



**Mälarens
Vattenvårdsförbund**

Mälarens grumlighet och vattenfärg

– effekter av det extremt nederbördsrika året 2000

Av

Mats Wallin och Gesa Weyhenmeyer

Pdf-rapport av:
Institutionen för miljöanalys
Sveriges Lantbruksuniversitet
Box 7050, 750 07 Uppsala
Tel. 018 - 67 31 10
<http://www.ma.slu.se>

Innehåll

INNEHÅLL	3
SAMMANFATTNING	4
BAKGRUND OCH SYFTE	5
PARAMETRAR FÖR BESTÄMNING AV VATTENFÄRG OCH GRUMLIGHET	5
BIOLOGISK/KEMISK PÅVERKAN	6
TIDSUTVECKLING 1965-2001	6
TRENDER	7
VARIATION MED DJUPET	7
SLUTSATSER	8
FÖRSLAG TILL YTTERLIGARE UNDERSÖKNINGAR	8
LITTERATUR	8
FIGURBILAGOR	

Sammanfattning

En kraftig ökning av grumlighet och vattenfärg (brunhet) har iakttagits i samtliga bassänger i Mälaren under 2001. Detta kan kopplas till de extrema nederbörds-mängderna under 2000, speciellt i okt-dec, vilket ledde till ökade transporter av partiklar och färgade lösta organiska ämnen (humusämnen) i Mälarens tillflöden. Vattenfärgen, mätt som absorbans för filtrerat vatten, fluktuerar naturligt i Mälaren med lägre värden under perioder med liten nederbörd, t.ex. mitten av 1970-talet och högre värden under "blöta" perioder, t.ex. i slutet av 1980-talet samt de senaste åren med ett maximum i samtliga bassänger 2001. Vattenfärgen varierar också naturligt under året med högsta värdena i mars och sedan successivt avtagande värden fram till september.

Noterbart är att de naturliga fluktuationerna i Mälarens vattenfärg tycks helt korrelerad i tiden i samtliga bassänger. Den snabba responsen på förändringar i tillrinning även i sjöns centrala delar, med en omsättningstid på 2 år, är något förvånande. En orsak till detta kan vara att tillförseln av partiklar och humus från vattendrag i Mälarens närområde är kraftigt underskattad och/eller att utbytet mellan olika bassänger går betydligt snabbare än de medelomsättningstider som finns beräknade – i varje fall vid kraftig tillrinning.

Långsiktiga trender i vattenfärg syns tydligast om man studerar enskilda månader under hela mätperioden 1965-2001. De stationer/bassänger som är mest påverkade av tillflöden (Galten, Västeråsfjärden, Blacken, Granfjärden, Svinnegarnsviken, Ekoln och Skarven) uppvisar en tydligt positiva trend i vattenfärg i mars och maj. Trenden började i slutet av 1970-talet och är tydligast i den västra delen av Mälaren, dvs. i Galten och Västeråsfjärden. I Galten uppvisar vattenfärgen en positiv trend även i juli och september. Än så länge syns ingen positiv långtidstrend i vattenfärg i de centrala bassängerna Prästfjärden, Södra Björkfjärden och Görväln.

De trender som studerats gäller för vattenfärgen i ytvattnet (0,5 m djup). En jämförelse mellan vattenfärgen i yt- och bottenvatten i Görväln visar på mycket små skillnader med djupet. Den snabba ökningen av vattenfärgen 2001 tycks således ha skett i hela vattenvolymen.

För att närmare kunna kvantifiera påverkan från enskilda vattendrag behöver vattenförings- och vattenkemiska data insamlas från samtliga tillflöden. Långsiktigt bör en samordnad lagring hos den nationella datavärden eftersträvas för att bl.a. möjliggöra fortlöpande kontroll av tillflödenas betydelse för Mälarens vattenkvalitet samt materialbudgetar för hela sjön i framtiden.

Bakgrund och syfte

Tidigt under våren 2001 inkom "larmrapporter" om att Mälarens vatten på kort tid blivit väsentligt grumligare och brunare. Problemet verkade vara detsamma i hela sjön och kvalitetsförsämringen uppmärksammades främst i de centrala bassängerna som också nyttjas som dricksvattenuttag till Stockholmsregionen. Den sannolika orsaken till den ökade grumligheten och brunheten är de extremt stora nederbörds-mängderna under år 2000, speciellt under perioden oktober-december. Detta innebar höga flöden i Mälarens tillflöden och utspolning av partiklar och löst organiskt material (humusämnen) från landområdena runt sjön.

Den ökade grumligheten och brunheten har inneburit en försämring av dricksvattenkvaliteten jämfört med de förhållanden som normalt råder i Mälaren. Det innebär t.ex. ökad kemikalieåtgång i vattenverken för att sänka halten lösta organiska ämnen. Det innebär också ökat behov av punktvis klorering i ledningssystemens perifera delar för att hålla tillbaka bakterietillväxten, vilken gynnas av ökad tillgång på lösta organiska ämnen. Ökad grumlighet och brunhet påverkar även växt- och djurliv i Mälaren – främst genom minskat undervattensljus och därmed förändrade konkurrensförhållanden.

Mot bakgrund av den snabbt uppkomna kvalitetsförsämringen av Mälarens vatten har SLU på uppdrag av Mälarens vattenvårdsförbund, gjort en översiktlig utvärdering av befintliga miljöövervakningsdata, inklusive data från våren och sommaren 2001. Syftet är att beskriva långsiktiga och kortsiktiga trender i vattnets grumlighet och brunhet i Mälarens olika delbassänger. Genom att mer i detalj studera grumlighets/brunhetsförloppet i sjöns olika delbassänger ökar möjligheterna att kvantifiera påverkan från olika delar av tillrinningsområdet samt att beskriva tidsförloppet för hur hela sjön reagerar och kan komma att reagera vid liknande händelseförlopp i framtiden.

Parametrar för bestämning av vattenfärg och grumlighet

Direkta mätningar av Mälarens grumlighet (slamhalt) och färg (färgtal mätt med färgkomparator som mg Pt/l) gjordes fram till 1995. Dessa parametrar utgick dock från provtagningsprogrammet i samband med att nya undersökningstyper för nationell och regional miljöövervakning togs fram i Naturvårdsverkets "Handbok för miljöövervakning" 1996. Absorbansmätningar, som gjorts sedan provtagningsprogrammets start, ersatte då separata mätningar av grumlighet och färg.

Fotometermätning av vattnets absorbans på ofiltrerat vatten, Abs OF, (5 cm kyvett vid 420 nm våglängd) ger ett mått på både vattnets grumlighet och färg. Genom att mäta absorbansen för filtrerat vatten, Abs F, (0,45 µm membranfilter) får man ett mått på vattenfärgen. Vattenfärg kan, som nämns ovan, också anges som färgtal med hjälp av färgkomparator. Absorbansmätning ger dock en högre precision än bestämning av färgtal, speciellt vid låg vattenfärg. Skillnaden mellan absorbansen för ofiltrerat och filtrerat vatten ger ett indirekt mått på vattnets grumlighet. Denna skillnad benämns i denna rapport Abs DIFF.

Biologisk/kemisk påverkan

Lösta organiska ämnen, eller humusämnen, har en rad fysikalisk/kemiska effekter på vatten och därmed även påverkan på det akvatiska växt- och djurlivet. Eftersom en del av effekterna är motstridiga kan det dock vara svårt att tolka nettoeffekten i en enskild sjö. En sammanställning av de fysikalisk/kemiska och biologiska effekterna av humus i sjöar finns i t.ex. Degerman (1987). I Persson & Kvarnäs (1996) beskrivs humuspåverkan på sjön Vänern. I tabell 1 sammanfattas några av de viktigaste fysikalisk/kemiska och biologiska effekterna av ökade humushalter i sjöar varav en del av effekterna

Tabell 1. Några möjliga effekter av ökad humushalt i sjöar (baserad på Persson & Kvarnäs 1996).

