



HYDROKEMI I FÄLTFORSKNINGSOMRÅDEN

Exempel från 1984 -1993

Malin Kanth



HYDROKEMI I FÄLTFORSKNINGSOMRÅDEN

Exempel från 1984 -1993

Malin Kanth

Omslagsbild: Vy från Sävån vid Lagmansholm.
Fotograf: Nils Sjödin

© SMHI 1995

Citera oss gärna och använd materialet, men ange källan

Tryckeri: CA-Tryck AB, Norrköping 1995

ISSN 0283-7722

Issuing Agency Swedish Meteorological and Hydrological Institute S-601 76 Norrköping Sweden	Report number SMHI HYDROLOGY No. 63	
	Report date November 1995	
Author (s) Kanth, Malin		
Title (and Subtitle) HYDROCHEMISTRY OF THE FFO RESEARCH BASINS Examples from 1984 to 1993		
Abstract FFO is a program for hydrological and hydrochemical measurements in small watercourses. There were 20 research basins, of which SMHI was responsible for 19, connected to the FFO-program. In 1995 the measuring in 17 of these research basins was ended In this report a presentation is given of the monthly mean concentration over the measuring period of conductivity for 19 stations, seasonal variation of all measured substances in four of the stations and discharge calculations for the same stations. The hydrochemistry in a watercourse depends on the climate, the topography, the rock, the earth deposit and the vegetation. The seasonal variation of the concentration follows the seasonal variation of the runoff with a minimum during the spring flood and a maximum when there is less runoff. The mean discharge of ions for the period 1984 to 1993 is greater than for the period 1969 to 1975. The increase is most likely due to three factors: change of analysis method, higher runoff and the human activity.		
Key words Hydrochemistry, discharge		
Supplementary notes	Number of pages 24	Language Swedish
ISSN and title ISSN 0283 - 7722		
Report available from: SMHI S-601 76 Norrköping Sweden		

Förord

”Hydrokemi i fältforskningsområden - exempel från 1984 - 1993” är framtagen inom Analysenheten på affärsområde Samhälle vid SMHI. Huvudansvarig för denna utgåva är Malin Kanth.

Många års provtagning inom fältforskningsområdena ligger till grund för denna bearbetning. Ett tack till alla er som tagit dessa prover, och till er som analyserat dem.

Tack till Sven-Erik Westman för hjälp med data från fältforskningsområden, Ola Pettersson för hjälp med diagramframtagning och till Maja Brandt som tagit initiativ till denna rapport och kommit med konstruktiv kritik.

Bearbetning och uppritning av månadskoncentrationer, månads- och årsmedelvärden samt transportberäkningar finns utförda för alla stationer som SMHI ansvarat för. I denna rapport redovisas endast delar av detta material.

Norrköping i november 1995

Malin Kanth

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Inledning	2
Områdesbeskrivning.....	3
Hydrokemiska analyser och analysmetoder	3
Provtagning	3
Beräkning	4
Resultat.....	4
Konduktivitet.....	4
Månadsmedelvärden	4
Transport.....	5
Diskussion	6
Referenslista.....	8
Figur 1	9
Figur 2	10
Figur 3a-c	11
Figur 4a-c	14
Figur 5a-c	17
Figur 6a-c	20
Figur 7a-d	23

Hydrokemi i fältforskningsområden

Exempel från 1984 - 1993.

Sammanfattning

FFO står för fältforskningsområde och är ett program för hydrologiska och hydrokemiska mätningar i små vattendrag. Programmet tillkom 1975. Urvalet av stationer gjordes från naturgeografisk regionsindelning av Norden och hydrologisk regimsindelning. Avsikten var att områden skulle vara 1-200 km² stora och så homogena som möjligt. Mätprogramet omfattade: vattenföring, nederbörd, snötaxering och hydrokemi (Edström & Rystam, 1994).

I samband med att nästan hela FFO-nätet läggs ner på grund av besparing, (förutom Tarfala som sköts av Naturgeografiska institutionen i Stockholm, Rytta-backen och Stubbetorp som kommer fortsätta att drivas av SMHI), har det företagits en bearbetning av de hydrokemiska data som samlats in under åren. De beräkningar som har gjorts på hela mätperioden för varje station är månads- och årsmedelvärden med standardavvikelse. Det har även tagits fram beräkningar för jontransporten under perioden 1984 till 1993. I rapporten finns enbart plottad månadsmedelkonduktivitet för alla stationer utom Tarfala. Förutom detta redovisas månadsmedelvariationen med standardavvikelse för Solmyren, Lilla Tivsjön, Buskbäcken och Rytta-backen och transportberäkningen för samma områden. Dessa områden har valts ut för att illustrera ett nordligt skogs- och myrområde, skogsområden i mellersta Sverige och ett område med jordbruksinslag.

Variationen i jonkoncentrationen under året följer väl flödesmönstret, med minimum i samband med vårfloden och vid höstregnet. Att flödet har en avgörande roll för jontransporten syns på de stora transporterna i samband med flödestopparna. Den största jontransporten återfinns i södra Sverige, detta bland annat till följd av att vittringen går fortare där än i norr.

Medelvärdet av transporterade joner under perioden 1984 till 1993 visar på en ökning i jämförelse med undersökningsperioden 1969 till 1975, Andersson & Eriksson (1978). En förklaring till ökningen är att proverna är analyserade på olika laboratorier och med olika analysmetoder. Ökningen kan även bero på att det har varit större medelavrinning under den senare perioden och att den mänskliga aktiviteten ökat.

Inledning

Denna rapport innehåller bearbetade data från FFO-stationsnätets hydrokemiska provtagning under perioden 1984 till 1993. FFO står för fältforskningsområde och är ett program för hydrologiska och hydrokemiska mätningar i små vattendrag, som tillkom efter ett expertmöte i Uppsala 1975. Mellan 1965 och 1974 drevs den Internationella Hydrologiska Dekaden (IHD) med sju representativa områden i Sverige. Dessa upptogs 1975 som fältforskningsområden, och fler FFO-stationer tillkom successivt. Observationer i fältforskningsområdena har skett genom många institutioners försorg: SMHI, KTH, LTH, CTH och Stockholms Universitet. Från 1980/1981 till 1995 har SMHI haft ansvaret för verksamheten med undantag för Tarfala. Områdena finns beskrivna av Edström & Rystam (1994). Stationernas läge framgår av figur 1. Under 1995 började stationerna att avvecklas på grund av besparingsskäl. SMHI kommer dock att fortsätta mätningarna i Stubbetorp och Rytta-backen. Mätningarna i Tarfala som drivs av Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet kommer att fortlöpa.

Fältforskningsområdena har en storlek mellan 1,6 och 49,0 km² och är väl spridda över landet och landskapstyper. Vilken hydrokemi som råder i ett visst område beror framför allt på klimatet, topografin, områdets jord- och bergarter samt vegetationstyp. Utöver detta har nederbördens kemiska sammansättning och de jämvikter som etableras mellan joner i jordar och sediment stor betydelse.

I den här bearbetningen har beräkningar gjorts för att få en uppfattning om hur de olika parametrarna varierar under året. Det har även gjorts beräkningar av ämnestransporten (mg/m²·år) under perioden 1984 till 1993.

Beräkningarna har gjorts för alla stationer. Förutom månadsmedelvärdet av konduktiviteten redovisas dock endast resultaten från fyra stationer. Två av de fyra stationer som valts ut för redovisning är två före detta IHD områden (Solmyren och Lilla Tivsjön), dessa områden ligger i norra Sverige och domineras av barrskog. De två andra stationerna (Buskbäcken och Rytta-backen) ligger i mellan/syd Sverige. Den ena har inslag av myrmark och den andra av jordbruk.

Tidigare bearbetningar av fältmaterial från de olika FFO stationerna har bland annat gjorts av, Andersson & Eriksson (1978), Carlsson (1985), Andersson, Sandén & Warfvinge (1992) och Arheimer & Sundblad (1994).

Områdesbeskrivning

För områdesbeskrivning av alla stationer hänvisas till Edström & Rystam (1994). För de stationer som valts ut för redovisning återges en kort beskrivningen.

Solmyren

Stationen ligger ca 80 km norr om Boden, inom f d IHD-området Lappträsket. Området ligger över högsta kustlinjen (medelhöjd 370 m) i ett landskap dominerat av dalar och moränryggar. Berggrunden är prekambrisk granit och den täcks av morän. Avrinningsområdet är 28,5 km², detta täcks till 2/3 av skogs- och 1/3 av myrmark.

Lilla Tivsjön

Stationen ligger ca 60 km nordväst om Sundsvall i f d IHD området Kassjön. Området ligger i höjd (medelhöjd 310 m) med högsta kustlinjen. Berggrunden består av granit och gnejs och den täcks av morän. Avrinningsområdet är 12,8 km² med en sjöprocent på 2,7, och domineras av skog med enstaka inslag av myrmark.

Buskbäcken

Denna station ligger i Bergslagen ca 15 km öster om Kopparberg. Området är litet, 1,8 km² och sjöprocenten är noll. Området domineras av skog med något inslag av myrmark.

Ryttarbacken

Stationen ligger 16 km sydväst om Norrköping. Området är flackt och består till största delen av åkermark. Berggrunden är av gnejs och granit. I norra delen täcks berggrunden av lera med inslag av mjäla och i söder består marken av sandig morän. Avrinningsområdet är 7,6 km² och sjöprocenten noll.

Hydrokemiska analyser och analysmetoder

De hydrokemiska analyser som gjorts/görs inom FFO är:

pH, alkalinitet, konduktivitet, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, färg, Al³⁺, F⁻, tot-P och tot-N. Färg började mätas 1985. Al³⁺, tot-P och tot-N har inte mätts på alla stationer. F⁻ började mätas 1991. De övriga parametrarna har mätts från start.

De hydrokemiska analyserna har utförts av tre laboratorier. Under IHD-perioden av MISU och KTH (Bergshamra) samt från och med 1979 av SMHI, (Carlsson, 1985). Analyserna av hydrokemin i Tarfalas har Naurgeografiska institutionen vid Stockholms universitet svarat för.

Provtagning

Information om start av flödes- och hydrokemiska mätningar och eventuella avbrott för varje station framgår av Edström & Rystam (1994). Här anges också för vilka stationer det har varit problem med provtagningen, till exempel på grund av torrlagd bäck. Proverna är tagna med varierande intensitet vid de olika stationerna och under åren.

Beräkning

Månadsmedelvärdet

För varje jon har det beräknats ett medelvärde per månad under mätperioden. Standardavvikelsen har även beräknats.

Transportberäkning

Transporterad mängd joner (mg/s) är beräknat som koncentrationen (mg/l)·flödet (l/s). I de fall där det tagits mer än ett prov per månad har det först beräknats ett medelvärde som utnyttjats vid transportberäkningen. När det saknats månadsvärden har ett värde interpolerats med hjälp av kurvan för månadsmedelvärdena. Transporten för varje månad har erhållits genom att multiplicera den transporterade mängden joner (mg/s) med antalet sekunder för resp. månad. Årstransporten har beräknats genom summering av månadstransporterna (mg/år). Normalt anges transporten per ytenhet och därför har mängden dividerats med avrinningsområdets storlek (mg/m²·år).

Resultat

Konduktivitet

I figur 2 redovisas månadsmedelkonduktiviteten för de olika områdena. Stationerna är indelad i tre grupper, med konduktiviteten 0-10, 10-20 resp >20 (mS/m). Genomgående för alla stationer är att den lägsta konduktiviteten är uppmätta i samband med vårfloden. Det är en stor skillnad mellan högst och lägst konduktivitet. Värpinge i Skåne har högsta medelvärdet på 272 och Vuoddasbäcken i Lappland lägst på 2,0 (mS/m).

Månadsmedelvärden

Månadsmedelvärdena för de olika stationerna redovisas i figur 3 till och med 6 och kommenteras nedan.

Solmyren, (figur 3a-c)

Stationen har en årsvariation med högsta halter under januari till april för att sedan få en distinkt haltminskning i maj. Därefter är det en stadig återhämtning under resten av året. Färgtalet följer dock inte detta mönster utan har högst värden under sommarhalvåret. Relativt högt pH och alkalinitet. NO₃⁻-halten är försumbar under sommaren.

