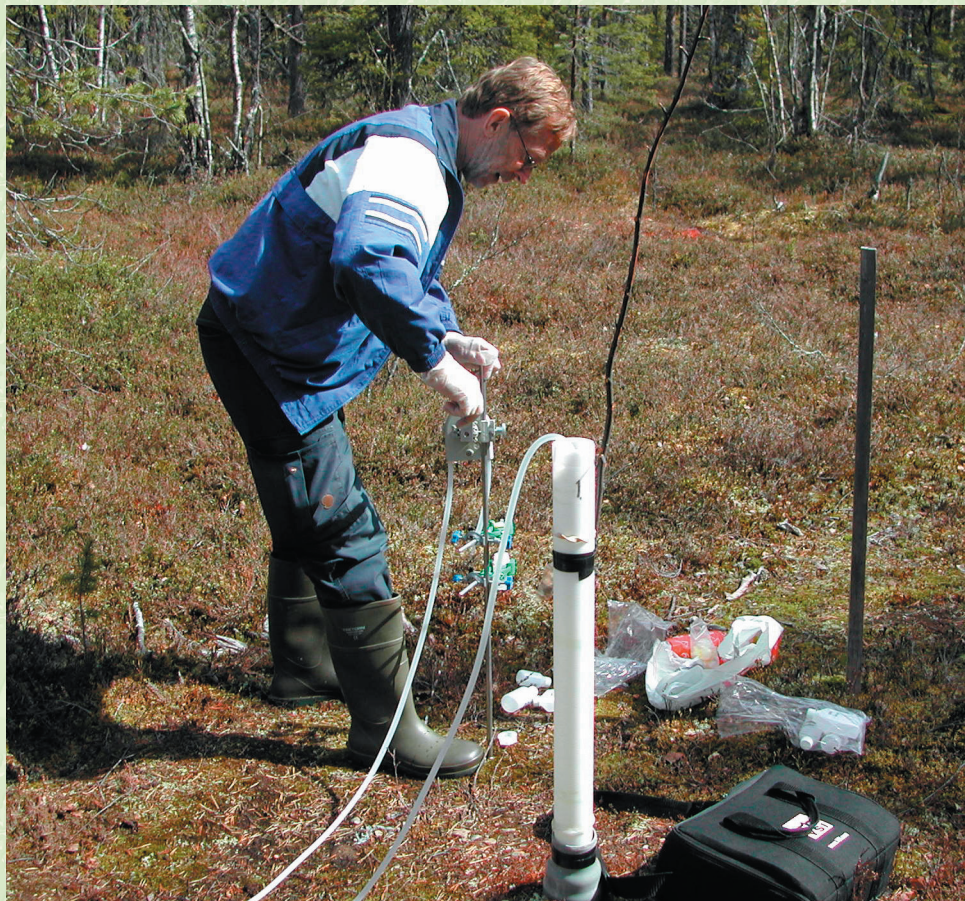




Förändringar i grundvattnets kemi under 30 år



Lena Maxe & Bo Thunholm

Förändringar i grundvattnets kemi under 30 år

Lena Maxe och Bo Thunholm

Omslagsbild: Leif Särnblad, SGU, provtar grundvatten vid en av miljöövervakningens stationer.
Foto: Barbro Aastrup, SGU.

Förord

Under 2001 fick SLU i uppdrag av Naturvårdsverket att i samarbete med SGU utvärdera tidsserier i rinnande ytvatten respektive grundvatten. SGUs del av projektet initierades av Mats Aastrup som också har bidragit med text under avsnittet Inledning samt synpunkter på innehållet i övrigt. Syftet var att prova olika statistiska metoder och sätt att tidsmässigt behandla påverkansfaktorer för utvärdering av vattenkemiska tidsserier avseende cyklisk variation, trend och slumpartad variation. Resultaten skulle kunna vara ett bidrag till bedömningen av tidsseriernas beroende av storskalig klimatvariation, förändringar i deposition och eventuell påverkan från markanvändning. Analysen skulle alltså vara ett bidrag till att skilja på naturliga och antropogena faktorernas betydelse för variationen eller förändringar i naturvattnets kemiska sammansättning. Arbetet tänktes kunna bidra till metoder för utvärdering i manualen för miljöövervakning. I denna rapport presenteras resultaten för tillgängliga grundvattenkemiska tidsserier.

Innehållsförteckning

Förord

Summary	1
Inledning	2
Material och metoder	3
Urval av tidsserier	3
Analyslaboratorier och analysmetoder	4
Komplettering av långa tidsserier med ofullständiga analyser	4
Trender och brytpunkter i långa tidsserier	4
Säsongsvariationer	4
Resultat och diskussion	5
Trender och brytpunkter i långa tidsserier	5
Trender perioden 1986-2000	6
Mellan- och inomårsvarians perioden 1986-2000	12
Säsongsvariationer	14
Slutsatser	14
Referenser	15
Bilaga 1. Kartor och tabell med de stationer som ingår rapporten	17
Bilaga 2. Analysmetoder och analyslaboratorier	21
Bilaga 3. Komplettering av analyser; långa tidsserier	23
Bilaga 4. Provtagning långa tidsserier 1968-2001. Prov per år	26
Bilaga 5. Årsmedelvärden; långa tidsserier	27
Bilaga 6. Brytpunkter	46

Summary

Groundwater monitoring on national level began in 1968 within the framework of the Swedish Programme for the International Hydrological Decade (IHD). The chemical part of the monitoring programme has been funded by both Geological Survey of Sweden and the Swedish Environmental Protection Agency. At present, about 150 observation stations are used with a sampling frequency 2 – 4 times per year. Sampling is made from both natural springs and observations tubes that are located without any influence from local contamination sources.

The objective of this study was to use statistical methods to estimate trends and regimes with emphasis on impact from deposition in different hydrogeological conditions. This could be used to improve strategies for future groundwater monitoring.

Two different periods were used; a long period (1971 – 2000) with 25 observation stations and a short period (1986 – 2000) with 86 observation stations. In order to improve the possibilities to deal with the data for the “long period”, missing values were replaced with estimated values for pH, alkalinity, sulphate, chloride, nitrate, sodium, potassium, calcium and magnesium. This was done by using data on ion balance and electrical conductivity.

The study of the “long period” showed increased sulphate contents until about 1980 which is related to a maximum in the sulphur deposition about 1970. After about 1980 the sulphate content has been decreasing for many of the observation stations. The other parameters showed no general behaviour for the “long period”. The “short period” had a high number of positive trends for chloride, sodium and potassium, whereas sulphate trends were mostly negative in southern Sweden. However, the alkalinity does not respond to the decreasing sulphate content, i.e. there is not a general increase in alkalinity. The increase in chloride and sodium is in a number of cases related to the use of de-icing salts on roads.

The annual variation was studied by using ANOVA where the within-quarter variation, within-half a year variation, and the within-year variation was compared with the total variation. The annual regime for all variables varied considerably between the monitoring stations and the between-year variation is generally somewhat higher than the within-year variation. The between-quarter variation is usually fairly low ($R^2 \approx 0.1$) indicating that annual regimes are generally weak.

A general conclusion is that the status and temporal variation vary considerably between the monitoring stations. This emphasises that the monitoring stations include a variety of conditions concerning hydrogeology, topography, and geochemistry. This was one of the overall objectives when the groundwater monitoring started in 1968. The monitoring program succeeded in covering both the sulfate increase and decrease related to the shift in sulfur deposition. So far, no improvement in pH or alkalinity has been detected. The program was intended to represent areas with no local pollution sources. However, about 10 stations show an influence from de-icing salt.

Inledning

Provtagning vid ett nät av fasta stationer och analys av grundvattenkemi har utförts vid Sveriges geologiska undersökning sedan 1968 (Nordberg & Persson, 1974). Det började inom ramen för Grundvattennätet. Det var en del av en nordisk satsning för den internationella hydrologiska dekadern (IHD) som syftade till att öka kunskaperna inom det hydrologiska fackområdet.

Inledningsvis finansierades verksamheten av det Naturvetenskapliga forskningsrådet, men SGU övertog snart finansieringen och Grundvattennätet har alltsedan dess drivits som ett långsiktigt projekt. Statens Naturvårdsverk fick (1978), efter en utredning, regeringens uppdrag att starta ett program för övervakning av miljö kvalitet (PMK). SGU fick då i uppdrag att genomföra PMK för grundvatten (Aastrup et al., 1982). Verksamheten började blygsamt med att 19 lämpliga stationer överfördes från Grundvattennätet till det nya PMK-programmet. PMK-grundvatten byggdes successivt ut med ett stort antal nya stationer inom 14 av 20 s.k. PMK-områden.

Grundvattenprogrammet integrerades så långt möjligt med program för sjöar och vattendrag, mark, vegetation, deposition och miljögifter. Under perioden 1992 till år 2000, skulle grundvattnets kemi simuleras utifrån mineralsammansättning i mark. Orsaken till det var att det grundvattenkemiska stationsnätet ansågs vara alltför glest för att ge en representativ bild av grundvattnets tillstånd i Sverige. Grundvattnets kemi mättes då bara vid 24 stationer på två nivåer, för att kalibrera modellen och verifiera den simulerade kemiska sammansättningen. Under den perioden övertog Grundvattennätet ett stort antal stationer för att kontinuiteten i de relativt långa tidsserierna skulle säkerställas. Alla stationer kunde dock inte övertas av grundvattennätet. Alltsedan år 2000 genomförs dagens miljöövervakning i 50 stationer i små och 50 stationer i stora grundvattenförekomster inom delprogrammet ”Referensstationer – Grundvatten” som är en del av programområdet Sötvatten. Integrering har gjorts med delprogrammet ”Rinnande vatten”.

Det nya miljöövervakningsprogrammet åderlät Grundvattennätet på stationer, men nyetableringar har gjorts av stationer som passar in i systemet. Grundvattennätet har för närvarande bara 30 stationer i sitt kemiprogram, med vissa förhoppningar om en revidering för att ytterligare komplettera den beskrivning av grundvattnets tillstånd som ges av resultat från mätningarna inom ”Referensstationer – Grundvatten” (se även <http://www.sgu.se/sgu/sv/miljo/overvakn/>)

Grundvattenkemiska mätningar av ytligt grundvatten görs också av SGU i tre små skogliga avrinningsområden inom ramen för delprogrammet Integrated Monitoring i programområdet Skog.

Syftet med denna rapport är att prova olika statistiska metoder och sätt att behandla påverkansfaktorer för utvärdering av vattenkemiska tidserier och tolka cykliska variationer, trender och slumpartad variation. Resultaten kan också användas för att studera samband mellan grundvattenkemi och ytvattendragens kemiska tillstånd och tidsmässiga utveckling (Fölster och Wilander, 2002). Det genomförda arbetet som beskrivs i rapporten och framför allt i dess bilagor är en genomgång av analysresultaten relaterade till olika laboratorier som anlåtats under årens lopp, stationernas geografisk läge och avvikelser från halter som kan förväntas på grund av atmosfäriskt nedfall. Inför de statistiska bearbetningarna har ansträngningar gjorts för att försöka komplettera tidsserierna med värden som saknas av en eller annan anledning. Metodiken och resultaten av det arbetet, som är principiellt viktigt inför framtida statistiska bearbetningar och eventuellt också för presentationen av data på nätet, finns beskrivna i bilaga 3. Tidsserieanalyser har utförts på två dataset. Dels 25 minst 30 år långa tidserier, som kompletterats med saknade värden och dels 86 tidserier som spänner över 15-årsperioden 1986 till och med år 2000. Trender med angivande av tidpunkter för trendbrott presenteras liksom en metod för beskrivning av säsongsvariationer och resultat av denna analys. För det kortare datasetet har trenderna

beskrivits och relaterats till det geografiska läget vilket har relevans framför allt från försurningssynpunkt.

Det presenterade arbetet har lagt en nödvändig och stabilare grund för att gå vidare med att finna robusta angreppssätt och statistiska metoder för att skala bort de naturliga bidragen till de observerade variationerna för att kunna ange de antropogena bidragens betydelse.

Material och metoder

Urval av tidsserier

I det följande beskrivs variationer i kemisk-fysikaliska parametrar ingående i SGU:s grundvattenövervakning. Övervakningsprogrammet har under åren haft olika omfattning vad avser antalet stationer, mätfrekvens och mätta parametrar. I det följande presenteras resultat, dels från stationer som varit i drift sedan slutet av 1960-talet respektive början av 1970-talet och dels för stationer som var i drift under perioden 1986-2000 (tabell 1). Provtagningsstationer utgörs av antingen källor eller rör (i några fall djupborrade brunnar). För de långa tidsserierna har saknade värden om möjligt fyllts i genom olika typer av jonbalansberäkning och interpolation. Kompletteringar av saknade värden har inte gjorts för de kortare tidsserierna.

Tabell 1. Antal stationstyper och jordarter för de utvalda grupperna av tidsserier (1971-2000 resp. 1986-2000)

Stationsegenskap	Jordart	Kort tidsserie 1986-2000	Lång tidsserie 1971-2000
Källa	Sand/grus	29	15
	Morän	12	3
	Övrigt	3	2
	<i>Summa källor</i>	44	20
Rör	Sand/grus	10	4
	Morän	23	0
	Övrigt	9	1
	<i>Summa rör</i>	42	5
<i>Summa stationer</i>		86	25

Den långa tidsperioden omfattar 25 provtagningsstationer som främst utgörs av källor i sand- och grusåsar. Detta urval av stationer kan främst användas för att studera långsiktiga trender i stora grundvattenförekomster i olika delar av Sverige.

För 15-årsperioden 1986 – 2000 finns tidsserier från 86 stationer. Dessa har en jämnare fördelning av stationstyper och jordarter jämfört med den långa tidsperioden (tabell 1) och kan därför användas för att studera tidsseriernas beroende av jordarter och stationstyp m.m. En tidsserie som förmodas representera relik grundvatten, och därmed avviker kraftigt, har uteslutits från vissa bearbetningar vilket lämnar 44 källor respektive 41 rör. Rören är i huvudsak ganska grunda; mediandjupet är knappt 4,5 m och 75 % är grundare än 9 m. Fyra provpunkter är djupare än 100 m.

För trend- och variansanalys har således en 30-årsperiod (1971-2000) och en 15 årsperiod (1986-2000) använts. Saknade värden har inte kompletterats för dessa analyser.

Analyslaboratorier och analysmetoder

Tidsserierna spänner över en lång tidsperiod och under denna tid har nya analysmetoder utvecklats. Olika laboratorier har anlitats under olika tidsperioder (se bilaga 2). Även om det inte kan uteslutas att metod/laboratorieskiftet kan ha påverkat resultaten har inga sådana effekter påvisats.

Komplettering av långa tidsserier med ofullständiga analyser

För 25 stationer finns långa tidsserier (minst 30 år). Mätfrekvensen har vanligen varit 2 prov/år (44 %) eller 4 prov/år (28 %). Mindre vanligt förekommande är 1 prov/år (7 %) eller 3 prov/år (10 %). Tätare provtagning, 5-10 prov/år, förekommer (11 %), se även bilaga 4.

I ett relativt stort antal fall fattas delar av analysen. Skälet till att vissa parametrar saknas i en analys är vanligen att vattnet ej räckte till att analysera alla parametrar. Ett annat skäl kan vara att ett analysresultatet för en enskild parameter har bedömts vara uppenbart felaktigt varför det strukits ur databasen. Dessa analyser har därför, när så bedömts vara möjligt, kompletterats framförallt med hjälp av interpolerade värden. Kompletteringarna har genomförts för att ge större möjligheter att utvärdera tidsserier. Arbetet med att komplettera saknade värden har begränsats till pH och de så kallade huvudkomponenterna (alkalinitet, sulfat, klorid, nitrat, natrium, kalium, kalcium och magnesium). För huvudkomponenterna finns möjlighet att genom kontroll av jonbalansen respektive gentemot vattnets elektriska ledningsförmåga kontrollera att de värden som åsätts inte är orimliga se bilaga 3.

Trender och brytpunkter i långa tidsserier

Årsmedelvärden för huvudparametrarna för de 25 långa tidsserierna visas i bilaga 5. Graferna har så långt möjligt ordnats i geografisk ordning, se även karta i bilaga 1. Många av tidsserierna uppvisar tydliga flerårsvariationer och långtidstrender.