Påverkanstyp	Fysisk/kemisk förändr.	Biologisk/kemisk/fysikalisk effekt
Värmeabsorption	Ökad ytlig absorption	<ul style="list-style-type: none">• Högre ytvattentemperatur• Djupare temperatursprångskikt
Ljusabsorption	Minskat undervattensljus	<ul style="list-style-type: none">• Minskad utbredning och produktion av hård- och mjukbottenvegetation• Minskad växtplanktonproduktion• Minskning av filtrerande plankton- och bottendjur
Näringskälla		<ul style="list-style-type: none">• Ökad tillgång på löst näring för bakterier• Ökad nedbrytning
Chelering/adsorption	Ökad bindning av fosfor Ökad bindning av metaller	<ul style="list-style-type: none">• Ökad komplexbindning av fosfor (Fe och Al-humuskomplex)• Ökad halt totalfosfor• Minskning i tillgänglig fosfor (?)• Ökad utflockning/fällning av metaller (?)

Tidsutveckling 1965-2001

Absorbansen på filtrerat vatten (Abs F) är mycket väl korrelerad med absorbansen på ofiltrerat vatten (Abs OF) (figur 1) men uppvisar en mindre variation och lämpar sig därför bättre för att illustrera eventuella trender.

I figur 2 visas tidsutvecklingen i Abs F i ytvatten (0,5 m) i Mälarens bassänger under perioden 1965-2001, dvs. hela perioden mätningar pågått. Av figurerna framgår dels att vattenfärgen (Abs F) tycks ha en naturlig fluktuation som starkt tycks koppla till variationer i nederbörd/avrinning. Under de extremt torra åren i mitten av 1970-talet var vattenfärgen som lägst och under de nederbördsrika åren i slutet av 1980-talet noterades en topp i vattenfärg. Under 1990-talets inledning har vattenfärgen återigen sjunkit för att under de senaste åren skjuta i höjden med de högsta uppmätta absorbansvärdena någonsin under 2001 i samtliga bassänger.

Kopplingen till nederbörd/avrinning tycks således klar (se ovan) med ökad tillförsel av humus från tillrinningsområdet vid ökade nederbörds mängder. Det som dock är något förvånande är den snabba responsen på förändringar även i sjöns centrala delar. Huvuddelen av all tillrinning till Mälaren sker till den västligaste bassängen Galten och den nordliga bassängen Ekoln/Skarven. De stora centrala bassängerna mottar endast en obetydlig direkt tillrinning. Detta innebär att påverkan från

tillrinningsområden först får effekt i dessa perifera bassänger för att sedan successivt spridas till sjöns centrala delar. Omsättningstid för de centrala bassängerna är ca 2 år medan den är 1 månad för Galten och 1,2 år för Ekoln/Skarven. Trots skillnaderna i tillrinning och omsättningstid samvarierar vattenfärgen i hela sjön med förvånande korrelation från år till år. Den extrema toppen år 2001 sker också samtidigt i alla bassänger. En orsak till detta kan vara att tillförseln av humus med vattendrag i Mälarens närområde är kraftigt underskattad och/eller att utbytet mellan olika bassänger går betydligt snabbare än de medelomsättningstider som finns beräknade – i varje fall vid kraftig tillrinning

Av figur 2 framgår också att vattenfärgen varierar under året med de högsta halterna i mars och sedan successivt avtagande halter. Noterbart för 2001 är att höga halter kvarstår under hela våren/försommaren i flera bassänger.

Trender

Som noterades ovan varierar Abs F under året. Därför blir långtidstrender mer tydliga när värdena från en enskild månad används, t.ex. värdena från mars. Stationer/bassänger som är tydligt påverkade av tillflöden (Galten, Västeråsfjärden, Blacken, Granfjärden, Svinnegarnsviken, Ekoln och Skarven) visar en tydlig positiv trend i Abs F i mars (Figur 3). Trenden började i slutet av 1970-talet och är tydligast i den västra delen av Mälaren, dvs. i Galten och Västeråsfjärden. Den positiva trenden syns inte bara på medelvärdena i Abs F utan även på minimumvärdena. Sedan slutet på 70-talet ökar minimumvärdena successivt och Abs F har aldrig nått lika låga värden som tidigare. Än så länge syns ingen positiv långtidstrend i Abs F i de centrala bassängerna av Mälaren som Prästfjärden, Södra Björkfjärden och Görväln. Det syns dock en mycket tydlig effekt av det extremt nederbördsrika året 2000 som ledde till maximala Abs F värden vid alla stationer i Mälaren i mars under år 2001 (Figur 3). Och inte bara marsvärdena under 2001 var extrema utan även maj- och julivärdena, vilket visas för Görväln i figur 4.

En positiv trend i Abs F vid stationer med påverkan från tillflöden är inte bara tydlig i mars utan också i maj. Även juli och septembervärdena visar en positiv trend. Som exempel visas i Galten som har den tydligaste trenden i Abs F (figur 5).

Variation med djupet

Det har som nämnts visat sig att ett extremt nederbördsrikt år som år 2000 kan ha en direkt och snabb effekt på vattenfärgen (Abs F) i hela Mälarens ytvatten. Men inte bara ytvattnet är påverkat. En lika stark och snabb effekt syns också i bottenvattnet. Mätningar av Abs F i Görväln visar att det är mycket liten skillnad mellan Abs F-värdena i yt- och i bottenvattnet (figur 6). Även under isen och under sommarstratifieringen är Abs F i bottenvattnet i stort sett det samma som i ytvattnet. Detta förklarar varför det syns en effekt av det extremt nederbördsrika året 2000 i bottenvattnet lika mycket som i ytvatten i den centrala bassängen Görväln. Alla Abs F värden från 2001 var extrema både i yt- och i bottenvattnet i Görväln (figur 6).

Slutsatser

Sammanfattningsvis kan följande slutsatser dras från den översiktliga utvärderingen av data från Mälaren på grumlighet och vattenfärg, mätt som absorbans:

- Både grumlighet och vattenfärg uppvisar maximivärden 2001 om man ser till hela mätperioden 1965-2001.
- Grumlighet, mätt som absorbans för ofiltrerat vatten (Abs OF), och vattenfärg, mätt som absorbans för filtrerat vatten (Abs F), samvarierar.
- Mellanårsvariationen är mindre för vattenfärg vilket gör det lättare att se långsiktiga trender.
- Långsiktiga fluktuationer i Mälarens vattenfärg kan kopplas till naturliga fluktuationer i nederbörd/avrinning.
- Vattenfärgen är lägre under perioder med liten nederbörd och högre under perioder med riklig nederbörd.
- Vattenfärgen varierar naturligt under året med högst värden i mars och sedan successivt avtagande värden till september.
- De stationer/bassänger som är mest påverkade av tillrinning uppvisar en långsiktig ökande trend i vattenfärg under månaderna mars och maj.
- Den bassäng som är mest påverkad av tillrinning, Galten, uppvisar en ökande trend i vattenfärg även i juli och september.
- Vattenfärgen i ytvattnet korrelerar väl med vattenfärgen i bottenvattnet i samtliga bassänger och under samtliga månader, även under det extrema året 2001.
- Samtliga bassänger har ungefär lika snabb respons på förändringar i tillförsel av färgade organiska ämnen (humus) från tillrinningsområdet.
- Tillförseln av humus från Mälarens närområde är sannolikt underskattad.
- Vattenutbytet mellan Mälarens bassänger kan vara betydligt snabbare än de medelomsättningstider som oftast används, i varje fall vid kraftig tillrinning.