Lilla Tivsjön, (figur 4a-c)

Haltminskning i maj utom för pH, K⁺, NO₃⁻ och färg. pH håller sig ganska konstant under året och är relativt högt. Alkaliniteten är dock inte speciellt god. NO₃⁻-halten är obefintlig under sommaren för att sedan stiga i oktober. Färgtalet håller sig ganska konstant under hela året.

Buskbäcken, (figur 5a-c)

Ganska konstanta värden för alla parametrar under hela året, bortsett från juni med relativt stora variationer. Lågt pH, obetydlig alkalinitet och även låg konduktivitet. Det finns nästan inget NO_3^- under hela året utom i juni. Färgen är mycket hög från juni till oktober.

Ryttarbacken, (figur 6a-c)

Baskatjonerna och även NO_3^- följer ungefär samma årsmönster som konduktiviteten, med högst halter under sommaren och hösten. Högt pH, mycket hög alkalinitet och även hög konduktiviteten.

Transport

Figur 7a-d illustrerar förhållandet mellan jontransport och flöde för stationerna Solmyren, Lilla Tivsjön, Buskbäcken och Ryttarbacken. Ämnestransporten och flödet samvarierar i alla stationerna. Den största ämnestransporten sker efter ett torrår följt av ett vått år.

Ryttarbacken är den station med störst variation mellan åren, och här är även ämnestransporten störst. För Solmyren är den största transporten år 1987, i Lilla Tivsjön 1985 och 1993, Buskbäcken har toppar 1985 och 1986 och i Ryttarbacken 1985. 1984 och 1986 är det en mycket markant ökning i NO_3^- -halten i Buskbäcken

Tabell Medelvärden för jontransporten under perioden 1984 till 1993.

Station	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-
	(mg/m ² ·år)						
Solmyren	1278	381	174	564	1531	45	384
1969-1975*	1017	269	221	441	403 **	14	227
Lilla Tivsjön	1530	383	184	466	1402	132	477
1969-1975*	1307	340	113	364	402 **	22	214
Buskbäcken	532	184	120	632	2276	142	848
Ryttarbacken	7870	2038	901	2171	7153	2202	2255

* Medelvärden av ämnestransporten för 1969 till 1975 (Andersson & Eriksson, 1978).

** Transporten av S och inte SO_4^{2-} .

I tabellen ovan redovisas ett medelvärde för transporten av joner under perioden 1984 till 1993. För Solmyren och Lilla Tivsjön visas även medelvärdena för perioden 1969 till 1975 (Andersson & Eriksson 1978). Ryttarbacken är den station som har absolut största transporten av joner. För Solmyren och Lilla Tivsjön är halterna ungefär desamma. I Buskbäcken återfinns de lägsta halterna av Ca^{2+} , Mg^{2+} och K^+ , däremot är SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- och Na^+ högre än i Solmyren och Lilla Tivsjön. Om man jämför transporten av joner i Solmyren och Lilla Tivsjön under perioden 1969 - 1975 med den 1984 - 1993 har transporten ökat under de senaste åren.

Diskussion

Konduktivitet

Konduktiviteten är ett mått på vattnets salthalt. Tillförseln av salter bestäms framför allt av berggrundens och marktäckets sammansättning samt av markanvändningen. Områden med sedimentära bergarter, finkorniga och/eller kalkhaltiga jordar, som i Skåne, på Öland och Gotland, i Uppland och i Östergötland, har hög salthalt, vilket avspeglas i figur 2c. Detta beror framför allt på att de sedimentära bergarterna lättare vittrar än graniter och gnejser. De finkorniga jordarterna från vittrade sedimentära bergarter har i regel större specifik yta, och kan därmed komplexbinda fler joner. Andra faktorer som höjer konduktiviteten är den mänsklig aktiviteten (t ex industriutsläpp och gödsling) samt "seaspray". Utifrån detta är det lättare att förstå varför den högsta konduktiviteten bland stationerna återfinns i Värpinge utanför Lund, och att det är låg konduktivitet i Vuoddasbäcken norr om Boden.

Månadsmedelvärden

Genomgående för alla stationer är att halterna minskar i samband med vårfloden. Vid en ökad vattenföring hinner vattnet enbart passera det översta markskiktet som innehåller en ringa andel salter. Detta gör att man får en koncentrationsminskning i de olika ämnena (Grip & Rodhe, 1985).

pH-sänkningen i samband med vårfloden beror att marken är nära mättad och vattnet till största del går genom det sura och ej jonbytande humusskiktet. Den sura nederbörden och smältvattnet hinner inte att neutraliseras i marken innan det når vattendraget. Att pH är lägre i myr- och skogsmarker än i jordbrukslandskap är naturligt. Podsolen i skogslandskapet har mindre buffrande kapacitet än brunjorden som återfinns i jordbruksmarker. Områden med mycket hållmark har ofta ett lägre pH. Orsaken till detta är att nederbörden i regel bara passerar ett ringa jordlager och inte hinner neutraliseras. Ju längre uppehållstid vattnet har i marken desto högre pH erhåller vattnet.

Variationen i Ca^{2+} , Mg^{2+} och Na^+ härrör framför allt från vittringen av olika mineral. Hur förhållandet mellan de olika ämnena är beror främst på vilken typ av berggrund som dominerar i området. Detta syns tydligt om man t ex tittar på Ca^{2+} i Solmyren vars berggrund är granit och jordarten morän, och jämför den med den i Rytta-backen som också har granit berggrund, men kalkhaltig lerjord.

Höga halter av Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , och SO_4^{2-} kan beror på vittring av marina sediment som innehåller salterna NaCl och CaSO_4 (Broberg & Jansson, 1981). Sediment av detta slag finns bland annat i Skåne, på Gotland och Öland. En annan förklaring till de höga halterna av SO_4^{2-} är den mänskliga aktiviteten, till stor del i form av luftföroreningar. De stationer med höga Na^+ - och Cl^- -halter är med största sannolikhet även påverkade av seaspray. Dessa stationer ligger antingen nära havet eller har en dominerande vindriktning från havet.

Färgökningen under sommarhalvåret beror på en koncentrationsökning till följd av den minskade vattenföringen och den ökade biologiska aktiviteten. I samband med vårflod och höstregn tillrinner även en del material från omgivningen vilket höjer färgtalet. I ett barrskogsområde är bäckvattnet brunfärgat av lösa humuspartiklar, medan bäckvattnet i

lövskogsområden ofta är nästan färglösa, trots att de kan innehålla lika mycket löst organiskt material. Det beror på att det senare innehåller andra humusfraktioner och att dessa är färglösa (Grip & Rodhe, 1985).

Den höga NO_3 -halten 1984 och 1986 i Buskbäcken och 1985 i Rytta-backen beror förmodligen på gödningen i jord- och skogsbruk. Att NO_3 -halten minskar under sommaren beror främst på den biologiska aktiviteten. Under tillväxtperioden konsumeras kväve som sedan frigörs under nedbrytningsperioden.

Transport

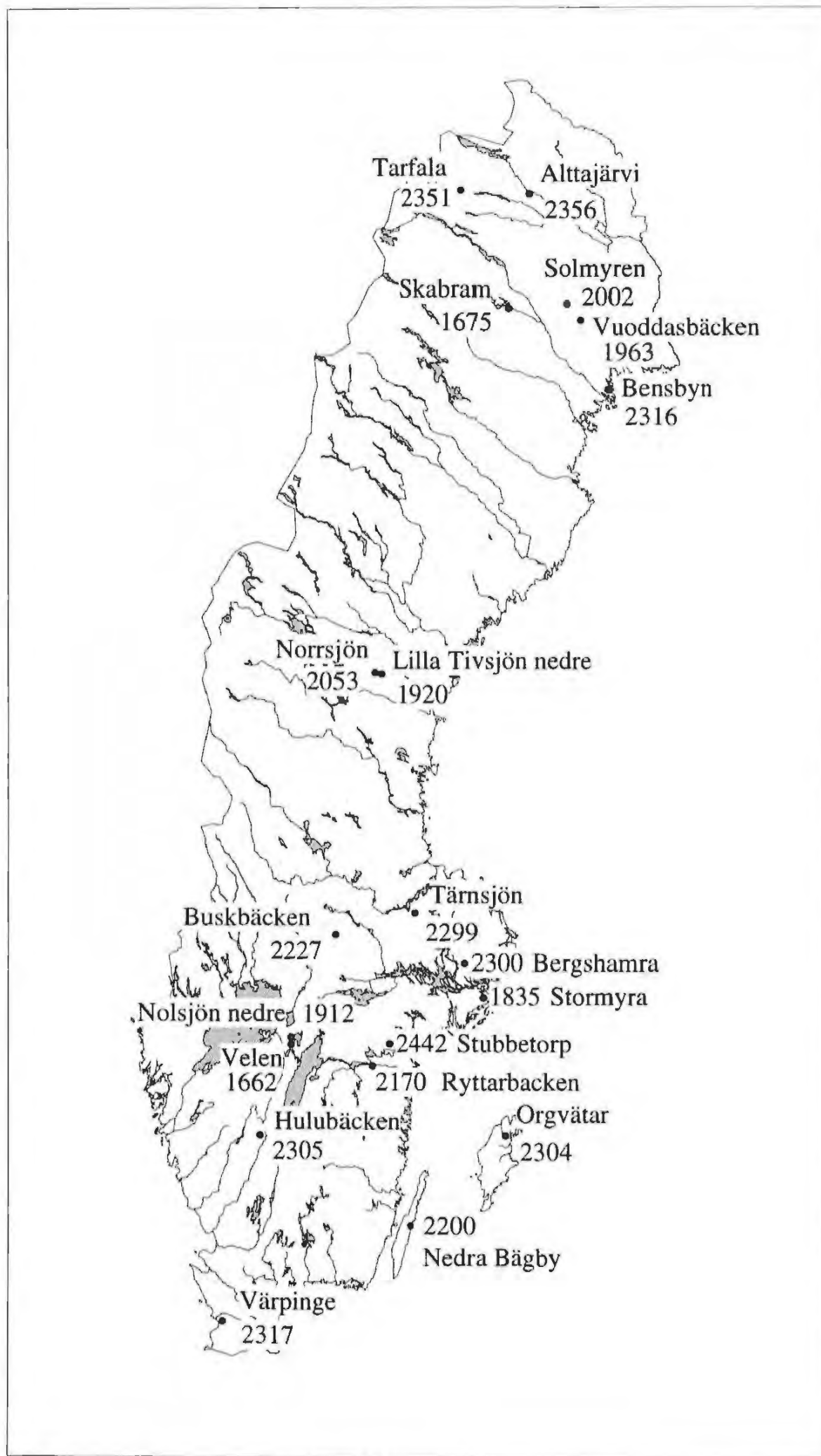
Jontransportens variation under en längre period orsakas främst av variationen i nederbörden, förändringen av flödets storlek, våt- och torrdepositionens sammansättning. Den stora transporten av joner i samband med flödestoppar beror inte enbart på det stora flödet, utan även på att det grundvatten som når bäcken har en hög koncentration av olika joner. Den högre jonkoncentrationen orsakas av att det vatten som infiltrerats under torrperioden har haft en lång uppehållstid i marken. Under perioder med liten nederbörd tar det längre tid för vattnet att perkulera genom den omättade zonen. På vägen genom marken sker jonbyten och vittring. En del av dessa joner fastläggs på sin väg genom marken. Vid en ökad infiltration med mättade förhållanden kommer dessa joner att sättas i rörelse. Vid stor nederbörd och mättade markförhållanden avrinner en del av regnet mycket ytligt eller direkt på markytan. De joner som i vanliga fall skulle fastlagts eller neutraliserats i marken hamnar direkt i vattenmassan.

