller kväve- eller fosforhalterna i sjön under programtiden (Figur 6).

## Biologi

Bleklången har provtagits på växtplankton under åren 1996 till 2002. Resultaten sammanställs årligen i rapporter. En 5-årsrapport sammanställdes under 2002 av Peter Blomqvist (2002). I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från Blomqvists rapport.

Bottenfaunan i Bleklången har genom det regionala programmet provtagits 1995 och 1999. 1995 års studie är aldrig i sin helhet redovisad men i rapporten för 1999 års provtagning redovisas de viktigaste resultaten även för 1995. I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från konsultrapporten från 1999 (Ericsson m.fl., 2000).

## Växtplankton

Växtplanktonbiomassan har mellan åren 1996 och 2001 varierat mellan 1178 och 3038 ug våtvikt/L vilket är relativt höga värden. Ingen förändring av biomassan över tiden har kunnat påvisas. Över 50% av biomassan årligen har bestått av raphidophycéen *Gonyostomum semen*, det är med andra ord en *Gonyostomum*-sjö vilka oftast är humösa och svagt sura. Andra viktiga artgrupper är chrysophycéer, rekylalger och kiselalger. (Blomqvist, 2002).

## Bottenfauna

Prover på bottenfaunan som denna lägesbeskrivning bygger på är tagna i oktober 1999 i littoralzonen samt i profundalzonen på 8.5 m djup. I littoralzonen hittades 49 arter vilket klassas som mycket högt. Bland dessa fanns ett flertal försurningskänsliga arter av snäckor samt dag- och nattsländor. Surhetsindexet på 9 klassas som "ingen eller obetydlig störning" (Naturvårdsverket, 2000).

I profundalzonen hittades 5 olika arter vilket betecknas som lågt men med högt individantal, framförallt i form av vita mygglarver (*Chaoborus*). Även BQI-indexet på 1.8 pekar på en hög biologisk produktion. Endast arter tåliga mot syrebrist hittades vilket indikerar dåliga syrgasförhållanden på botten.

En jämförelsen mellan 1995 och 1999 års resultat visar att littoral och profundalfaunan i Bleklången är oförändrade. (Ericsson m.fl., 2000)

## Övrigt

Det finns uppgifter om att gös har planterats in i sjön 1989 samt regnbågslox och öring 1991.

# Glimmingen

## Sammanfattning

Glimmingen är en relativt stor och flikig sjö omgiven av skog. Sjön ligger i närheten av Kisa i länets södra del. Vid sjöns norra strand finns en kommunal badplats.

Sjön är en näringsfattig klarvattensjö med ett siktdjup på ca 6,5 meter i augusti. En låg växtplanktonbiomassa, ett svagt färgat vatten och en låg mängd organiskt kol förstärker bilden av sjön som obelastad av både humus och näring. Samma bild ger sammansättningen av bottenfaunan i djupvattnet. Sjön har också högt stabilt pH och mycket god buffertkapacitet.

Växtsamhällets stabilitet och vattnets näringsrika, inte alltför brunfärgade och alkalina karaktär gör den mycket väl lämpad som objekt inom miljöövervakningen där den torde kunna svara tidigt på ändrade belastningar av försurande och eutrofierande ämnen.

Tabell 7. Grunddata om Glimmingen (Källa: SMHI; Sahlström, 1945)

<i>Sjödata</i>		<i>Enhet</i>
<i>Sjönummer</i>	642122148744	SMHI
<i>Sjökoordinater</i>	642122 148744	RT90
<i>Topografiskt kartblad</i>	07FSO	
<i>Kommun</i>	Kinda	
<i>Höjd över havet</i>	145,1	m
<i>Vattenyta</i>	1,6885	km <sup>2</sup>
<i>Max djup</i>	26	m

## Kemi

Sjön provtas inom det regionala programmet för referenssjöar sedan 1996. Innan 1996 provtogs sjön genom den regionala sjöprogrammet Sommarprovtagningen 1970, 1974, 1979, 1983 och 1990 (pH, alk, kond, färg, näring, siktdjup). Inom ramen för denna utvärdering utvärderas dock endast värden från referenssjöprogrammet.

Tabell 8. Glimmingens tillstånd och klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). För information om vilka ursprungliga data som klassningen bygger på se sidan 12. För förklaring av klasser se Tabell 3.

<i>Parameter</i>	<i>Värde</i>	<i>Klassning</i>
<i>pH</i>	7,1	1
<i>Alk (mekv/L)</i>	0,21	1
<i>Klorofyll (mg/m<sup>3</sup>)</i>	2,1	1
<i>Siktdjup (m)</i>	6,5	2
<i>Tot-N (µg/l)</i>	353	2
<i>Tot-P (µg/L)</i>	6,0	1
<i>Abs F 420/5</i>	0,05	2
<i>TOC mg/L</i>	7,4	2
<i>N/P-kvot</i>	62,1	1

## **Försurning**

Glimmingens vatten har högt pH och mycket god buffertkapacitet (Tabell 8). Surstötter ner till pH 6,5 har dock observerats (Figur 7).

Tidsserierna är för korta för att beskriva trender, både för pH och alkalinitet (Figur 7). Inte heller för baskat- sulfat- och kloridjonerna kan någon trend beskrivas (Figur 8, Figur 9). Effekterna av surstötter på våren är dock tydliga, både på pH- och alkalinitetsvärdena.

## **Övergödning**

Totalfosforhalten i Glimmingen är låg vilket antyder att sjön är oligotrof, dvs. näringsfattig och därmed biologiskt lågproduktiv (Tabell 8). Totalkvävehalten i Glimmingen är måttligt hög. Kvävefosforkvoten visar på kväveöverskott, dvs. produktionen begränsas främst av fosfor.

Tidsserierna i sjön är korta och svåra att uttala sig om. Ingen trend, vare sig på fosfor eller kväve har kunnat urskiljas (Figur 10).

## **Biologi**

Glimmingen har provtagits för växtplankton under åren 1996 till 2002. En 5-årsrapport sammanställdes under 2002 av Peter Blomqvist (2002). I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från Blomqvists rapport

Bottenfaunan i Glimmingen har bara provtagits en gång inom det regionala referenssjöprogrammet. I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från konsultrapporten från 1999 (Ericsson m.fl., 2000).

## **Växtplankton**

Den uppmätta växtplanktonbiomassan på i medel 231 µg våtvikt /L under 6-årsperioden indikerar att sjön är av mycket näringsfattig karaktär. Växtplanktonsamhället domineras av små chrysophycéer följt av grönalger, cyanobakterier, rekylalger och dinoflagellater vilket stöder intrycket av en näringsfattig skogssjö med nära neutralt pH och måttligt färgat vatten (Blomqvist, 2002).

## **Bottenfauna**

Det underlag som följande lägesrapport grundar sig på är taget i oktober 1999 i littoralzonen och i profundalzonen (13 m). I littoralzonen hittades 32 arter med en hög individtäthet. Vissa förekommande arter av märlkräftor, fåborstmaskar och dagsländor är klassade som försurningskänsliga. Surhetsindexet på 10 klassar sjön som ostörd eller obetydligt störd av försurande effekter (Naturvårdsverket, 2000).

I profundalen hittades 12 arter vilket klassas som högt men med ett måttligt högt individantal. Av dessa dominerade fåborstmaskar och tvåvingar (Ericsson m.fl., 2000). BQI-indexet på 3,1 indikerar låg belastning av näringsämnen och organisk material (Naturvårdsverket, 2000).

## **Övrigt**

I sjön finns inplanterad signalkräfta.

# Grissjön

## Sammanfattning

Grissjön ligger i Motala kommun i länets norra del. Berggrunden i området är näringsfattig och domineras av granit och gnejs och jordarten består till största delen av sandig morän. Omgivningen domineras av barrskog (Persson, 1996). Sjön är placerad under högsta kustlinjen men högt i vattensystemet vilket indikerar särskild känslighet mot försurning.

Sjön är oligotrof och humös samt den mest försurade av länets referenssjöar. Halten av sulfat-, klorid- och baskatjoner i sjön uppvisar samma cykliska mönster som i Bleklången och Gryten med minskande halter under mitten på 80-talet, ökande fram till 1993 och sedan minskande igen.

Den totala växtplanktonbiomassan och antalet arter i sjön är lågt. Bland djuren dominerar vita mygglarver som trivs i sura och bruna sjöar.

Sjön är med sitt extremt låga pH och alkalinitet intressant att följa ur ett miljöövervakningsperspektiv för att studera biologisk och kemisk återhämtning från försurning.

Tabell 9. Grunddata för Grissjön (Källa: SLU, 2002).

<i>Sjödata</i>		<i>Enhet</i>
<i>Sjönummer</i>	651578146163	SMHI
<i>Sjökoordinater</i>	651578 146163	RT90
<i>Topografiskt kartblad</i>	09FSV	
<i>Kommun</i>	Motala	
<i>Höjd över havet</i>	141	m
<i>Vattenyta</i>	0,225	km <sup>2</sup>
<i>Vattenvolym</i>	1,031	Mm <sup>3</sup>
<i>Volym epilimnion (0-5m)</i>	93	%
<i>Max djup</i>	16	m
<i>Medeldjup</i>	4,6	m
<i>Total strandlinje</i>	4,32	km
<i>Total bottenareal</i>	0,227	km <sup>2</sup>
<i>Teoretisk omsättningstid</i>	3,4	år
<i>Total area avrinningsområde</i>	1,44	km <sup>2</sup>
<i>Arealspecifik avrinning</i>	8	
<i>Andel Sjö i avr.omr.</i>	16	%
<i>Andel Barrskog i avr.omr.</i>	67	%
<i>Andel Gles skog i avr.omr.</i>	3	%
<i>Andel Ungskog i avr.omr.</i>	6	%
<i>Andel Skogsklädd myr i avr.omr.</i>	4	%
<i>Andel Öppen myr i avr.omr.</i>	4	%

## Kemi

Grissjön är en av de nationella referenssjöarna och har som sådan blivit utvärderad tillsammans med 25 andra sjöar i flera nationella rapporter (Persson, 1996; Wilander, 1997). I föreliggande rapport dras vissa paralleller till dessa nationella utvärderingar och vissa stycken gällande de biologiska parametrarna citeras. Sjön har provtagits 4 ggr/år sedan 1983 med undantag av de tre första åren. Innan dess var sjön med i länets

sjöprovtningsprogram Sommarprovtagningen 1982, 1985 samt 1987. Under åren 1988 och 1995 provtogs Grissjön 1 gång i månaden från mars till oktober och på tre olika djup. Endast resultat från ytprover har dock utvärderats inom ramen för denna rapport.

**Tabell 10. Grissjöns tillstånd och klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). För information om vilka data värdena bygger på se sidan 12. För förklaring av klasser se Tabell 3.**

<i>Parametrar</i>	<i>Värde</i>	<i>Klass</i>
<i>pH</i>	5,5	5
<i>Alk (mekv/L)</i>	0,001	5
<i>Klorofyll (mg/m<sup>3</sup>)</i>	5,4	2
<i>Siktdjup (m)</i>	2,0	4
<i>Tot-N (µg/l)</i>	344	2
<i>Tot-P (µg/L)</i>	7,3	1
<i>Abs F 420/5</i>	0,13	4
<i>TOC (mg/L)</i>	11,6	3
<i>N/P-kvot</i>	53,4	1

## Försurning

Vid jämförelse med bedömningsgrunderna visar resultatet att Grissjön har ett mycket surt pH och ingen eller obetydlig buffertkapacitet (Tabell 10). Både 1995 och 1999 registrerades också rejäla surstötter som avspeglas både i alkalinitet och i pH (Figur 11). Dessa är i överensstämmelse med hög vattenföring vid provtagningstillfället (Figur 2). Det är dock svårt att dra några slutsatser grundat på surstötter eftersom dessa är lätta att missa beroende på provtagningsfrekvensen i programmet. Man kan dock generellt anta att alkalinitetsvaga sjöar såsom Grissjön åtminstone ibland sjunker 0,5 pH enheter lägre än årsmedelvärdet vid surstötter (Persson, 1996). I Grissjöns fall skulle detta innebära ett pH på ca 5 vilket är dödligt lågt för de flesta vattenlevande organismer.

Ingen positiv eller negativ försurningstrend, vare sig vad gäller pH eller alkalinitet, kan urskiljas i materialet (Figur 11). Halterna sulfat-, klorid- och baskatjoner (Ca, Mg, Na och K) uppvisar samma cykliska mönster som närbelägna Gryten och Bleklången med minskade halter fram till mitten på 80-talet för att sedan öka fram till 1992 och sedan minska igen ( $R^2=0,89$ ,  $0,86$  respektive  $0,81$  från 1992)(Figur 12, Figur 13). Sulfathalten har minskat proportionellt sett mer än de andra jonerna och över hela perioden vilket indikerar en minskad antropogen belastning som går utöver naturliga variationer som t.ex. nederbörd.

## Övergödning

Vid jämförelse med bedömningsgrunderna visar resultatet att Grissjön har låg totalfosforhalt vilket antyder att sjön är oligotrof, dvs. näringsfattig och därmed biologiskt lågproduktiv (Tabell 10). Totalkvävehalten i Grissjön är måttligt hög och kvävefosforkvoten, som indikerar kväveöverskott, visar att fosfortillgången är ensam avgörande för produktion av alger och annan växtlighet i sjön.

Totalfosfor och totalkvävehalterna har varierat kraftigt genom åren men någon ökande eller minskande trend går inte att utläsa ur materialet (Figur 14).

## Metaller i Sediment

Metallhalter i sedimenten har analyserats i Grissjön en gång, i augusti 1999. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (2000) hade Grissjön 1999 låga till måttligt höga halter av alla uppmätta metaller i det översta skiktet (Tabell 11). I jämförelse med referensvärdet 30 cm ner i sedimenten hade sjön dock kraftigt förhöjda halter av zink, bly och kadmium i ytsedimentet.

**Tabell 11. Metallhalter i sediment i Grissjön i augusti 1999. Klassning enligt Naturvårdsverket bedömningsgrunder för miljö kvalitet (2000). Klass 2 är låga halter och klass 3 är måttligt höga halter.**

Metall	Referensvärde 30-32 cm ner (mg/kg torrs substans)	Ytvärde Översta 0-2 cm (mg/kg torrs substans)	Klassning av ytsedimentet
<i>Cu</i>	21,4	32,4	3
<i>Zn</i>	50,1	173	2
<i>Pb</i>	16,5	154	3
<i>Cd</i>	0,184	2,32	3
<i>Cr</i>	15	20,7	3
<i>Ni</i>	10,9	18,2	3
<i>As</i>	2,26	6,66	2
<i>Hg</i>	0,26	0,34	3

## Biologi

Ingen utvärdering av de biologiska parametrarna har gjorts inom ramen för detta arbete. För att ge en mer fullständig bild av sjön infogas dock en kort resumé av vad som framkommit genom den nationella rapporten 26 svenska referenssjöar 1989-1993 (Persson, 1996).

## Plankton

I Grissjön ökar vanligen den totala volymen växtplankton successivt under våren till en svag topp under augusti. Månadsmedelvärdet i augusti är 0.4 mm<sup>3</sup>/L vilket klassas som mycket liten biomassa enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). Säsongerna 1992 och 1993 hittades 54 arter i sjön vilket gör sjön till den sjätte artfattigaste bland landets referenssjöar (Persson, 1996). Detta är i överensstämmelse med ett lågt pH och en låg fosforhalt. Blågröna alger, främst *Merismopedia tenuissima* dominerade volymmässigt, *M. tenuissima* har ovanliga livskrav för att vara en cyanobakterie vilka vanligen trivs i eutrofa och hypertrofa vatten. Även dinoflagellater och chryso- och haptophycéer fanns väl representerade i sjön. Av de upphittade arterna var 2 försurningsgynnade. Sjön saknade helt kiselalger.

Bland djurplankton dominerade antalet hjuldjurarter i sjön tätt följt av hoppkräftor och hinnkräftor. Sammanlagt hittades 3 försurningskänsliga taxa vilket är mycket i relation till det totala antalet taxa i sjön (Persson, 1996).

## Bottenfauna

Under säsongen 1989-93 hittades 34 antal arter i littoralen. Bland djuren fanns ett flertal försurningskänsliga arter av kräftor, dagsländor och musslor. BQI-indexet på 3,3 indikerar hög representation av känsliga arter i littoralzonen (Naturvårdsverket, 2000).

Sublittoralen och profundalen dominerades av fåborstmaskar och mygglarver. I profundalen fanns också vita mygglarver (*Chaoboridae*) som brukar karakterisera sura och bruna sjöar. BQI-indexet i både sublittoralen och profundalen var på 2.5 vilket klassas som måttligt högt där ett högt index indikerar arter som fordrar rent vatten och höga syrgasvärden (Naturvårdsverket, 2000). Profundalen är det område i sjön som främst påverkas av övergödningens effekter i form av syrgasbrist (Persson, 1996).

## Fisk

Sjön är aldrig provfiskad men i samband med de övriga referenssjöarnas utvärdering gjordes intervjuer med lokalbefolkningen vilka angav att sjön hyser abborre och gädda (Persson, 1996).

# Gryten

## Sammanfattning

Gryten, eller Stora Gryten som den egentligen heter, ligger i länets nordvästra del. Avrinningsområdet domineras av barrskogar och våtmarker men runt hela södra delen av sjön finns ett sommarstugeområde.

Gryten är den brunaste av länets referenssjöar med starkt färgat vatten och mycket hög halt av organiskt material i vattnet i jämförelse med bedömningsgrunderna (Naturvårdsverket, 2000). Siktdjupet i augusti 2002 låg på två meter vilket klassas som litet. Totalkväve och fosforhalterna indikerar också en förhöjd näringsbelastning på sjön. Tyvärr finns inga biologiska data som kan bekräfta bilden av ett näringsrikt system men sjön är förmodligen relativt produktiv.

Sjön är måttligt sur med god buffertkapacitet. Belastningen av försurande ämnen minskar signifikant sedan början av 90-talet. I sjön kan också ses en svag men signifikant positiv trend för alkaliniteten. Precis som för Grissjön och Bleklången följer baskatjonerna samt sulfat- och kloridjonerna samma mönster och sjunker under första hälften av 80-talet för att sedan öka fram till 1992 och sedan minska igen.

Sjöns sediment har något förhöjda halter av zink, bly, kadmium och kvicksilver i jämförelse med sjöns referensvärde men fortfarande låga till måttligt höga i jämförelse med bedömningsgrunderna för miljö kvalitet (Naturvårdsverket, 2000)

Sommarstugeområdet längs med halva sjöns strand gör sjön olämplig som en referenssjö men den kan dock fungera utmärkt som exempel på en sjö påverkad av lokala utsläpp.