Förslag till ytterligare undersökningar

För att kunna bedöma omfattningen av enskilda tillflödets påverkan på den uppkomna grumlighets- och brunhetssituationen under 2001 behöver transporterna i tillflödena utvärderas. Detta kräver tillgång på vattenförings- och vattenkemiska data från samtliga större tillflöden. Denna typ av data sammanställs tyvärr inte längre årligen utan är spridd på olika vattenvårdsförbund i tillflödena runt Mälaren. Högst prioriterat i detta läge är att sammanställa och utvärdera dessa data. Långsiktigt bör en samordnad lagring hos den nationella datavärden (SLU, inst. för miljöanalys) eftersträvas för att bl.a. möjliggöra fortlöpande kontroll av tillflödenas betydelse för Mälarens vattenkvalitet samt materialbudgetar för hela sjön i framtiden.

Litteratur

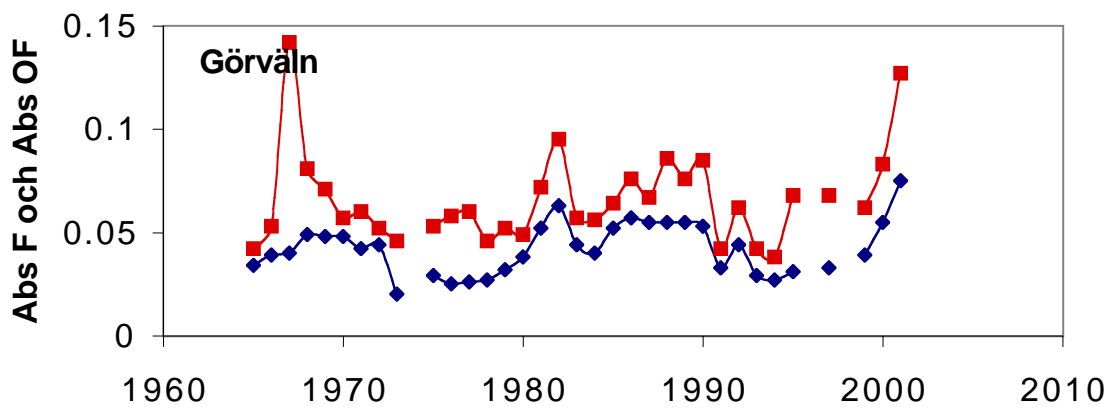
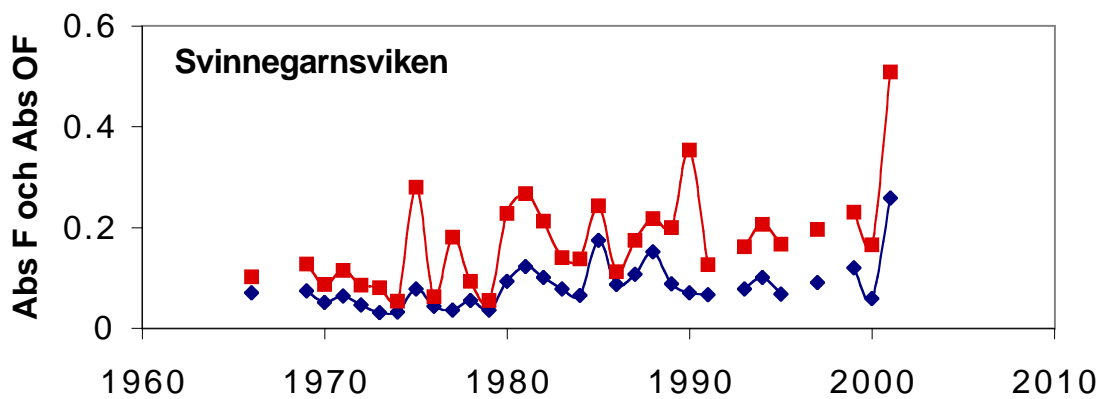
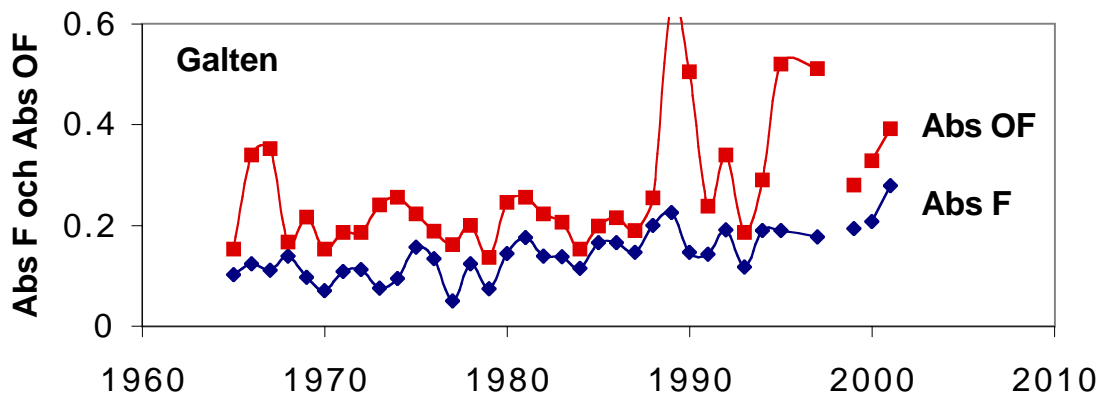
Degerman, E. 1987. Humösa sjöar. En litteratursammanställning med inriktning på fisk och försurning. – Statens naturvårdsverk, Rapport 3415, 72 sid.

Persson, G & Kvarnäs, H. 1996. Vattenfärgens förändringar i Väneren. Orsak och konsekvenser. – I: Wallin (red) 1996. Vänerens miljötillstånd och utveckling 1973-94. Naturvårdsverket, Rapport 4619.

Figurbilagor

Figur 1.

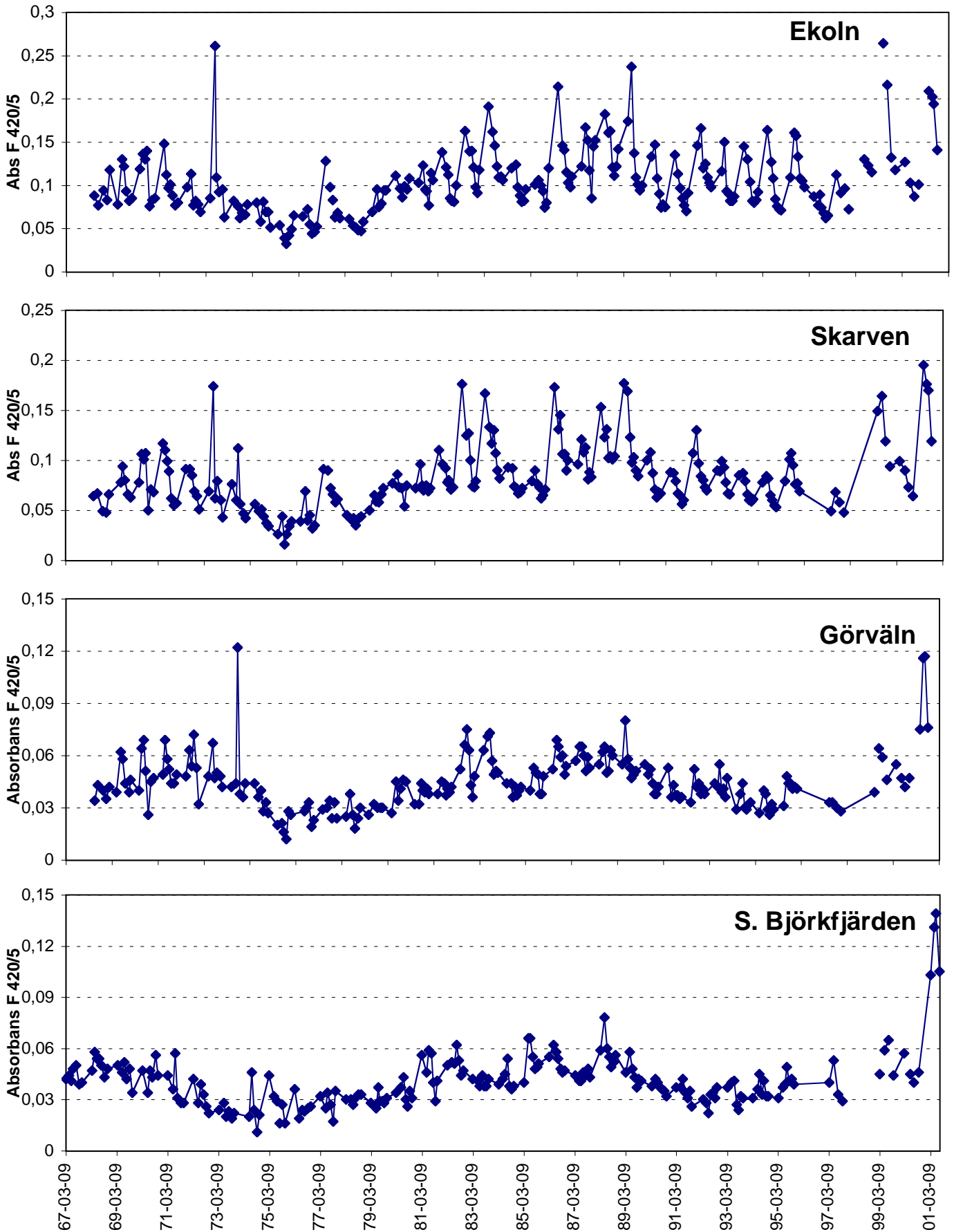
Absorbans på ofiltrerat (Abs OF) och filtrerat (Abs F) ytvatten (0,5 m) i mars under perioden 1965–2001 vid tre utvalda stationer i Mälaren.