Vitringsbenägenheten för berggrunden är av stor betydelse för transporten av de olika jonerna. Vittringen är en process som genom sin vätejonförbrukning neutraliserar den sura nederbörden, och samtidigt förnyar förrådet av utbytbara baskatjoner. SGU har tagit fram en karta för Sverige över berggrundens vittringsbenägenhet. Berggrunden har indelats i sju klasser. Berggrunden i klass ett är minst vittringsbenägen och den i klass sju mest vittringsbenägen. Solmyren, Lilla Tivsjön och Buskbäcken har berggrund i klass två och tre. Berggrunden i klass två består av graniter och gnejser med hög halt av Na- och K-fältspater. I klass tre utgörs berggrunden av graniter och gnejser med hög halt av Ca-fältspater och mörka mineral (Fe^{2+} , $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$). Berggrunden i Rytta-backen hamnar i klass tre. Väst/nordväst om Rytta-backen återfinns dock kambrosiluriska och mesozoiska märglar och kalkstenar som är den mest vittringsbenägna bergarten (SGU, 1995).

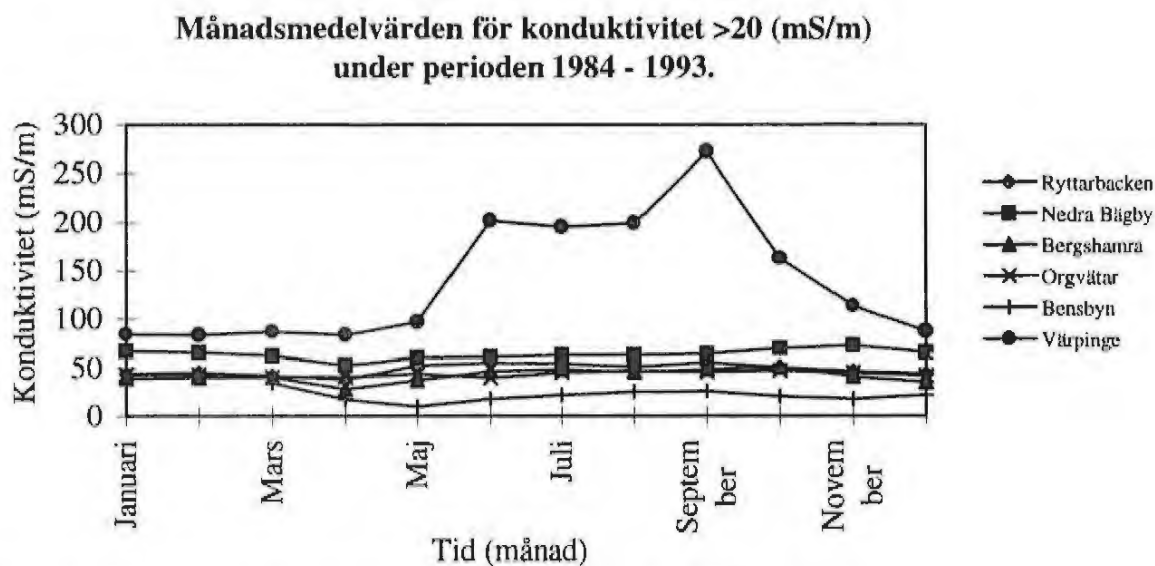
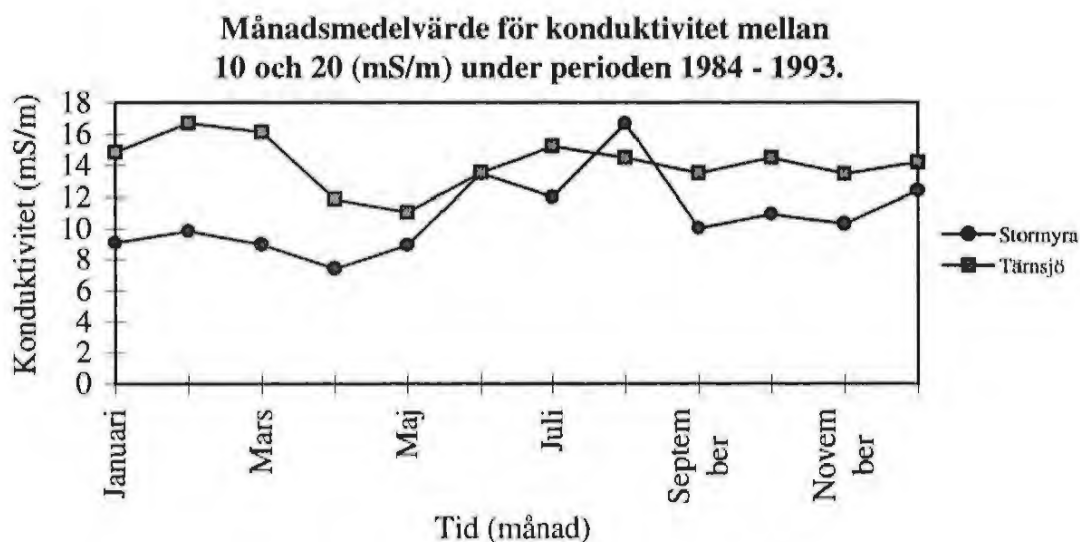
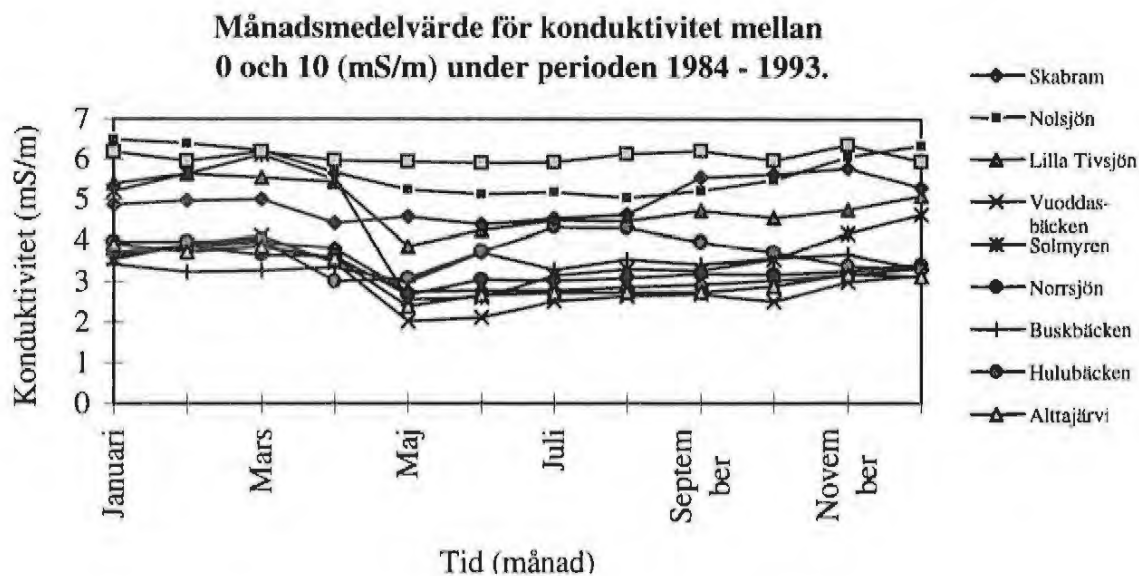
Transporten av joner i Solmyren och Lilla Tivsjön har ökat med upp till 30 % under perioden 1984 - 1993 jämfört med perioden 1969 - 1975. Förklaringen till ökningen ligger mycket i att det har varit olika laboratorier som utfört analyserna under IHD-perioden och 1984-1993. Om man studerar analysresultaten före och efter bytet av laboratorie ser man en tydlig ökning i koncentrationen, (Carlsson, 1985). Andra förklaringar till ökningen är att det varit en större avrinning under den senare perioden, och att den mänskliga aktiviteten har ökat. Den markanta NO_3^- ökningen 1984 och 1986 i Buskbäcken kommer sig av att man dessa år gödslat inte långt från provtagningsplatsen.

Referenslista

- Andersson U-M., och Eriksson E., 1978, Hydrochemical investigations in three representative basins in Sweden, Avdelningen för hydrologi, Geologiska institutionen Uppsala universitet
- Carlsson B., 1985, Hydrokemiska data från de svenska Fältforskningsområdena SMHI Hydrologi nr 1.
- Broberg A., och Jansson M., 1981, Abiotiska faktorerers karaktäristiska, funktion och omsättning i sötvatten., Limnologiska institutionen Uppsala universitet
- Edström M., och Ryman P., 1994, FFO Stationsnät för fältforskningsområden 1994 SMHI Hydrologi nr 53
- Grip H., Rodhe A., 1985, Vattnets väg från regn till bäck, Forskningsrådets Förlagstjänst.
- SGU, Rapport 4415, 1995, Grundvattnets kemi i Sverige, Naturvårdsverket, Berlings, Arlöv

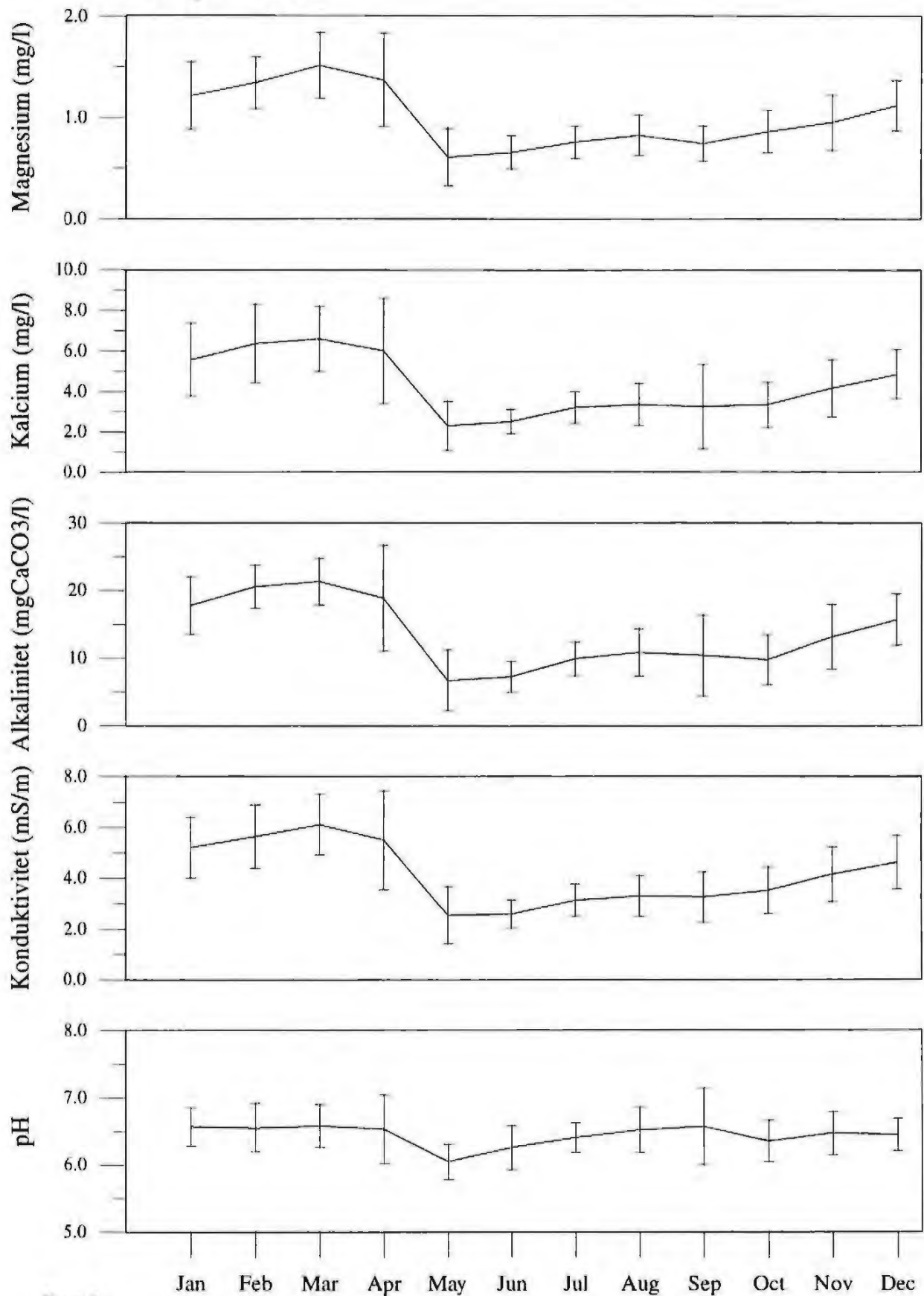


Figur 1 Sverigekarta med samtliga FFO-stationer.