Tabell 12. Grunddata för Gryten (Källa: SMHI; Länsstyrelsen)

<i>Sjödata</i>		<i>Enhet</i>
<i>Sjönummer</i>	652840151589	SMHI
<i>Sjökoordinater</i>	652840 151589	RT90
<i>Topografiskt kartblad</i>	09GNV	
<i>Kommun</i>	Finspång	
<i>Höjd över havet</i>	49,5	m
<i>Vattenyta</i>	1,1	km <sup>2</sup>



## Kemi

Gryten är en nationell referenssjö som har provtagits sedan 1983. Sjön finns också med i det regionala sjöprogrammet Sommarprovtagningen genom vilket den har provtagits 1975, 1980 och 1985 (pH, alk, kond, färg, näring, siktdjup). Sjön var även med i Riksinventeringen 1985.

**Tabell 13. Grytens tillstånd och klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). För information om vilka ursprungliga data som klassningen bygger på se sidan 12. För förklaring av klasser se Tabell 3.**

Parameter	Värde	Klassning
pH	6,7	2
Alk (mekv/L)	0,17	2
Klorofyll (mg/m <sup>3</sup> )	9,6	2
Siktdjup (m)	2,0	4
Tot-N (µg/l)	535	2
Tot-P (µg/L)	19,3	2
Abs F 420/5	0,23	5
TOC mg/L	21,2	5
N/P-kvot	32,7	1

## Försurning

Resultatet vid jämförelse med bedömningsgrunderna visar att Gryten har svagt surt pH och god buffertkapacitet (Tabell 13). Sjön drabbas återkommande av surstötter så låga som pH 5,8 och alkalinitet 0,03 (Figur 15). Sjön uppvisar också vid ett flertal tillfällen låga halter av både baskatjoner, sulfat och klorid under våren (Figur 16, Figur 17).

Gryten uppvisar en positiv trend för alkalinitet vid analys av bara sommarvärdena (Figur 15). För långsiktiga försurningstrender används med fördel dessa värden eftersom både pH och alkaliniteten då är som stabilast. En motsvarande trend går dock inte att se för pH-värdena. Precis som för Grissjön och Bleklången följer baskatjonerna samt sulfat- och kloridjonerna samma mönster och sjunker under första hälften av 80-talet för att sedan öka fram till 1992 och sedan minska igen (Figur 16, Figur 17). Från 1992 är minskningen av klorid- och sulfatjoner signifikant ( $R^2=0,70$  respektive 0,81).

## Övergödning

Både totalfosfor och totalkvävehalterna i Gryten är måttligt höga vilket antyder att sjön är mesotrof, dvs. måttligt näringsrik (Tabell 13). Kvävefosforkvoten visar på kväveöverskott, dvs. fosfortillgången är avgörande för produktion av alger och annan växtlighet. Nitrat och nitrit tar helt slut under sommaren men ammonium finns oftast kvar i mindre mängder under sommar och höst.

Ingen positiv eller negativ trend kan urskiljas vad gäller totalt kväve eller totalt fosfor i sjön (Figur 18).

## Metaller i sediment

Metallhalter i sedimenten har analyserats i Gryten i augusti 1999. Enligt Naturvårdsverket bedömningsgrunder för miljö kvalitet (2000) hade Gryten 1999 låga till måttligt höga halter av alla uppmätta metaller i det översta skiktet (Tabell 14). I jämförelse med referensvärdet 30 cm ner i sedimenten hade sjön dock något förhöjda halter av zink, bly, kadmium och kvicksilver i ytsedimenten.

Tabell 14. Metallhalter i sediment i Gryten 1999. Klassning enligt Naturvårdsverket bedömningsgrunder för miljö kvalitet (2000). Klass 2 är låga halter och klass 3 är måttligt höga halter.

Metall	Referensvärde 30-32 cm ner (mg/kg torrsbstans)	Ytvärde Översta 0-2 cm (mg/kg torrsbstans)	Klassning av ytsedimentet
<i>Cu</i>	18,2	23,8	2
<i>Zn</i>	180	228	2
<i>Pb</i>	57	82,8	2
<i>Cd</i>	0,922	1,61	2
<i>Cr</i>	31,7	31,7	3
<i>Ni</i>	20,6	25,1	3
<i>As</i>	7,65	9,77	2
<i>Hg</i>	0,16	0,62	3

## Biologi

Trots att Gryten är en nationell referenssjö har dess biologiska parametrar aldrig utvärderats i någon nationell rapport. Växtplankton och bottenfauna har provtagits genom det nationella programmet sedan 1995 men än så länge inte utvärderats. Det finns tyvärr heller inte rum för en biologisk utvärdering inom ramen för denna rapport.

## Övrigt

Det finns uppgifter om att bäckröding är inplanterad i sjön 1970.

# Sjögarpesjön

## Sammanfattning

Sjögarpesjön ligger i den sydvästliga delen av länet och fungerar som bad och rekreationssjö för Boxholmsbor.

Båda absorbansen, siktdjupet och mängden organiskt material i sjön visar på en relativt hög belastning av organiskt material till sjön. Den måttligt höga halten av både kväve och fosfor samt den låga biologiska produktionen av växtplankton visar dock på ett lågproduktivt system. Även produktionen av bottendjur är måttlig i sjön och med ett stort antal arter av känsliga djur som indikerar goda syrgasförhållandena.

Sjön har högt stabilt pH och god buffertförmåga. Sjöns littoralzon visar också upp ett flertal försurningskänsliga arter vilket förstärker bilden av ett system ostört av försurning.

Sjön är med sin humösa karaktär troligen mindre lämplig för att snabbt visa på förändringar i belastning av försurande ämnen.

Tabell 15. Grunddata till Sjögarpesjön (Källa: SMHI; Länsstyrelsen)

<i>Sjödata</i>		<i>Enhet</i>
<i>Sjönummer</i>	645375145244	SMHI
<i>Sjökoordinater</i>	645375 145244	RT90
<i>Topografiskt kartblad</i>	08FSV	
<i>Kommun</i>	Boxholm	
<i>Höjd över havet</i>	142	m
<i>Vattenyta</i>	0,91	km <sup>2</sup>
<i>Total area avrinningsområde</i>	10,5	km <sup>2</sup>
<i>Arealspecifik avrinning</i>	0,23	Mm3/år

## Kemi

Sjögarpesjön har provtagits inom det regionala programmet för referenssjöar mellan 1996 och 2001, men hela programmet först sedan 1998. Sjön har också provtagits genom det regionala sjöprogrammet Sommarprovtagningen i juli 1975, 1980, 1985 och 1993. Sjön utgick från och med 2002 från referenssjöprovtagningen men kommer även fortsättningsvis att provtas på pH, alk, kond, färg, näring och siktdjup inom Sommarprovtagningen. Inom ramen för denna rapport har enbart resultaten från det regionala programmet för referenssjöar beaktats.

Tabell 16. Sjögarpesjöns tillstånd och klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). För information om vilka data värdena bygger på se sidan 12. För förklaring av klasser se Tabell 3.

<i>Parametrar</i>	<i>Värden</i>	<i>Klassning</i>
<i>pH</i>	7,2	1
<i>Alk (mekv/L)</i>	0,56	1
<i>Klorofyll (mg/m<sup>3</sup>)</i>	6,8	2
<i>Siktdjup (m)</i>	2,3	4
<i>Tot-N (µg/l)</i>	504	2
<i>Tot-P (µg/L)</i>	16,3	2
<i>Abs F 420/5</i>	0,12	3
<i>TOC mg/L</i>	12,5	4
<i>N/P-kvot</i>	36,9	1

## Försurning

Sjögarpesjön är den av länets referenssjöar med högst pH. I jämförelse med bedömningsgrunderna klassas sjön som nära neutral och med mycket god buffertkapacitet (Tabell 16, Figur 19).

Ingen positiv eller negativ trend vad gäller pH eller alkalinitet kan urskiljas ur materialet (Figur 19). Dock finns ett intressant samband mellan aluminium och pH där totalaluminiumhalten är förhöjd vid samtliga låga pH-värden (Figur 22). Aluminium frigörs med andra positiva joner från marken vid sur nederbörd.

Med reservation för den korta tidsserien kan en svag minskning av sulfathalten i vattnet urskiljas ur materialet ( $R^2 = 0,72$ ) (Figur 21). Trenden förstärks av en svag minskning i kloridkoncentrationen samt tydligare trender i närliggande sjöar. Hösten 1999, närmare bestämt i slutet av oktober 1999, syns en topp både i sulfatjonkoncentrationen och kloridjonkoncentrationen i sjön (Figur 21). Denna topp

kan möjligen kopplas till en kraftig höststorm från havet. Mycket av den klorid som hittas i svenska sjöar kommer från havet med vinden (Persson, 1996).

## **Övergödning**

Sjögarpesjön har måttligt hög halt av både totalkväve och totalfosfor (Tabell 16). Kvoten mellan kväve och fosfor visar på ett uttalat fosforbegränsat system.

Varken för totalfosfor eller totalkväve kan någon positiv eller negativ trend i materialet urskiljas (Figur 23).

## **Biologi**

Sjögarpesjön har provtagits för växtplankton under åren 1996 till 2001. En 5-årsrapport sammanställdes under 2002 av Peter Blomqvist (2002). I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från Blomqvists rapport.

Bottenfaunan i Sjögarpesjön har bara provtagits en gång, 1999, genom det regionala referenssjöprogrammet. I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från rapporten från 1999 (Ericsson m.fl., 2000).

## **Växtplankton**

Växtplanktonbiomassan har under åren varierat mellan 435 och 1087 µg våtvikt/L i augusti vilket tyder på att sjön är ganska näringsfattig. Växtplanktonsamhället saknar påtaglig dominans men de viktigaste organismerna under 5-årsperioden är rekylalger, dinoflaggelater, chrysophycéer och kiselalger (Blomqvist, 2002).

## **Bottenfauna**

Proverna som denna beskrivning bygger på är tagna dels i littoralzonen och dels i profundalzonen på 12 m djup. I littoralzonen som är det område i sjön som är mest utsatt för försurande effekter hittades 47 arter varav ett flertal försurningskänsliga nattsländor, dagsländor, snäckor och även märkräftor (Ericsson m.fl., 2000). Det sk surhetsindexet på 12 indikerar också inga eller obetydliga effekter av försurande störningar i sjön (Naturvårdsverket, 2000).

I profundalzonen, som är det område i sjön som är mest utsatt för övergödningens effekter, hittades 5 arter vilket klassas som ett lågt antal men med en måttligt hög individtäthet. Av arterna dominerade vita mygglarver (*Chaoborus*) och fåborstmaskar. BQI-indexet var måttligt högt vilket indikerar måttlig näringsrikedom (Naturvårdsverket, 2000). I sjön påträffades också arter känsliga för syrebrist vilket talar för goda bottenförhållanden (Ericsson m.fl., 2000)

# **Skärgölen**

## **Sammanfattning**

Skärgölen ligger i länets norra del i Norrköpings kommun. Avrinningsområdet består till största delen av barrskog (Persson, 1996). Berggrunden utgörs av yngre granit och gnejsgranit. De vanligaste jordarterna är morän, men några mindre områden med torv, fin- och svallsediment och isälvsavlagringar förekommer också.

Sjön är humös med måttliga halter i färg och mängd organiskt material samt med måttligt siktdjup. Sjön är näringsfattig vilket också avspeglar sig i låg växtplanktonbiomassa samt låg fiskproduktion.

Skärgölen är svagt sur med god buffertkapacitet. Halten sulfat i vattnet har minskat sedan början av 90-talet. I sjön finns en riklig representation av försurningskänsliga bottenjur och mört. I sjöns ytsediment finns förhöjda halter av bly, kadmium och kvicksilver i jämförelse med djupare liggande sediment. I jämförelse med bedömningsgrunderna för miljö kvalitet (Naturvårdsverket, 2000) är dock halterna låga till måttligt höga.

Sjöns humösa karaktär gör den mindre lämplig som miljöövervakningssjö. Dock kan dess näringsfattigdom och relativt goda försurningsstatus delvis göra den känslig för förändringar av både försurande och gödande belastning.

Tabell 17. Grunddata för Skärgölen (Källa: SLU, 2002)

<i>Sjödata</i>		<i>Enhet</i>
<i>Sjönummer</i>	651573152481	SMHI
<i>Sjökoordinater</i>	651573 152481	RT90
<i>Topografiskt kartblad</i>	09GSV	
<i>Kommun</i>	Norrköping	
<i>Höjd över havet</i>	72	m
<i>Vattenyta</i>	0,155	km <sup>2</sup>
<i>Vattenvolym</i>	1,080	Mm <sup>3</sup>
<i>Volym epilimnion (0-5m)</i>	59	%
<i>Max djup</i>	12,5	m
<i>Medeldjup</i>	7	m
<i>Total strandlinje</i>	2,50	km
<i>Total bottenareal</i>	0,156	km <sup>2</sup>
<i>Teoretisk omsättningstid</i>	5	år
<i>Total area avrinningsområde</i>	1,07	km <sup>2</sup>
<i>Arealspecifik avrinning</i>	7,5	L/km <sup>2</sup> , s
<i>Andel Sjö i avr.omr.</i>	17	%
<i>Andel Barrskog i avr.omr.</i>	51	%
<i>Andel Gles skog i avr.omr.</i>	4	%
<i>Andel Ungskog i avr.omr.</i>	8	%
<i>Andel Bevuxen myr i avr.omr.</i>	5	%
<i>Andel Öppen myr i avr.omr.</i>	2	%
<i>Andel Hygge i avr.omr.</i>	13	%

## **Kemi**

Skärgölen har provtagits 4 ggr/år sedan 1983 med undantag av de fyra första åren då den provtogs mer sporadiskt. Eftersom den är en nationell referenssjö har den blivit utvärderad tillsammans med andra referenssjöar i nationella rapporter (Persson, 1996; Wilander 1997). I denna utvärdering dras vissa paralleller till nämnda rapporter och vissa stycken gällande de biologiska parametrarna citeras.

Tabell 18. Skärgölen tillstånd och klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). För information om vilka data värdena bygger på se sidan 12. För förklaring av klasser se Tabell 3.

Parametrar	Värden	Klassning
pH	6,7	2
Alk (mekv/L)	0,15	2
Klorofyll (mg/m <sup>3</sup> )	5,6	2
Siktdjup (m)	2,6	3
Tot-N (µg/l)	307	2 (1)
Tot-P (µg/L)	11,0	1
Abs F 420/5	0,11	3
TOC mg/L	11,0	3
N/P-kvot	37,4	1

## Försurning

Resultatet vid jämförelse med bedömningsgrunderna visar att Skärgölen har svagt surt pH och god buffertkapacitet (Tabell 18). pH värdena förefaller stabila, förutom en nedgång ner till pH 5,2 1984 så har inga pH-värden under 6,4 uppmätts i materialet (Figur 24).

Ingen positiv eller negativ trend vad gäller pH- eller alkalinitetsvärdena över perioden kan ses i materialet (Figur 24). Halten sulfat i vattnet har signifikant minskat sedan 1993 ( $R^2=0,90$ )(Figur 26). Denna nedgång följs inte av en liknande nedgång i kloridjonhalten vilket talar för en minskad antropogen belastning av försurande ämnen i sjön. .

## Övergödning

Totalfosforhalten i Skärgölen är låg vilket antyder att sjön är oligotrof, dvs. näringsfattig och därmed biologiskt lågproduktiv (Tabell 18). Totalkvävehalten i Skärgölen är måttligt hög. Kvävefosforkvoten visar på kväveöverskott, produktionen i sjön begränsas därmed främst av fosfor.

Någon signifikant positiv trend med avseende på övergödningsparametrarna kan inte utläsas ur materialet (Figur 27). Dock kunde Johansson m.fl. (2003) se en signifikant positiv trend vad det gäller totalkväve i Skärgölen då de använde sig av Seasonal Kendalls test som kompenserar för säsongvariation. I sin trendanalys hade de delat in året i fyra säsonger med ett provtagningstillfälle per säsong.

## Metaller i Sediment

Metallhalter i sedimenten har analyserats i Skärgölen en gång, i augusti 1999. Enligt Naturvårdsverket bedömningsgrunder för miljökvalitet (2000) hade Skärgölen 1999 låga till måttligt höga halter av alla metaller i det översta skiktet (Tabell 19). I jämförelse med referensvärdet 30 cm ner i sedimenten hade sjön dock kraftigt förhöjda halter av bly, kadmium och kvicksilver i ytsedimentet.

Tabell 19. Metallhalter i sediment i Skärgölen i augusti 1999. Klassning enligt Naturvårdsverket bedömningsgrunder för miljö kvalitet (2000). Klass 2 är låga halter och klass 3 är måttligt höga halter.

Metall	Referensvärde 30-32 cm ner (mg/kg torrs substans)	Ytvärde Översta 0-2 cm (mg/kg torrs substans)	Klassning av ytsedimentet
<i>Cu</i>	22,4	37,3	3
<i>Zn</i>	119	193	2
<i>Pb</i>	47,2	155	3
<i>Cd</i>	0,458	2,26	3
<i>Cr</i>	29,2	25,1	3
<i>Ni</i>	14,2	23,8	3
<i>As</i>	5,2	9,22	2
<i>Hg</i>	0,064	0,24	2

## Biologi

Förutom för fisk har ingen utvärdering av de biologiska parametrarna i sjön gjorts inom ramen för denna rapport. För att ge en mer fullständig bild av Skärgölen infogas därför en kort resumé av vad som framkommit genom den nationella rapporten "26 svenska referenssjöar 1989-1993" (Persson, 1996).

## Växtplankton

Under åren 1989 till 1993 hade Skärgölen en utpräglad växtplanktontopp på våren vilket skiljer den från alla utom en av de andra nationella referenssjöarna. Biovolymen minskade sedan framåt sommaren för att åter öka något på hösten. Säsongsmedelvärdet på 0.6 mm<sup>3</sup>/L indikerar att sjön har en liten biomassa enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000).

Bland de olika grupperna växtplankton dominerar grönalger samt chryso- och haptophycéer. 81 arter hittades i sjön, av dessa var 2 gynnade av försurning och 1 gynnad av övergödning.

Djurplanktonfaunan dominerades under säsongen 1992-93 av hjuldjur (8 arter), hoppkräftor och hinnkräftor (5 respektive 4 arter). Av djuren var 3 försurningskänsliga och 3 indikatorer på en näringsfattig sjö.