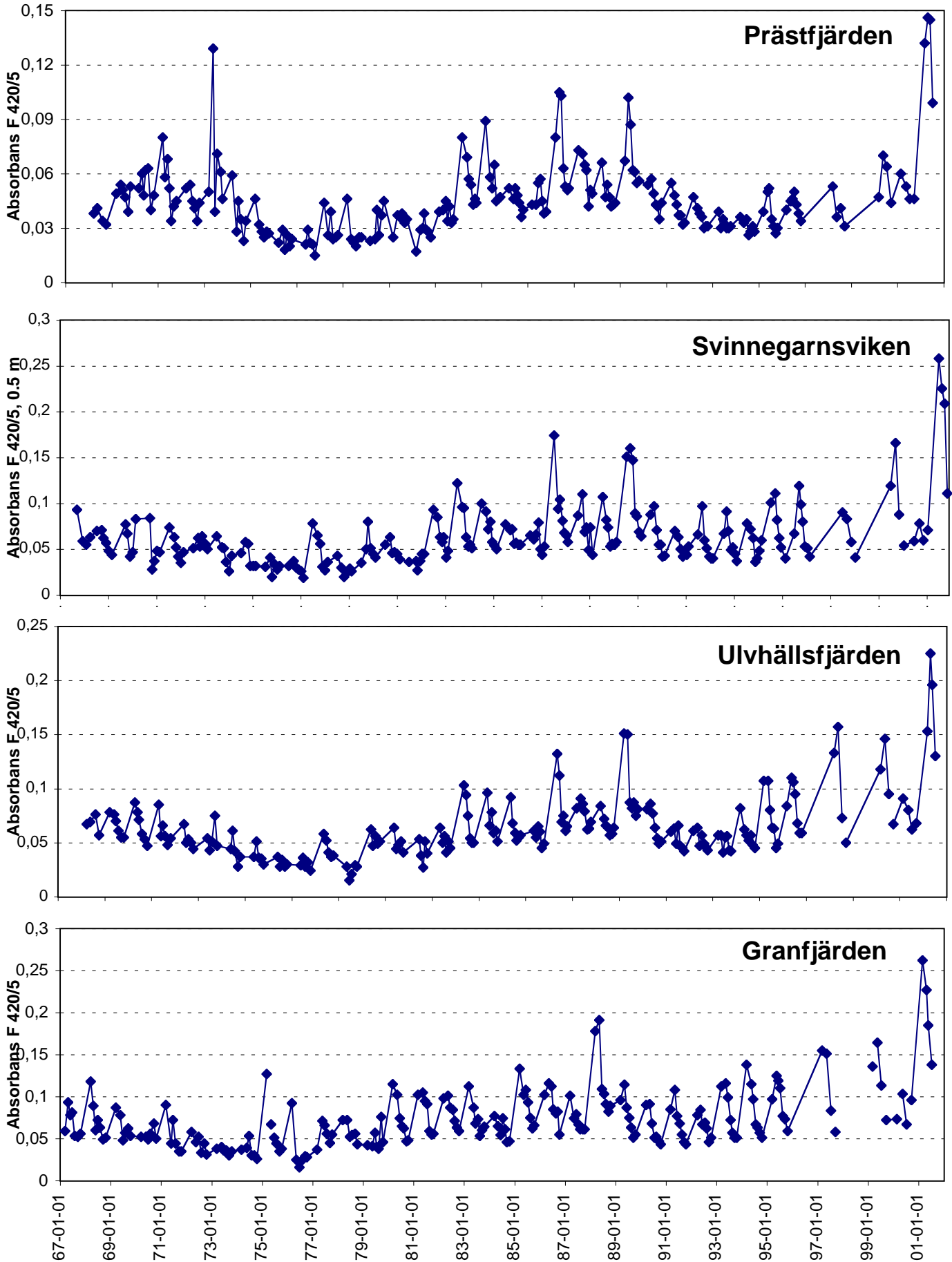
Figur 2.

Tidsutveckling i Abs F i ytvatten (0,5 m) i Mälarens bassänger under perioden 1965–2001. Observera att olika skalor använts.