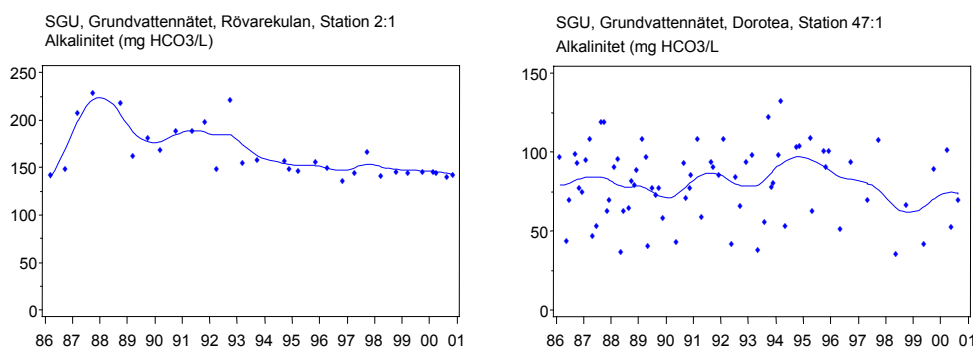
Trender har beräknats med linjär regressionsanalys baserat på årsmedelvärden. På detta sätt har inomårsvariationens eventuella bidrag till trender avlägsnats liksom eventuella skillnader i ”tyngdpunkt” under en tidsperiod beroende på variationer i provtagningstäthet.

Brytpunkter har beräknats från glidande 3-årsmedelvärden baserade på årsmedelvärden, se bilaga 6. Analyser från 1970-2001 har använts för att generera 3-årsmedelvärden för 1971-2000. Det år det högsta 3-årsmedelvärdet (maximivärde) inföll för varje station har ritats in som uppåtriktade staplar i figuren. På samma sätt har det lägsta 3-årsmedelvärdet (minimivärde) för varje station markerats som en nedåtgående stapel vid året. Y-axeln betecknar alltså hur många av de 25 stationerna som uppnådde maximi- respektive minimivärde ett visst år. ANC har beräknats från skillnaden mellan kationer (Na, K, Mg, Ca) och anjonerna till de starka syrorna (Cl, SO₄, NO₃).

Säsongsvariationer

Säsongsvariationerna för de utvalda parametrarna studerades genom att använda variansanalys. Därigenom delades variationsmönstret upp i olika komponenter avseende inom och mellan år. Inomårsvariationen delades också upp i variation mellan halvår och mellan kvartal. För varje parameter och tidsperiod erhålls ett R²-värde som anger förhållandet mellan variansen mellan aktuell periodlängden (år, halvår eller kvartal) och den totala variansen. Ett högt R²-värde för årsvariationen hos en aktuell parameter innebär exempelvis att variationen mellan år är stor medan variationen under året (exempelvis i form av års-regimer) är liten. Detta kan studeras i figur 1 där två tidsserier med olika R²-värden för mellanårsvariationen visas, Stationen ”Rövarekulan” har R² = 0,83 och Dorotea har R² = 0,15 för mellanårsvariationen. I grova drag

framgår detta av figuren där "Dorotea" har mycket stor inomårsvariation jämfört med "Rövarekulan". En kombination av ett lågt R^2 -värde för mellanårsvariationen och ett högt värde för mellankvartalsvariationen tyder på att en regelbunden variation under året dvs. en tydlig kemisk regim. Mellankvartalsvariationen har ett R^2 -värde på 0,11 för "Rövarekulan" medan "Dorotea" som har en tydlig säsongvariation har ett R^2 -värde på 0,39.



Figur. 1. Exempel på två mätstationer med stora skillnader i R^2 -värden för inom-, mellanårs- och mellankvartalsvariation. Rövarekulan som representerar ett stort grundvattenmagasin har en liten variation under året (R^2 -mellan kvartal = 0,11) men uppvisar tydliga långtidsvariationer (R^2 mellan år = 0,83). Dorotea som istället representerar ett litet grundvattenmagasin i morän har en stor variation under året (R^2 -mellan kvartal = 0,39) men uppvisar inga tydliga långtidsvariationer (R^2 mellan år = 0,15). Alkaliniteten för båda dessa stationer är relativt hög och korttidsvariationen antas bero på varierande bidrag från olika strömningsbanor.

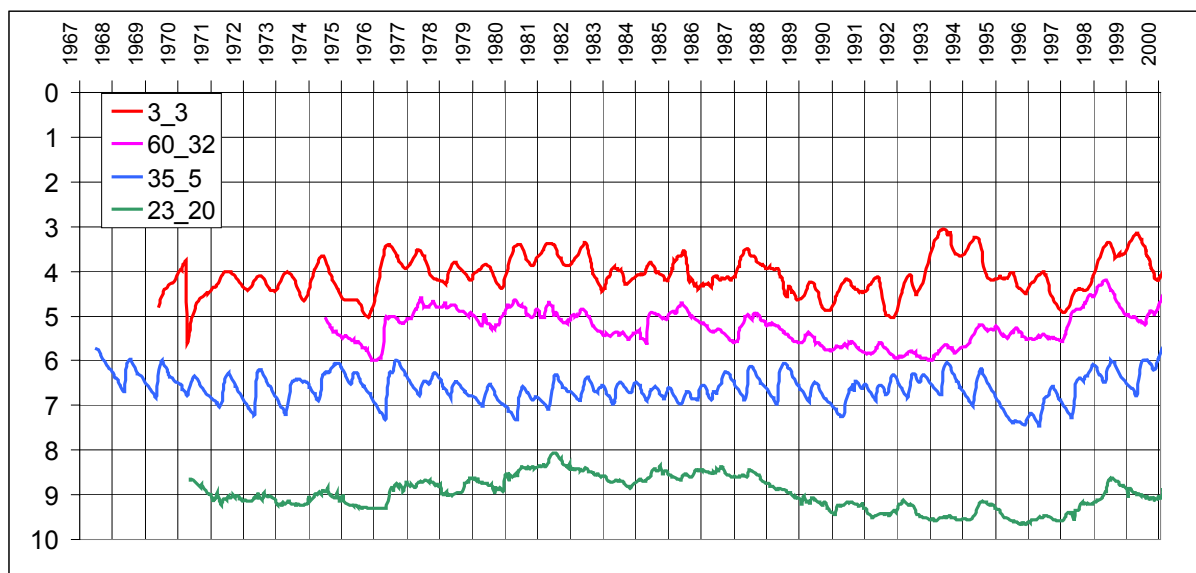
Inverkan av säsongvariationer har för de långa tidsserierna, förutom genom variansanalys, även undersökts genom en direkt jämförelse av varje värde med motsvarande värde från föregående kvartal om en analys utförts under detta. Beroende på provtagningsprogrammets utformning har inte alltid prov tagits varje kvartal varför denna analys inte kan utföras för varje provtagningsstillfälle. Analysen ger en uppfattning om säsongvariationens betydelse frikopplad från de långtids-trender som de flesta av tidsserierna uppvisar. Den visar också om en komponent tenderar att ha högre eller lägre halter under en viss årstid än under närmast föregående årstid. Eftersom utvärderingen gjorts kvartalsvis så jämförs t ex analyser från första kvartalet d v s januari - mars med närmast föregående kvartal d v s med oktober - december året innan. Detta avser visa skillnaden mellan vinterförhållanden, t ex med relativt liten nybildning av grundvatten, jämfört med höstförhållanden som kan vara påverkade av höstregnen. På samma sätt avser andra kvartalet visa vårförhållanden med höga grundvattennivåer efter eventuell snösmältning, det tredje kvartalet representerar sommaren med liten nybildning av grundvatten. Kvartalsindelningen kan ungefär förväntas motsvara dessa årstidsanknutna hydrologiska förhållanden men fungerar beroende på hydrogeologi, klimat och årsmån mer eller mindre bra. I bilaga 7 visas i boxplot-diagram säsongsskillnader för de olika stationerna. Säsongsskillnaderna (förändring från föregående kvartal) uttrycks som procent av medelvärdet för respektive parameter för varje station. I bilaga 7 visas också stapeldiagram för varje station över hur många analyser varje jämförelse grundar sig på. Observera att några av boxplottarna grundar sig på relativt få observationer (<10).

Resultat och diskussion

Trender och brytpunkter i långa tidsserier

Under den långa period som de långa tidsserierna omfattar d.v.s. från slutet av 1960-talet fram till början av 2000-talet har grundvattnets sammansättning påverkats på många olika sätt. Viktigast är sannolikt de stora variationerna i sulfatdepositionen som nådde högsta värden kring 1970. Förändringarna i sulfatdeposition kan ibland avläsas som en topp som infaller mellan 1975-1980 (se bilaga 5) men ofta är bilden mer oklar. En tydlig genomgående topp i magnesium kring 1976

(se bilaga 6) kan förklaras som en utträngning av magnesium från utbytespositioner i marken vid en tilltagande försurning men den oerhört konsistenta bilden i nästan alla serierna antyder att någon ytterligare faktor sannolikt har bidragit. Det är möjligt att nederbörds klimatet har spelat roll. I flera grundvattennivåserier följs relativt låga nivåer av en tydlig uppgång under 1976-77 (Figur 2).



Figur 2. Grundvattenytan (meter under markytan) för 4 stationer i SGUs Grundvattennät. Nivåkurvorna uppvisar både tydliga variationer under året (station 35:5) och långsamma flerårsvariationer (station 23:20). Se även bilaga 6.

3:3	Kristianstad;	öppen jordakvifer i sand
60:32	Motala;	öppen jordakvifer i sand
35:5	Luleå;	öppen jordakvifer i sand
23:20	Tärnsjö,	öppen jordakvifer i grus

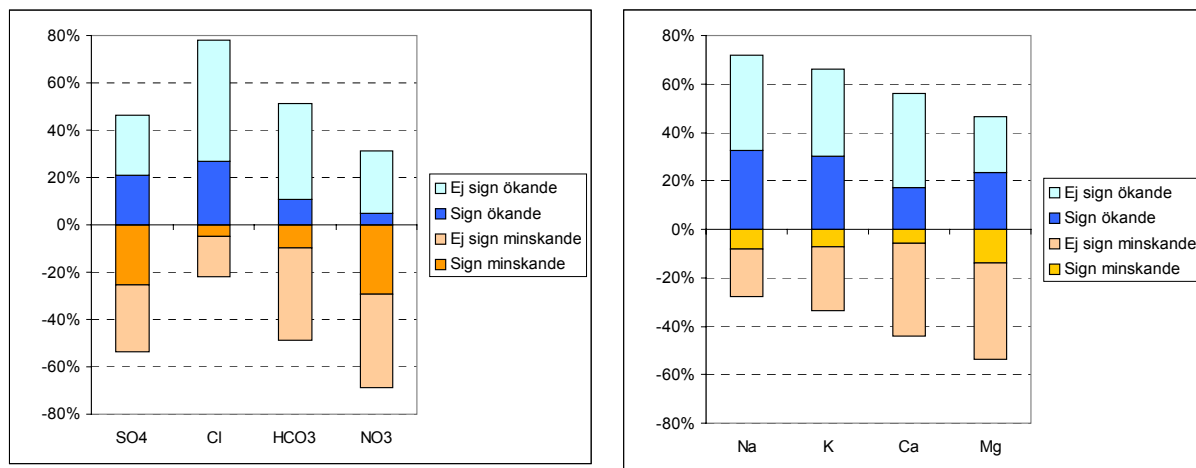
Många stationer uppvisar ökande kloridhalter men även sjunkande halter kan noteras. Förändringar i kloridhalt speglas oftast även i natriumhalten men även kalciumhalterna har påverkats. Flera av stationerna; däribland Tärnsjö 23:8 och 23:9, har påverkats av vägsaltning. Det är möjligt att detta även gäller stationerna Hallsberg 17:10 och 17:11.

Under de ca 30 år som serierna omfattar kan förändringar i tillrinningsområdet ha påverkat vattenkvaliteten. För stationen Tiveden 16:28 gav en skogsavverkning i slutet på 1970-talet förhöjda nitrathalter. Ett annat exempel är skogsavverkning i tillrinningsområdet till Hallsberg 17:11 som bl. a. gett förhöjda sulfathalter. Lokala förändringar men även skilda förändringar i deposition och klimat förklarar sannolikt varför det är svårt att se genomgående förändringar i vattenkvaliteten som gäller alla eller de flesta av stationerna. Om man granskar de exempel på variationer i grundvattennivå som redovisas i figur 1 är det också tydligt att t. ex. perioder med låga grundvattennivåer inte inträffar samtidigt i hela landet.

Trender perioden 1986-2000

Under perioden 1986-2000 uppvisar en rad stationer ökande kloridhalter (figur 3, se även bilaga 5), trenderna är vanligen inte signifikanta (på 5%-nivån) men förskjutningen framstår ändå tydligt eftersom klorid (Cl) minskar signifikant endast i ett fåtal stationer. För sulfat (SO_4) och alkalinitet (HCO_3) förekommer ökande och minskande trender i ungefär lika stor omfattning, för nitrat (NO_3) överväger däremot minskningarna. Förändringarna åtföljs av framförallt öknings i natrium (Na) och kalium (K) men även för kalcium (Ca) och magnesium (Mg) överväger signifikanta öknings framför signifikanta minskningar.

Trendernas beroende av nord-sydligt läge har två mönster. Sulfattrenderna är i allmänhet negativa i södra delen av landet medan de är nära noll i norr. Orsaken är den tydligare depositionsminskningen i söder jämfört med norra delen av landet. För de övriga parametrarna fanns inga tydligt skillnader i trendernas riktning mellan de olika delarna av landet. Det andra mönstret består av att trendernas storlek avtar mot norr. Huvudsakligen beror detta på allmänt högre halter i söder beroende på större deposition och på varmare klimat.



Figur 3. Procentuell andel av stationer med positiva och negativa trender för grundvattnets huvudkonstituentier under perioden 1986-2000 (n=86; signifikansnivå 5 %).

Sulfathalterna är högre i söder än i norr beroende på att svaveldepositionen varit större i söder (tabell 2). I figur 4 har lagts in en prickad linje som visar det uppskattade *maximala* bidraget från deposition. Linjen visar ungefär den *dubbla* beräknade medelhalten från depositionen i varje region i slutet på 1980-talet (Jfr Bedömningsgrunder för Grundvatten, NV-rapport 4915 sid 32). Värdet nära denna linje och särskilt då över linjen kan förmodas ha ett betydande inslag av sulfat från svavel mobiliserat från mark, jordlager eller berggrund. Eventuella förändringar i dessa stationer är snarast avhängiga av variationer i nederbördsförhållanden, med åtföljande grundvattenbildning och grundvattennivå, under perioden än av minskningar i svaveldepositionen.