## Bottenfauna

Totalt hittades i littoralzonen, som är den del av sjön som är mest utsatt för försurningens effekter, 52 arter varav flera försurningskänsliga djurgrupper såsom snäckor, musslor, kräftor och dagsländor. BQI-indexet på 3,5 indikerar hög representation av känsliga arter i littoralzonen. Sublittoralen dominerades av kräftdjur och mygglarver medan fåborstmaskar dominerade i profundalen. BQI-indexet i profundalen var på 1,2 vilket klassas som lågt och indikerar arter utan höga krav på rent vatten och höga syrgasvärden, dvs arter tåliga för övergödningens effekter (Naturvårdsverket, 2000).

## Fisk

Skärgölen provfiskas av Fiskeriverket och har provfiskats 1987, 1996, 1997 och 2000. I sjön finns mört, abborre, gädda, sarv, gers och sutare (Fiskeriverket, 2003). Av dessa

är särskilt mörkt försurningskänslig. Det samlade fiskindexet för sjön (1) är mycket lågt vilket indikerar en art- och fiskfattig sjö (Naturvårdsverket, 2000).

## Stensjön

### Sammanfattning

Stensjön ligger på en högplatå i länets centrala delar. Avrinningsområdet domineras av barrskog. Sjön är medelstor med flera öar och skär med steniga och flacka stränder. Längs sjöns nordvästra strand finns ett sommarstugeområde. Grundbottnarna är överlag av karaktären sandig-dyig (Linköpings kommun, 2003).

Sjön är humös med måttligt siktdjup samt en måttligt hög halt av organiskt material. Sjön är ingen typisk *Gonyostomum*-sjö men de år *Gonyostomum semens* dominerar går växtplanktonbiomassorna från låga till måttligt höga värden vilket indikerar ett instabilt system.

Sjön har högt pH med mycket god och stabil buffertkapacitet. Växtplanktonsamhällets instabilitet tyder dock ändå på att sjön är olämplig för miljöövervakning. Vattnets brunfärgade karaktär torde göra att Stensjön, precis som Bleklången, är tämligen okänslig mot förändringar i belastningsbilden både vad gäller försurande och gödande ämnen.

Tabell 20. Grunddata för Stensjön (Källa: SMHI; Sahlström, 1945; Länsstyrelsen)

<i>Sjödata</i>		<i>Enhet</i>
<i>Sjönummer</i>	644209148137	SMHI
<i>Sjökoordinater</i>	644209 148137	RT90
<i>Topografiskt kartblad</i>	07FNO	
<i>Kommun</i>	Linköping	
<i>Höjd över havet</i>	182,6	m
<i>Vattenyta</i>	0,496	km <sup>2</sup>
<i>Max djup</i>	12	m

### Kemi

Stensjön har provtagits inom det regionala programmet för referenssjöar mellan 1996 och 2001, men hela programmet först sedan 1997. Sjön har från och med 2002 utgått ur programmet.



**Tabell 21. Stensjöns tillstånd och klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). För information om vilka ursprungliga data som klassningen bygger på se sidan 12. För förklaring av klasser se Tabell 3.**

<b>Parameter</b>	<b>Värde</b>	<b>Klassning</b>
<i>pH</i>	7,1	1
<i>Alk (mekv/L)</i>	0,29	1
<i>Klorofyll (mg/m<sup>3</sup>)</i>	7,3	2
<i>Siktdjup (m)</i>	3,1	3
<i>Tot-N (µg/l)</i>	519	2
<i>Tot-P (µg/L)</i>	9,0	1
<i>Abs F 420/5</i>	0,09	3
<i>TOC mg/L</i>	10,1	3
<i>N/P-kvot</i>	55,6	1

## **Försurning**

Stensjön har högt pH och mycket god buffertkapacitet. Surstötter ner till pH 6,8 kan observeras i materialet men alkaliniteten förefaller mycket stabil (Figur 28).

Tidsserien är kort och det är svårt att uttala sig om trender i materialet. Några effekter, vare sig på pH eller alkalinitet har inte heller kunnat påvisas (Figur 28). Dock finns en icke signifikant neråtgående trend för både sulfat-, baskat- och kloridjoner vars intryck förstärks av liknande trender i närliggande sjöar (Figur 29, Figur 30).

## **Övergödning**

Totalfosforhalten i Stensjön är låg vilket antyder att sjön är oligotrof, dvs. näringsfattig och därmed biologiskt lågproduktiv (Tabell 21). Totalkvävehalten i Stensjön är måttligt hög. Kvävefosforkvoten visar på kväveöverskott, dvs. produktionen begränsas främst av fosfor.

Det är svårt att uttala sig om trender i materialet på grund av den korta tidsserien. Ingen positiv eller negativ trend har heller kunnat urskiljas med avseende på näringsparametrarna kväve och fosfor (Figur 31).

## **Biologi**

Stensjön har provtagits för växtplankton under åren 1996 till 2002. En 5-årsrapport sammanställdes under 2002 av Peter Blomqvist (2002). I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från Blomqvists rapport.

Bottenfaunan i Stensjön har genom det regionala programmet provtagits 1995 och 1999. 1995 års studie är aldrig i sin helhet redovisad men i en rapport för 1999 års provtagning redovisas de viktigaste resultaten även för 1995 (Ericsson m.fl., 2000). I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från nämnda rapport.

## **Växtplankton**

Växtplanktonbiomassorna i Stensjön har under sexårsperioden varierat från låga till måttligt höga värden vilket indikerar en instabil karaktär. Någon förändring över tiden har dock inte observerats. De år som haft riktigt höga biomassor har raphidophycéen *Gonyostomum semen* dominerat. Dock förefaller sjön inte vara en typisk *Gonyostomum*-sjö såsom Bleklången. Andra år har dinoflagellater, chrysophycéer,

rekylalger och kiselalger varit viktiga. Resultaten tyder på att detta är en alkalisk skogssjö med relativt (tidvis starkt) brunfärgat vatten (Ericsson m.fl., 2000).

### **Bottenfauna**

De prover som följande lägesrapport grundar sig på är tagna i sjöns littoral- och profundalzon (10,5 m) i oktober 1999. I littoralzonen hittades 2022 djur per kvadratmeter av 51 olika arter vilket klassas som mycket högt. Bland dessa djur fanns många försurningskänsliga snäckor och försurningsindexet på 8 indikerar att sjön är ostörd eller obetydligt störd av försurande effekter (Naturvårdsverket, 2000).

I profundalen hittades 7 arter vilket klassas som måttligt högt men med ett högt individantal. Bland arterna dominerade tvåvingar (Ericsson m.fl., 2000). BQI-indexet på 2,5 indikerar måttligt hög belastning av näringsämnen och organisk material (Naturvårdsverket, 2000).

En jämförelsen mellan 1995 och 1999 års resultat visar att littoral- och profundalfaunan i Stensjön är oförändrade (Ericsson m.fl., 2000).

## **Öjsjön**

### **Sammanfattning**

Öjsjön är en flikig sjö med flera öar som ligger i den sydostliga delen av länet nära gränsen till Småland. Sjön omges helt av skog med undantag av att landsvägen passerar alldeles vid strandkanten vid sjöns sydligaste del. Sjön har delvis en vildmarksprägel med karga, steniga stränder som saknar bebyggelse. Sjön är dricksvattentäkt till Falerums samhälle (Åtvidabers kommun, 2003).

Sjön är en näringsfattig klarvattensjö med ett siktdjup på cirka 5 meter i augusti. Låg växtplanktonbiomassa och låg mängd organiskt kol i vattnet förstärker bilden av sjön som relativt obelastad av både humus och näring. Dålig bottenfaunarepresentation i bottenvattnet antyder syrebrist som uppkommit efter 1995. Med nuvarande belastning och produktion är syrebristen svårförklarad.

Öjsjön är svagt sur men inte värre än att ett flertal försurningskänsliga djurarter hittades i littoralzonen under provtagningen 1999. Sjön uppvisar en minskad försurningsbelastning i form av sulfationer i vattnet den senaste 10-årsperioden. Alkalinitet har också ökat signifikant under provtagningsperioden, mätt på sommarvärdena.

Växtplanktonsamhällets stabilitet och vattnets näringsfattiga, inte alltför brunfärgade och måttligt alkalina karaktär gör sjön väl lämpad som objekt inom miljöövervakningen. Den torde kunna svara tämligen tidigt på en störning både i form av förändrad belastning av försurande och eutrofierande ämnen.

Tabell 22. Grunddata för Öjsjön (Källa SMHI; Länsstyrelsen).

<i>Sjödata</i>		<i>Enhet</i>
<i>Sjönummer</i>	645553151635	SMHI
<i>Sjökoordinater</i>	645553 151635	RT90
<i>Topografiskt kartblad</i>	08GSV	
<i>Kommun</i>	Åtvidaberg	
<i>Höjd över havet</i>	58,1	m
<i>Vattenyta</i>	1,7844	km <sup>2</sup>
<i>Max djup</i>	24	m
<i>Medeldjup</i>	9	m

## Kemi

Öjsjön har provtagits genom det regionala programmet för referenssjöar sedan 1983.

Tabell 23. Öjsjöns tillstånd och klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000). För information om vilka ursprungliga data som klassningen bygger på se sidan 12. För förklaring av klasser se Tabell 3.

<i>Parameter</i>	<i>Värde</i>	<i>Klassning</i>
<i>pH</i>	6,7	2
<i>Alk (mekv/L)</i>	0,11	2
<i>Klorofyll (mg/m<sup>3</sup>)</i>	5,0	2
<i>Siktdjup (m)</i>	5,2	2
<i>Tot-N (µg/l)</i>	329	2
<i>Tot-P (µg/L)</i>	15,7	2
<i>Abs F 420/5</i>	0,06	3
<i>TOC mg/L</i>	7,7	2
<i>N/P-kvot</i>	32,9	1

## Försurning

Öjsjön har svagt surt pH och god buffertkapacitet (Tabell 23). pH förefaller instabilt och har vid surstötar under våren registrerats till 6,4 (Figur 32).

Sjöns alkalinitet har ökat signifikant under provtagningsperioden mätt på sommarvärdena (Figur 32). För långsiktiga försurningstrender används med fördel augustivärden eftersom både pH och alkalinitet då är som stabilast. En motsvarande trend går dock inte att se för pH värdena. Under hela tiden har också belastningen i form av sulfatjoner i vattnet minskat signifikant ( $R^2=0,68$ )(Figur 33). Varken kloridjonerna eller baskatjonerna magnesium, kalcium, kalium och natrium följer sulfatjonernas mönster vilket förstärker bilden av en minskad antropogen försurande belastning (Figur 33, Figur 34).

## Övergödning

Öjsjön uppvisar måttligt höga halter av både totalkväve och totalfosfor i jämförelse med bedömningsgrunderna (Tabell 23). Kvävefosforkvoten visar på kväveöverskott, dvs. fosfortillgången är avgörande för produktion av alger och annan växtlighet.

För totalfosfor och totalkväve kan ingen trend, varken positiv eller negativ, utläsas ur materialet (Figur 35). Säsongsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Öjsjön från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

## **Biologi**

Öjsjön har provtagits för växtplankton under åren 1996 till 2001. En 5-årsrapport sammanställdes under 2002 av Peter Blomqvist (2002). I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från Blomqvists rapport,

Bottenfaunan i Öjsjön har genom det regionala programmet provtagits 1995 och 1999. 1995 års studie är aldrig i sin helhet redovisad men i rapporten för 1999 års provtagning redovisas de viktigaste resultaten även för 1995. I föreliggande rapport redovisas en kort sammanställning av resultaten från konsultrapporten från 1999 (Ericsson m.fl., 2000).

### **Växtplankton**

Växtplanktonbiomassorna i Öjsjön har under sexårsperioden varierat mellan 299 och 778 µg våtvikt/L vilket klassas som låga värden och tydligt indikerar att sjön är näringsfattig. Ingen förändring av biomassorna över tiden har heller kunnat observeras. Samhället domineras av kiselalgen *Tabellaria flocculosa* var. *Asterionelloides* som är vanlig i sjöar med måttlig till relativt låg alkalinitet, nära neutralt pH-värde, låg totalfosforkoncentrationer och måttlig vattenfärg. Övriga viktiga arter i sjön är chrysophycéer, grönalger, dinoflagellater samt cyanobakterier vilka understryker bilden av en näringsfattig skogssjö med ett inte alltför brunfärgat vatten.

### **Bottenfauna**

De prover som data grundar sig på är tagna i sjöns littoral- och profundalzon (14,5 m) i oktober 1999. I littoralzonen hittades 38 arter vilket klassas som ett mycket högt antal. Bland dessa fanns försurningskänsliga arter av märkräftor, dagsländor, nattsländor och snäckor. Försurningsindexet på 12 klassar sjön som obetydligt störd av försurning (Naturvårdsverket, 2000).

I profundalzonen, som är den del av sjön som är mest utsatt för övergödningen effekter, hittades bara en mycket tålig fåborstmask och i mycket lågt antal vilket sannolikt beror på nästan total syrebrist i sjöns bottenvatten. En jämförelse mellan 1995 och 1999 års resultat i profundalen visar också att artantalet minskat kraftigt under perioden från 6 arter 1995 till 1 art 1999. I 1995 års undersökning hittades också flera arter som är känsliga mot låga syrehalter vilket visar på en god syresituation 1995. Om förändringen i profundalzonen är tillfällig eller bestående får utvisas vid nästa provtagning. Förhållandena i littoralzonen mellan 1995 och 1999 verkar dock inte ha förändrats (Ericsson m.fl., 2000).

### **Övrigt**

Det finns uppgifter om att Öjsjön härbärgerar två s.k. glacialrelikter, kräftdjuren *Pallasea quadrispinosa* och *Mysis relicta* (Åtvidabergs kommun, 2003).

# Tack

Tack till Lizette Ekstrand, Marie Lifergren-Kaya, Jenny Schölander, Maria Johansson, Catrin Samuelsson och Pernilla Larsson Wahlman som genom sina arbeten på Miljövetarprogrammet vid Linköpings universitet bidragit till denna rapport.

# Referenser

Bernes, C. (1991) Försurning och kalkning av svenska vatten. Monitor 12. Naturvårdsverket.

Blomqvist, P. (2002) Plankton i fem sjöar i Östergötlands län 2001 samt under perioden 1996-2001. Scripta Limnologica Upsaliensis 2002 B:1.

Edlund, J. (1996) Naturvärdesinventering av 75 sjöar i Norrköpings kommun. Natur i Norrköping 2:96. Kommunledningskontoret, Norrköpings kommun.

Ericsson, U., Sundberg, I. Och Medin, M. (2000) Bottenfauna i fem sjöar i Östergötland 1999.

Ekstrand, L., Lifergren-Kaya, M. och Schölander J. (2003) Försurningstillståndet i den nationella referenssjön Grissjön, Östergötlands län. Rapport på kursen Miljöanalys II, Miljövetarprogrammet, Linköpings universitet.

Fiskeriverket (2003) [www.fiskeriverket.se](http://www.fiskeriverket.se)

IVL-Svenska miljöinstitutet AB (2002) Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län: resultat till och med 2001. IVL-rapport B1459, 2002.

IVL- Svenska miljöinstitutet AB (2003) [www.ivl.se/Svenska krondroppsnätet](http://www.ivl.se/Svenska_krondroppsnatet)

Johansson, M., Samuelsson, C. och Larsson Wahlman, P. (2003) Utvärdering av försurnings- och näringsstillståndet i tre nationella referenssjöar inom Östergötlands län. Rapport på kursen Miljöanalys II, Miljövetarprogrammet, Linköpings universitet.

Linköpings kommun (2003) Kommunens naturvårdsprogram.

Länsstyrelsen Jönköping (2000) Tidsseriesjöar i Jönköpings län. 1983-1998. Meddelande 2000:13

Länsstyrelsen Östergötland (2003) Östgötska miljömål.

Naturvårdsverket (2000) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - sjöar och vattendrag. Rapport 4913

Naturvårdsverket (2002) Kalkning av sjöar och vattendrag. Handbok 2002:1

Persson, G. (1996) 26 svenska referenssjöar 1989-1993. En kemisk och biologisk statusbeskrivning.

Sahlström, K.E. (1945) Sveriges lodade sjöar. SGU, Stockholm 50. Rapporter och meddelande i stencil Nr 2.