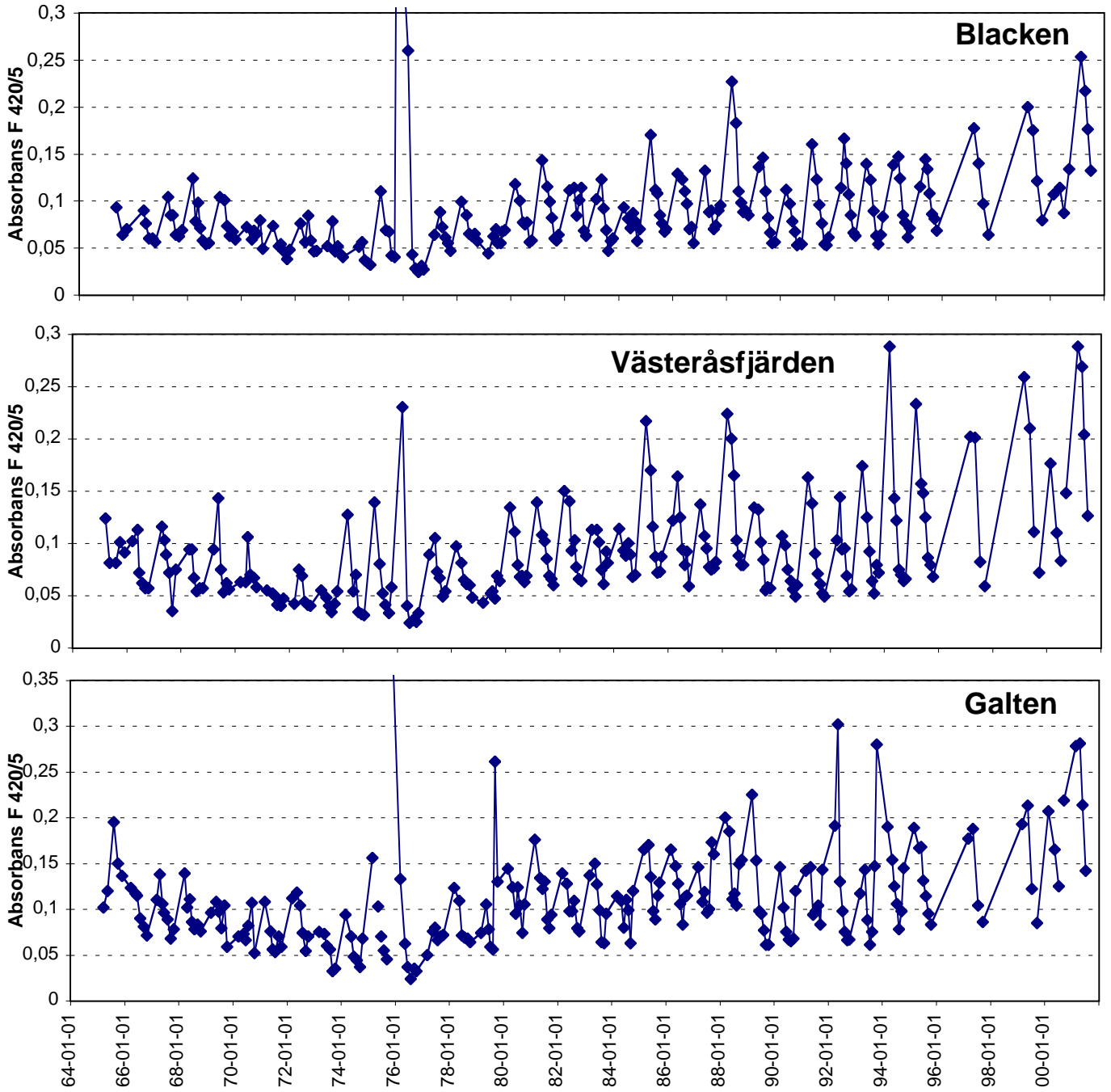
Absorbans F 420/5, 0.5 m



Absorbans F 420/5, 0.5 m

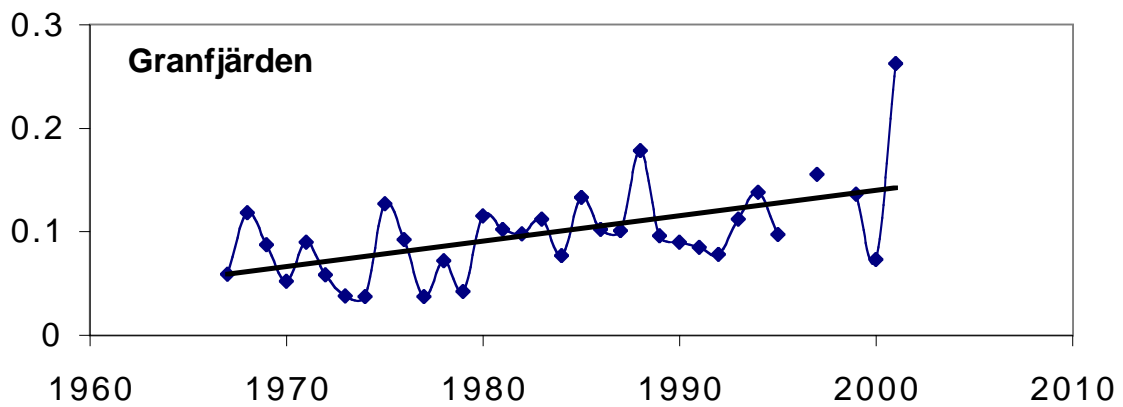
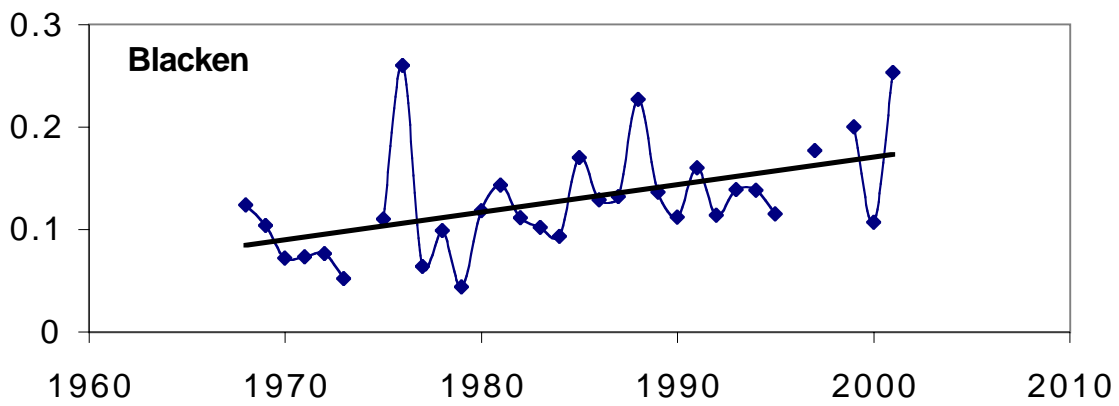
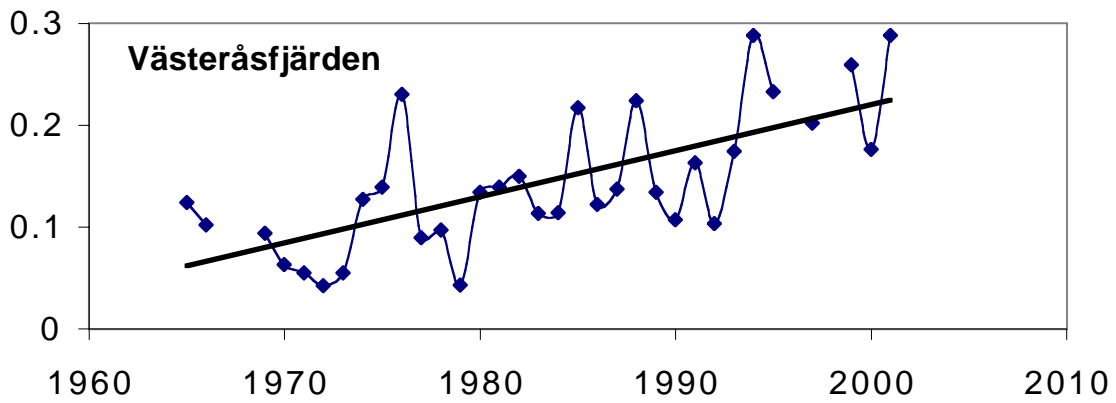
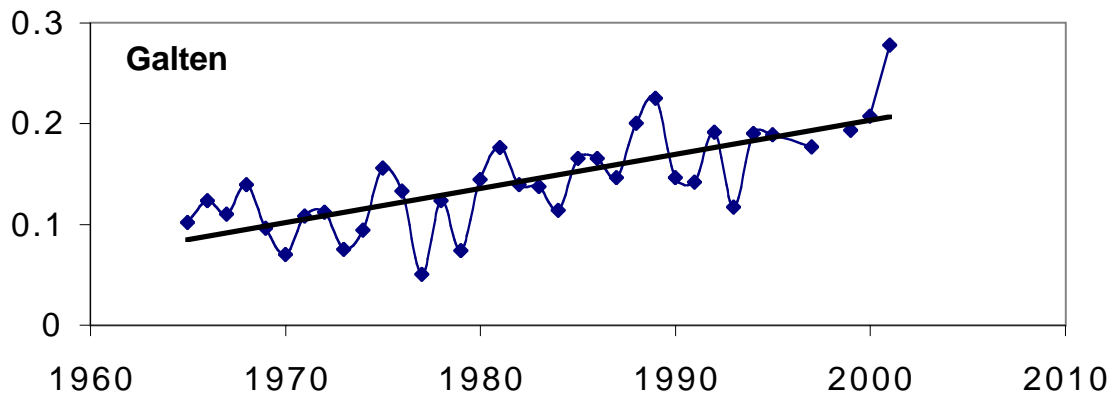