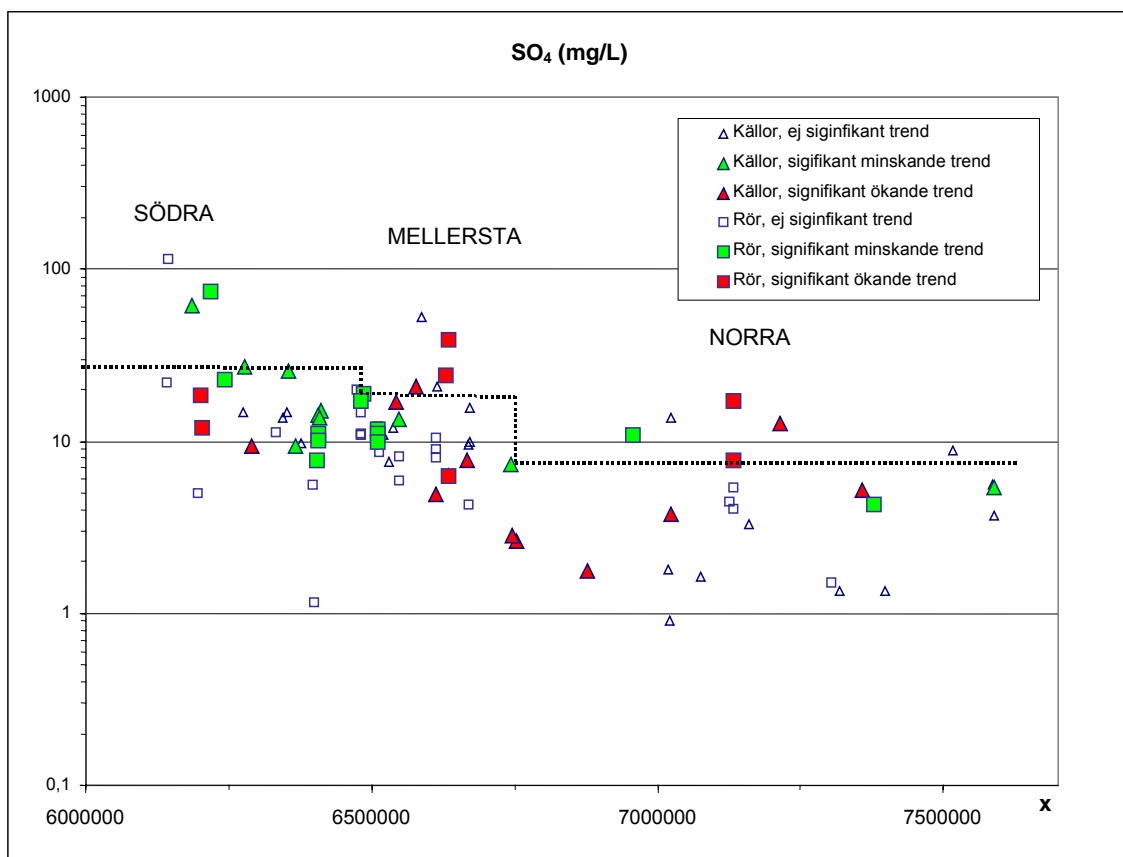
Tabell 2. Medianhalt av sulfat, alkalinitet och klorid respektive pH i SGUs provtagningsstationer. Räknat från medelvärden 1986-2000

	Antal stationer		SO ₄ mg/L, medianvärde		HCO ₃ , mg/l medianvärde		Cl, mg/L, medianvärde		pH medianvärde	
	Källor	Rör	Källor	Rör	Källor	Rör	Källor	Rör	Källor	Rör
Södra Sverige X<6500000	12	19	14.5	12.0	18.9	138.8	8.8	9.1	6.4	7.3
Mellersta Sverige 6500000<X<6750000	16	14	10.4	9.4	55.8	6.7	8.3	4.07	6.9	5.8
Norra Sverige X>6750000	16	8	3.5	4.9	25.7	10.8	2.2	0.9	6.5	6.4

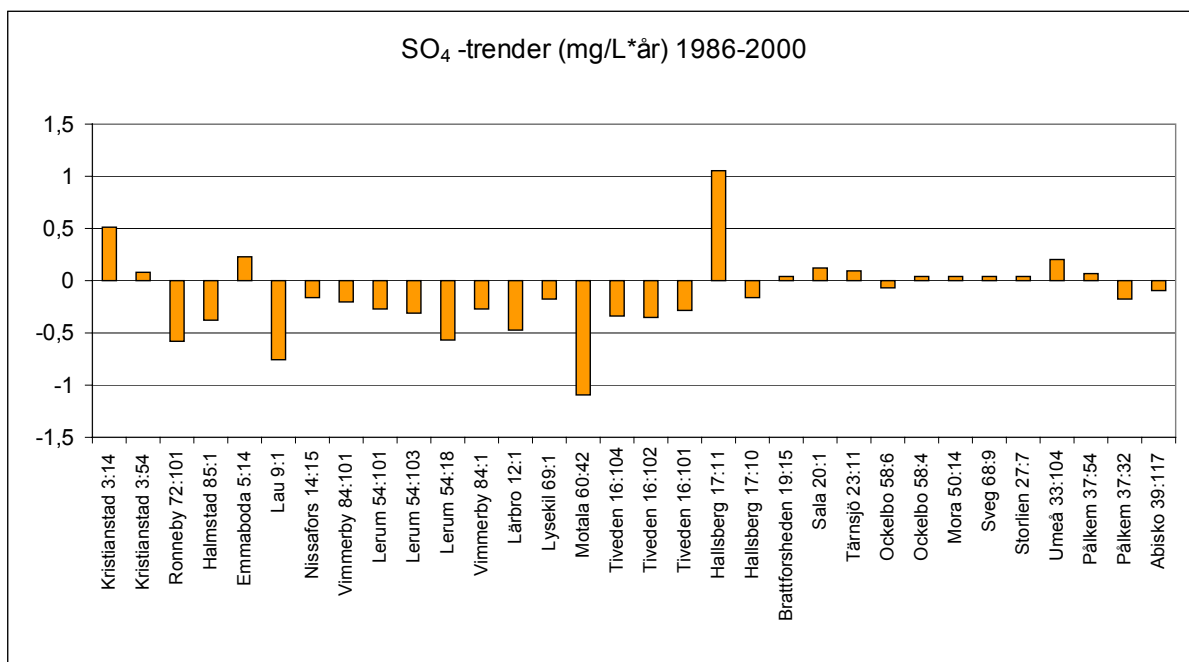
Av de 85 undersökta stationerna uppvisar knappt hälften signifikanta trender i sulfathalt. Dessa är emellertid relativt väl fördelade på ökning, 18 st och minskningar, 22 st. Sett över landet är minskningarna vanligare i södra Sverige inkl södra mellersta Sverige (enligt regionindelningen i tabell 2 och figur 4) medan ökningarna är mer frekvent förkommande mellersta och norra Sverige. I figur 5 visas trendens storlek i stationer med signifikanta trender där sulfathalten bedömts kunna motsvaras av depositionen, d.v.s. obetydligt marktillskott. Minskningarna är i

allmänhet större än ökningarna; medianvärde för minskningarna är 0.29 mg/L per år medan medianvärdet för ökningarna är 0.09 mg/L per år.

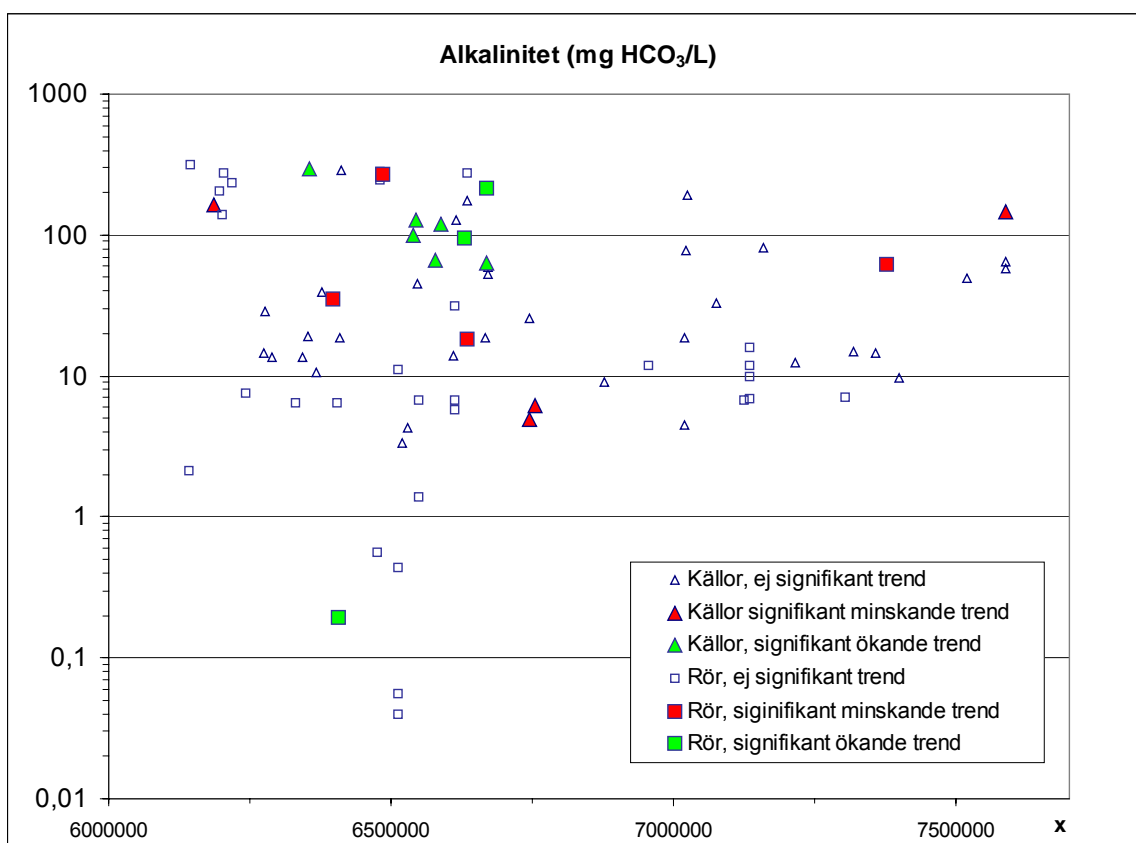
Alkalinitet är en nyckelparameter vad gäller försurningspåverkan. I figur 6 kan ses att en relativt stor andel har låg (10-30 mg/L) eller mycket låg alkalinitet (<10 mg/L). Med låga alkalinitetsvärden följer låga eller instabila pH-värden (NV rapport 4915) som ökar risken för metallutlösning från mark men även från vattenledningar och andra installationer. När det försurande nedfallet främst av svavel minskar bör alkaliniteten öka. Signifikanta ökningarna i stationer med låg alkalinitet har emellertid noterats endast vid en station, övriga ökningarna tillskrivs stationer med relativt höga alkaliniteter (>60 mg/L), det är sannolikt att dessa snarast beror på andra faktorer t ex variationer i grundvattenbildning/strömning än på en förbättrad försurningsituation. En jämförelse med de tydliga minskningarna i sulfathalt visar att alkaliniteten inte tycks ha återhämtat sig lika snabbt. Den årliga beräknade minskningen i sulfathalt på 0.29 mg/L skulle motsvara en förväntad alkalinitetshöjning på drygt 5 mg/L över en 15-årsperiod om neutralisation av syra främst skulle ha skett genom neutralisation med vätekarbonat (alkalinitet) men en sådan ökning är inte märkbar.



Figur 4. Sulfathalter (mg/L), medelvärden för perioden 1986-2000 vid SGUs provtagningsstationer (n=85) ordnade från söder till norr. Signifikanta trender (5%-nivån) har markerats. Den prickade linjen visar grovt vad som maximalt kan tänkas härröra från depositionen; värden ovanför denna nivå kan förmodas ha ett betydande inslag av sulfat mobiliserat från mark, jordlager eller berggrund.



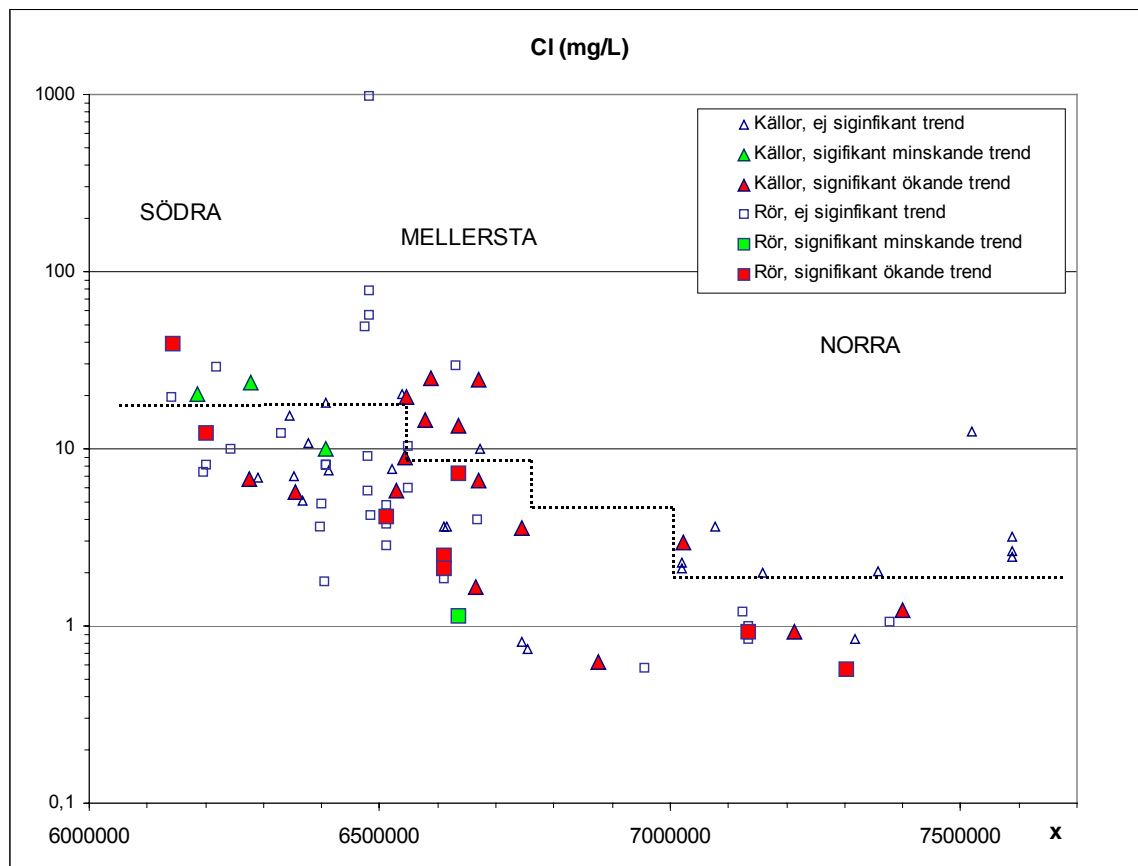
Figur 5. Beräknade förändringar (riktningskoefficienter för signifikanta trender på 5 %-nivån) i sulfathalt 1986-2000 vid stationer ingående i miljöövervakningen och SGU:s grundvattennät. De är ordnade från söder till norr. Stationer med tydligt inslag av sulfat från mark, jordlager eller berggrund ej medtagna. Det avvikande värdet för Hallsberg visar troligen effekten av skogsavverkning i tillrinningsområdet.



Figur 6. Alkalinitet (mg/L), medelvärden för perioden 1986-2000 vid SGUs provtagningsstationer (n=85) ordnade från söder till norr. Signifikanta trender (5%-nivån) har markerats.

Kloridhaltsökningar står för en stor andel av de signifikanta trenderna. Kloridhalterna är högre i söder än i norr beroende på att depositionen är större i söder. I figur 7 har lagts in en prickad linje som visar det uppskattade *maximala* bidraget från deposition. Linjen visar ungefär det *dubbla* beräknade medelhalten från depositionen i varje region i slutet på 1980-talet (Jfr

Bedömningsgrunder för Grundvatten, NV-rapport 4915 sid 43). Värderna över denna linje kan förmodas ha ett betydande inslag av klorid från havsvatteninträngning, relik salt eller mänsklig tillförsel, t ex vägsalt. Eventuella förändringar i dessa stationer är snarast avhängiga av variationer i nederbördsförhållanden under perioden än av ökning i kloriddepositionen. Förhöjd deposition av klorid har emellertid noterats under 1990-talet och kan vara orsaken till de ökade halterna i övriga stationer.



Figur 7. Kloridhalter (mg/L), medelvärden för perioden 1986-2000 vid SGUs provtagningsstationer (n=85) ordnade från söder till norr. Signifikanta trender (5%-nivån) har markerats. Den prickade linjen visar grovt vad som maximalt kan tänkas härröra från depositionen (dubbla den beräknade medeldepositionen; se NV rapport 4915 sid 43); värden ovanför denna nivå kan förmodas ha ett betydande inslag av klorid från havsvatteninträngning, relik salt eller mänsklig tillförsel, t ex vägsalt.