SLU, Statens Lantbruks Universitet (2002) <http://www.ma.slu.se/>

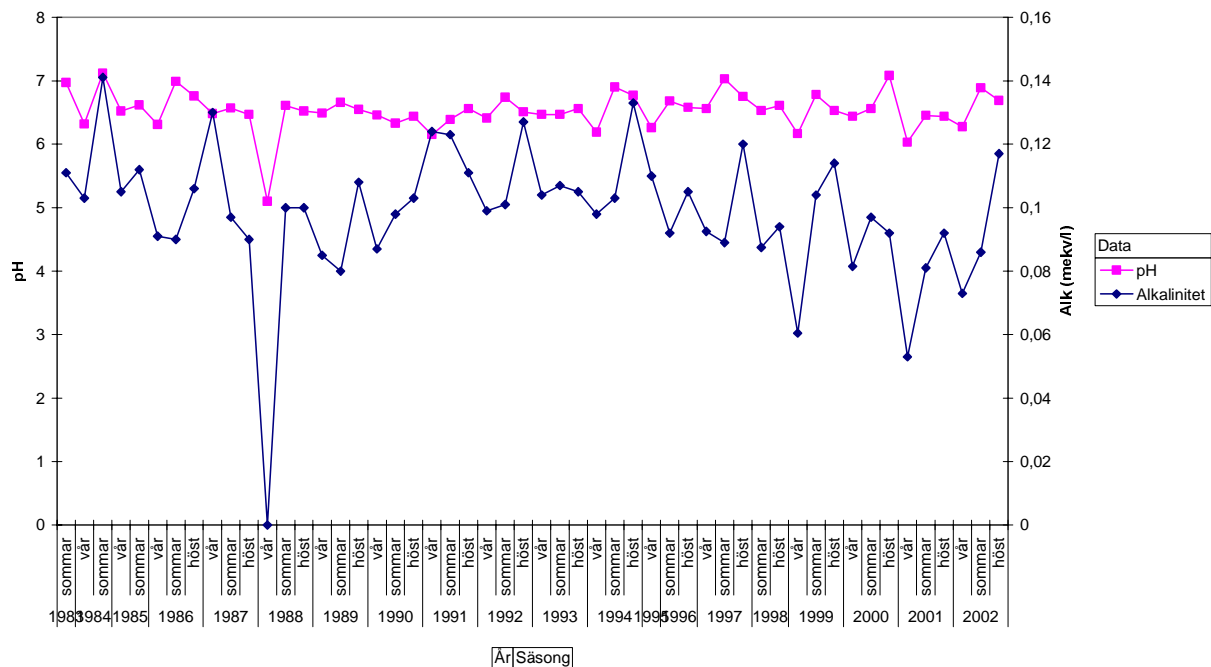
SMHI (2003) [www.smhi.se](http://www.smhi.se)

Wilander, A. (1997) Referenssjöarnas vattenkemi under 12 år; tillstånd och trender. Naturvårdsverkets rapport 4652

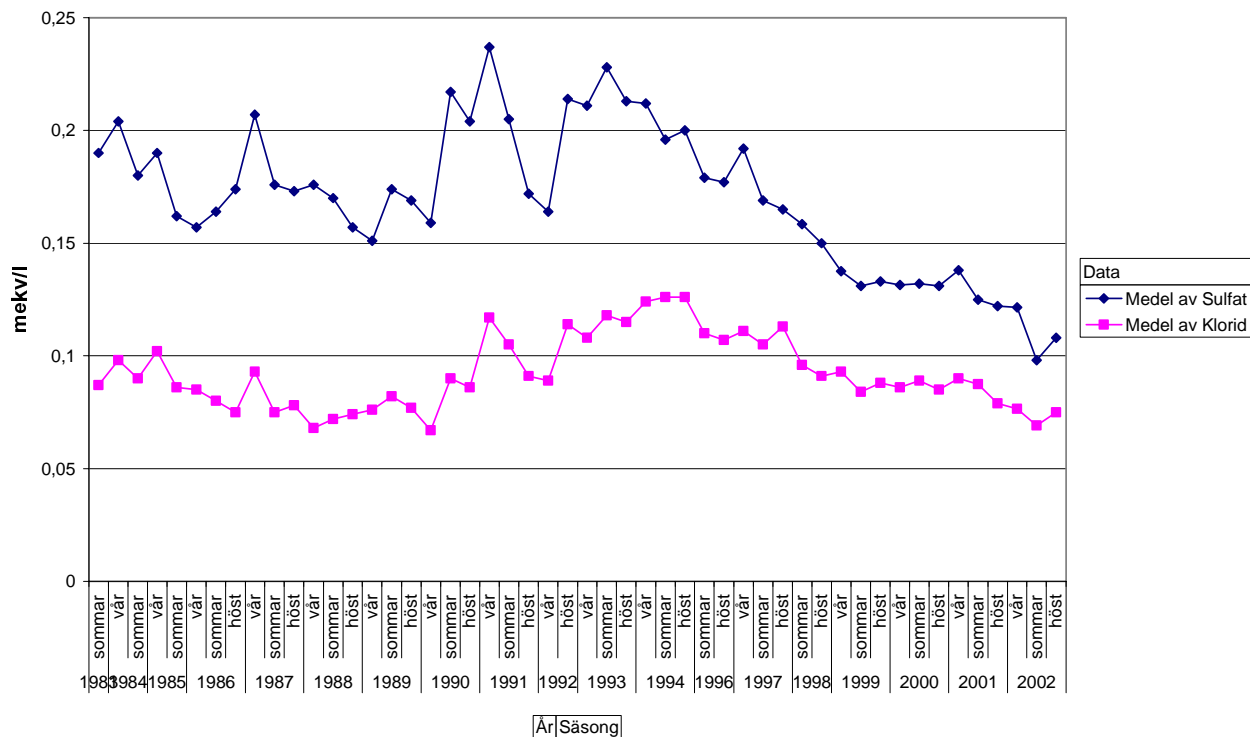
Åtvidabergs kommun (2003) Kommunens Naturvårdsprogram

# Figurer

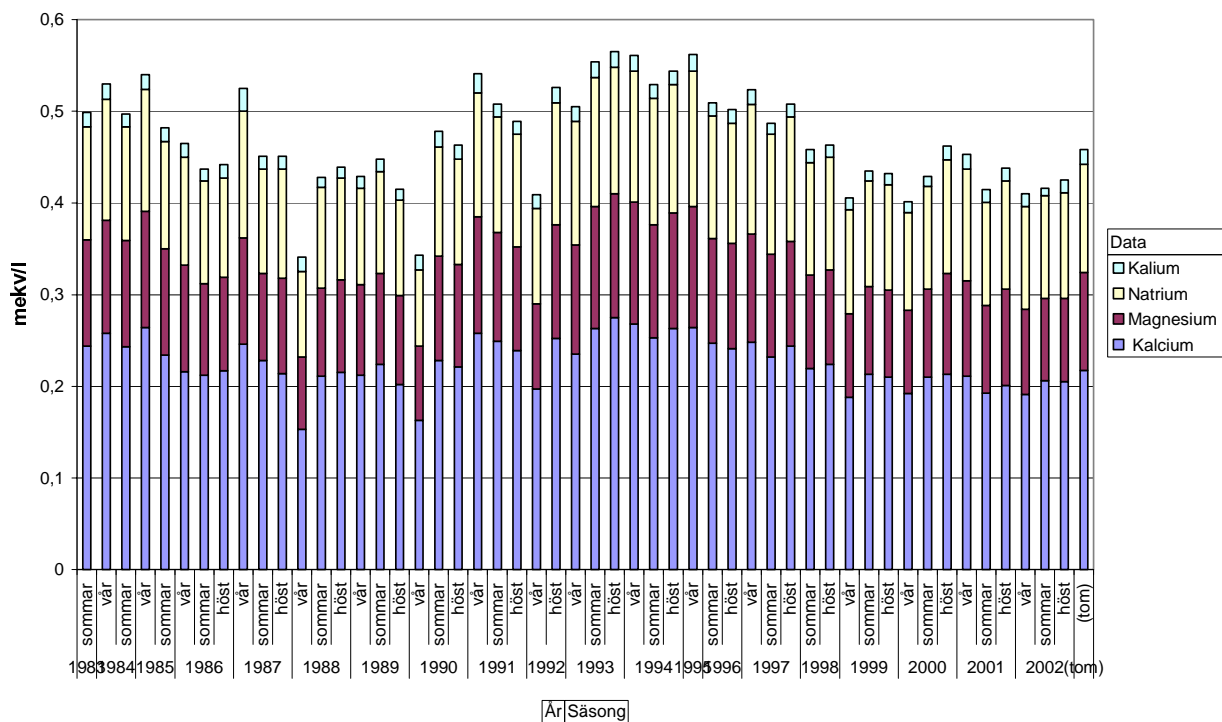
## Bleklången



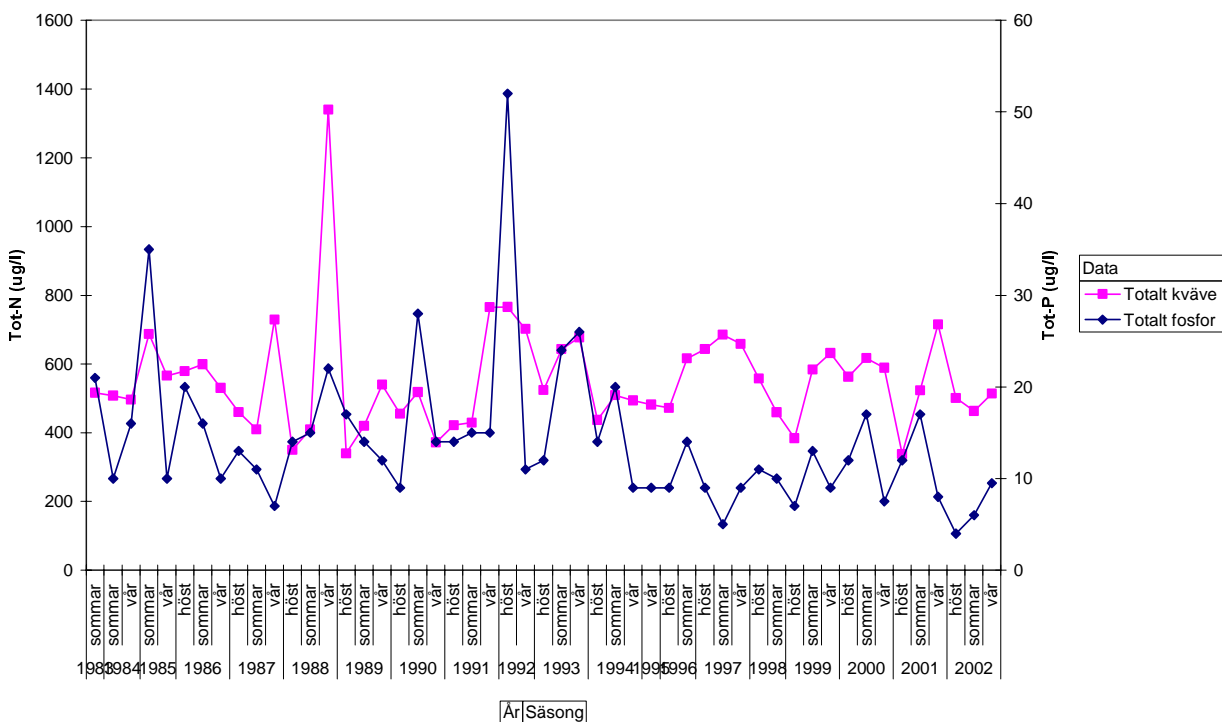
Figur 3. Säsongsmedelvärden för alkalinitet och pH i Bleklången från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



Figur 4. Säsongsmedelvärden i Bleklången för klorid och sulfatjoner från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

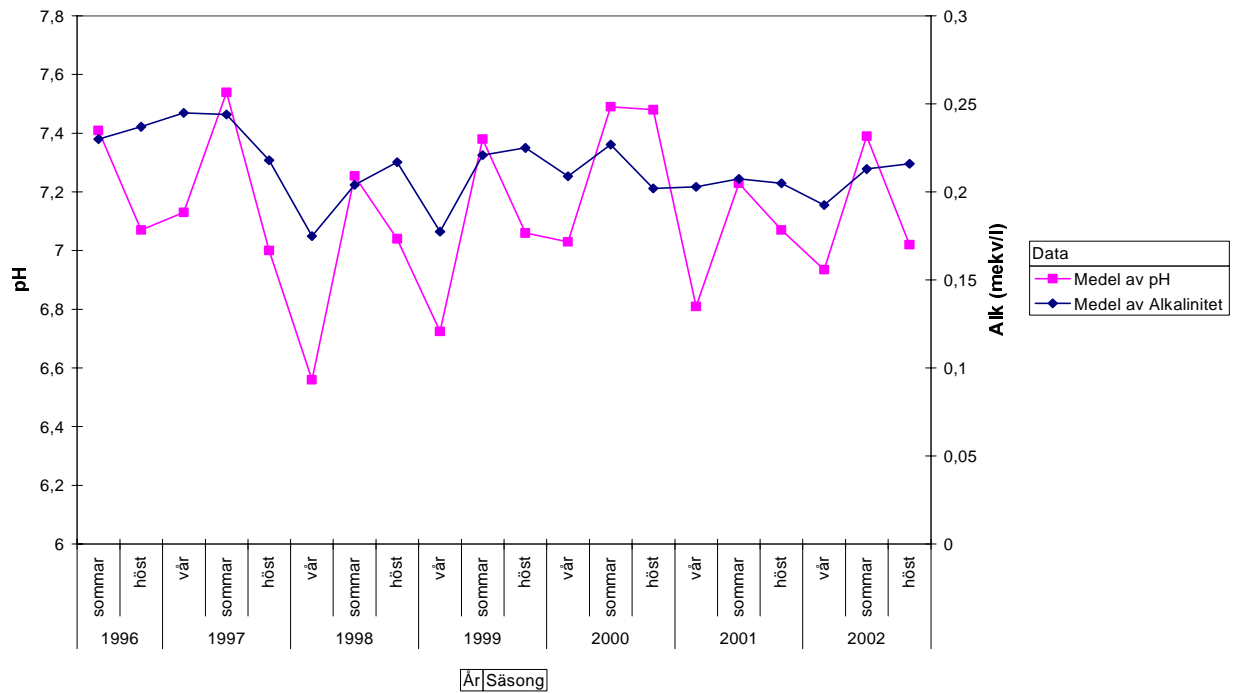


**Figur 5. Säsongsmedelvärden i Bleklängen för basketjonerna kalium, magnesium, natrium och kalcium från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**

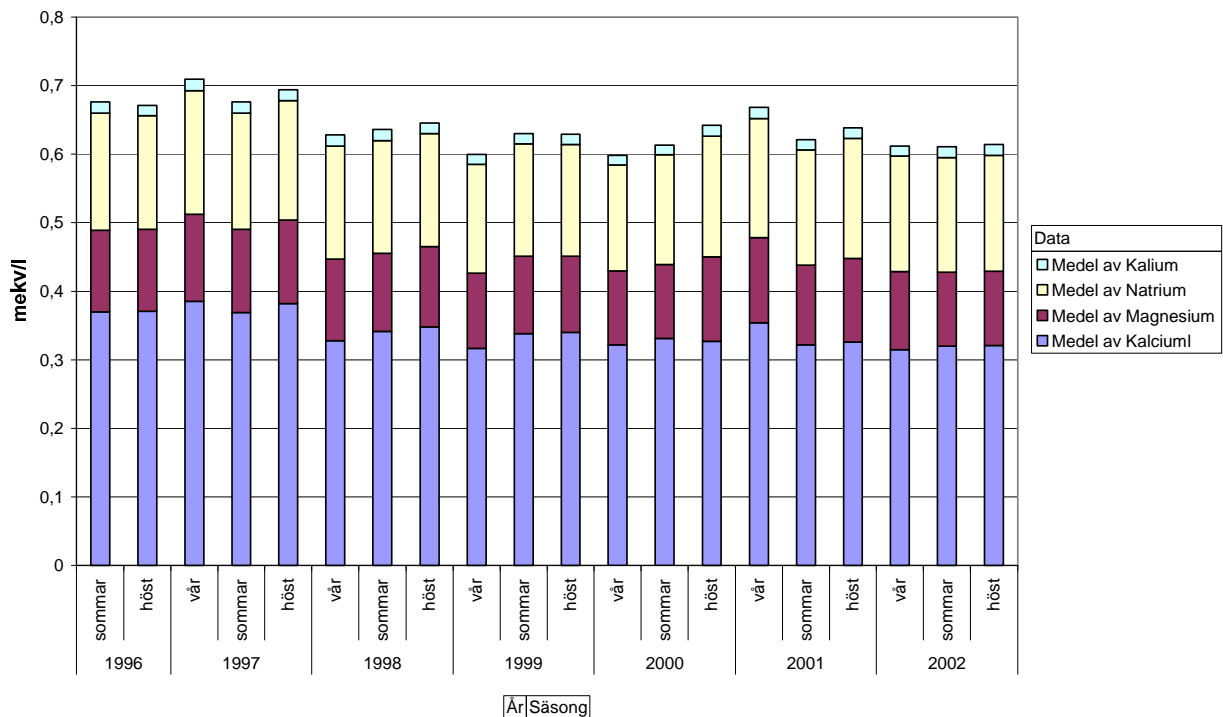


**Figur 6. Säsongsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Bleklängen från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**

## Glimmingen

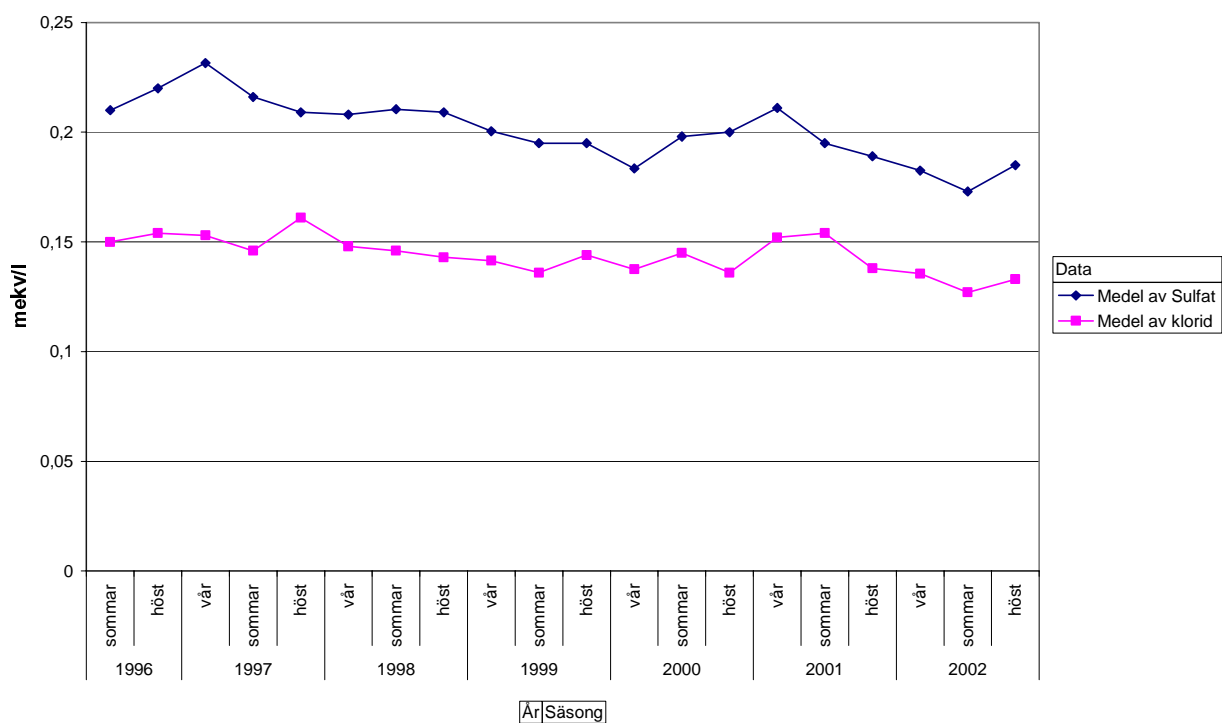


Figur 7. Säsongsmedelvärden för alkalinitet och pH i Glimmingen från 1996 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