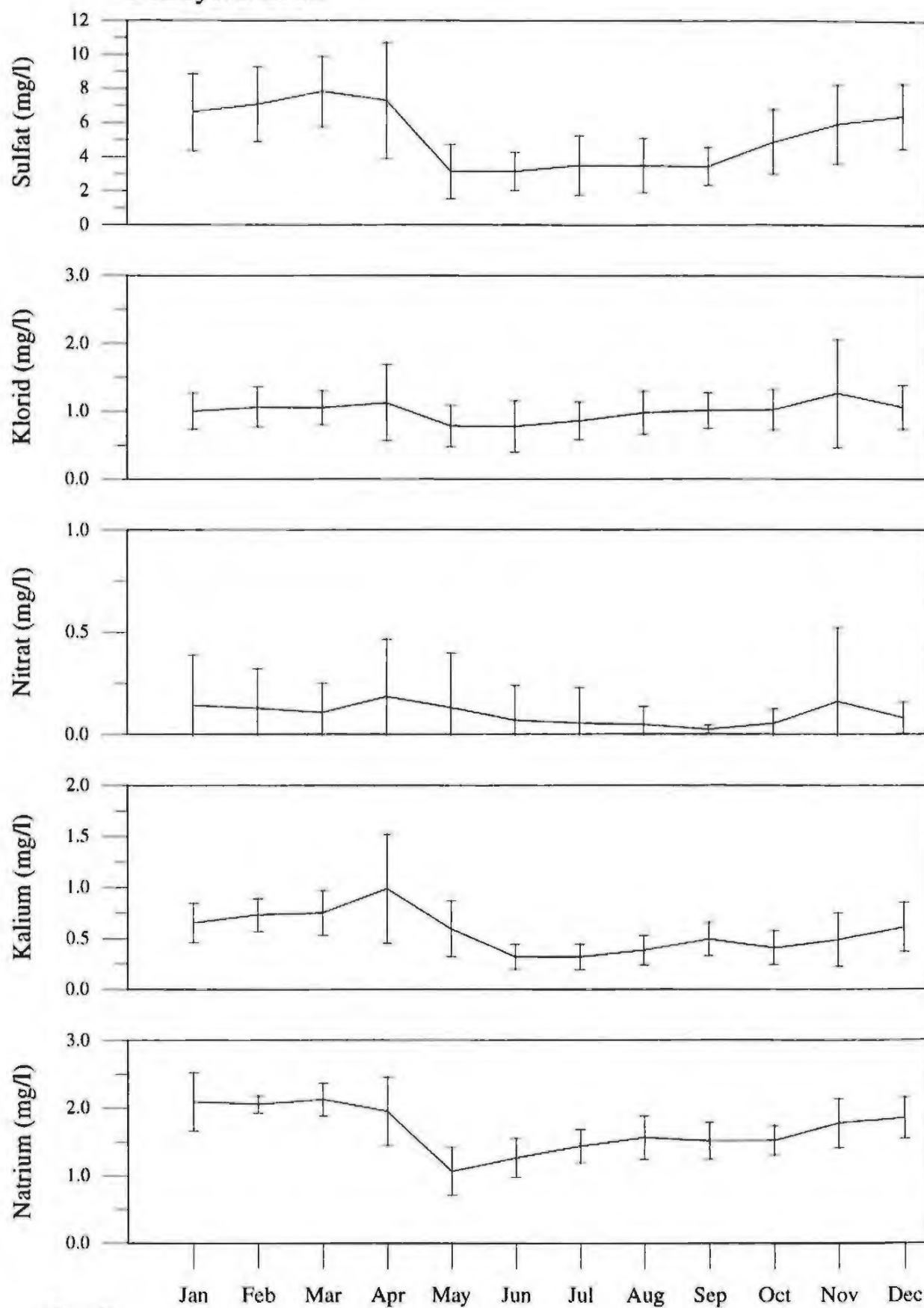
Figur 2. Månadsmedelkonduktiviteten (mS/m) för alla FFO-stationer.

Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1969 - 1993 **Solmyren 2002**



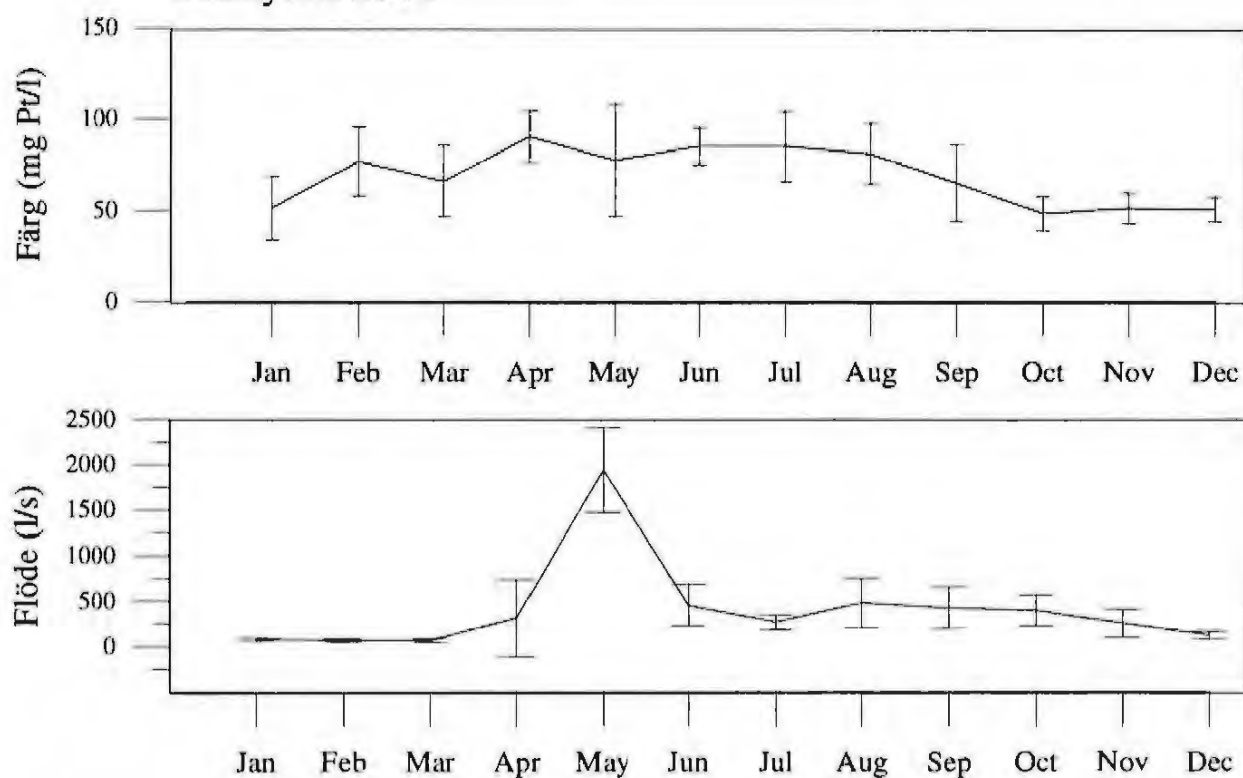
Figur 3a.

Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1969 - 1993
Solmyren 2002



Figur 3b.

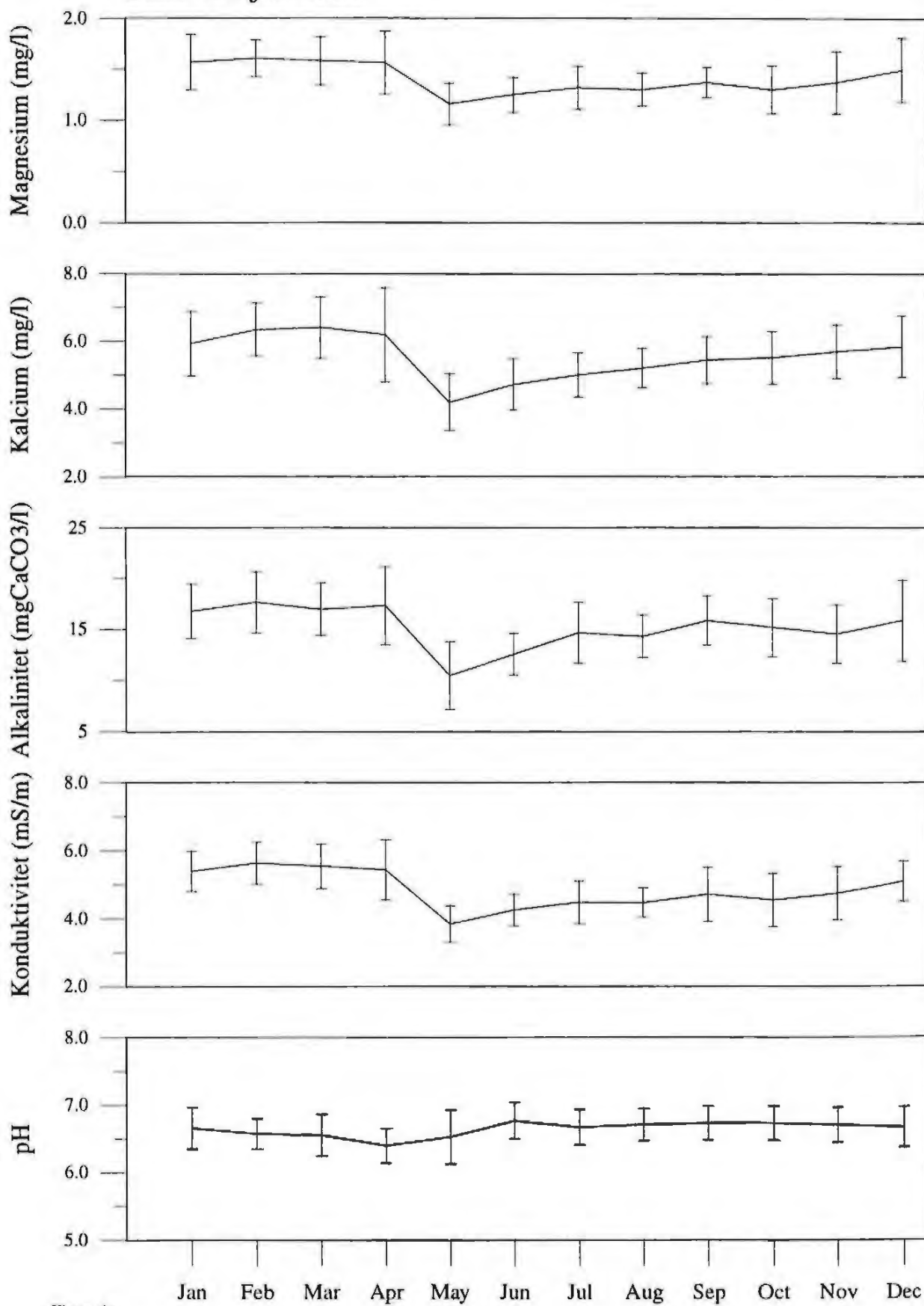
Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1969 - 1993 **Solmyren 2002**



Figur 3c. Månadsmedelvärden och standardavvikelse beräknade på hela den period som stationen Solmyren varit i drift.

Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1969 - 1993

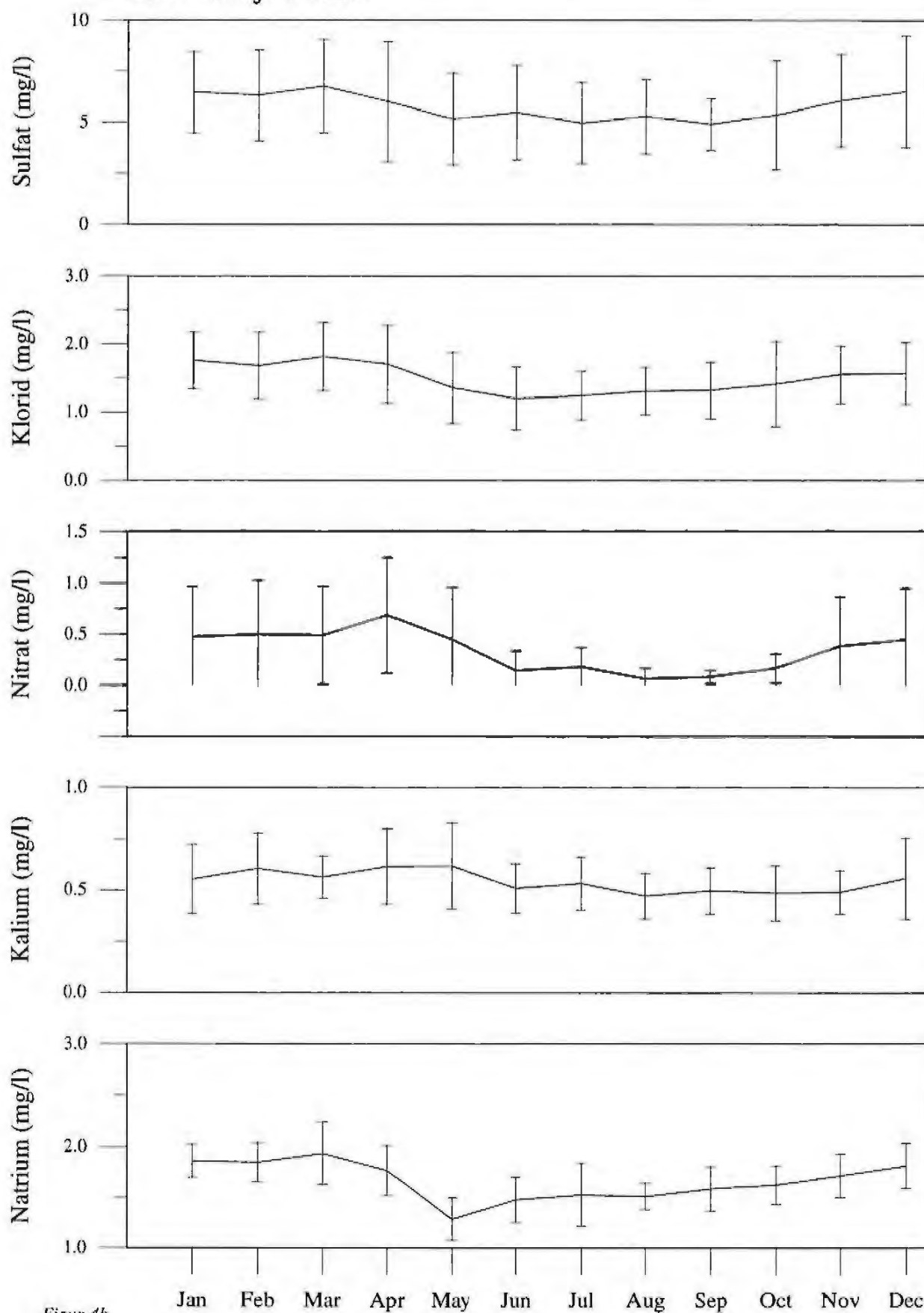
Lilla Tivsjön 1920



Figur 4a.

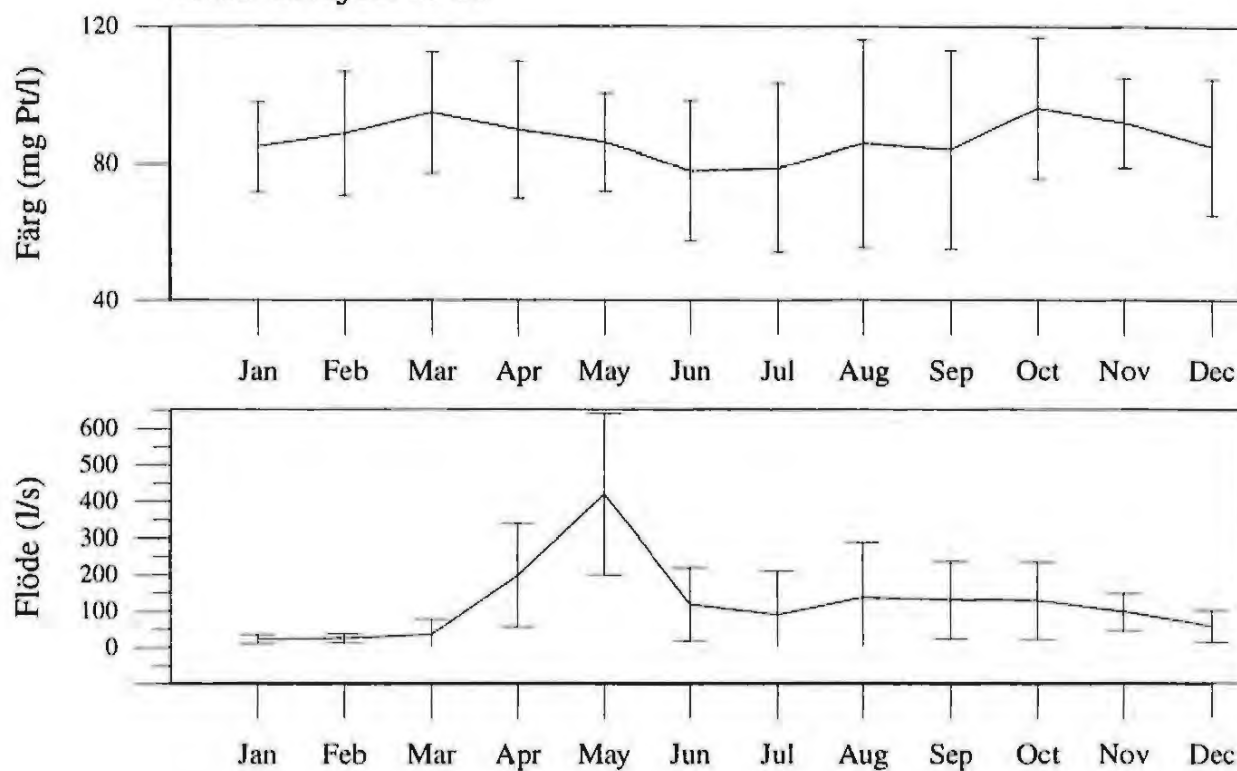
Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1969 - 1993

Lilla Tivsjön 1920



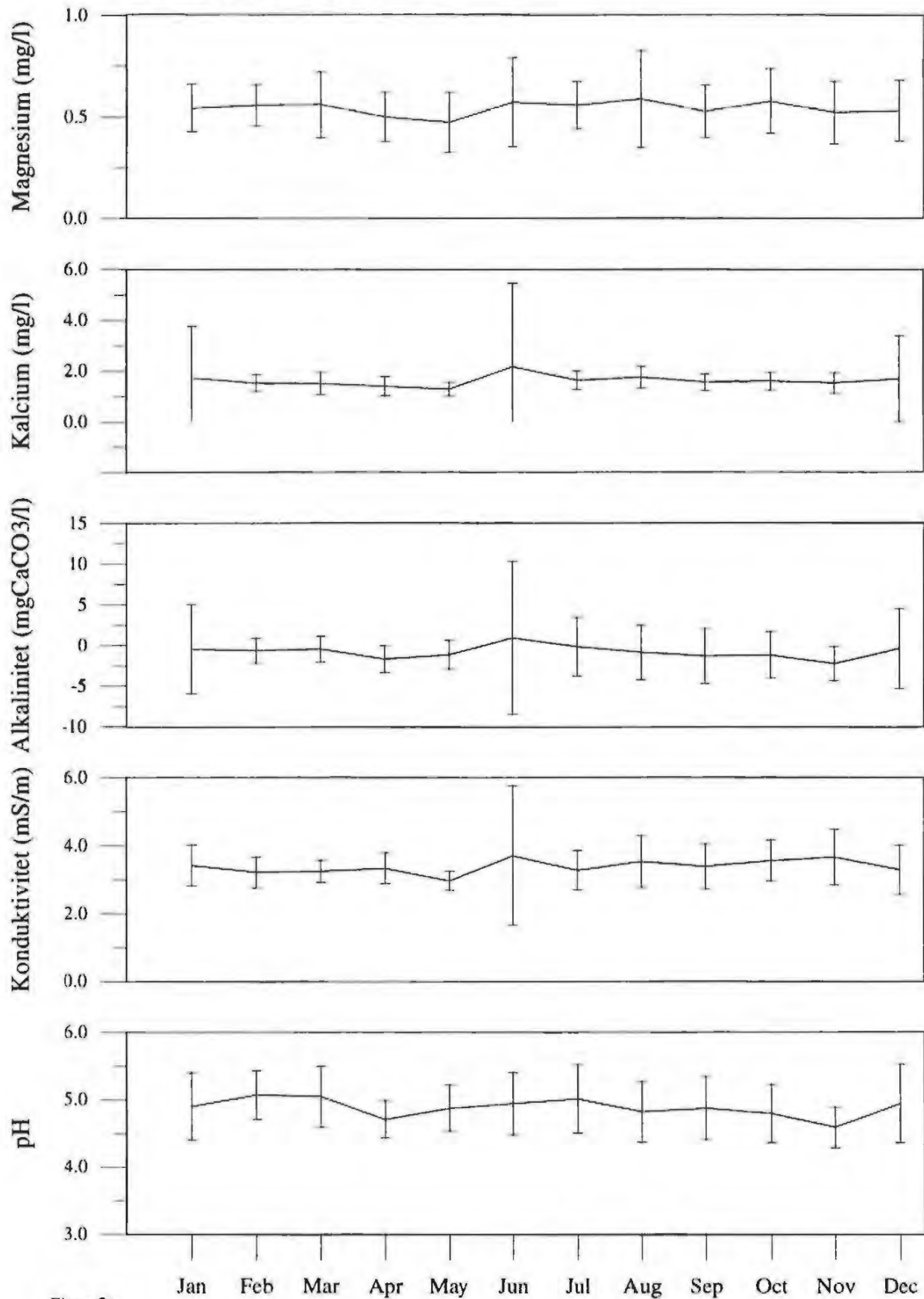
Figur 4b.

Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1969 - 1993
Lilla Tivsjön 1920



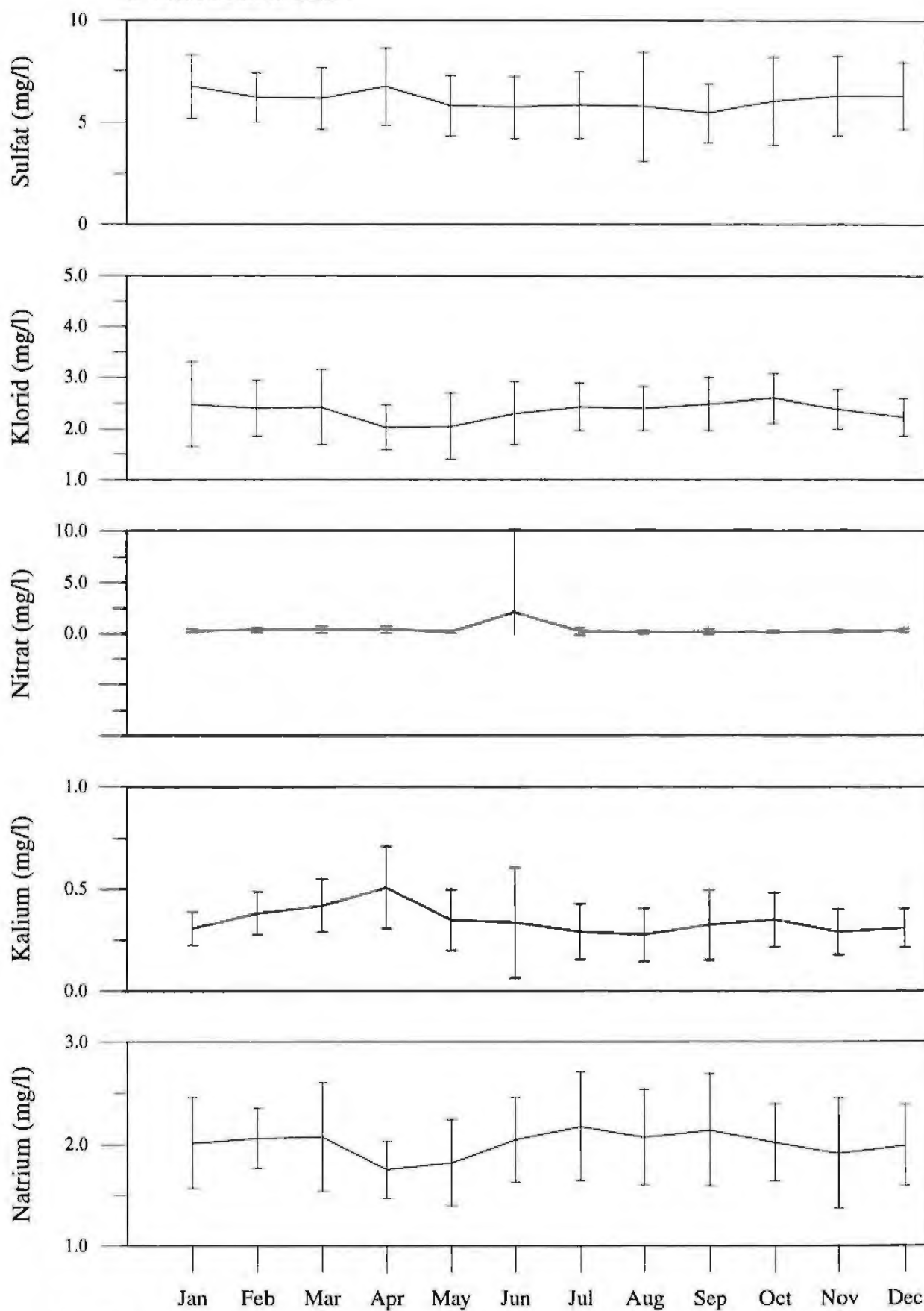
Figur 4c. Månadsmedelvärden och standardavvikelse beräknade på den period som stationen Lilla Tivsjön varit i drift.

Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1978 - 1993
Buskbäcken 2227



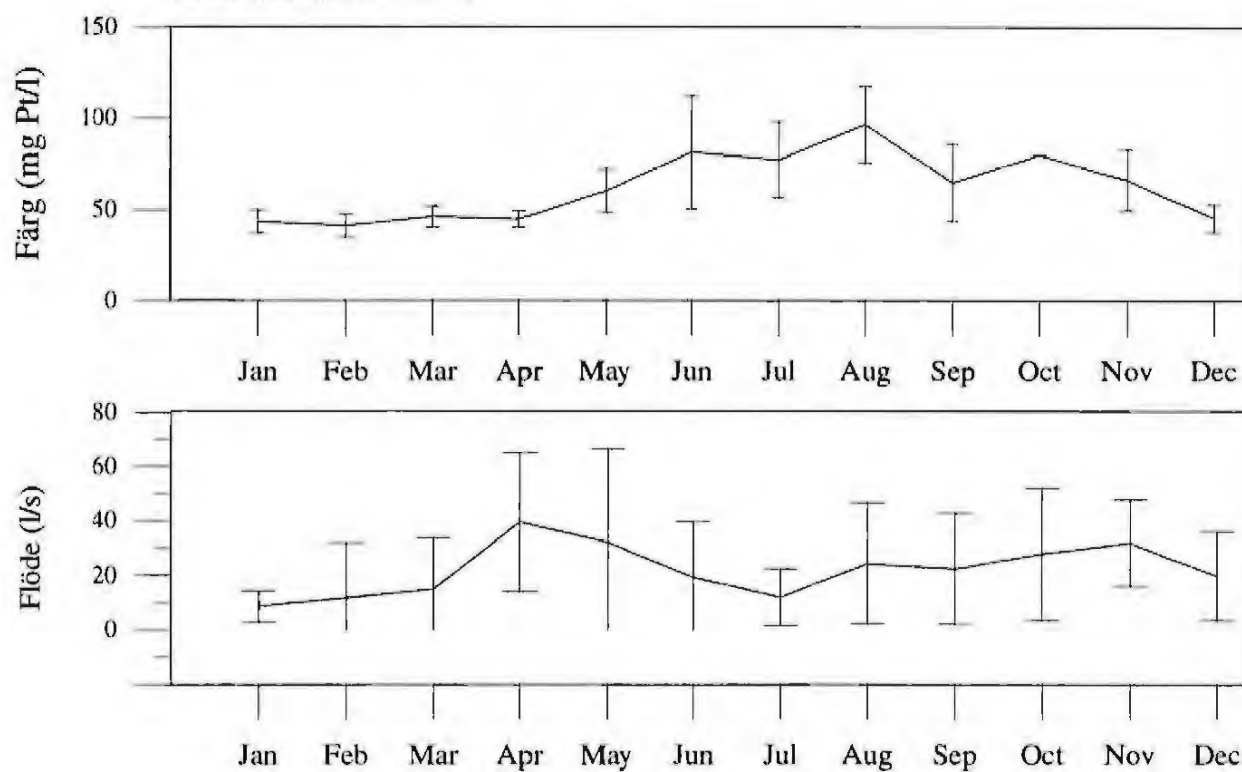
Figur 5a.

Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1978 - 1993
Buskbäcken 2227



Figur 5b.

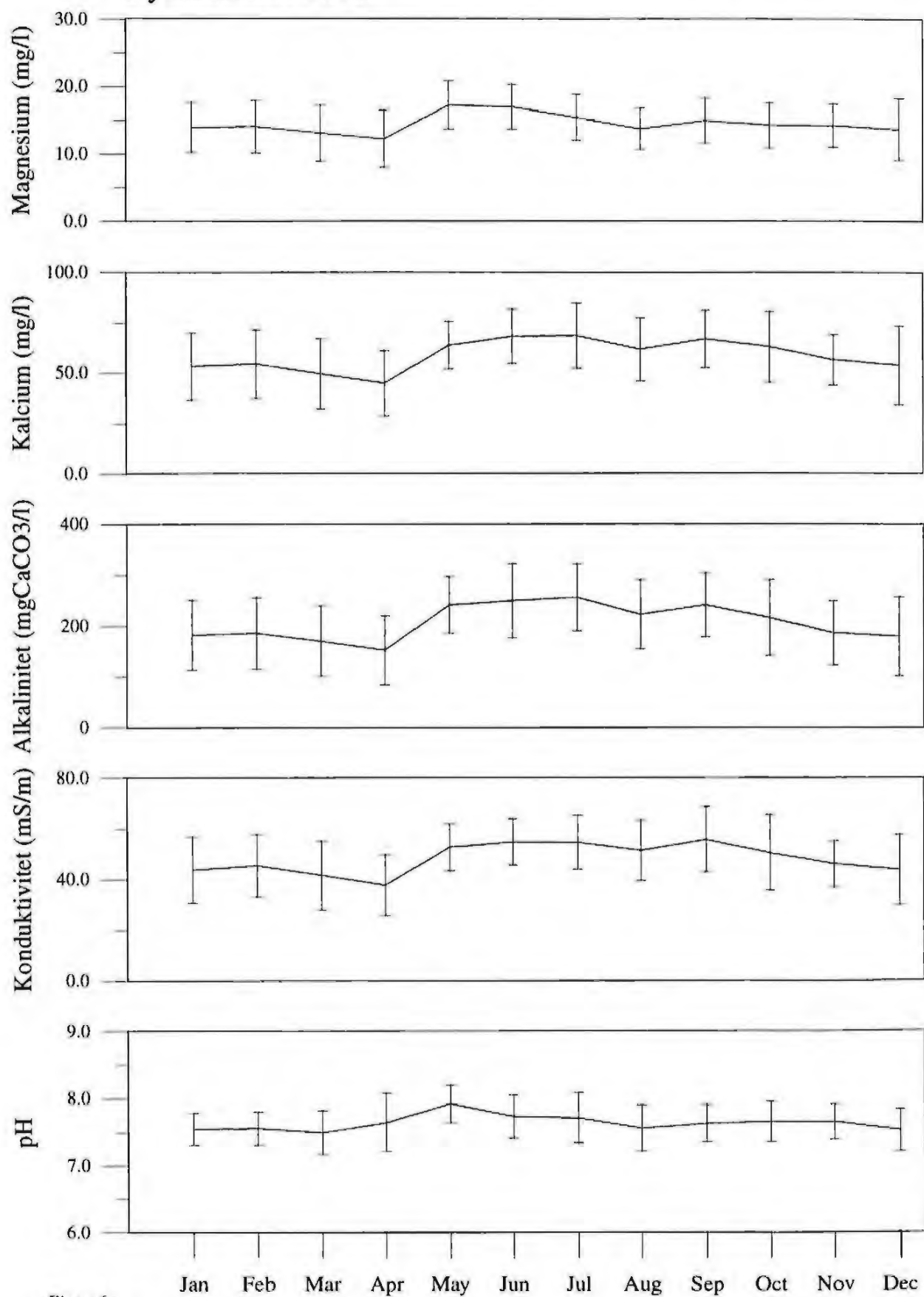
Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1978 - 1993 **Buskbäcken 2227**



Figur 5c. Månadsmedelvärden och standardavvikelse beräknad på hela den perioden som stationen Buskbäcken varit i drift.

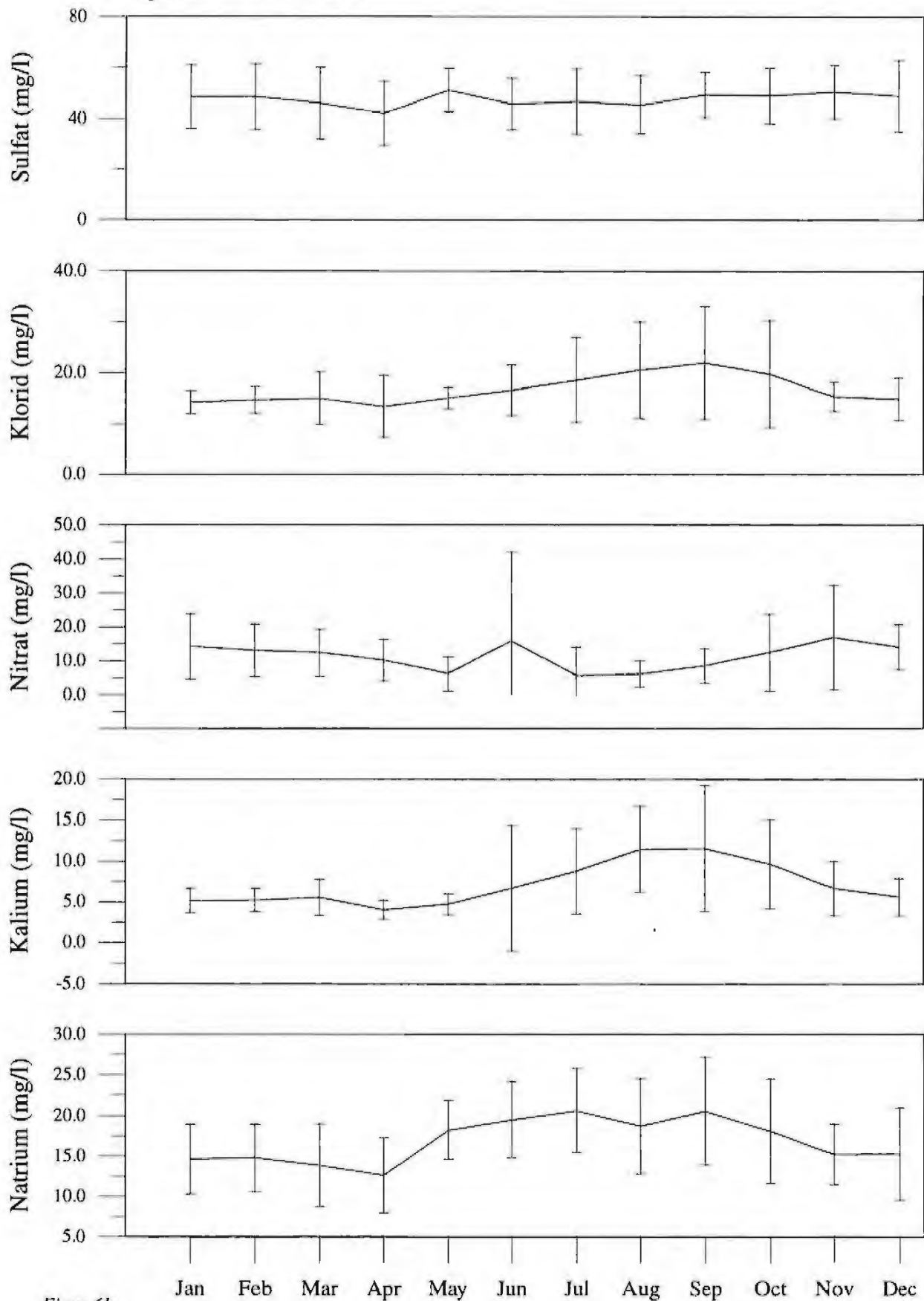
Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1978 - 1993

Ryttarbacken 2170



Figur 6a.