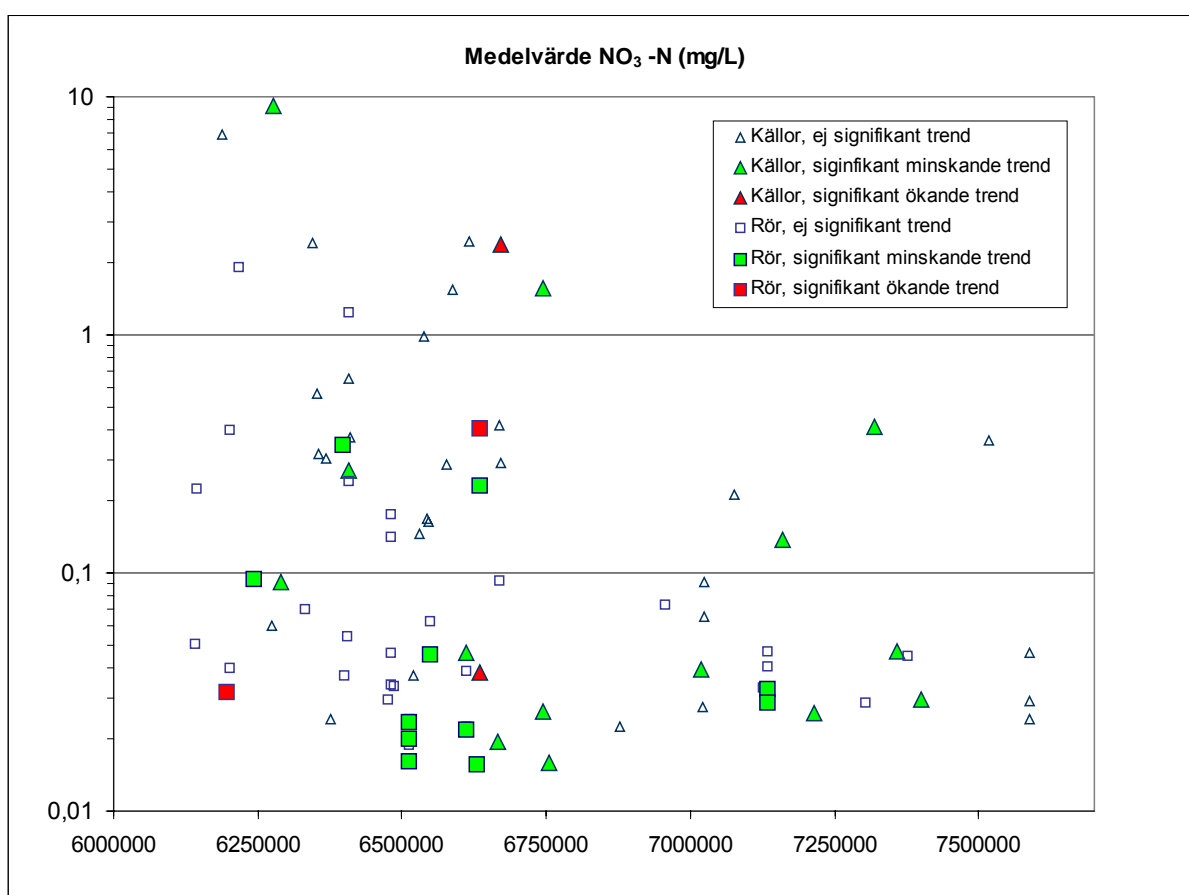
Nitrathalterna är i allmänhet relativt låga. De är högre i södra Sverige än längre norrut (se tabell 3). Nitrathalterna i tabellen är medianvärden. Några enstaka stationer är sannolikt jordbrukspåverkade vilket emellertid inte borde påverka medianvärdet. Gradienten över landet skulle således kunna avspejla skillnader i deposition och läckage från skogsmark.

Tabell 3. Medianhalt av kväveföreningar respektive fosfat i SGUs provtagningsstationer. Räknet från medelvärden 1986-2000

	Antal stationer		NO ₃ mg/L, medianvärde		NO ₂ , mg/l medianvärde		NH ₄ , mg/L medianvärde		PO ₄ mg/L, medianvärde	
	Källor	Rör	Källor	Rör	Källor	Rör	Källor	Rör	Källor	Rör
Södra Sverige X<6500000	12	19	1.52	0.31	0.005	0.013	0.019	0.046	0.013	0.017
Mellersta Sverige 6500000<X<6750000	15	14	1.01	0.11	0.004	0.003	0.014	0.021	0.014	0.009
Norra Sverige x>6750000	17	8	0.19	0.16	0.004	0.004	0.012	0.024	0.021	0.017

Minskande trender av nitrathalten i grundvattnet överväger för perioden 1986-2000. Av 85 provtagningspunkter uppvisar 25 stationer signifikant minskande nitrathalter medan enbart 4 ökar signifikant. Även för de ej signifikanta trenderna överväger de minskande trenderna; 33 st jämfört med 23 st ej signifikant ökande. Vid en närmare granskning av resultaten framkommer att det framförallt är vid stationer med låga nitrathalter i norra och mellersta Sverige som halterna minskar (figur 8).

Signifikanta trender förekommer i ungefär lika stor omfattning i källor och i rör. Däremot är nitrathalten (räknat som medelvärde över perioden) i allmänhet högre i källorna. Skillnaden är störst i södra Sverige där också halterna är högst (se tabell 3). Skillnaderna mellan källor och rör kan, förutom eventuella skillnader i markanvändning, förmodligen i huvudsak förklaras med att rören representerar ett djupare grundvatten med längre omsättningstid och där denitrifikationsprocesser (nitrat bryts ned till bl a kvävgas) som kräver syrefria förhållanden i större utsträckning varit verksamma. Ammonium, som också kan bildas när nitrat omvandlas, är stabilt under reducerande (syrefria) förhållanden vilket förklarar de högre halterna i rören jämfört med källorna.



Figur 8. Nitrat-kväve (mg/L), medelvärden för perioden 1986-2000 vid SGUs provtagningsstationer (n=85) ordnade från söder till norr. Signifikanta trender (5%-nivån) har markerats.

Fosfathalten har regelbundet analyserats först med början 1994. De uppmätta halterna i dessa källor och rör är i allmänhet ganska låga, se tabell 3. Normalt sett är förhöjda fosfathalter i grundvattnet en följd av upplösning från mineral vid låga redoxvärden (se Bedömningsgrunder, NV rapport 4915, sid 123).

Utvecklingen under perioden ger inte skäl för att misstänka att grundvattnets bidrag till eutrofiering av ytvatten har ökat åtminstone inte vad gäller kvävedelen. Däremot finns inte heller

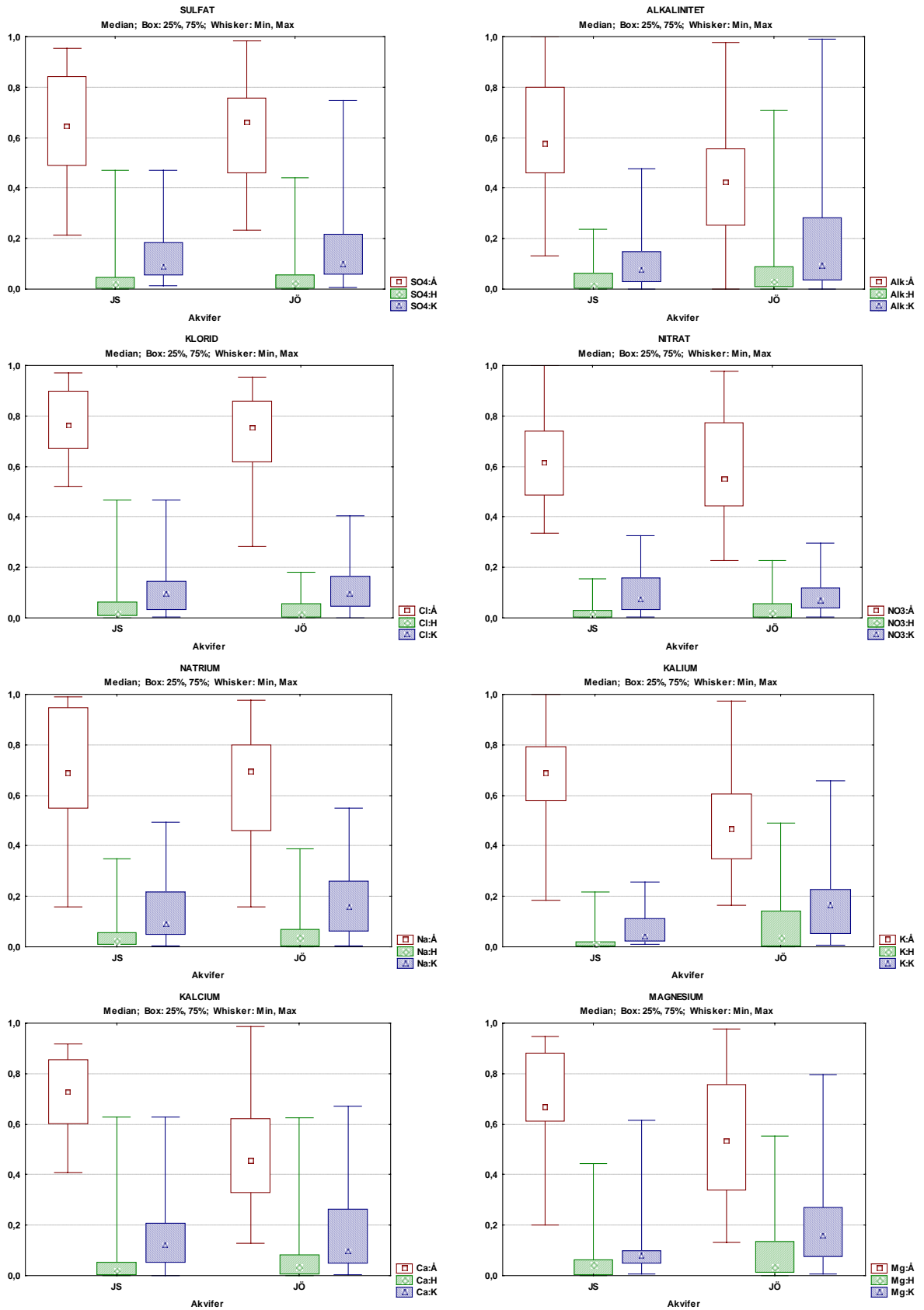
grund att för att säga att bidraget avsevärt har minskat eftersom de negativa trender som finns framförallt är kopplade till stationer med låga nitrathalter. Minskningen i halter är därför mycket små och det kan inte uteslutas att de till någon del skulle kunna vara resultat av eventuella skillnader i provtagnings/analysmetodik under perioden även om en sådan effekt ej har kunnat påvisas. Det bör också observeras att stationerna i huvudsak representerar opåverkade skogsområden. Totalhalter av kväve och fosfor har ganska nyligen börjat mätas och dessa resultat inkluderas därför inte här.

Mellan- och inomårsvarians perioden 1986-2000

Resultat av variansanalysen för olika tidsperioder visar att mellanårsvariationen i allmänhet har R^2 -värden i storleken 0,5-0,8 (se figur 9). Detta betyder att eventuella årsregimer och andra inomårsvariationer i allmänhet är mindre än variationerna under ett flerårsperiod. Mönstret är ungefär detsamma för samtliga undersökta parametrar. En visst skillnad finns dock mellan öppna och slutna förhållanden. Under slutna förhållanden är R^2 -värdena för mellanårsvariationen högre för vittringsberoende parametrar som alkalinitet, kalium, magnesium och kalcium än för öppna förhållanden. Detta kan antas bero på den dämpande inverkan av ett tätt jordlager i korttidssvängningar på vittring och jonbyte. Korttidsvariationer under året blir därmed dämpade och mellanårsvariationerna blir relativt sett större. I öppna magasin blir responsen på nederbörd och deposition med påföljande jonbyte och vittring snabbare vilket innebär att regimen under året blir tydligare. De lättroliga parametrarna som främst kommer från depositionen och endast är svagt vittringsberoende, har i stort sett lika R^2 -värden för öppna och slutna magasin. Natrium som härrör både från vittring och deposition intar ett mellanläge med en viss skillnad i R^2 -värde mellan öppna och slutna magasin.

Variationerna mellan kvartal är vanligtvis ganska låg med R^2 -värden av storleken 0,1-0,2. Enstaka stationer har dock en tydligare kemisk årsregim med en mellankvartalsvariation omkring 0,3-0,4. Slutna grundvattenmagasin har något lägre R^2 -värden för mellankvartalsvariationen vilket kan antas bero på att de dämpade förhållandena resulterar i en minskad variation under året enligt resonemanget ovan.

Variationen mellan halvår är i allmänhet mycket liten jämfört med den totala variationen dvs R^2 -värdena är nära noll.



Figur 9. R²-värden för mellanårsvariationen (Å), mellanhalvsårsvariationen (H) och mellankvartalsvariationen (K) för perioden 1986-2000. Uppdelning mellan slutna (n=17; beteckning JS) och öppna (n=58; beteckning JÖ) grundvattenförekomster i jord.

Säsongsvariationer

Vid den kvartalsvisa jämförelsen finns ett begränsat underlag för ett flertal stationer (bilaga 7). Diskussionen koncentreras därför till stationer med ett gott underlag. Dessa är Pålkem 37:56, Tärnsjö 23:8, 23:11, 23:26 respektive 23:9, Brattforsheden 19:15, Sala 20:6 respektive 20:1 Lau 9:1 och Lärbro 12:1.

Skillnaderna i pH från föregående kvartal är måttliga, i regel mindre än 5 %, det är vidare svårt att se några konsekventa skillnader mellan årstiderna.

Även för övriga parametrar är förändringen från föregående kvartal ofta relativt jämnt fördelade mellan uppgångar respektive nedgångar (d v s positiva respektive negativa värden i boxplottarna). Men det finns också tidsserier med tydligare säsongsvariation. I Pålkem 37:56 sjunker alkaliniteten mellan vinter- och vårprovtagningen för att sedan stiga till sommarprovtagningen föra att sedan återigen sjunka till höstprovtagningen. Detta är den bild som förväntas uppstå genom ökad vattentillförsel under vår och höst vilket ger en högre andel vatten med kort uppehållstid och därmed lägre halt av alkalinitet som produceras genom vittring, en långsam process. Delvis liknande tendenser finns i flera av de andra stationerna. Framförallt är det höga sommarvärden som slår igenom. Vad gäller sulfat uppvisar flera stationer distinkta men olika säsongsvariationer.

Slutsatser

Det är i allmänhet stor variation mellan tidsserierna. De platsspecifika hydrogeologiska och geokemiska egenskaperna vid varje station har uppenbarligen stor betydelse för tidsseriernas variationsmönster. En utökad beskrivning av varje provtagningsplats inkl. dess tillrinningsområde skulle ge ökade möjligheter till att förklara och utvärdera materialet.

Trenderna är svaga för de flesta parametrar och de flesta tidsserier uppvisar en eller flera brytpunkter. För sulfat och klorid finns dock tydligare mönster som emellertid varierar avsevärt mellan stationerna. Sulfattrenderna under perioden 1986-2000 är vanligtvis negativa i södra delen av landet medan de är nära noll i de norra delarna. Kloridtrenderna är i några fall orsakade av vägsalt.

Årsregimerna varierar mycket mellan stationerna. I allmänhet är dock inomårsvariationerna relativt svaga för flertalet stationer. Under slutna förhållanden är mellanårsvariationen relativt sett större för vittringsberoende parametrar som alkalinitet, kalium, magnesium och kalcium än för öppna förhållanden. Den slumpmässiga variationen under året dominerar även om enstaka stationer har en tydlig regim.

En allmän slutsats är att haltnivåer och tidsvariationer skiljer sig betydligt mellan de olika stationerna. Detta är en följd av att stationerna representerar en rad olika miljöer vad avser hydrogeologi, topografi och geokemi. Detta var också ett viktigt kriterium vid utformandet av Grundvattennätet vid starten 1968.

Referenser

Aastrup, M., Aneblom, T. Henriksson, B. och Persson, G. 1982. PMK-grundvatten. Lägesrapport mars 1982. SGU, rapporter och meddelanden nr 28.