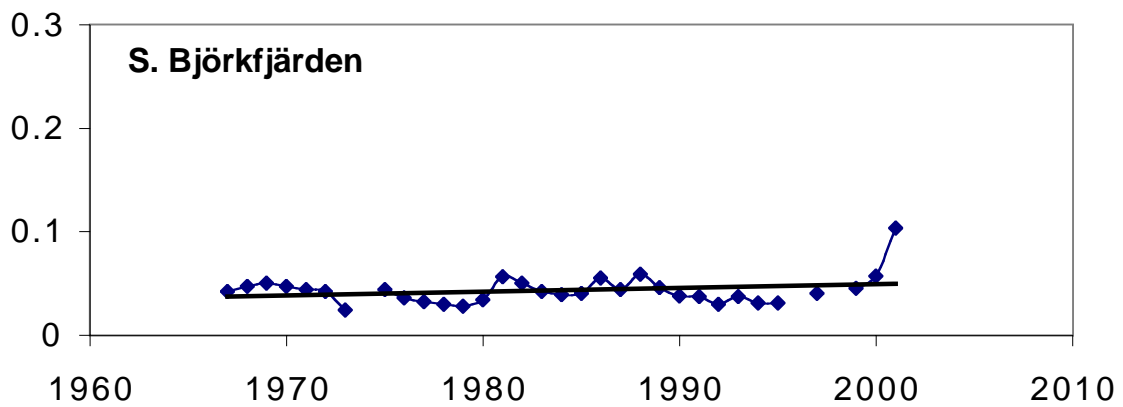
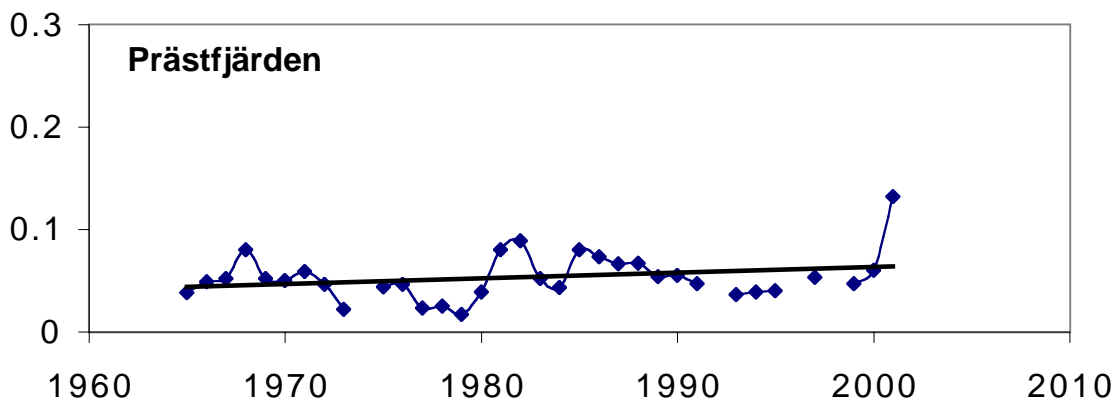
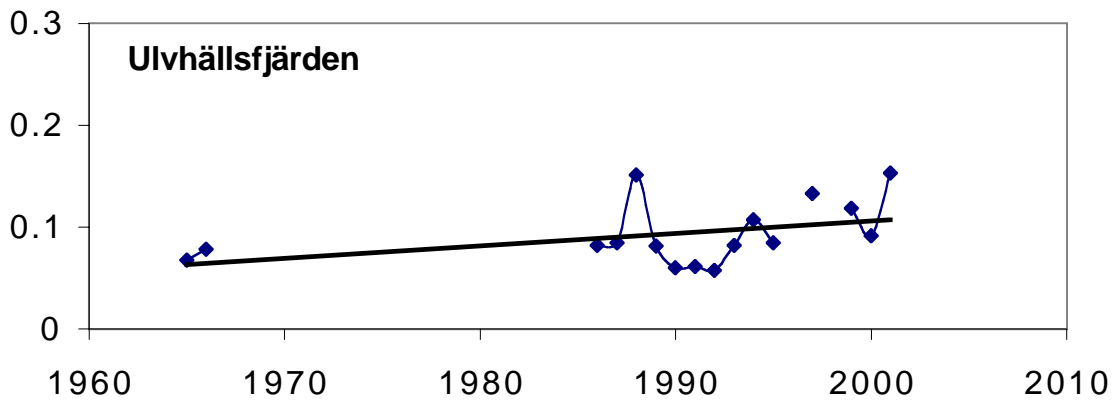
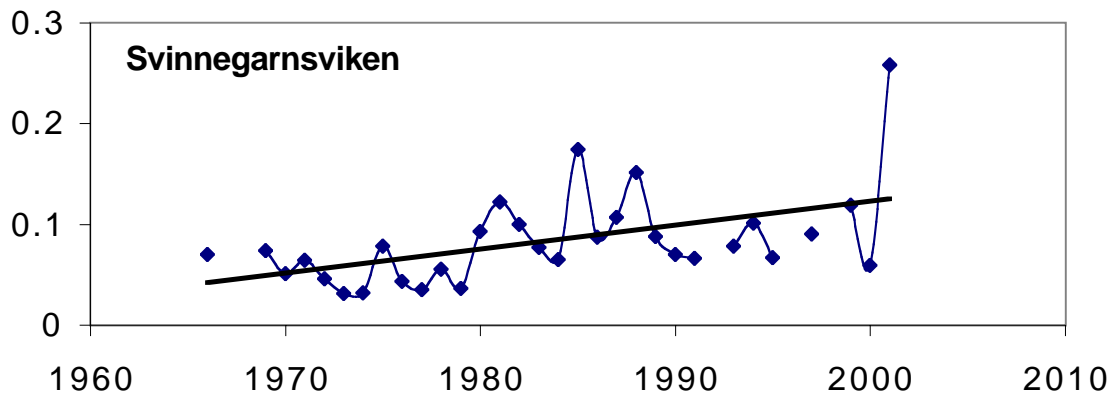
Absorbans F 420/5, 0.5 m