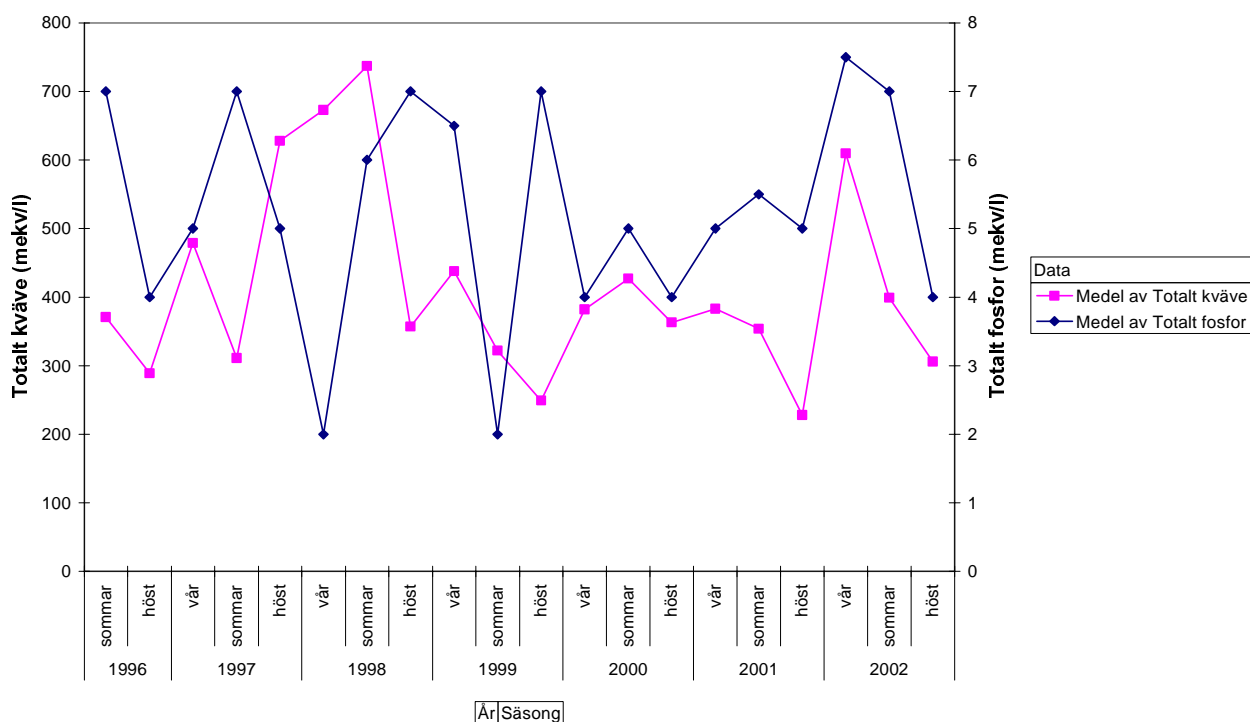


Figur 8. Säsongsmedelvärden i Glimmingen för baskatjonerna kalium, magnesium, natrium och kalcium från 1996 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



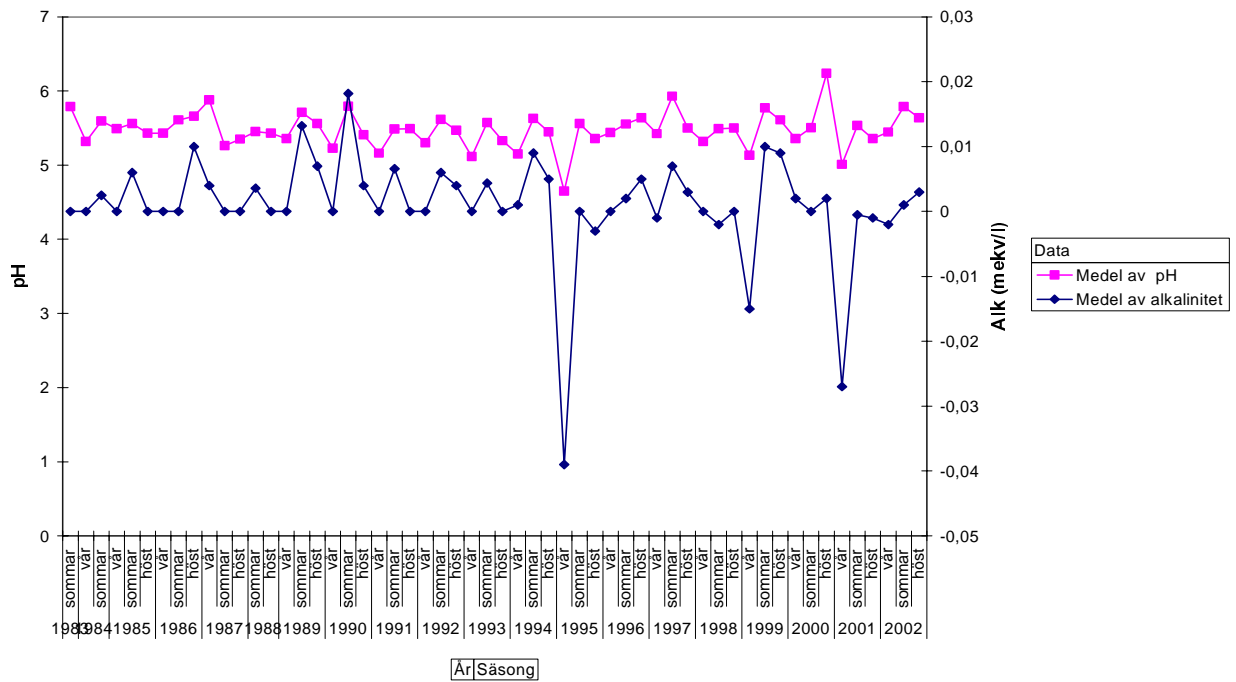


**Figur 9. Säsöngsmedelvärden i Glimmingen för klorid och sulfatjoner från 1996 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**

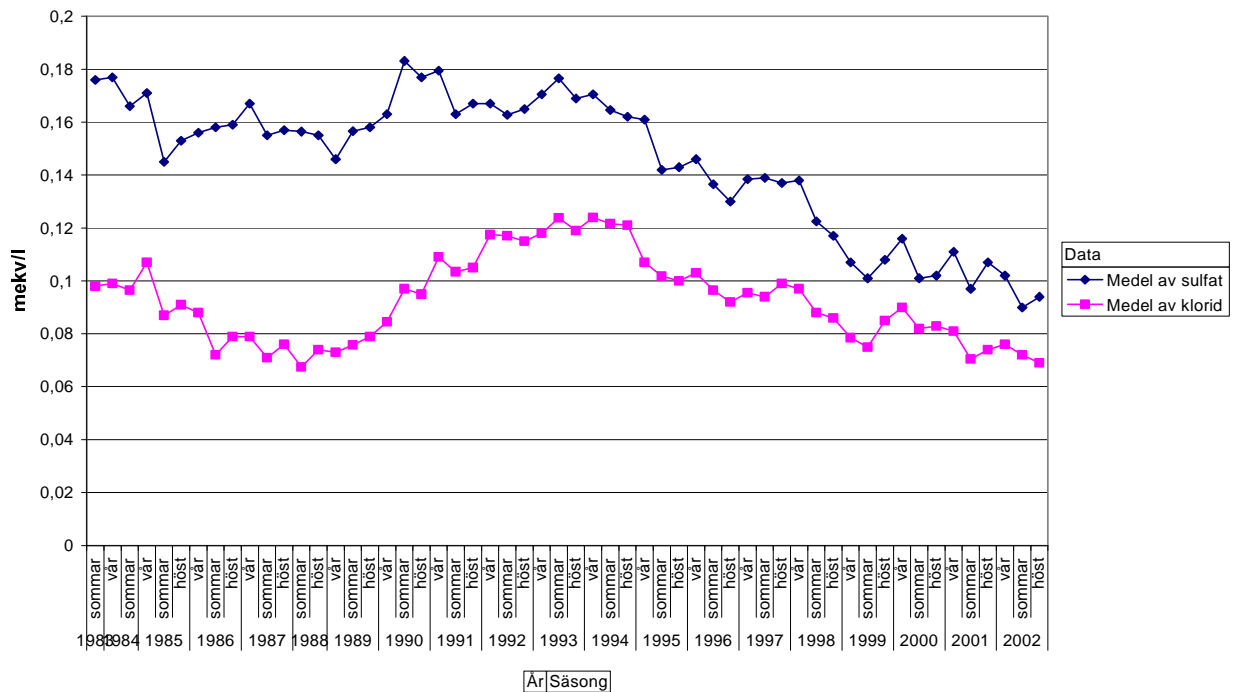


**Figur 10. Säsöngsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Glimmingen från 1996 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**

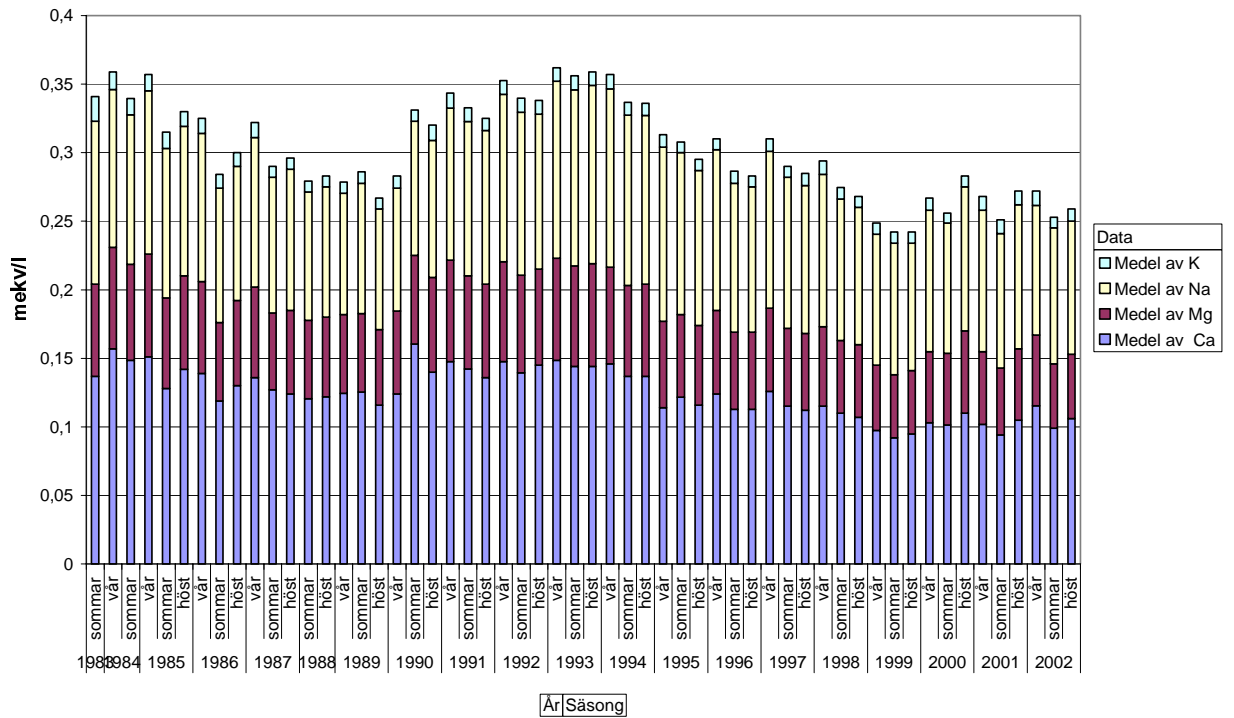
# Grissjön



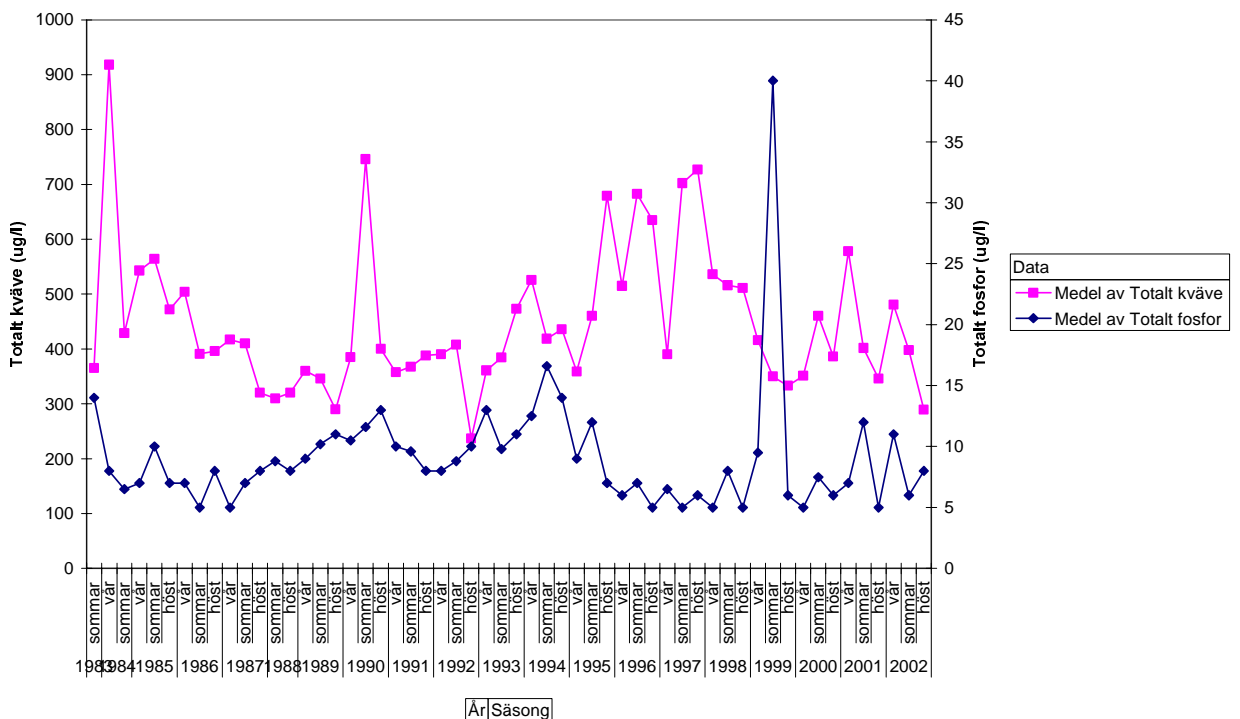
**Figur 11. Säsongsmedelvärden i Grissjön för pH och alkalinitet från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**



**Figur 12. Säsongsmedelvärden i Grissjön för klorid och sulfatjoner från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**

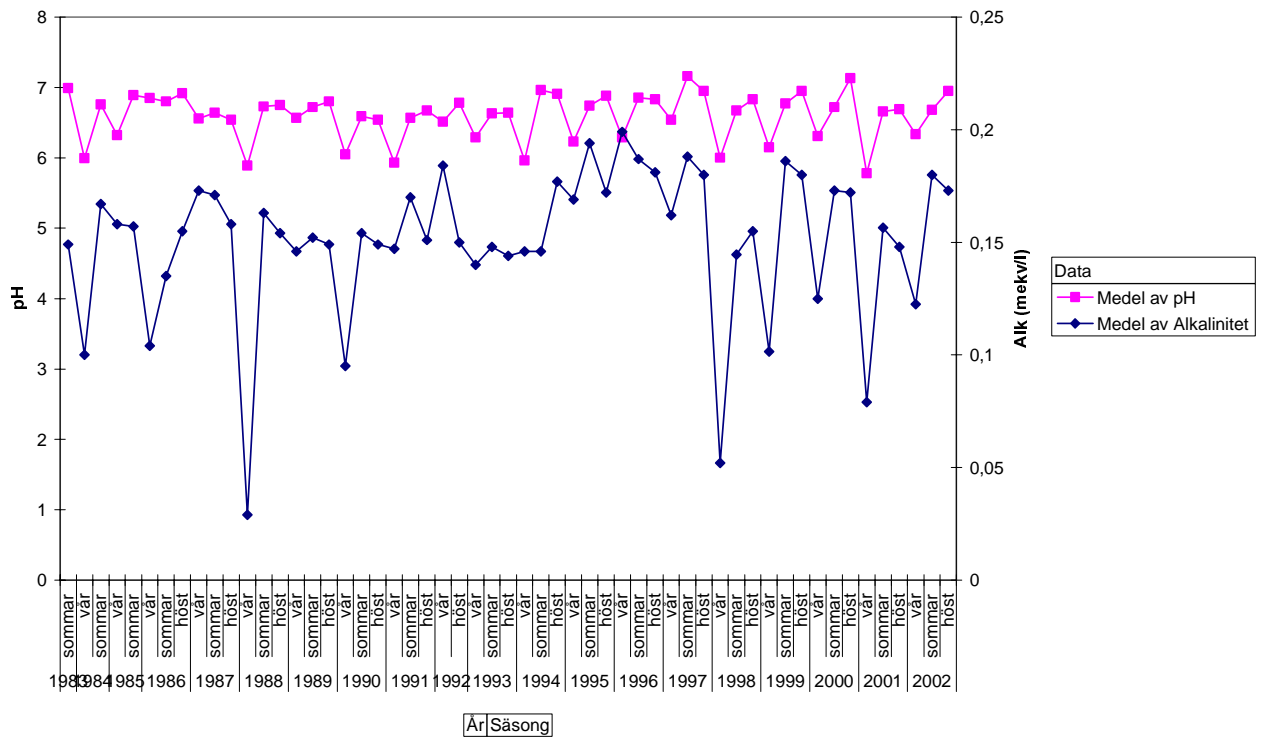


**Figur 13.** Säsongsmedelvärden i Grissjön för basketjonerna kalium, magnesium, natrium och kalcium från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

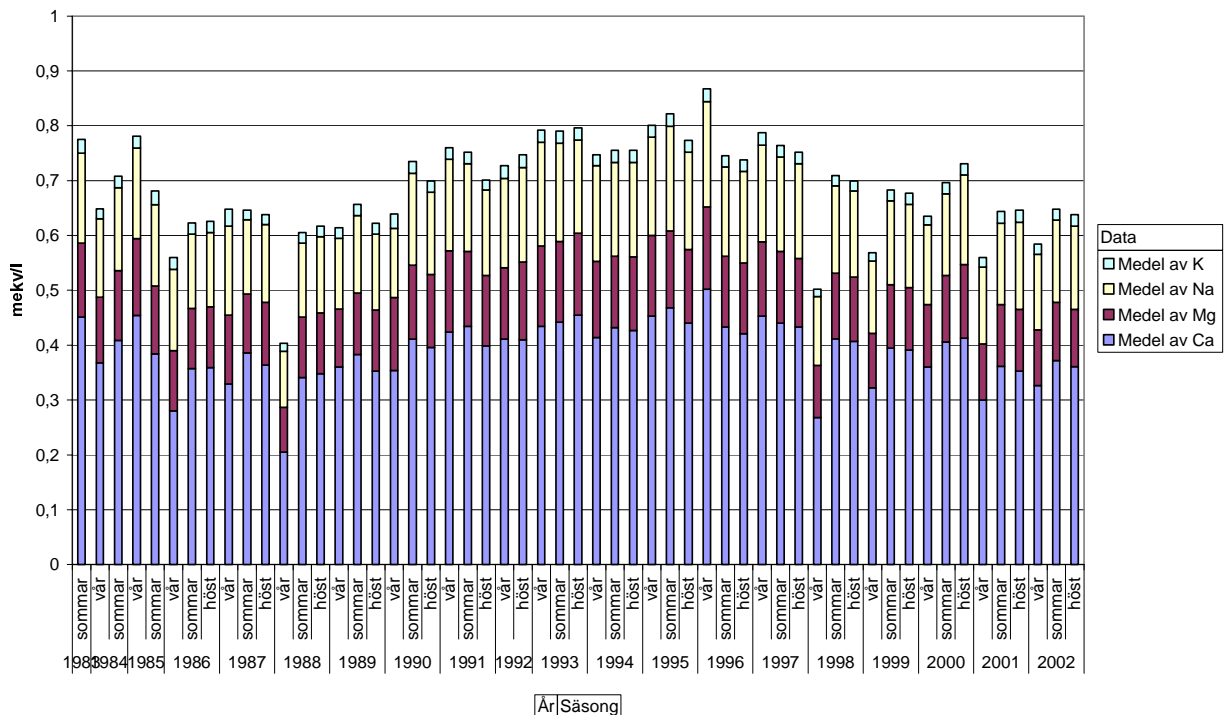


**Figur 14.** Säsongsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Grissjön från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