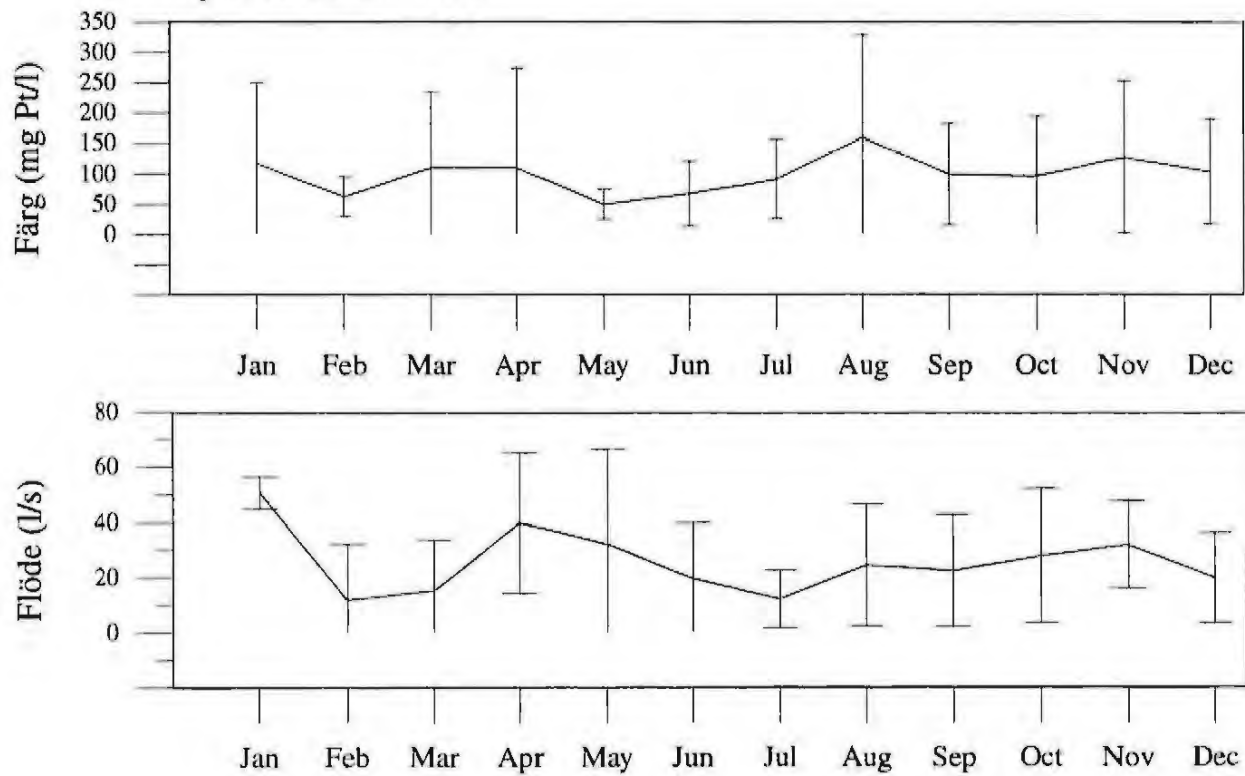
Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1978 - 1993
Ryttarbacken 2170



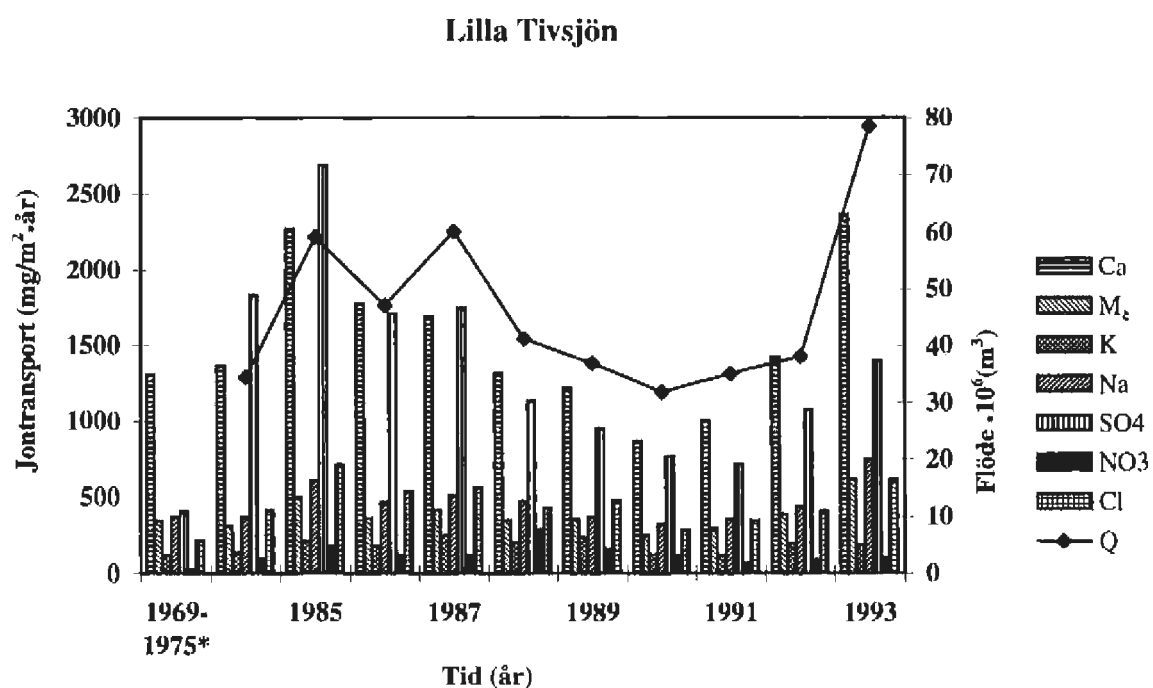
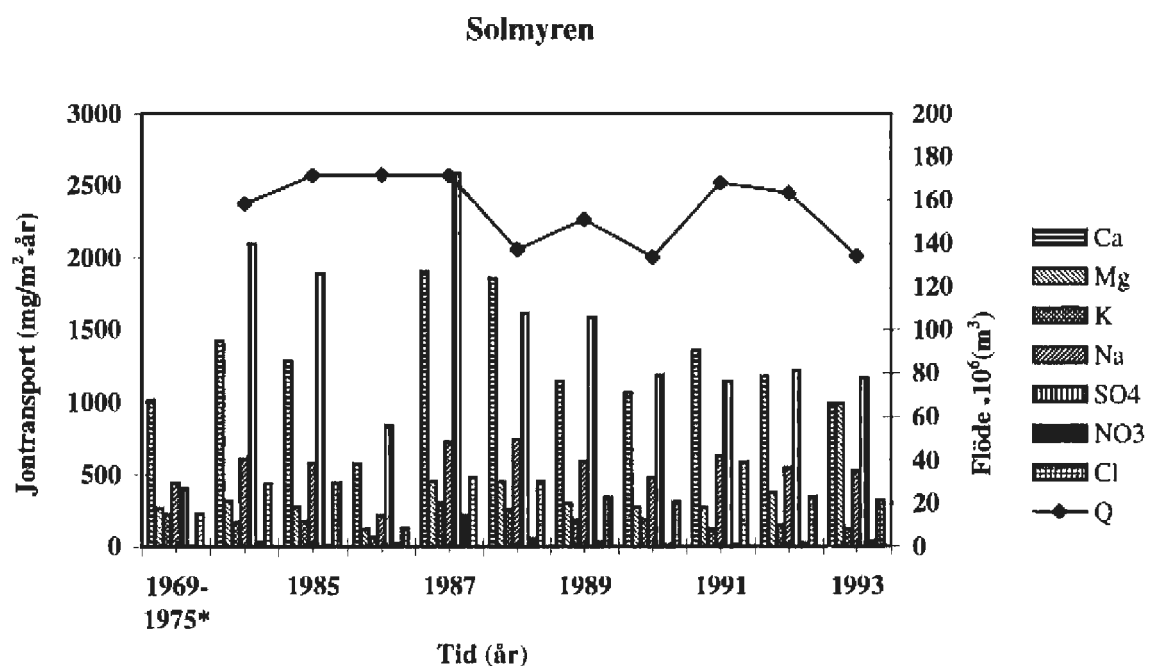
Figur 6b.

Månadsmedelvärden med standardavvikelse 1978 - 1993

Rytttarbacken 2170



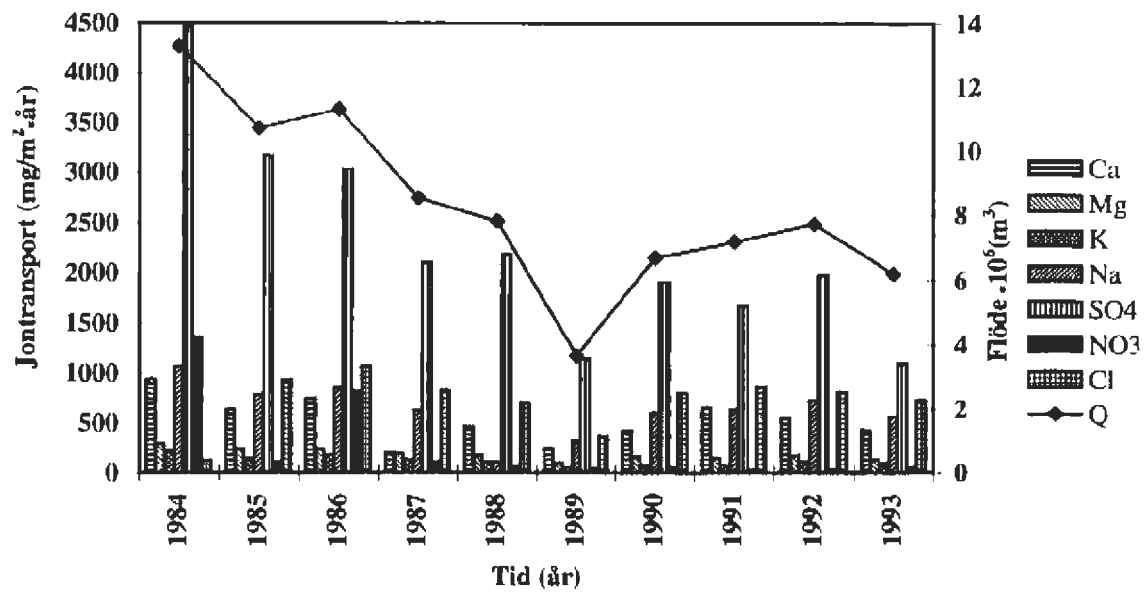
Figur6c. Månadsmedelvärden och standardavvikelse beräknad på den perioden som stationen Rytttarbacken varit i drift.