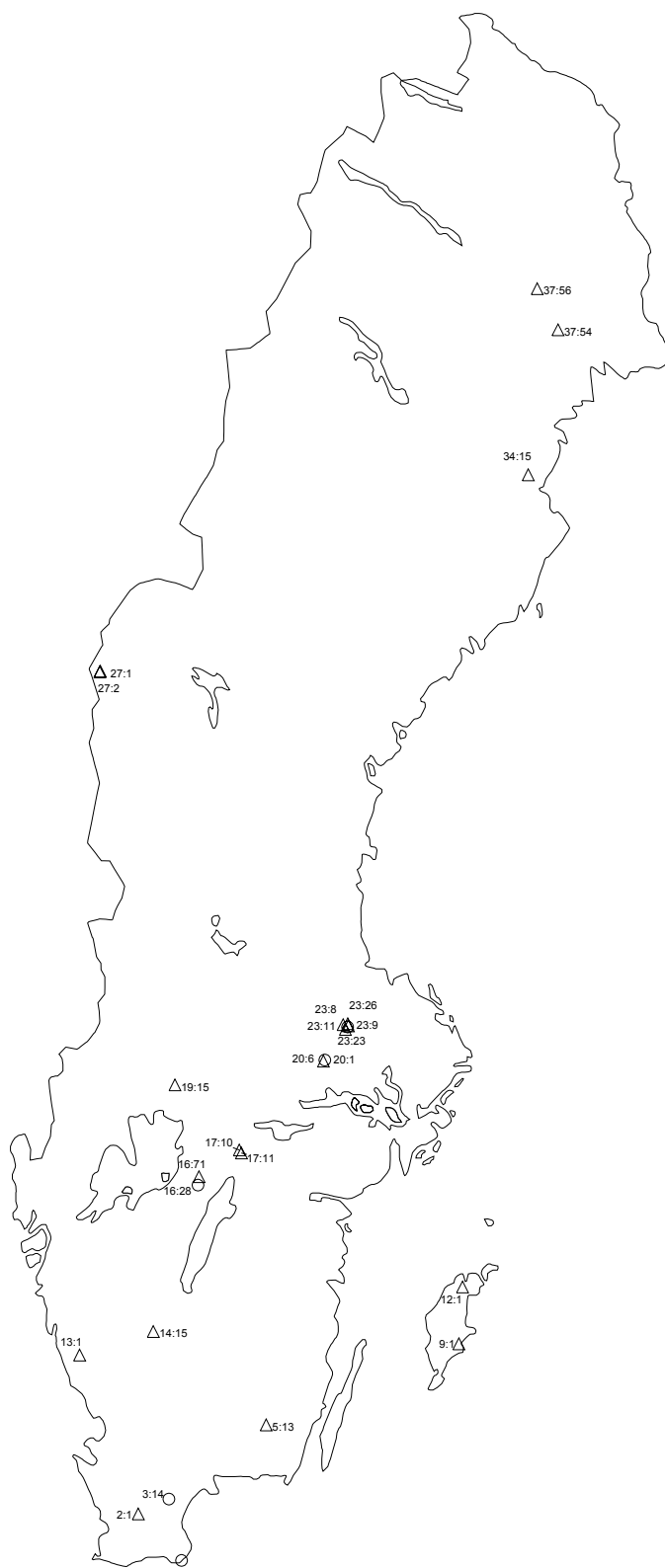
Fölster, J. och Wilander, A. 2002. Förändringar i vattenkemin i svenska vattendrag under 30 år. Institutionen för miljöanalys, SLU Rapport 2002:21.

Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Grundvatten. Naturvårdsverket Rapport 4915.

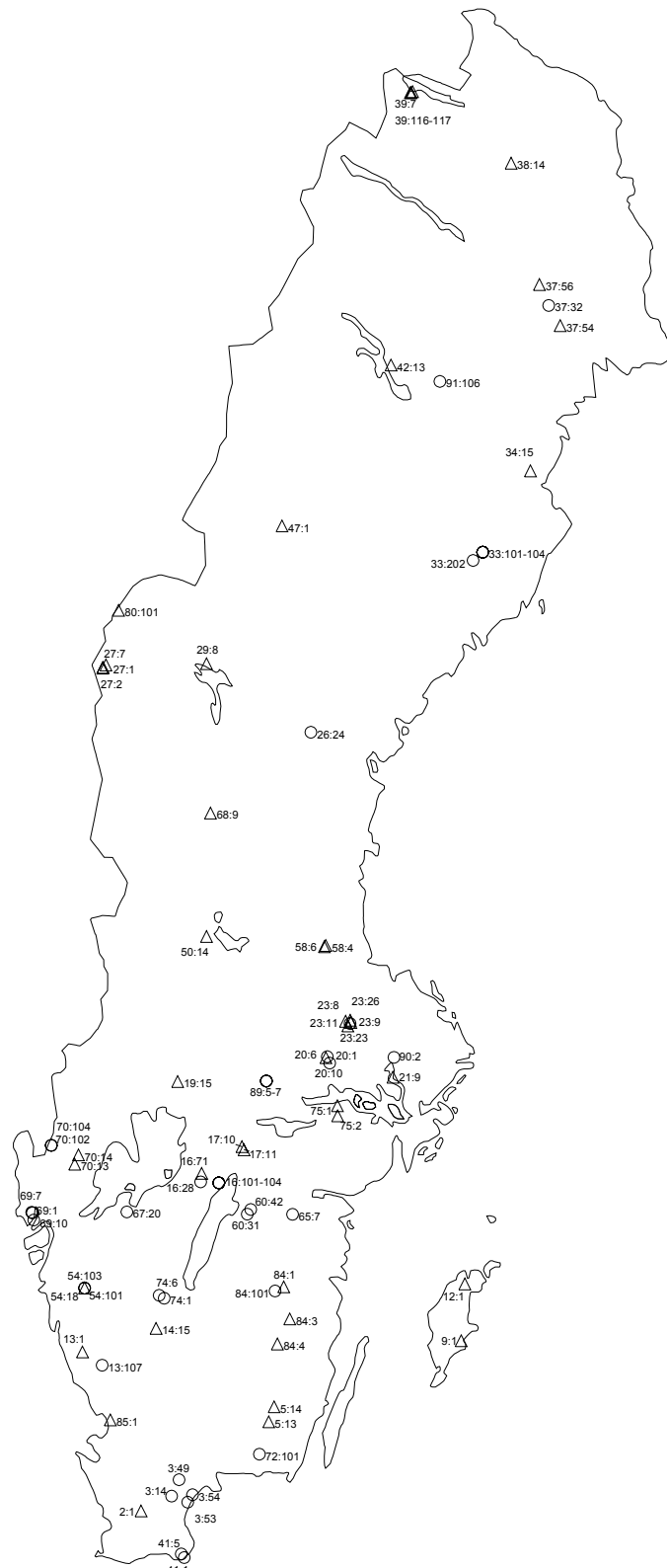
Nordberg, L. och Persson, G. 1974. The national groundwater network of Sweden. SGU, ser. Ca 48. Stockholm.

Bilaga 1. Kartor och tabell med de stationer som ingår rapporten

Karta över de stationer som med "långa" tidsserier. Provtagningar påbörjats senast 1971 och pågick fortfarande år 2000. (Rund symbol=rör, triangel=källa)



Karta över de stationer som med ”korta” tidsserier. Provtagningar påbörjades senast 1986 och pågick fortfarande år 2000.



Förteckning över de stationer inom grundvattennätet och miljöövervakningen som använts. Perioderna 1971-2000 (gråmarkerad) och 1986-2000 avser de perioder som studerats i detta arbete. Provtagningar har vanligtvis påbörjats före dessa årtal och de flesta stationer provtas fortfarande.

Område	Station	Namn	X(RT90)	Y(RT90)	Z(RH70)	Period	Stationstyp
2	1	Rövarekulan	6187009	1355383	102.5	1971-2000	Källa
3	14	Kristianstad	6201651	1385596	32	1971-2000	Rör
3	49	Kristianstad	6217823	1392783		1986-2000	Rör
3	53	Kristianstad	6195605	1401369	3	1986-2000	Rör
3	54	Kristianstad	6202937	1406167		1986-2000	Rör
5	13	Emmaboda	6274988	1481346	135.71	1971-2000	Källa
5	14	Emmaboda	6289831	1486558	170	1986-2000	Källa
9	1	Lau	6355002	1671283	12.5	1971-2000	Källa
12	1	Lärbro	6411178	1674915	20.5	1971-2000	Källa
13	1	Varberg	6343983	1297592	36.93	1971-2000	Källa
13	107	Varberg	6330910	1316954	118.5	1986-2000	Rör
14	15	Nissafors	6367231	1370250	184.5	1971-2000	Källa
16	28	Tiveden	6511842	1414107	124.67	1971-2000	Rör
16	71	Tiveden	6520254	1415209	145	1971-2000	Källa
16	101	Tiveden	6510859	1432154	208.08	1986-2000	Rör
16	102	Tiveden	6510810	1432119	201.48	1986-2000	Rör
16	103	Tiveden	6510810	1432119	201.49	1986-2000	Rör
16	104	Tiveden	6510795	1432118	199.77	1986-2000	Rör
17	10	Hallsberg	6546701	1454844	104.04	1971-2000	Källa
17	11	Hallsberg	6543672	1456896	110.27	1971-2000	Källa
19	15	Brattforsheden	6610932	1391549	148.84	1971-2000	Källa
20	1	Sala	6635546	1539147	61.88	1971-2000	Rör
20	6	Sala	6634540	1537822	54.21	1971-2000	Källa
20	10	Sala	6629253	1541568	47	1986-2000	Rör
21	9	Sigtuna	6615186	1603972	23.35	1986-2000	Källa
23	8	Tärnsjö	6670454	1557210	60.5	1971-2000	Källa
23	9	Tärnsjö	6669281	1562289	59.71	1971-2000	Källa
23	11	Tärnsjö	6665920	1559437	78.28	1971-2000	Källa
23	23	Tärnsjö	6668207	1561712	68.23	1971-2000	Rör
23	26	Tärnsjö	6671507	1561748	62.21	1971-2000	Källa
26	24	Torpshammar	6955772	1522857	257.95	1986-2000	Rör
27	1	Storlien	7019068	1317242	649	1971-2000	Källa
27	2	Storlien	7019951	1317909	655	1971-2000	Källa
27	7	Storlien	7022374	1320731	570	1986-2000	Källa
29	8	Ytterån	7023534	1419943	302	1986-2000	Källa
33	101	Umeå	7133696	1692650	258.84	1986-2000	Rör
33	102	Umeå	7133677	1692621	255.34	1986-2000	Rör
33	103	Umeå	7133677	1692621	255.14	1986-2000	Rör
33	104	Umeå	7133684	1692594	253.02	1986-2000	Rör
33	202	Umeå	7125445	1683106	253.38	1986-2000	Rör
34	15	Skellefteå	7213974	1739620	61.5	1971-2000	Källa
37	32	Pålkem	7377320	1757755	255.42	1986-2000	Rör
37	54	Pålkem	7357370	1769035	51	1971-2000	Källa
37	56	Pålkem	7397919	1748413	320	1971-2000	Källa
38	14	Svappavaara	7517752	1720508	318	1986-2000	Källa
39	7	Abisko	7588437	1623387	343	1986-2000	Källa
39	116	Abisko	7587336	1620960	501	1986-2000	Källa

Område	Station	Namn	X(RT90)	Y(RT90)	Z(RH70)	Period	Stationstyp
39	117	Abisko	7587547	1621886	390	1986-2000	Källa
41	1	Sandhammaren	6140860	1397894	2.86	1971-2000	Rör
41	5	Sandhammaren	6144417	1395054	21.93	1986-2000	Rör
42	13	Arjeplog	7318516	1602028	445	1986-2000	Källa
47	1	Dorotea	7159616	1494389	415	1986-2000	Källa
50	14	Mora	6754131	1419986	230	1986-2000	Källa
54	18	Lerum	6407123	1299617	180	1986-2000	Källa
54	101	Lerum	6407117	1299615	180.76	1986-2000	Rör
54	103	Lerum	6407086	1299599	183.46	1986-2000	Rör
58	4	Ockelbo	6745298	1537571	181	1986-2000	Källa
58	6	Ockelbo	6744027	1536194	240	1986-2000	Källa
60	31	Motala	6479992	1460220	103.41	1986-2000	Rör
60	42	Motala	6484636	1463565	103.32	1986-2000	Rör
65	7	Linköping	6479904	1504878	55	1986-2000	Rör
67	20	Vara	6482205	1341346	46.45	1986-2000	Rör
68	9	Sveg	6876108	1423837	463	1986-2000	Källa
69	1	Lysekil	6481206	1248087	36.9	1986-2000	Rör
69	7	Lysekil	6481811	1247365	35.4	1986-2000	Rör
69	10	Lysekil	6474180	1249453	20.8	1986-2000	Rör
70	13	Dalsland	6529352	1289843	158.69	1986-2000	Källa
70	14	Dalsland	6538467	1293614	103.06	1986-2000	Källa
70	102	Dalsland	6548009	1266799	185.23	1986-2000	Rör
70	104	Dalsland	6547894	1266605	184.31	1986-2000	Rör
72	101	Ronneby	6243027	1472050	91.93	1986-2000	Rör
74	1	Komosse	6396979	1378201	317.3	1986-2000	Rör
74	6	Komosse	6399823	1373312	337.2	1986-2000	Rör
75	1	Eskilstuna	6587091	1549124	2.17	1986-2000	Källa
75	2	Eskilstuna	6577106	1549388	40.64	1986-2000	Källa
80	101	Kallsjön	7076289	1333192	425.72	1986-2000	Källa
84	1	Vimmerby	6408158	1496211	118	1986-2000	Källa
84	3	Vimmerby	6376542	1502068	103	1986-2000	Källa
84	4	Vimmerby	6351798	1489835	145	1986-2000	Källa
84	101	Vimmerby	6404187	1487724	163.73	1986-2000	Rör
85	1	Halmstad	6276801	1325004	8	1986-2000	Källa
89	5	Grimsö	6611459	1478929	86.22	1986-2000	Rör
89	6	Grimsö	6611470	1478984	86.74	1986-2000	Rör
89	7	Grimsö	6611464	1479033	84.42	1986-2000	Rör
90	2	Nåntuna	6634837	1604944	8.91	1986-2000	Rör
91	106	Reivo	7302267	1650244	439.98	1986-2000	Rör

Bilaga 2. Analyismetoder och analyslaboratorier

(inkl parametrar som ej behandlas i rapporten)