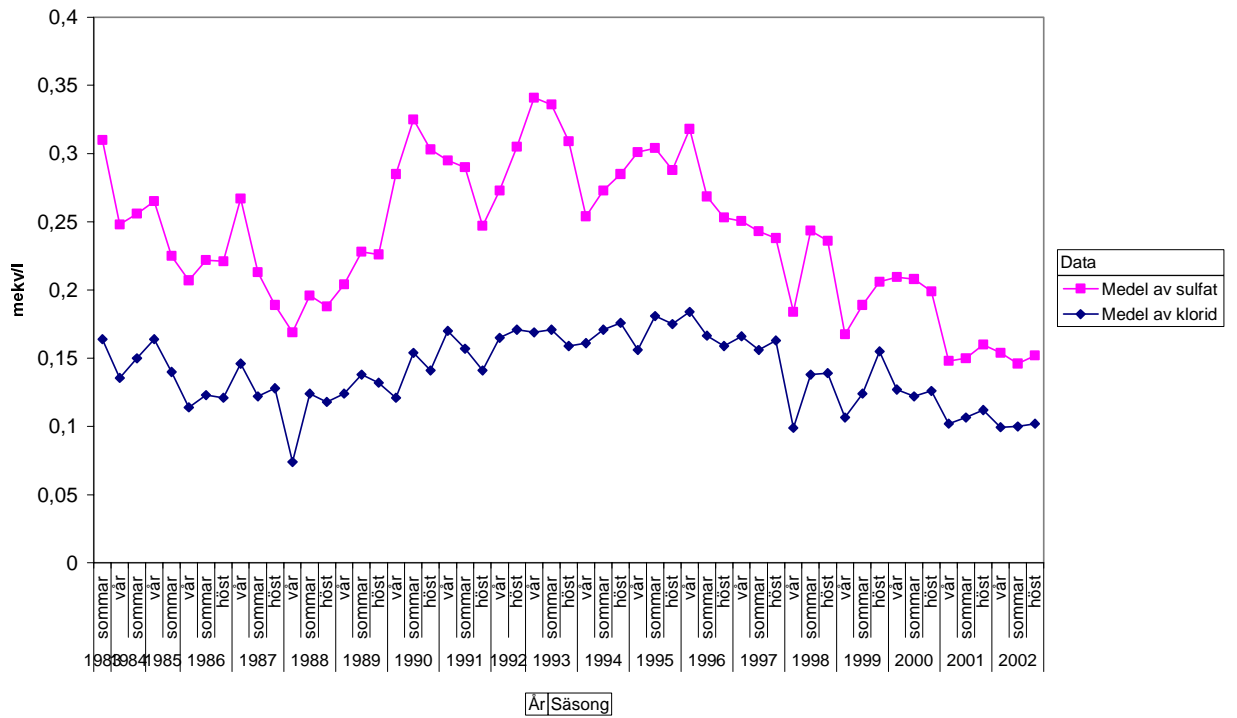
# Gryten



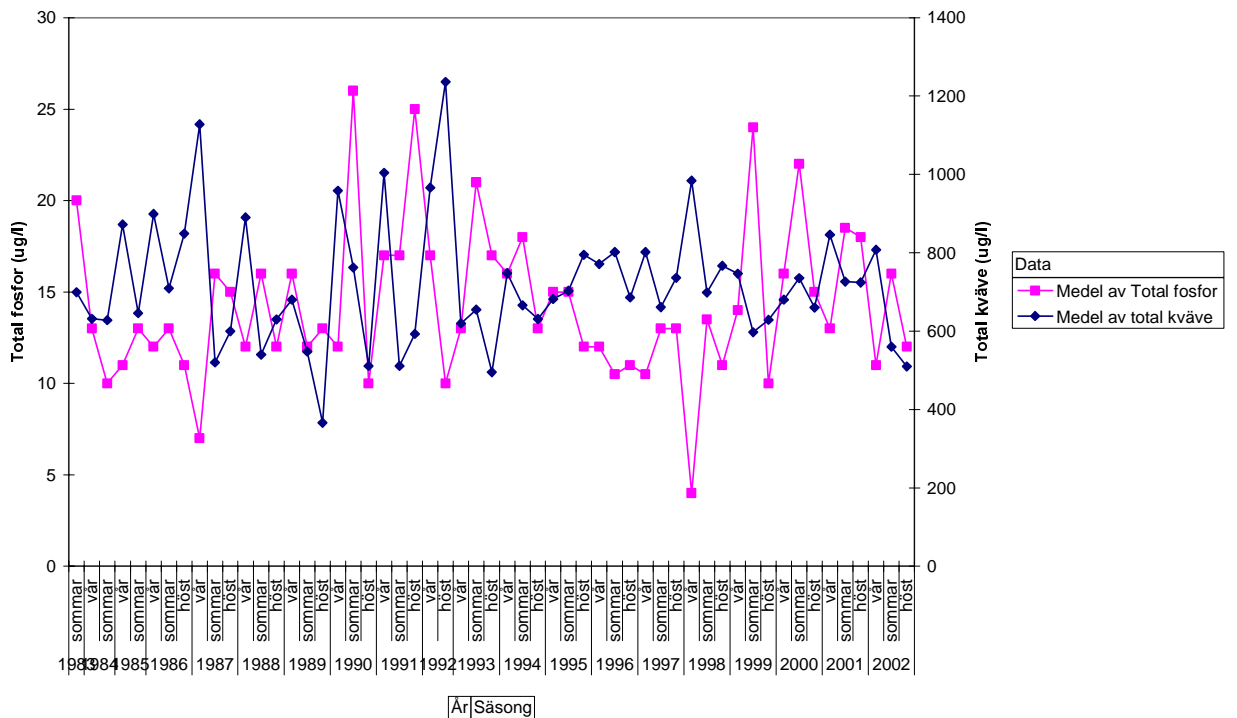
Figur 15. Säsongsmedelvärden för alkalinitet och pH i Gryten från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



Figur 16. Säsongsmedelvärden i Gryten för baskatjonerna kalium, magnesium, natrium och kalcium från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

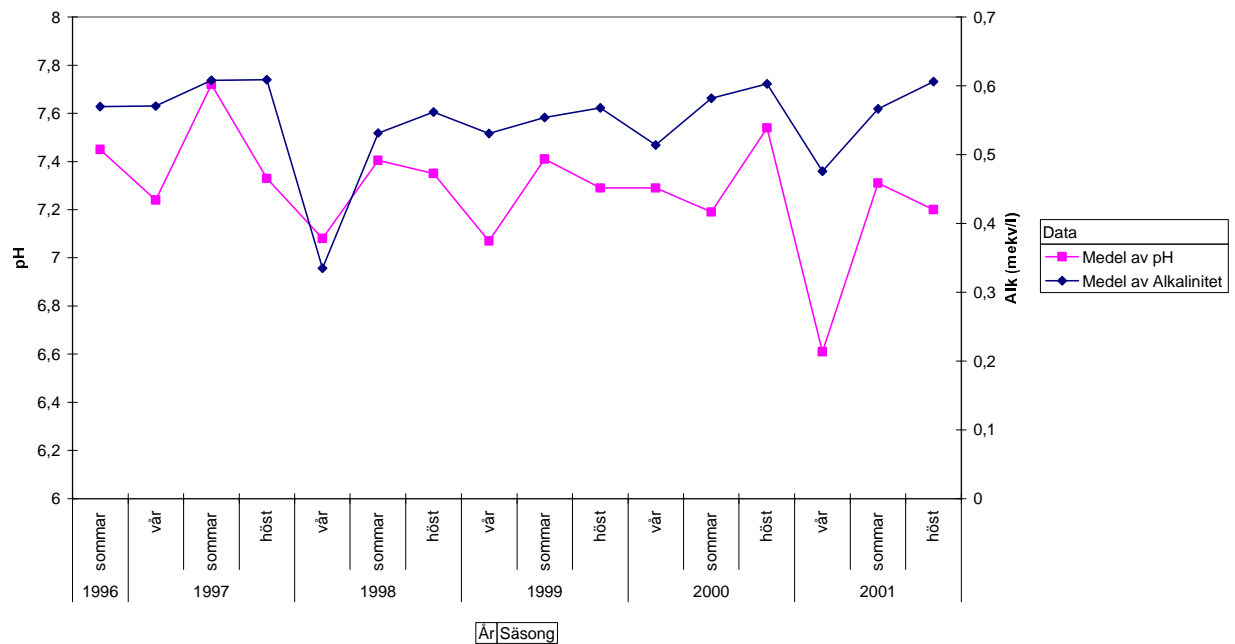


Figur 17. Säsongsmedelvärden i Gryten för klorid och sulfationer från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

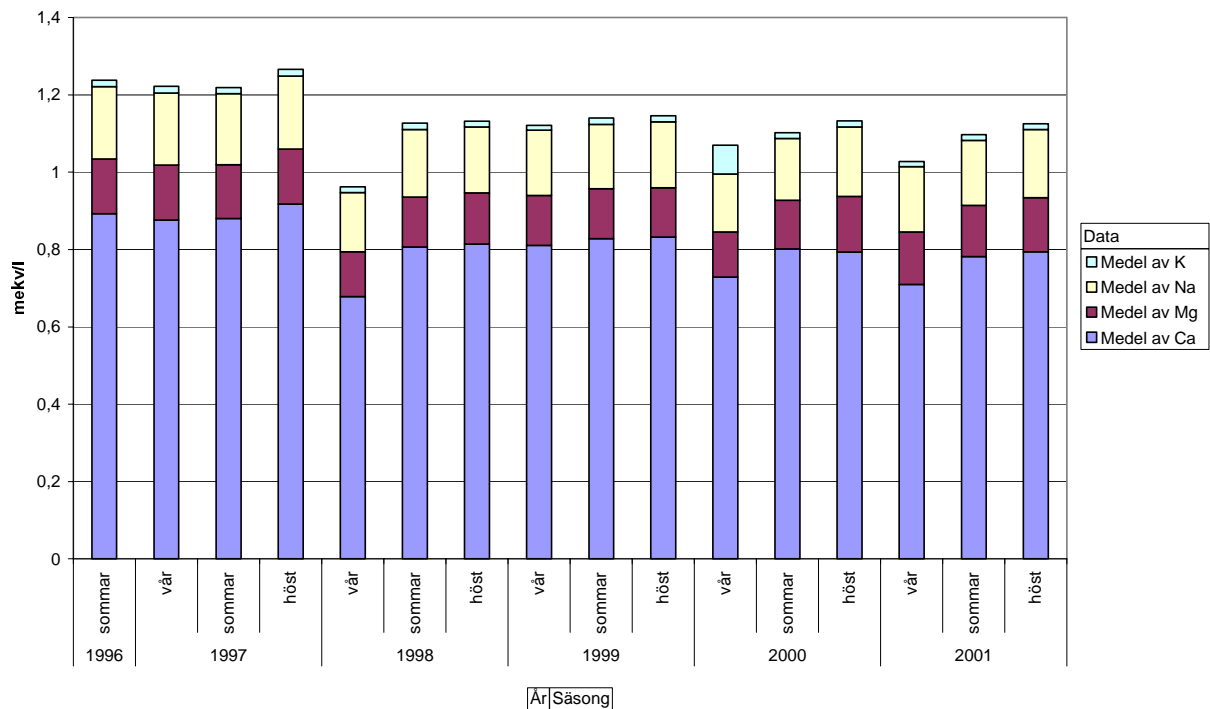


Figur 18. Säsongsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Gryten från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

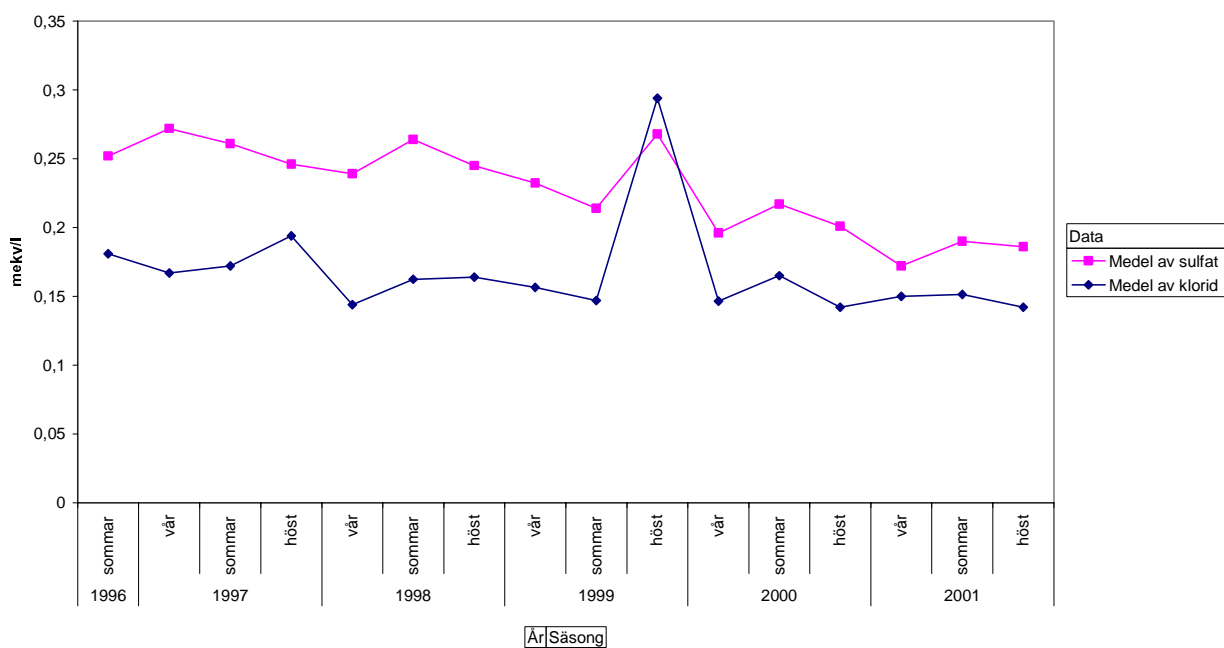
## Sjögarpesjön



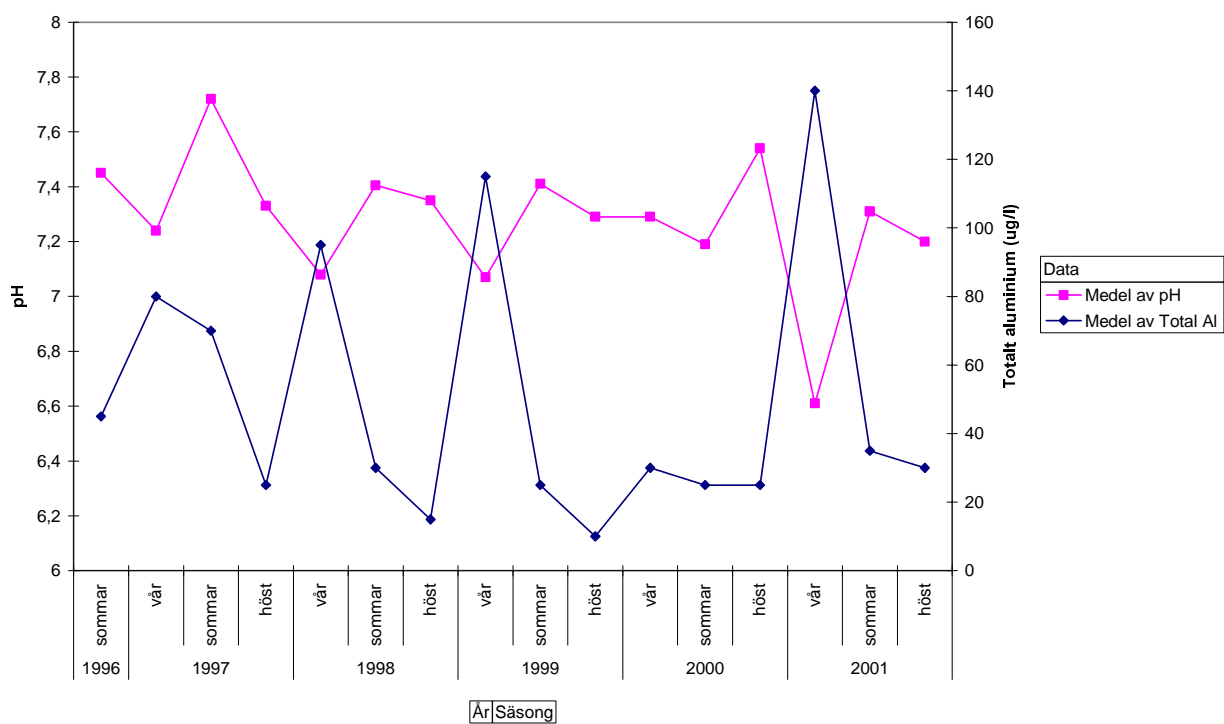
Figur 19. Säsongsmedelvärden för alkalinitet och pH i Sjögarpesjön från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