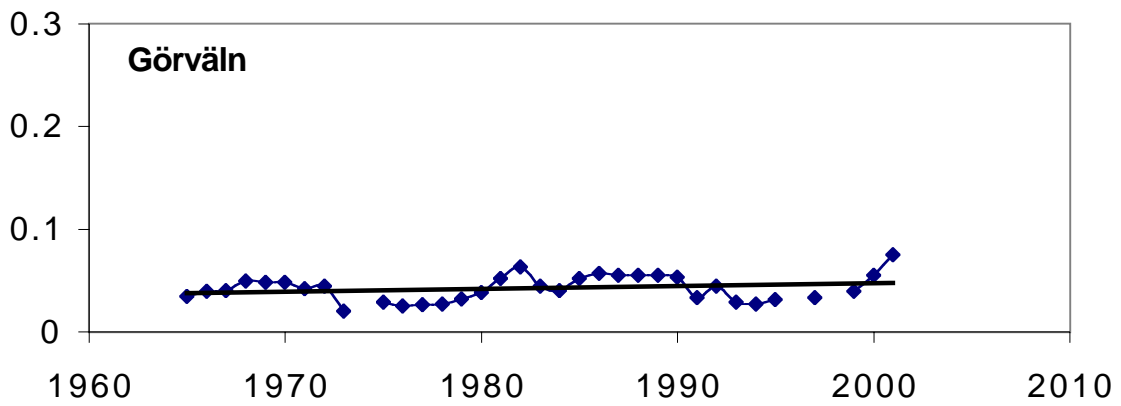
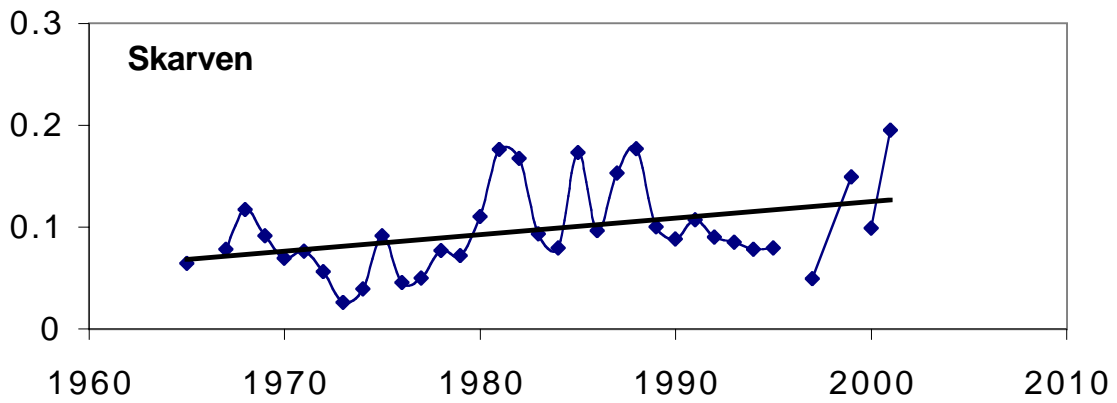
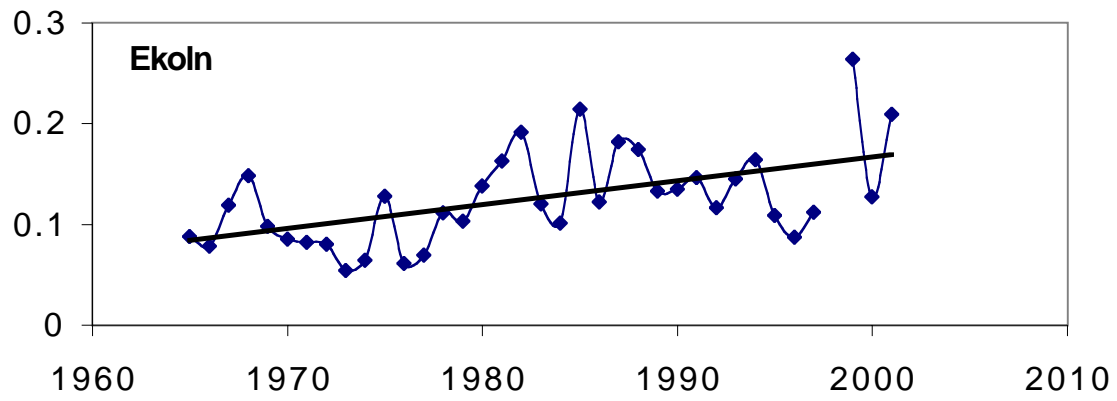


Figur 3.

Abs F i ytvatten (0,5 m) i mars under perioden 1965–2001 vid 11 stationer i Mälaren. Linjerna visar de linjära trenderna.

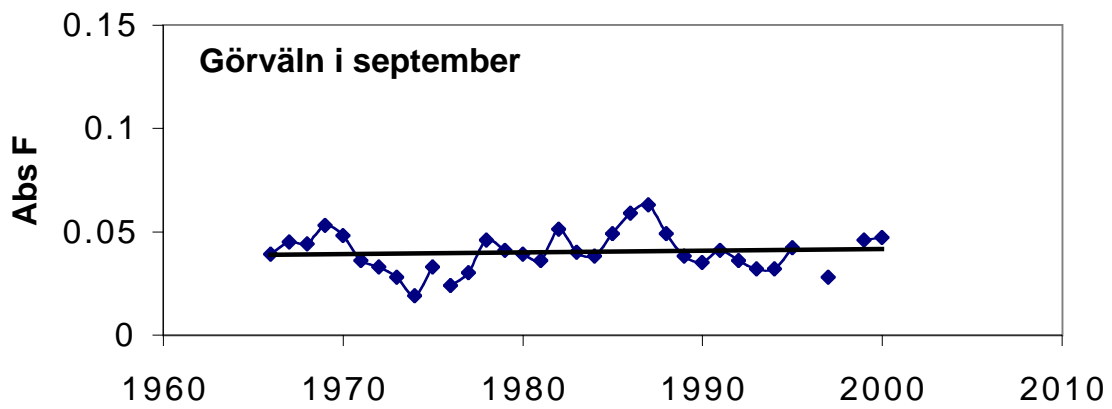
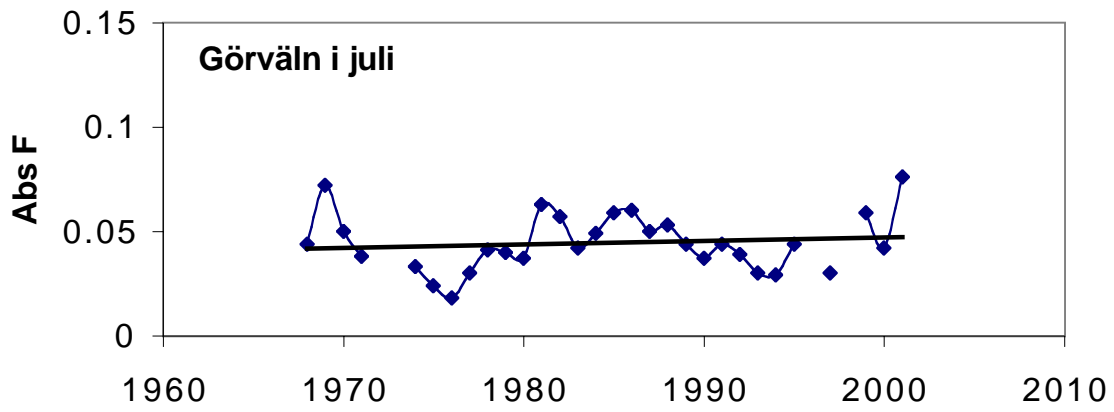
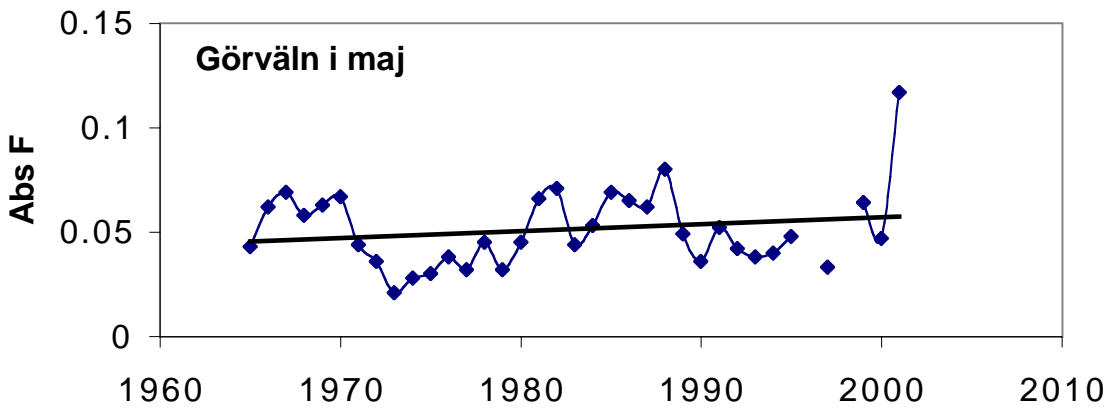
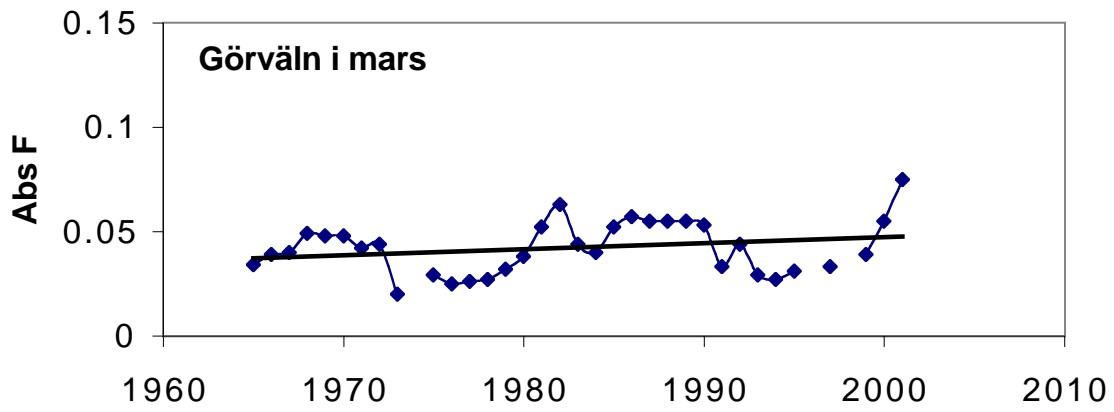