PAR	M	Från	Till	Laboratorium	Referens/Metod	MO %*	Mätområde
AL	0	80-07-01	84-06-30	SGU/SGAB	Aluminium löst, IDES/ICP, mg/l, AL-DP		
AL	1	84-07-01	88-12-31	SGU	Aluminium löst, AA flamlöst/flamma, mikrog/l, AL-DU/DF		
AL	2	89-01-01	92-06-30	SGU	Aluminium löst, AA flamlöst/flamma, mikrog/l, AL-DG/DF		
AL	3	92-07-01	95-06-30	SLU	SS 028210 mod,	5	5-400 ug/l
AL	4	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	5	1-400 ug/l
AL	5	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	12	0.4-2000 ug/l
ALK	0	68-06-28	80-05-04	MISU	Alkalinitet, HCO ₃ , pH 5.6, mg/l,		
ALK	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Alkalinitet, HCO ₃ , mg/l, ANSI/ASTM D513/71, ALK-OH		
ALK	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Alkalinitet, HCO ₃ , pH 5.4, mg/l, ALK-OG		
ALK	3	92-07-01	97-12-31	SLU	SS 028139 mod,	4	0.01-1 mekv/l
ALK	4	98-01-01	02-12-31	SLU	SS-EN ISO 9963-2 utg.1 mod,	2	0.01-1 mekv/l
ALK	5	03-01-01		SLU	SS-EN ISO 9963-2 utg.1 mod,	4-8	0-1 mekv/l
AS	0	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	3	0.03-20 ug/l
AS	1	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	10	0.03-20 ug/l
CA	0	64-04-15	80-05-04	MISU	Kalcium löst, flamfotometer, mg/l,		
CA	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Kalcium löst, IDES/ICP, mg/l, CA-DP		
CA	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Kalcium löst, AA flamma, mg/l, CA-DF		
CA	3	92-07-01	02-12-31	SLU	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 22, manual,	4	0.001-5 mekv/l
CA	4	03-01-01		SLU	SS-EN ISO 11885, utg 1, ICP-AES	5	0.001-5 mekv/l
CD	0	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Kadmium löst, IDES/ICP, mikrog/l, CD-DP		
CD	1	84-07-01	93-12-31	SGU	Kadmium löst, AA flamlöst, mikrog/l, CD-DU		
CD	2	94-01-01	95-06-30	SLU	SS028183, SS028184 mod Philips Instrumentmanualer,	15	0.03-1 ug/l
CD	3	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	15	0.005-20 ug/l
CD	4	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	20	0.005-20 ug/l
CL	0	64-04-15	80-05-04	MISU	Klorid löst, titring, mg/l,		
CL	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Klorid löst, jonkromatografi, mg/l, CL-DJ		
CL	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Jonkromatografi, EPA 300.0,		
CL	3	92-07-01	97-12-31	SLU	Jonkromatografi, manual till supressorkolonn,	4	0.04-0.6 mekv/l
CL	4	98-01-01	02-12-31	SLU	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod, manual till supressorkolonn,	4	0.004-0.6 mekv/l
CL	5	03-01-01		SLU	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod, manual till supressorkolonn,	8	0.004-0.6 mekv/l
CO	0	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	10	0.006-20 ug/l
CO	1	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	16	0.006-20 ug/l
CR	0	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Krom löst, IDES/ICP, mikrog/l, CR-DP		
CR	1	84-07-01	93-12-31	SGU	Krom löst, AA flamlöst, mikrog/l, CR-DU		
CR	3	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	15	0.05-20 ug/l
CR	4	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	16	0.05-20 ug/l
CU	0	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Koppar löst, IDES/ICP, mikrog/l, CU-DP		
CU	1	84-07-01	93-12-31	SGU	Koppar löst, AA flamlöst, mikrog/l, CU-DU		
CU	2	94-01-01	95-06-30	SLU	SS028183, SS028184 mod Philips Instrumentmanualer,	6	0.2-10 ug/l
CU	3	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	3	0.04-20 ug/l
CU	4	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	12	0.04-20 ug/l
F	0	70-05-29	80-05-04	MISU	okänd?jonkromatografi,		
F	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Fluorid löst, jonkromatografi, mg/l, F-DJ		
F	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Fluorid, jonselektiv elektrod, mg/l, F		
F	3	92-07-01	97-12-31	SLU	Jonkromatografi, manual till supressorkolonn,	5	0.02-4 mg/l
F	4	98-01-01	02-12-31	SLU	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod, manual till supressorkolonn,	5	0.02-4 mg/l
F	5	03-01-01		SLU	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod, manual till supressorkolonn,	6	0.02-4 mg/l
FE	0	67-03-15	80-05-04	MISU	Järn löst, mg/l,		
FE	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Järn löst, IDES/ICP, mg/l, FE-DP		
FE	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Järn löst, AA flamma, mg/l, FE-DF		
FE	3	92-07-01	95-06-30	SLU	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 22, manual,	4	10-2000 ug/l
FE	4	95-07-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer, och ICP-MS, SS-EN ISO 11885, utg 1	10	2-2000 ug/l
K	0	64-04-15	80-05-04	MISU	Kalium löst, flamfotometer, mg/l,		
K	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Kalium löst, IDES/ICP, mg/l, K-DP		
K	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Kalium löst, AA flamma, mg/l, K-DF		
K	3	92-07-01	02-12-31	SLU	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 22, manual,	4	0.002-0.26 mekv/l
K	4	03-01-01		SLU	SS-EN ISO 11885, utg 1, ICP-AES	5	0.0005-0.3 mekv/l
MG	0	66-04-15	80-05-04	MISU	Magnesium löst, flamfotometer, mg/l,		
MG	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Magnesium löst, IDES/ICP, mg/l, MG-DP		
MG	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Magnesium löst, AA flamma, mg/l, MG-DF		
MG	3	92-07-01	02-12-31	SLU	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 22, manual,	4	0.002-0.8 mekv/l
MG	4	03-01-01		SLU	SS-EN ISO 11885, utg 1, ICP-AES	5	0.001-1.0 mekv/l

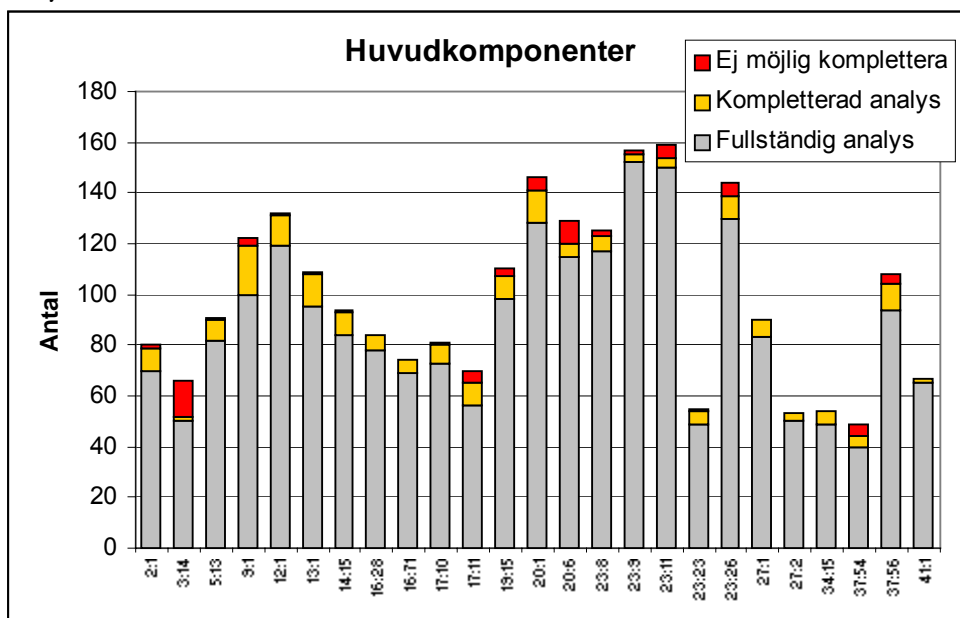
PAR	M	FDAT	TDAT	Laboratorium	Referens/Metod	MO %*	Mätområde
MN	0	80-04-14	84-06-30	SGU/SGAB	Mangan löst, IDES/ICP, mg/l, MN-DP		
MN	1	84-07-01	93-12-31	SGU	Mangan löst, AA flamma, mg/l, MN-DF		
MN	2	94-01-01	95-06-30	SLU	SS028183, SS028184 mod Philips Instrumentmanualer,	5	0.5-50 ug/l
MN	3	95-07-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer, och ICP-MS, SS-EN ISO 11885, utg 1	10	0.5-2000 ug/l
NA	0	64-04-15	80-05-04	MISU	Natrium löst, flamfotometer, mg/l,		
NA	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Natrium löst, IDES/ICP, mg/l, NA-DP		
NA	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Natrium löst, AA flamma, mg/l, NA-DF		
NA	3	92-07-01	02-12-31	SLU	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 22, manual,	3	0.005-2.2 mekv/l
NA	4	03-01-01		SLU	SS-EN ISO 11885, utg 1, ICP-AES	5	0.001-3.0 mekv/l
NH4	0	73-01-20	80-05-04	MISU	Ammonium ofiltr, spektrofotometrsk mg/l,		
NH4	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Ammonium ofiltr, SIS 028134 mg/l, NH4-OF		
NH4	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Fotometri, FIA tecator AN 50/84&ASN 50-01/84,		
NH4	3	92-07-01		SLU	SIS 028134-1, Autoanalyser	6	1-1200 ug/l
NI	0	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	5	0.05-20 ug/l
NI	1	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	14	0.05-20 ug/l
NO2	0	80-04-14	84-06-30	SGU/SGAB	Nitrit ofiltr, SIS 028132 mg/l, NO2-OF		
NO2	1	84-07-01	92-06-30	SGU	Jonkromatografi, EPA 300.0,		
NO2	2	92-07-01	95-12-31	SLU	SIS 028133-2 mod. Bran Luebbe Method No.: J-002-88B,	8	1-700 ug/l
NO3	0	68-06-28	80-05-04	MISU	Nitrat löst, red spektrofotometer mg/l,		
NO3	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Nitrat löst, jonkromatografi, mg/l, NO3-DJ		
NO3	2	84-07-01	92-06-30	SGU	Nitrat löst, autoanalyser, mg/l,		
NO3	3	92-07-01	97-12-01	SLU	SS 028133-2 mod, Bran Luebbe Industrial Method 55010279A,	8	1-700 ug/l
NO3	4	98-01-01	02-12-31	SLU	SS 028133-2 mod, Bran Luebbe Method No.:J-002-88B,	8	1-700 ug/l
NO3	5	03-01-01		SLU	SS 028133-2 mod, Bran Luebbe Method No.:J-002-88B,	10-20	1-700 ug/l
PB	0	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Bly löst, IDES/ICP, mikrog/l, PB-DP		
PB	1	84-07-01	93-12-31	SGU	Bly löst, AA flamlöst, mikrog/l, PB-DU		
PB	2	94-01-01	95-06-30	SLU	SS 028183, SS 028184 mod Philips Instrumentmanualer,	15	0.1-10 ug/l
PB	3	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	7	0.02-20 ug/l
PB	4	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	15	0.02-20 ug/l
Ptot	0	00-01-01	02-12-31	SLU	SS 028127-2 mod för AA2,	15	2-50 ug/l
Ptot	1	03-01-01		SLU	Fd. SS 028127-2 mod Bran Luebbe, Metod No:G-175-96 Rev 2 för A3	20-35	2-50 ug/l
PO4	0	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Fosfat löst, SIS 0281266, mg/l, PO4-OF		
PO4	1	94-01-01	96-12-31	SLU	Schuster, H.H., Arch. Hydrobiol.65:4 Koroleff, F.ICES C.M., 1968 C33,	9	1-50 ug/l
PO4	2	97-01-01	02-12-31	SLU	SS 028126-2 mod. För AA2,	9	1-50 ug/l
PO4	3	03-01-01		SLU	Bran Luebbe, Metod No:G-175-96 Rev 2 för A3	8-19	1-25 ug/l
SIO2	0	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Kiselsyra löst, fotometriskt mg/l, Fotometri, P.U.Ldt Applic.52, SIO2-D		
SIO2	1	84-07-03	92-06-30	SGU	Fotometri, FIA, Tecator ASTN 5/84,		
SIO2	2	92-07-01	94-12-31	SLU	Standard Methods 12th Ed. 1965 Henriksen, A: Automatic Modification, Lab.manual,	4	0.5-8 mg/l
SIO2	3	95-01-01	02-12-31	SLU	Bran Luebbe Industrial Method No.811-86T,	4	0.5-8 mg/l
SIO2	4	03-01-01		SLU	Bran Luebbe Industrial Method No.811-86T,	9	0.5-8 mg/l
SO4	0	68-06-28	80-05-04	MISU	Sulfat löst, mod Thorinmetod, mg/l,		
SO4	1	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Sulfat löst, jonkromatografi, mg/l, SO4-DJ		
SO4	2	84-07-03	92-06-30	SGU	Jonkromatografi, EPA 300.0,		
SO4	3	92-07-01	93-12-31	SLU	Jonkromatografi, Instrument Waters,		
SO4	4	94-01-01	97-12-31	SLU	Jonkromatografi, manual till supressorkolonn,	4	0.01-1.7 mekv/l
SO4	5	98-01-01	02-12-31	SLU	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod, manual till supressorkolonn,	4	0.01-1.7 mekv/l
SO4	6	03-01-01		SLU	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod, manual till supressorkolonn,	6	0.01-1.7 mekv/l
V	0	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	5	0.03-20 ug/l
V	1	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	10	0.03-20 ug/l
ZN	0	80-05-05	84-06-30	SGU/SGAB	Zink löst, IDES/ICP, mikrog/l, ZN-DP		
ZN	1	84-07-01	93-12-31	SGU	Zink löst, AA flamlöst/flamma, mikrog/l, ZN-DU/DF		
ZN	2	94-01-01	95-06-30	SLU	SS 0281 83, SS 028184 mod Philips Instrumentmanualer,	6	0.2-15 ug/l
ZN	3	95-07-01	02-12-31	SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	10	0.2-100 ug/l
ZN	4	03-01-01		SLU	ICP-MS, ELAN 6000 Instrumentmanualer,	16	0.2-100 ug/l

* Mätosäkerhet (%), från 2003 angiven enligt SWEDAC

Bilaga 3. Komplettering av analyser; långa tidsserier

Ibland saknas något mätvärde i en vattenanalys från ett vattenprov. Orsak kan bli vara att inte tillräckligt med vatten funnits för analys eller att mätresultatet av någon anledning ansetts vara otillförlitligt. För de långa tidsserierna har försök gjorts att fylla igen dessa luckor. För pH respektive vid låga jonhalter har vanligen ett medelvärde från provtagningstillfällena närmast före respektive efter det saknade värdet använts. I ett fåtal fall med utpräglad säsongvariation har värden från samma säsong från närliggande år använts. För vatten med höga jonhalter har kontrollerats att jonbalansen för det kompletterade provet ungefär överensstämmer med jonbalansen vid närliggande provtagningstillfällena, i annat fall har det kompletterade värdet justerats så att en bättre överensstämmelse erhållits. Detta gäller framförallt alkalinitets- respektive kalciumvärden. Högst två kompletteringar utöver pH har tillåtits för varje vattenprov. I de fall möjliga kompletteringar har bedömts vara alltför osäkra, t ex om både någon anjon och katjon med förmodat hög halt har saknats har hela provet strukits från vidare bearbetning. För några vattenanalyser har det heller inte varit möjligt att med rimlig jonbalans kunna komplettera analysen och dessa vattenprov har fått utgå.

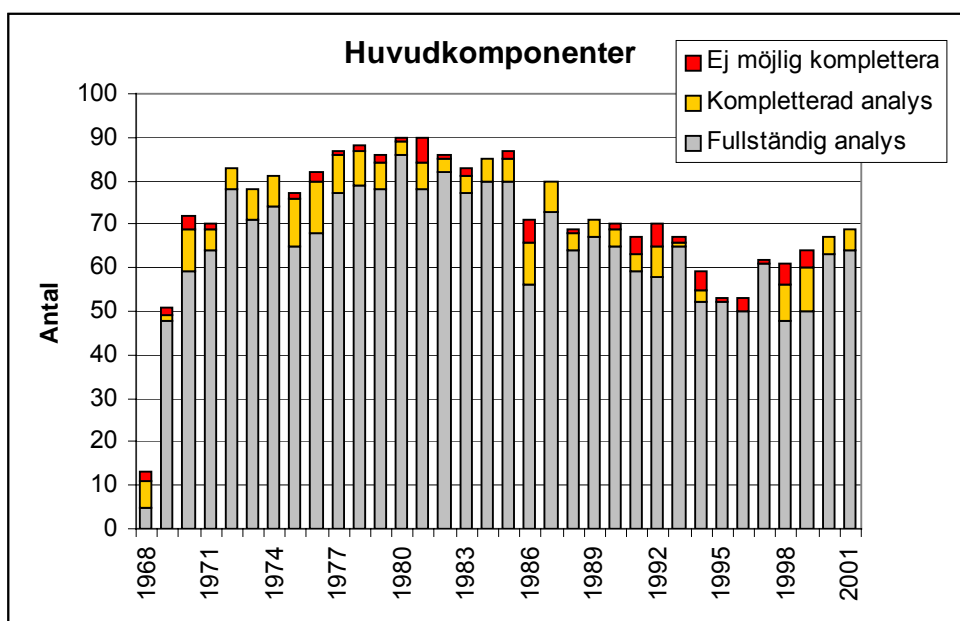
För perioden fram till 2001 finns kemiska analyser från 2449 vattenprov (vattenanalyser). Av dessa är 2196 (dvs 89,7 %) kompletta vad avser huvudkomponenter (alkalinitet, sulfat, klorid, nitrat, natrium, kalium, kalcium och magnesium) medan 184 vattenanalyser (7,5 %) kompletterades med sammanlagt 216 värden. För 69 vattenprov (2,8 %) med ofullständiga analyser kunde ingen komplettering göras och dessa utgick. Detta resulterade i att 2380 vattenanalyser kunde användas i utvärderingen av långa tidsserier vad gäller huvudkomponenter. Kompletteringarna har framförallt berört alkalinitet (3,3 % kompletterade värden), nitrat (1,6 % kompletterade värden) och kalcium 1,3 % kompletterade värden. För övriga parametrar kompletterades mindre än 1 % av värdena. Halten av nitrat är relativt ofta under gällande detektionsgräns. Alla nitratvärden under detektionsgränsen sattes till 0.001mEqv/L. Antalet vattenanalyser med eller utan kompletteringar visas i figur nedan. Det är tydligt att problem med analyser förekommer mer frekvent vid vissa stationer, t ex 3:14 (Kristianstad) och 20:6 (Sala).