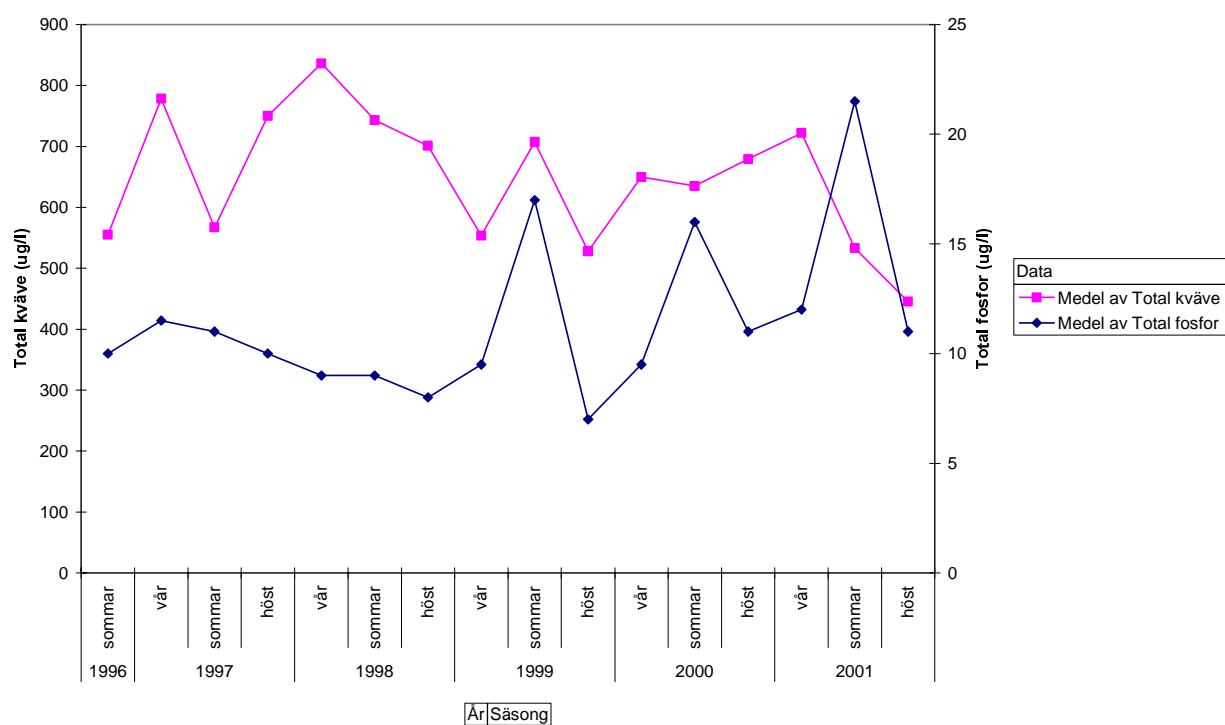
Figur 20. Säsongsmedelvärden i Sjögarpesjön för baskatjonerna kalium, magnesium, natrium och kalcium från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



Figur 21. Säsongsmedelvärden i Sjögarpesjön för klorid och sulfatjoner från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



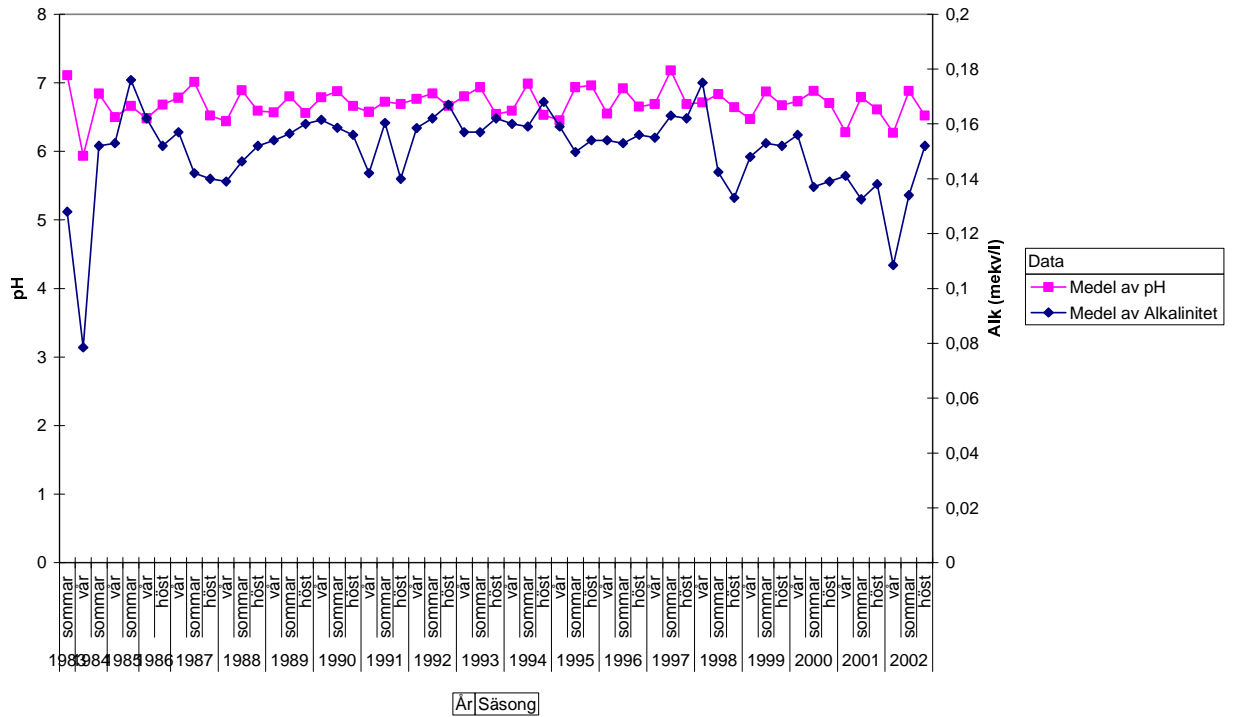
Figur 22. Säsongsmedelvärden i Sjögarpesjön för totalt aluminium från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



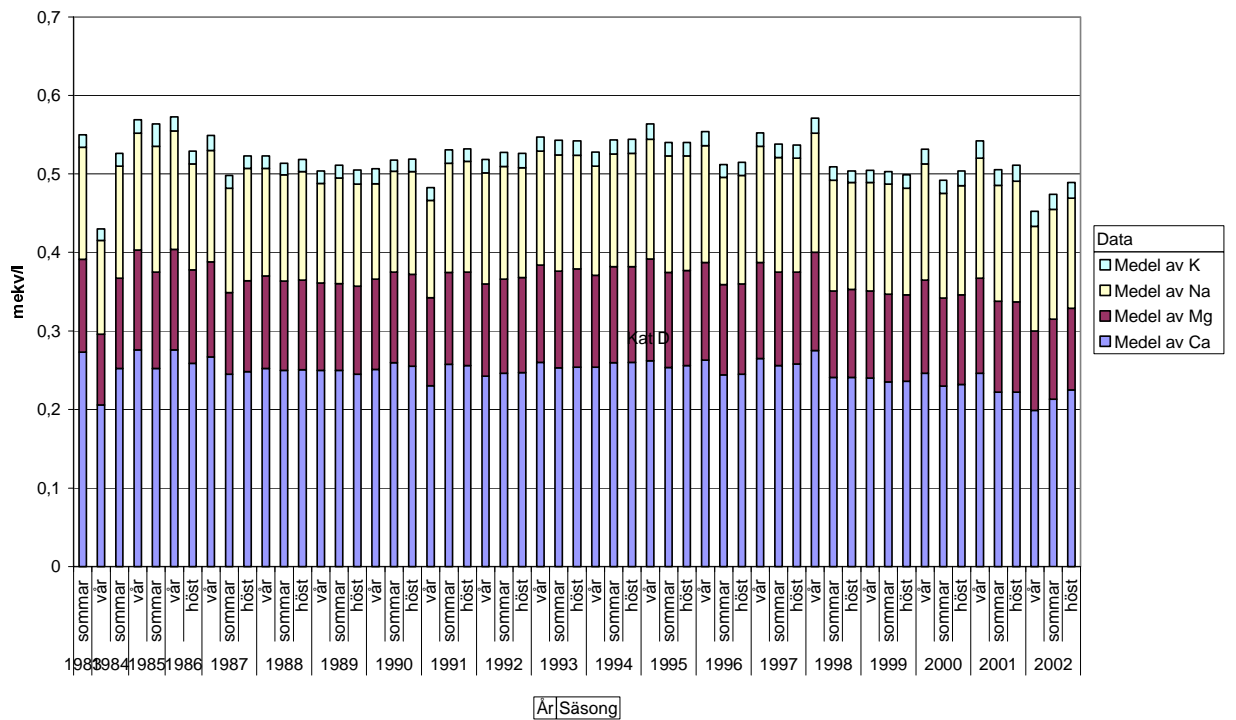
**Figur 23. Säsongsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Sjögarpsjön från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**



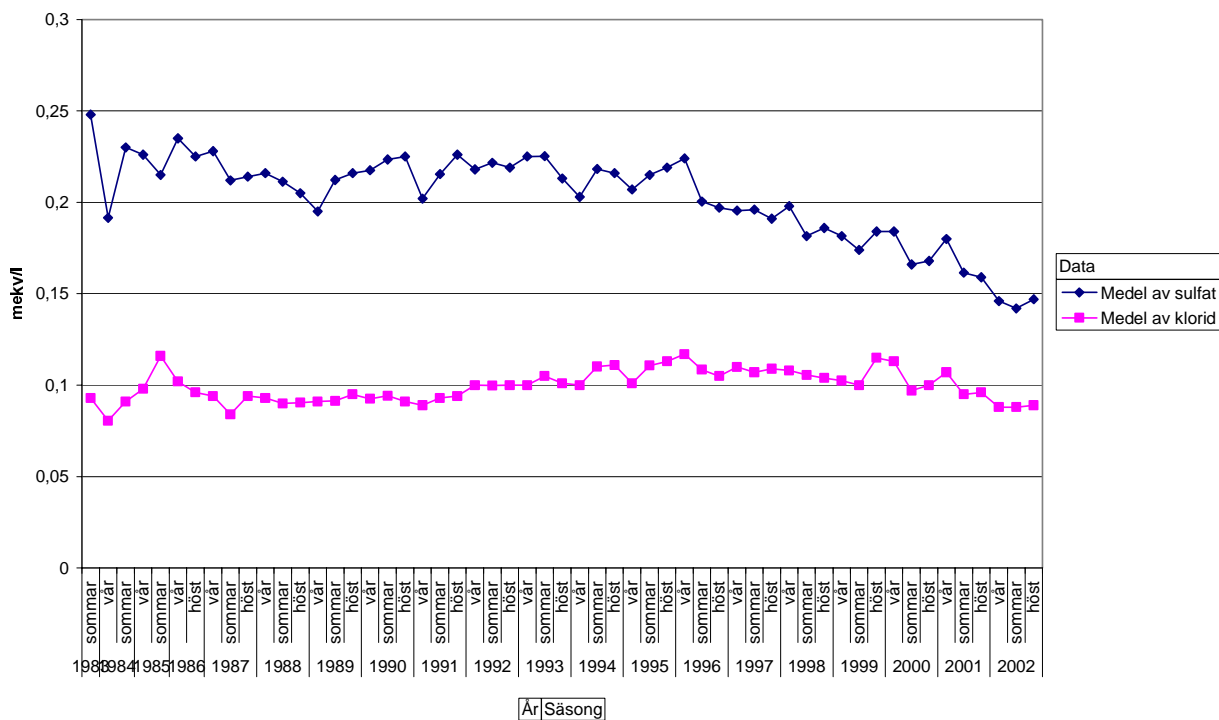
## Skärgölen



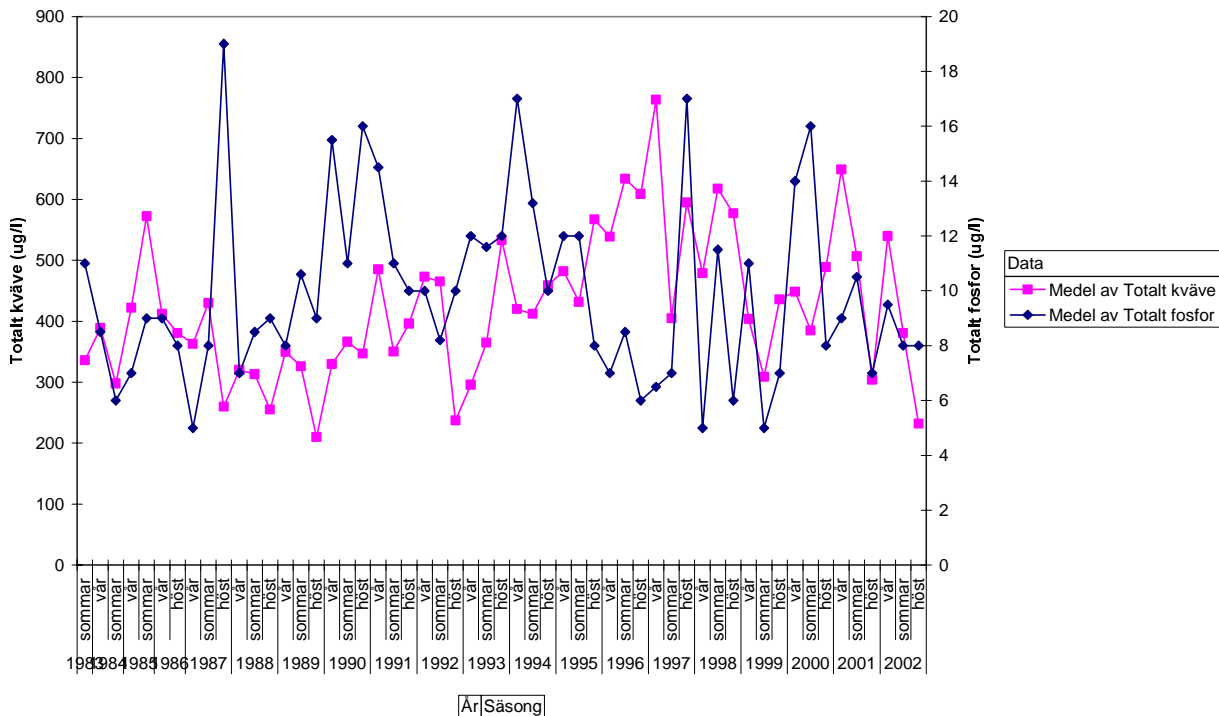
Figur 24. Säsongsmedelvärden för alkalinitet och pH i Skärgölen från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



Figur 25. Säsongsmedelvärden i Skärgölen för basketjonerna kalium, magnesium, natrium och kalcium från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

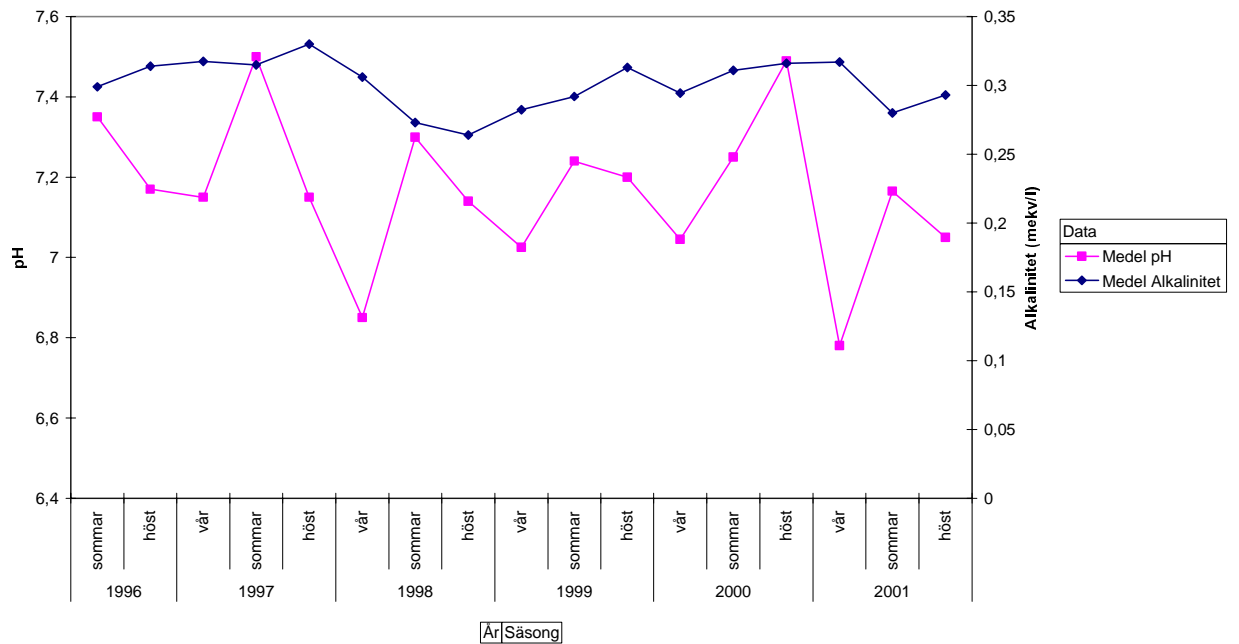


Figur 26. Säsongsmedelvärden i Skärgölen för klorid och sulfatjoner från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

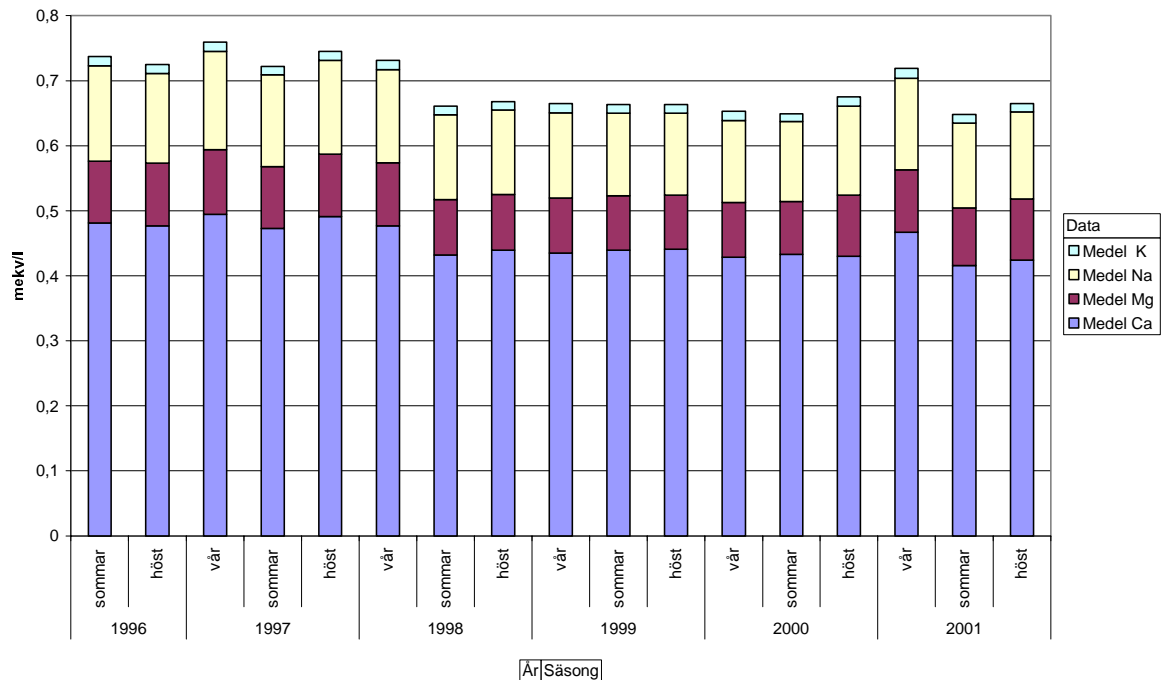


Figur 27. Säsongsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Skärgölen från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