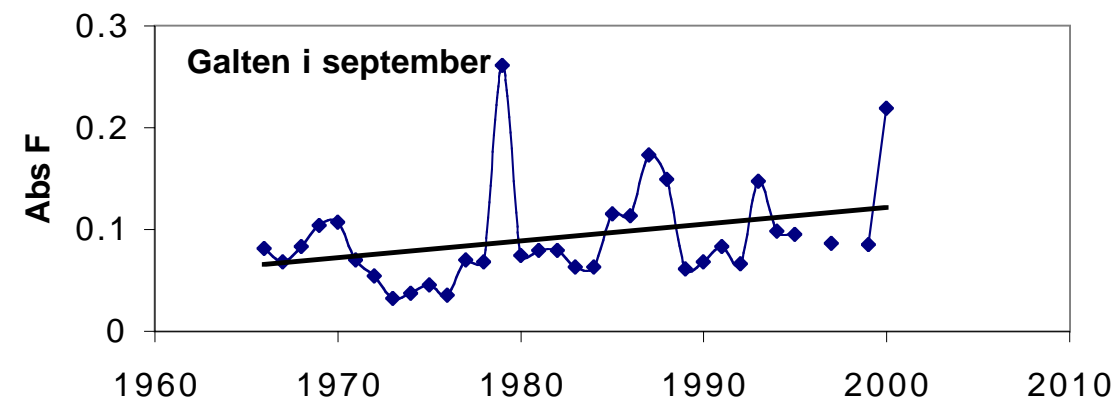
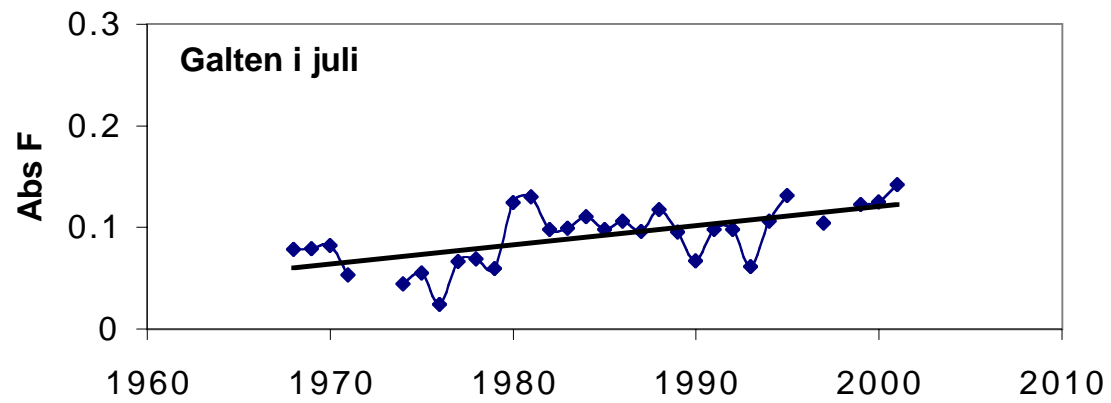
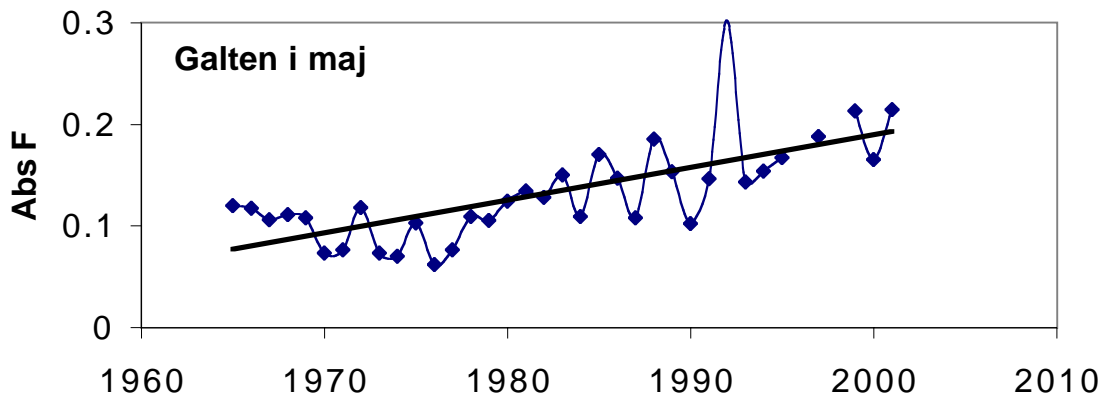
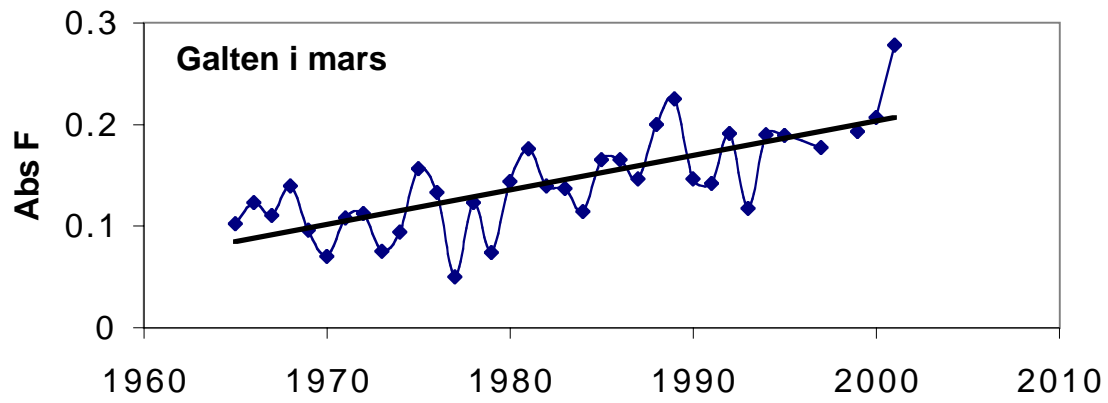
Figur 4.

Abs F i ytvatten (0,5 m) under olika månader under perioden 1965–2001 vid Görväln i Mälaren.



Figur 5.

**Abs F i ytvatten (0,5 m) under olika månader under perioden 1965–2001
vid Galten i Mälaren**



Figur 6.

**Relation mellan Abs F i ytvatten och Abs F i bottenvatten vid Görvältn
i Mälaren under perioden 1965–2001.**