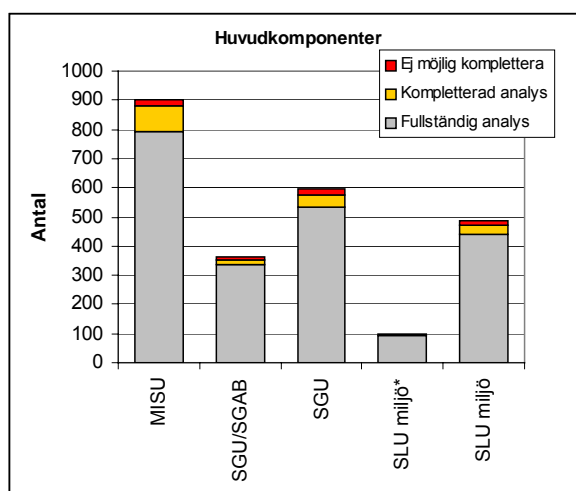
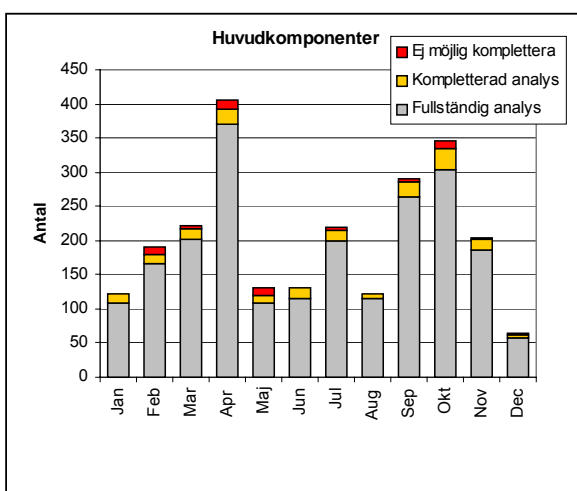
Antal vattenanalyser vid stationer med långa tidsserier.

Sett över hela tidsperioden så är det inga dramatiska skillnader i andelen analyser som behövt kompletteras eller som har fått utgå. Andelen ofullständiga analyser var något vanligare (ca 12 %) under den första perioden (fram till 800504) då MISU (Meteorologiska institutionen, Stockholms universitet) utförde analyserna än under den tid SGU/SGAB (800505-840630),

SGU (840701-920630), SLU miljöanalys respektive SGU (metallanalyser) utförde analyserna. Från 1994 görs analyserna av SLU miljöanalys och andelen ofullständiga analyser är 10 %.

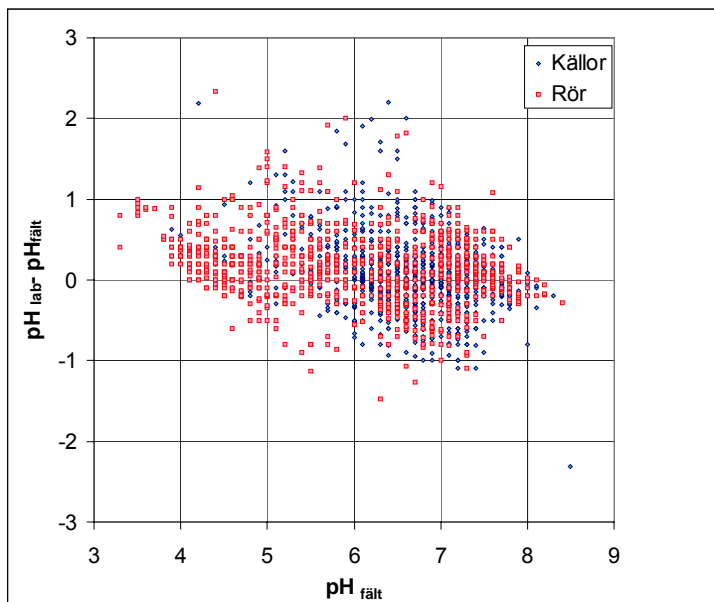
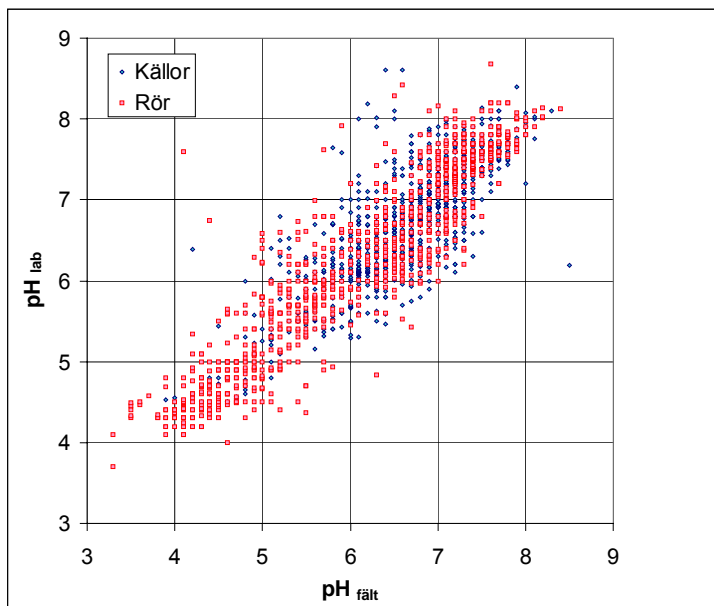


Antal vattenanalyser, stationer med långa tidsserier.



Antal analyser, stationer med långa tidsserier. Analyser olika månader (vänster) respektive från olika laboratorier (höger)

pH har under perioden mätts i fält och/eller på laboratorium. Fram till 1980 har vanligtvis enbart fältmätningar utförts, därefter har oftast laboratoriemätning utförts, oftast i kombination med fältmätning. Mätningar finns tillgängliga för 2385 prov (97,4 %), 41 st (1,7 %) har kompletterats men för 23 prov (0,9 %) har ingen komplettering varit möjlig. När både fält- och laboratoriemätning av pH utförts har ett medelvärde använts. pH förändras ofta upp till en pH-enhet mellan provtagning och analysen på laboratorium vilket framgår av figuren som visar analyser från de korta provtagningsserierna från de tillfällen då pH mätts både i fält och laboratorium. Vid pH under 6 så dominerar pH-höjning vilket kan förklaras med avgång av koldioxid. Vid pH över 6 är betydande pH-minskningar också vanligt förekommande. De stora förändringarna mellan provtagningstillfället och analystillfället på laboratorium innebär att det är svårt att utläsa trender eftersom pH mätts på olika sätt under perioden.



Jämförelse mellan pH mätt i fält respektive pH mätt på laboratorium. Data från de 85 stationerna 1986-99 (n=1150 källor; n=937 rör)

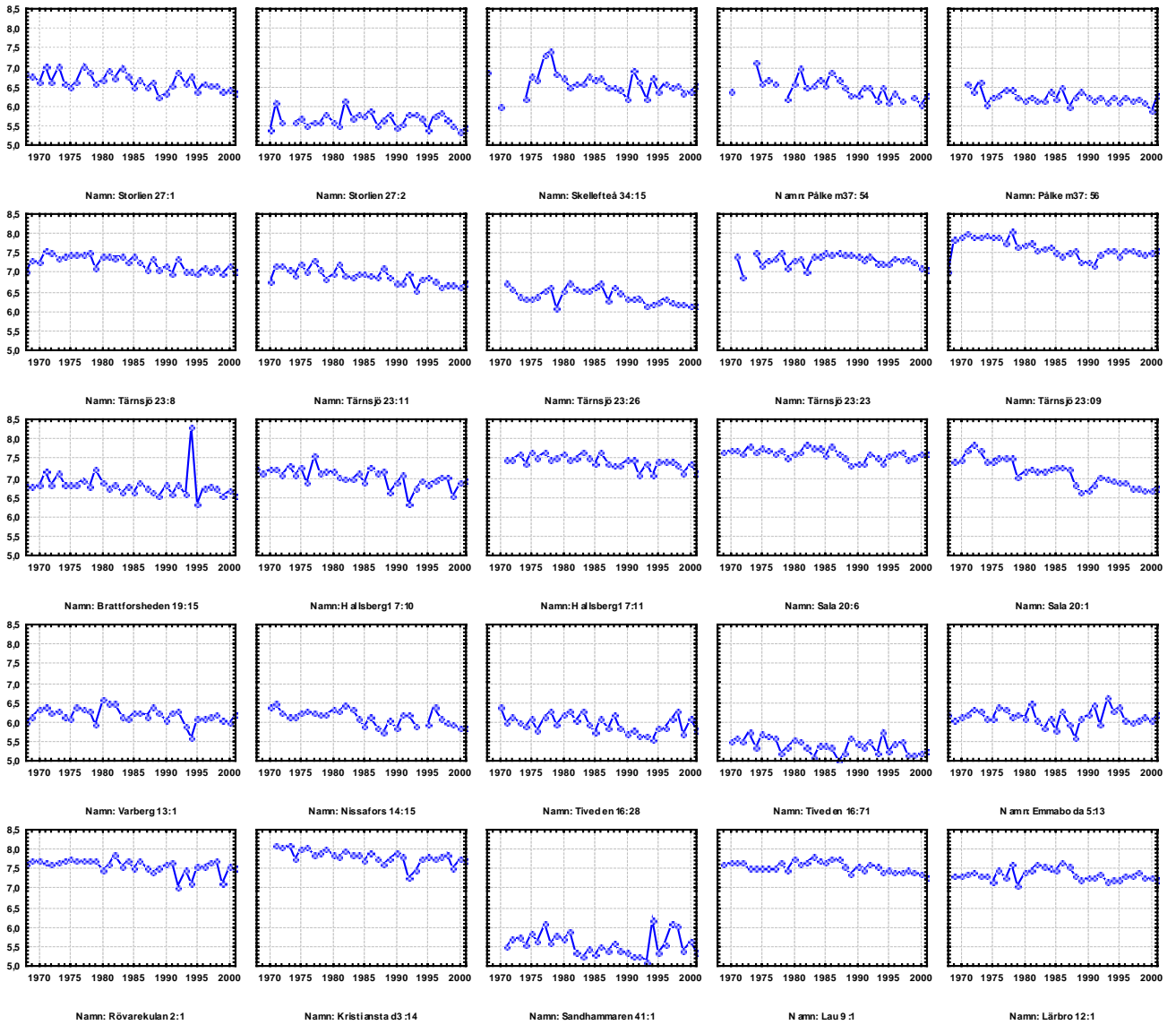
I 30 fall finns analyser från samma station med endast en eller några dagars mellanrum. Dessa analyser är ej fullständiga utan typiskt så anges värden från fältparametrarna för det första tillfället medan laboriemätta värden har hänförs till det senare datumet. Dessa ”dubbelanalyser” bedöms höra till samma provtagningsomgång och förs samman till det tidigare datumet.

Bilaga 4. Provtagning långa tidsserier 1968-2001. Prov per år

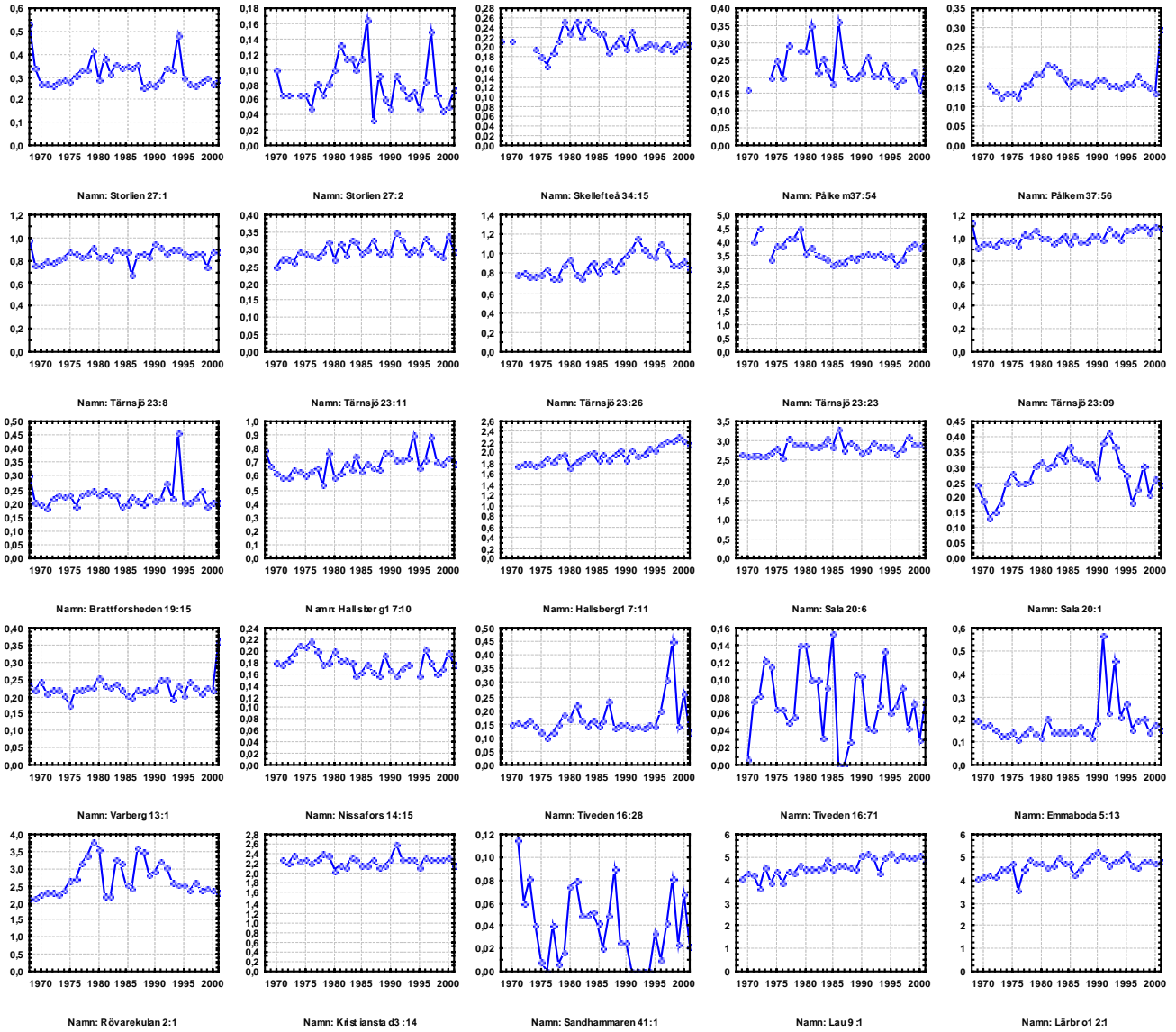
Stn/år	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	Σ		
2:1	1	4	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	80		
3:14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	66*		
5:13	1	4	4	3	4	3	4	3	2	4	5	4	4	4	3	3	4	3	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	91		
9:1		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	4	3	4	4	4	2	2	4	4	4	2	2	3	3	4	4	3	122		
12:1		3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	7	6	6	4	7	6	4	4	4	4	2	2	4	3	3	2	2	3	3	4	4	3	132		
13:1	1	4	4	4	4	4	4	3	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	2	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	109		
14:15			1	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	4	4	94		
16:28			1	3	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	5	7	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	84	
16:71			1	2	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	4	3	2	3	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	74	
17:10	2	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	81	
17:11				2	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	70	
19:15	1	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	5	5	4	4	2	2	4	4	1	3	2	1	2	2	2	2	110		
20:1		3	7	4	4	4	4	5	6	5	6	6	6	6	6	6	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	146	
20:6		5	6	4	4	4	4	5	6	5	6	6	6	6	3	4	3	4	2	1	2	4	3	4	2	4	4	2	3	4	4	4	3	2	129		
23:8	1	6	8	4	4	4	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	125		
23:9	1	6	8	4	4	4	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	3	4	4	4	4	4	157		
23:11			2	3	3	4	4	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	10	7	11	4	5	7	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	159		
23:23				1	1		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	55	
23:26				2	4	4	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	10	4	4	4	3	5	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	144	
27:1	2	3	5	3	5	4	3	3	3	3	4	3	3	2	3	2	2	1	5	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	4	90	
27:2			1	1	1		1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	53
34:15	1		1				1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	54	
37:54			1				1	1	1	1		2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	4	49	
37:56				2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	108	
41:1				2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	67	
Σ	13	51	72	70	83	78	81	77	82	87	88	86	90	90	86	83	85	87	71	80	69	71	70	67	70	67	59	53	53	62	61	64	67	69	2449		