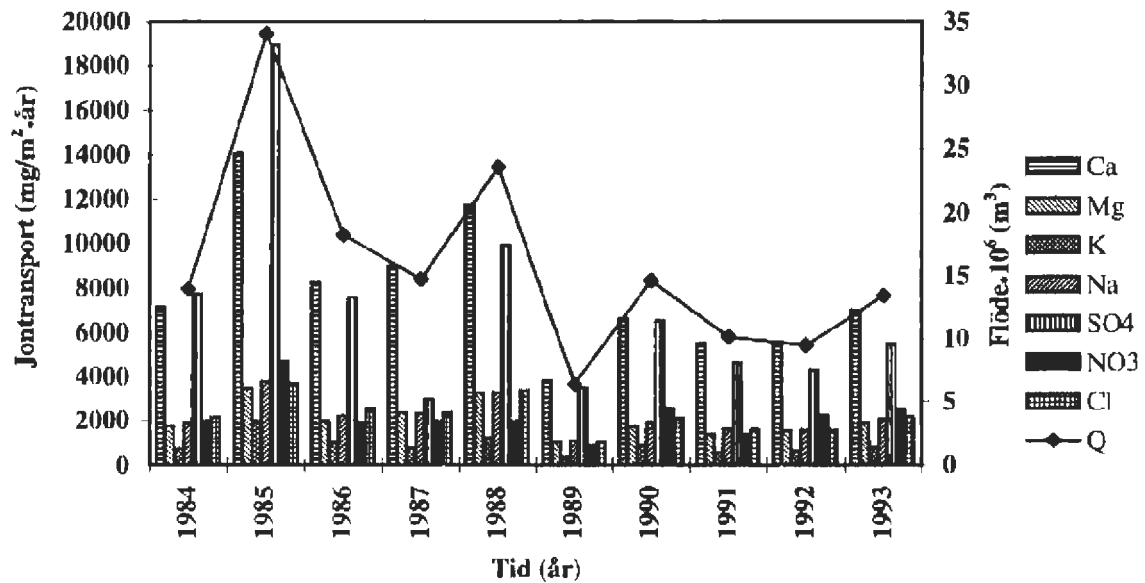
Figur 7a-b. Jontransport och flöde under perioden 1984 till 1993 för Solmyren och Lilla Tivsjön.

*Medelvärden för IHD-perioden.

Buskbäcken



Ryttarbacken



Figur 7c-d. Ämnestransport och flöde under perioden 1984 till 1993 för Buskbäcken och Ryttarbacken.

SMHIs rapporter

SMHI ger ut sex rapportserier. Tre av dessa, R-serierna, är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

Publiceras sedan

RMK (Rapport Meteorologi och Klimatologi)	1974
RH (Rapport Hydrologi)	1990
RO (Rapport Oceanografi)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985

SMHI Reports Hydrology (RH)

1. Sten Bergström, Per Sandén and Marie Gardelin (1990)
Analysis of climate-induced hydrochemical variations in till aquifers.
2. Maja Brandt (1990)
Human impacts and weather-dependent effects on water balance and water quality in some Swedish river basins.
3. Joakim Harlin (1992)
Hydrological modelling of extreme floods in Sweden.
4. Sten Bergström (1992)
The HBV model - its structure and applications.
5. Per Sandén and Per Warfvinge (1992)
Modelling groundwater response to acidification.
6. Göran Lindström (1993)
Floods in Sweden - Trends and occurrence.
7. Sten Bergström and Bengt Carlsson (1993)
Hydrology of the Baltic Basin. Inflow of fresh water from rivers and land for the period 1950 - 1990.
8. Barbro Johansson (1993)
Modelling the effects of wetland drainage on high flows.
9. Bengt Carlsson och Håkan Sanner (1994)
Influence of river regulation on runoff to the Gulf of Bothnia. Gulf of Bothnia Year 1991.
10. Göran Lindström, Marie Gardelin and Magnus Persson (1994)
Conceptual modelling of evapotranspiration for simulations of climate change effects.

SMHI Hydrologi (H)

1. Bengt Carlsson (1985)
Hydrokemiska data från de svenska fältforskningsområdena.
2. Martin Häggström och Magnus Persson (1986)
Utvärdering av 1985 års vårfloödesprognoser.
3. Sten Bergström, Ulf Ehlin, SMHI, och Per-Eric Ohlsson, VASO (1986)
Riktlinjer och praxis vid dimensionering av utskov och dammar i USA. Rapport från en studieresa i oktober 1985.
4. Barbro Johansson, Erland Bergstrand och Torbjörn Jutman (1986)
Skåneprojektet - Hydrologisk och oceanografisk information för vattenplanering - Ett pilotprojekt.
5. Martin Häggström (1986)
Översiktlig sammanställning av den geografiska fördelningen av skador främst på dammar i samband med septemberflödet 1985.
6. Barbro Johansson (1986)
Vattenföringsberäkningar i Södermanlands län - ett försöksprojekt.
7. Maja Brandt (1986)
Arcella snöstudier.
8. Bengt Carlsson, Sten Bergström, Maja Brandt och Göran Lindström (1987)
PULS-modellen: Struktur och tillämpningar.
9. Lennart Funkquist (1987)
Numerisk beräkning av vågor i kraftverksdammar.
10. Barbro Johansson, Magnus Persson, Enrique Aranibar and Robert Llobet (1987)
Application of the HBV model to Bolivian basins

11. Cecilia Ambjörn, Enrique Aranibar and Roberto Llobet (1987)
Monthly streamflow simulation in Bolivian basins with a stochastic model.
12. Kurt Ehlert, Torbjörn Lindkvist och Todor Milanov (1987)
De svenska huvudvattendragens namn och mynningspunkter.
13. Göran Lindström (1987)
Analys av avrinningsserier för uppskattning av effektivt regn.
14. Maja Brandt, Sten Bergström, Marie Gardelin och Göran Lindström (1987)
Modellberäkning av extrem effektiv nederbörd.
15. Håkan Danielsson och Torbjörn Lindkvist (1987)
Sjökarte- och sjöuppgifter. Register 1987.
16. Martin Häggström och Magnus Persson (1987)
Utvärdering av 1986 års vårflödesprognoser.
17. Bertil Eriksson, Barbro Johansson, Katarina Losjö och Haldo Vedin (1987)
Skogsskador - klimat.
18. Maja Brandt (1987)
Bestämning av optimalt klimatstationsnät för hydrologiska prognoser.
19. Martin Häggström och Magnus Persson (1988)
Utvärdering av 1987 års vårflödesprognoser.
20. Todor Milanov (1988)
Frys förluster av vatten.
21. Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval and Maria Elvira Vega (1988)
Application of the HBV model to the upper Río Cauca basin.
22. Mats Moberg och Maja Brandt (1988)
Snökartläggning med satellitdata i Kultsjöns avrinningsområde.
23. Martin Gotthardsson och Sten Lindell (1989)
Hydrologiskt stationsnät. Svenskt Vattenarkiv.
24. Martin Häggström, Göran Lindström, Luz Amelia Sandoval y Maria Elvira Vega (1989)
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca superior del Río Cauca.
25. Gun Zachrisson (1989)
Svåra islossningar i Torneälven. Förslag till skadeförebyggande åtgärder.
26. Martin Häggström (1989)
Anpassning av HBV-modellen till Torneälven.
27. Martin Häggström and Göran Lindström (1990)
Application of the HBV model to six Centralamerican rivers.
28. Sten Bergström (1990)
Parametervärden för HBV-modellen i Sverige. Erfarenheter från modellkalibreringar under perioden 1975 - 1989.
29. Urban Svensson och Ingemar Holmström (1990)
Spridningsstudier i Glan.
30. Torbjörn Jutman (1991)
Analys av avrinningens trender i Sverige.
31. Mercedes Rodriguez, Barbro Johansson, Göran Lindström, Eduardo Planos y Alfredo Remont (1991)
Aplicacion del modelo HBV a la cuenca del Río Cauto en Cuba.
32. Erik Amér (1991)
Simulering av vårflöden med HBV-modellen.
33. Maja Brandt (1991)
Snömätning med georadar och snötaxeringar i övre Luleälven.
34. Bent Göransson, Maja Brandt och Hans Bertil Wittgren (1991)
Markläckage och vattendragstransport av kväve och fosfor i Roxen/Glan-systemet, Östergötland.
35. Ulf Ehlin och Per-Eric Ohlsson, VASO (1991)
Uthyggt hydrologisk prognos- och varningstjänst. Rapport från studieresa i USA 1991-04-22--30.
36. Martin Gotthardsson, Pia Rystam och Sven-Erik Westman (1992)
Hydrologiska stationsnät/Hydrological network. Svenskt Vattenarkiv.
37. Maja Brandt (1992)
Skogens inverkan på vattenbalansen.
38. Joakim Harlin, Göran Lindström, Mikael Sundby (SMHI) och Claes-Olof Brandesten (Vattenfall Hydropower AB) (1992)
Känslighetsanalys.
39. Sten Lindell (1993)
Realtidsbestämning av arealnederbörd.
40. Svenskt Vattenarkiv (1995)
Vattenföring i Sverige. Del 1. Vattendrag till Bottenviken.
41. Svenskt vattenarkiv (1995)
Vattenföring i Sverige. Del 2. Vattendrag till Bottenhavet.

42. Svenskt Vattenarkiv (1993)
Vattenförling i Sverige. Del 3. Vattendrag till
Egentliga Östersjön.
43. Svenskt Vattenarkiv (1994)
Vattenförling i Sverige. Del 4. Vattendrag till
Västerhavet.
44. Martin Häggström och Jörgen Sahlberg (1993)
Analys av snösmältningsförlopp.
45. Magnus Persson (1993)
Utnyttjande av temperaturens persistens vid
beräkning av volymsprognoser med HBV-modellen
46. Göran Lindström, Joakim Harlin och
Judith Olofsson (1993)
Uppföljning av Flödeskommitténs riktlinjer.
47. Bengt Carlsson (1993)
Alkalinitets- och pH-förändringar i Umeälven
orsakade av minimitappning.
48. Håkan Sanner, Joakim Harlin and Magnus
Persson (1994)
Application of the HBV model to the Upper Indus
River for inflow forecasting to the Tarbela dam.
49. Maja Brandt, Torbjörn Jutman och Hans
Alexandersson (1994)
Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1961-1990
av nederbörd, avdunstning och avrinning.
50. Svenskt Vattenarkiv (1994)
Avrinningsområden i Sverige. Del 3. Vattendrag
till Egentliga Östersjön och Öresund.
51. Svenskt Vattenarkiv (1994)
Översvämningskänsliga områden i Sverige 1990.
52. Åsa Evremar (1994)
Avdunstningens höjdberoende i svenska
fjällområden bestämd ur vattenbalans och med
modellering.
53. Magnus Edström och Pia Rystam (1994)
FFO - Stationsnät för fältforskningsområden 1994.
54. Zhang Xingnan (1994)
A comparative study of the HBV model and
development of an automatic calibration scheme.
55. Svenskt Vattenarkiv (1994)
Svenskt dammregister - Södra Sverige.
56. Svenskt Vattenarkiv (1995)
Svenskt dammregister - Norra Sverige.
57. Martin Häggström (1994)
Snökartering i svenska fjällområdet med
NOAA-satellitbilder.
58. Hans Bertil Wittgren (1995)
Kvävetransport till Slätbaken från Söderköpingsåns
avrinningsområde.
59. Ola Pettersson (1995)
Vattenbalans för fältforskningsområden.
60. Barbro Johansson, Katarina Losjö, Nils Sjödin,
Remigio Chikwanha, Joseph Merka (1995)
Assessment of surface water resources in the
Manyame catchment - Zimbabwe.
61. Behzad Koucheiki (1995)
Ålvttemperaturens variationer i Sverige under en
10 - årsperiod.
62. Svenskt Vattenarkiv (1995)
Sänkta och torrlagda sjöar.



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING. Tel 011-15 80 00. Telefax 011-17 02 07

ISSN 0283-7722