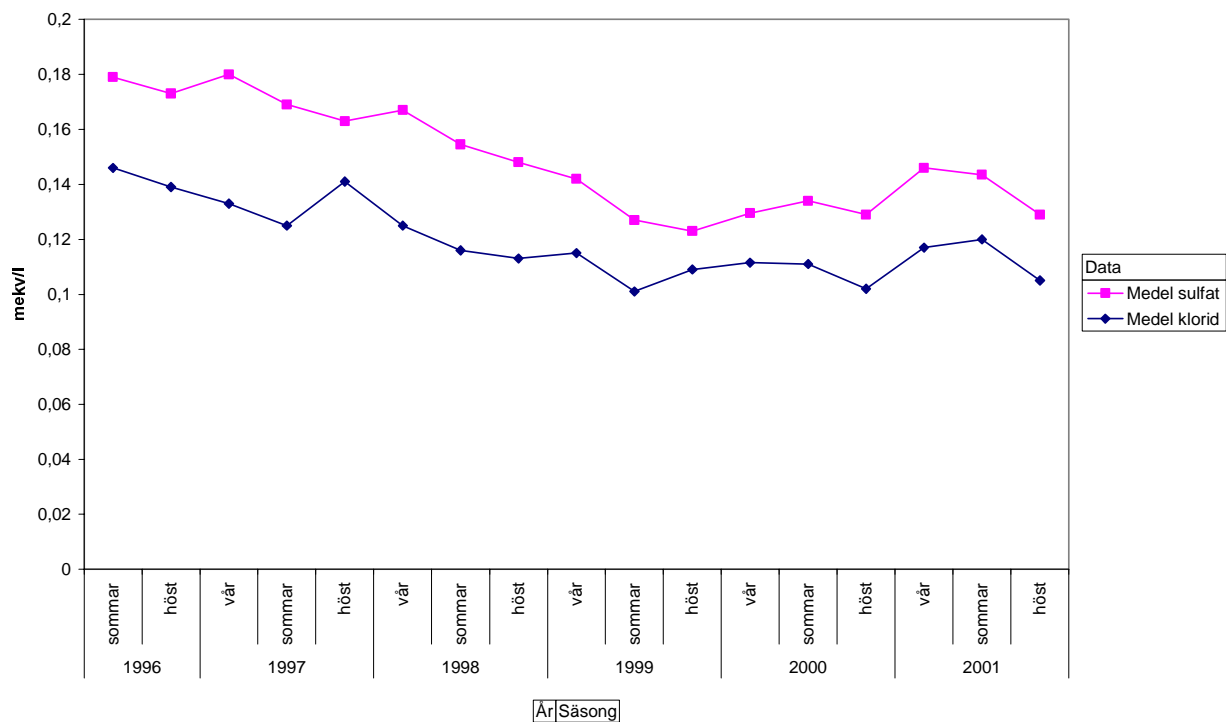
## Stensjön



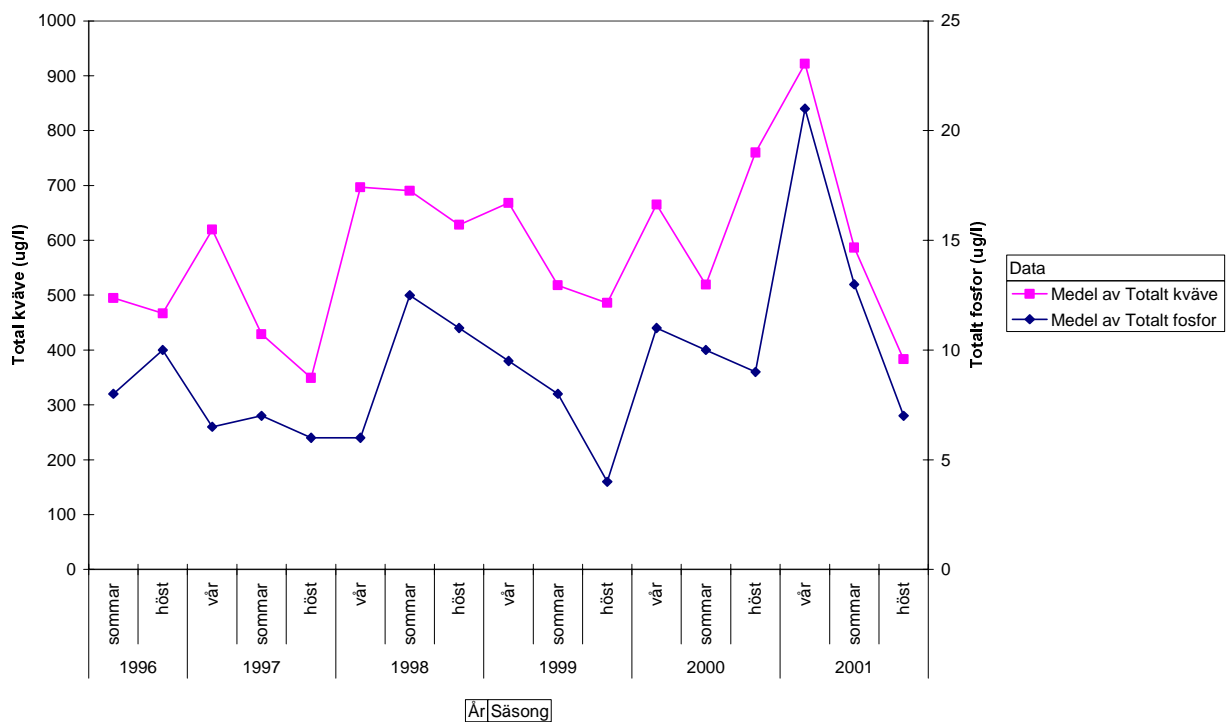
Figur 28. Säsongsmedelvärden för alkalinitet och pH i Stensjön från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



Figur 29. Säsongsmedelvärden i Stensjön för basketjonerna kalium, magnesium, natrium och kalcium från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.

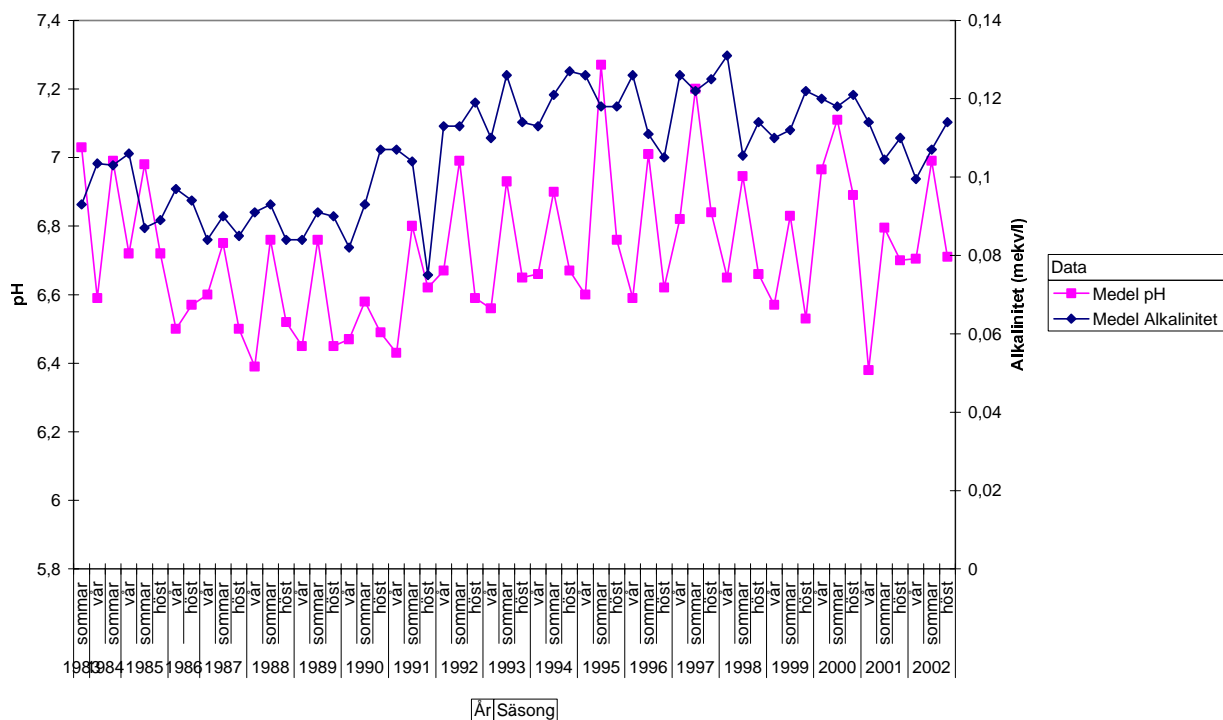


**Figur 30. Säsongsmedelvärden i Stensjön för klorid och sulfatjoner från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**

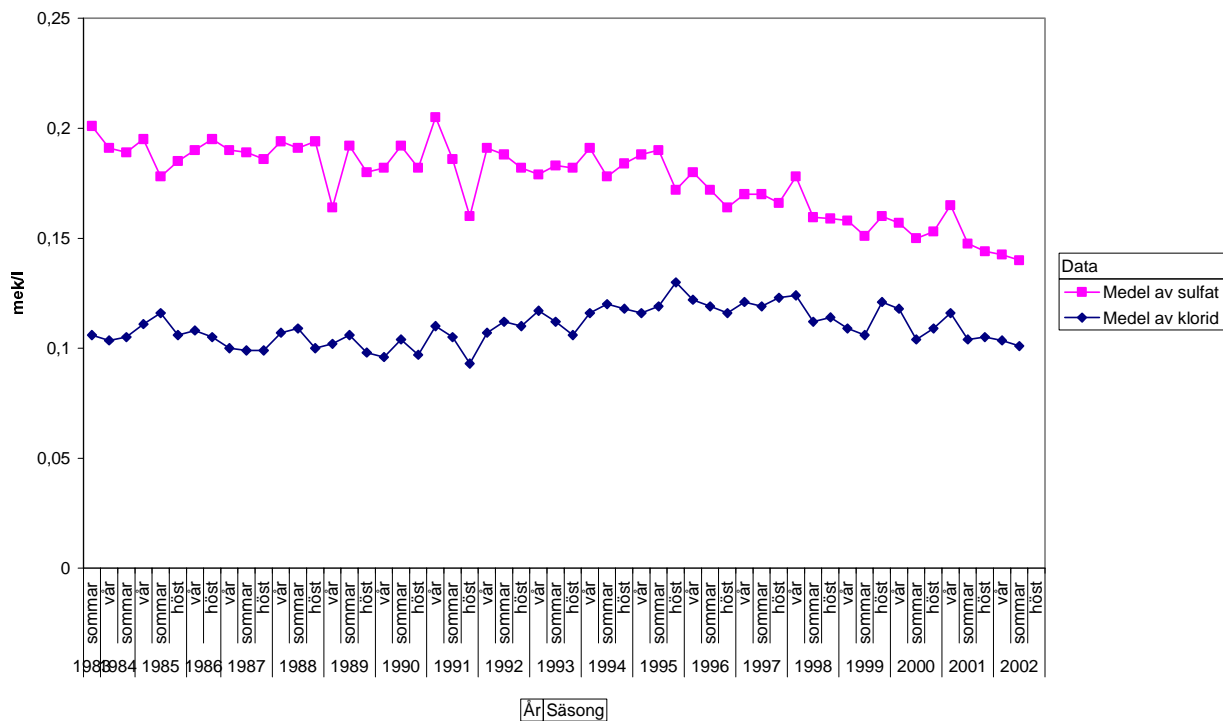


**Figur 31. Säsongsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Stensjön från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.**

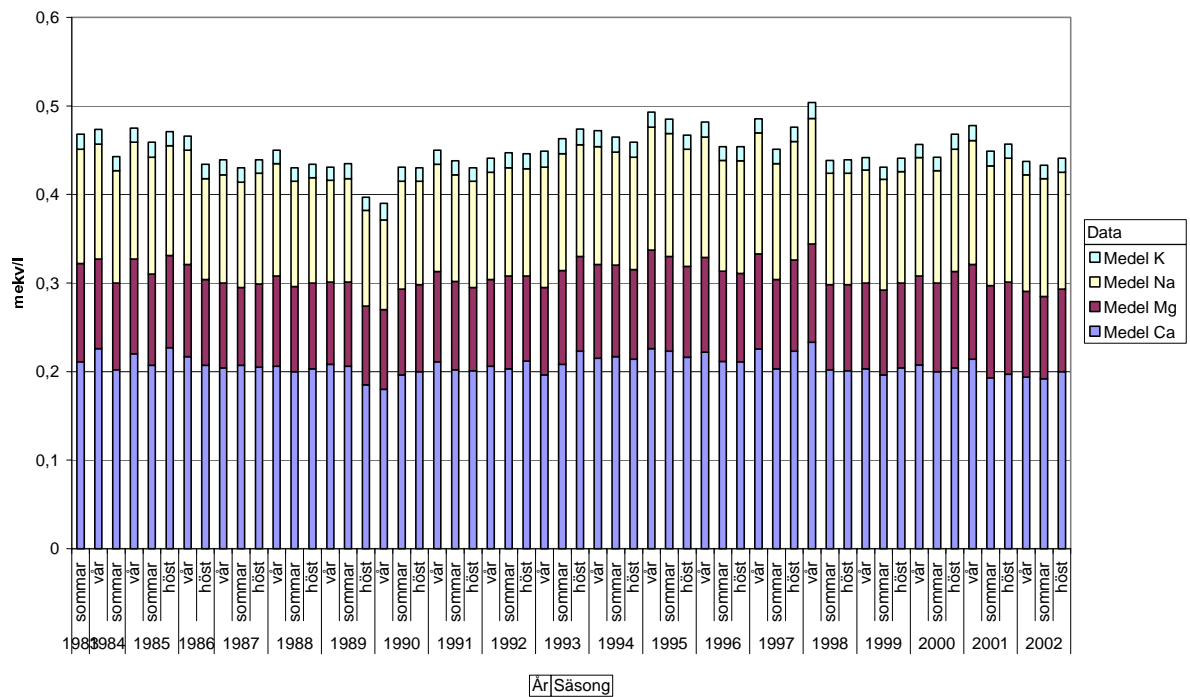
## Öjsjön



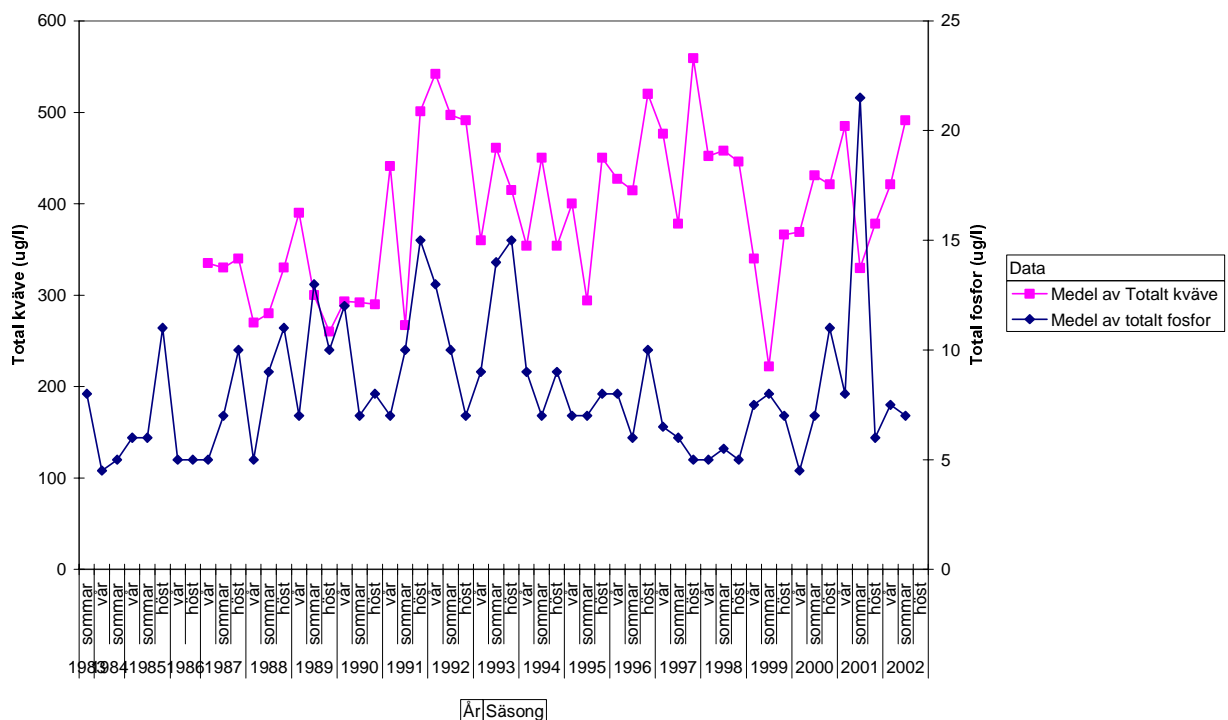
Figur 32. Säsongsmedelvärden för alkalinitet och pH i Öjsjön från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



Figur 33. Säsongsmedelvärden i Öjsjön för klorid och sulfatjoner från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



Figur 34. Säsongsmedelvärden i Ösjön för basketjonerna kalium, magnesium, natrium och kalcium från 1983 till 2002. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.



Figur 35. Säsongsmedelvärden för totalt kväve och totalt fosfor i Ösjön från 1996 till 2001. För antal värden som varje punkt representerar, se Tabell 2.