- inkl 7 prov från 1964-67

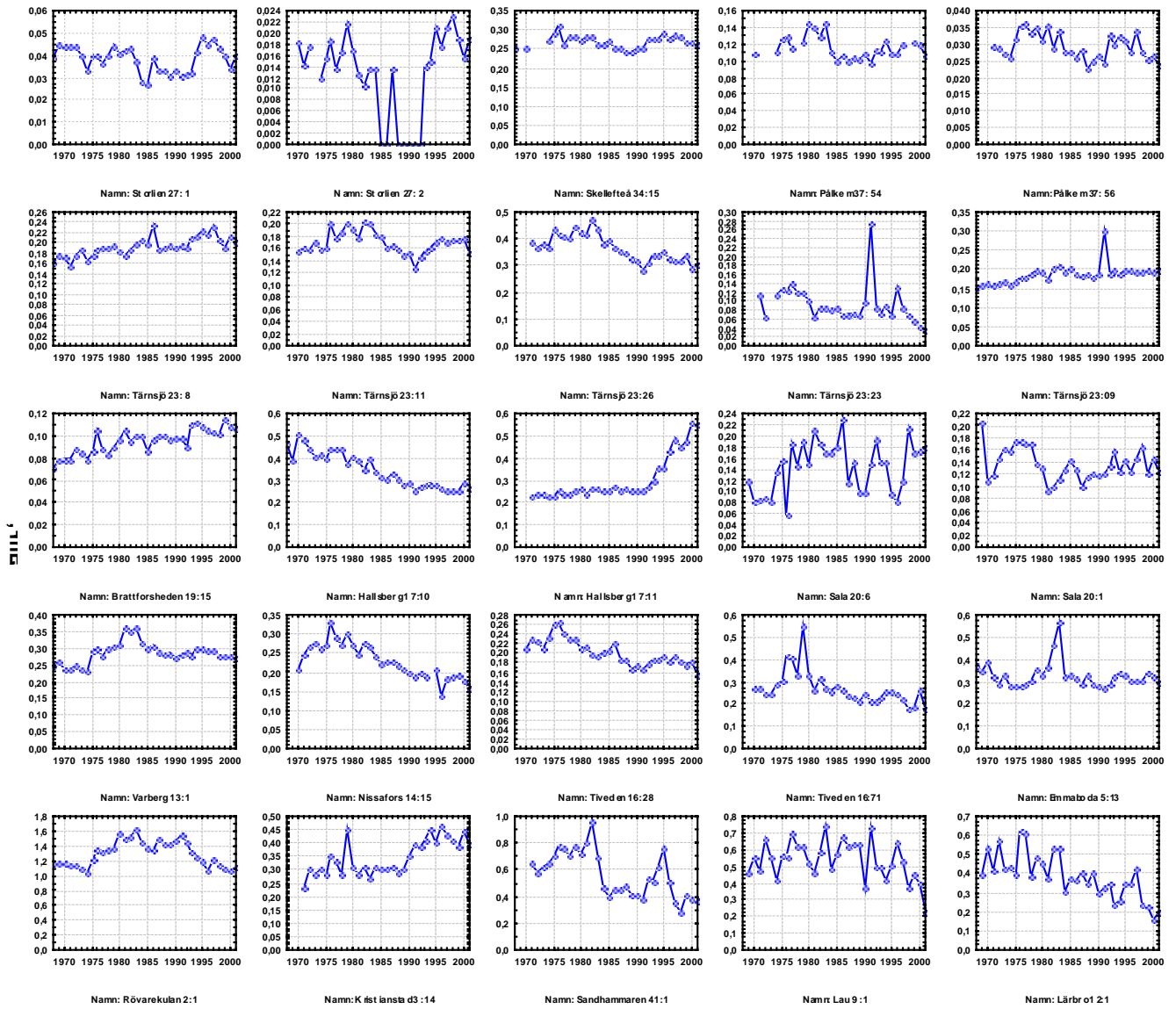
Bilaga 5. Årsmedelvärden; långa tidsserier



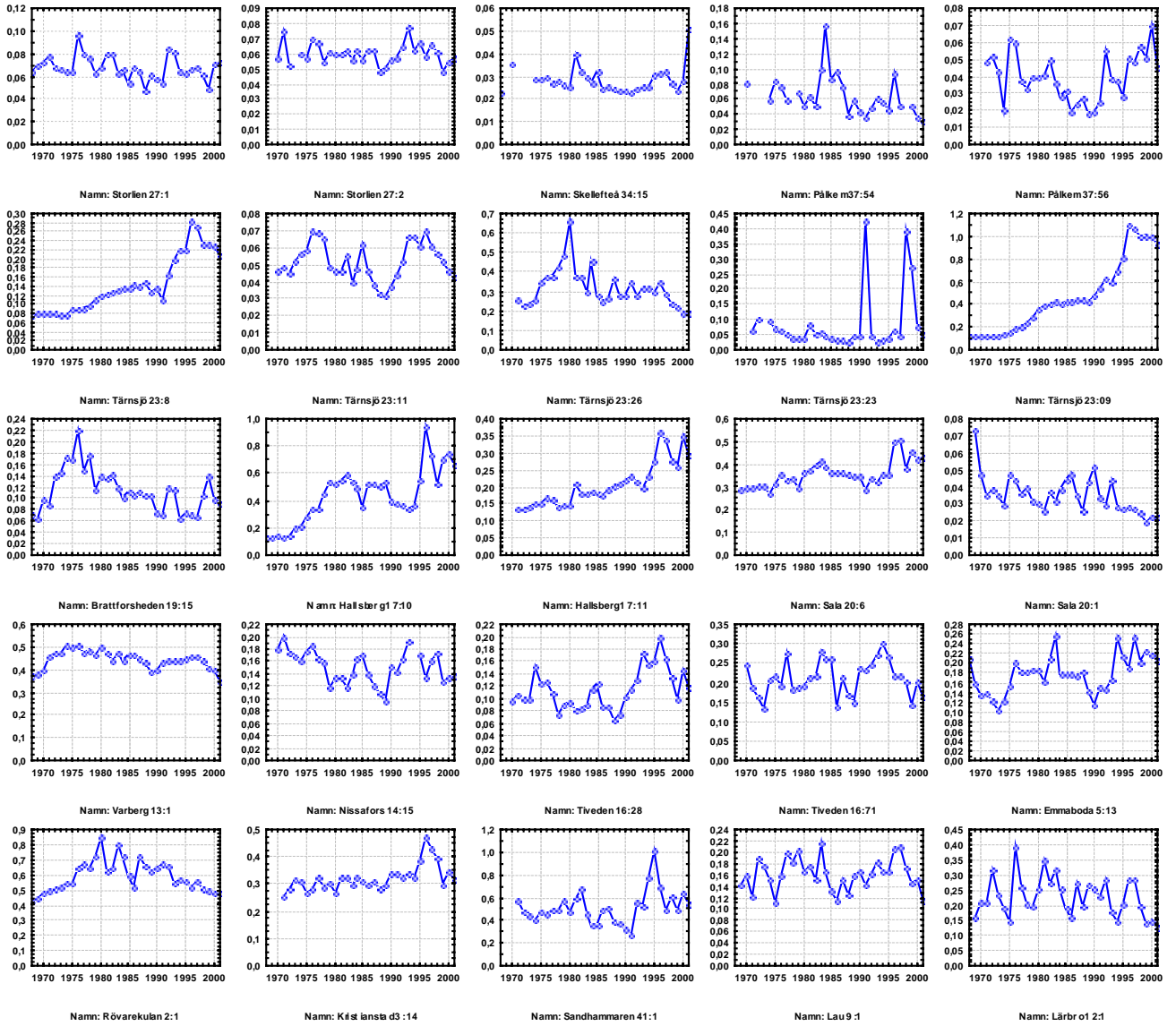
pH



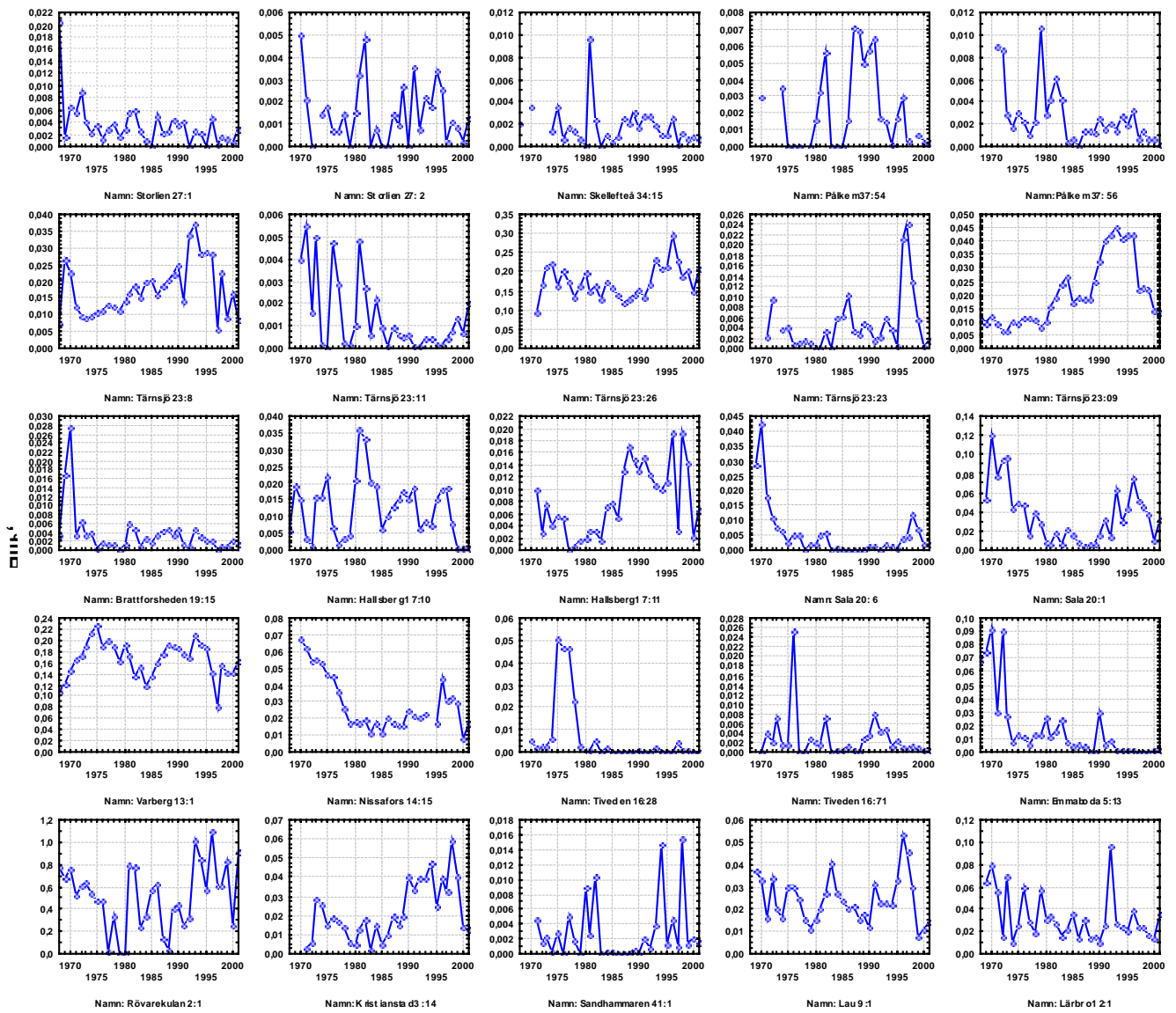
Alkalinitet, mEkv/l



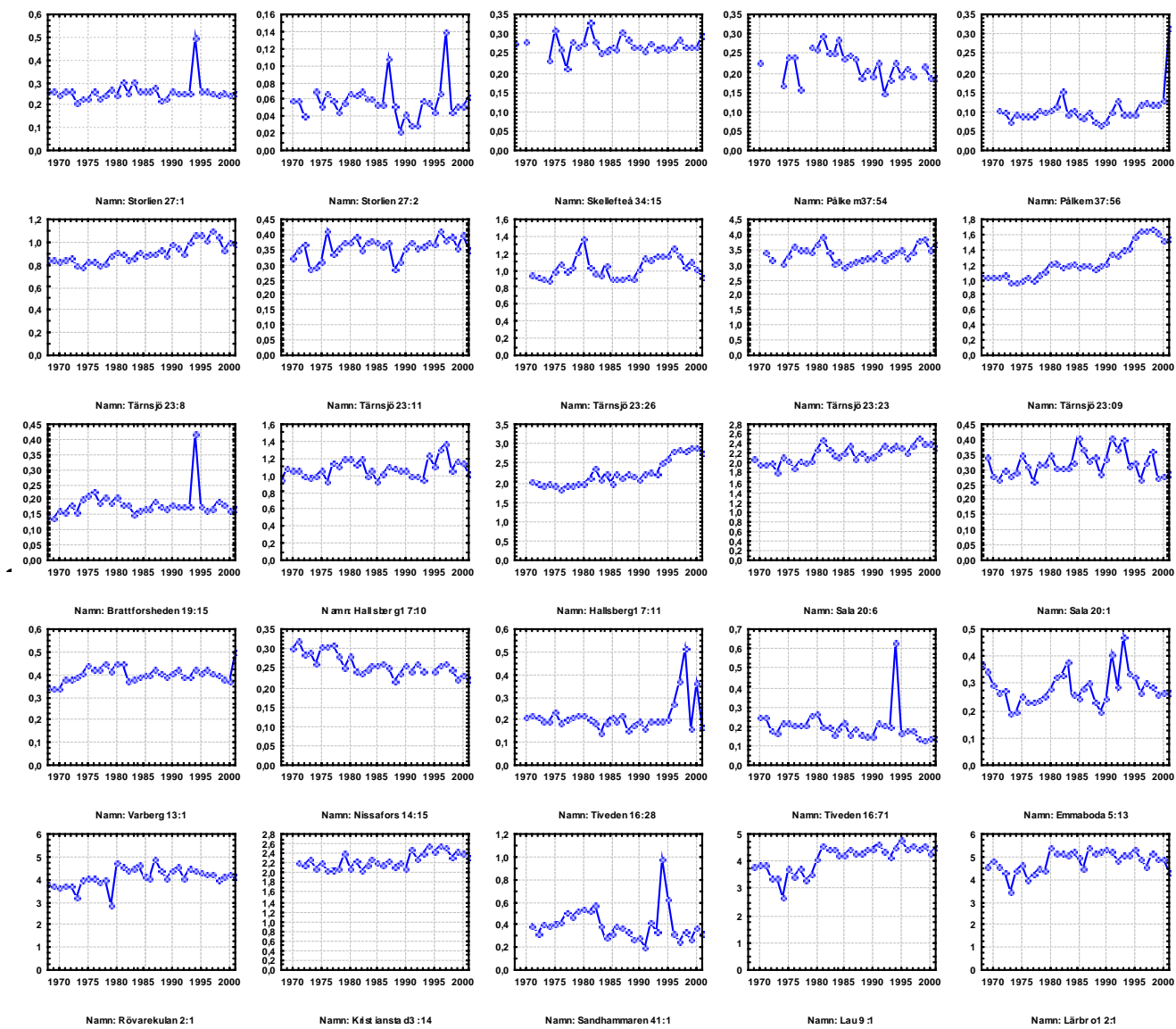
SO₄, mEkv/l



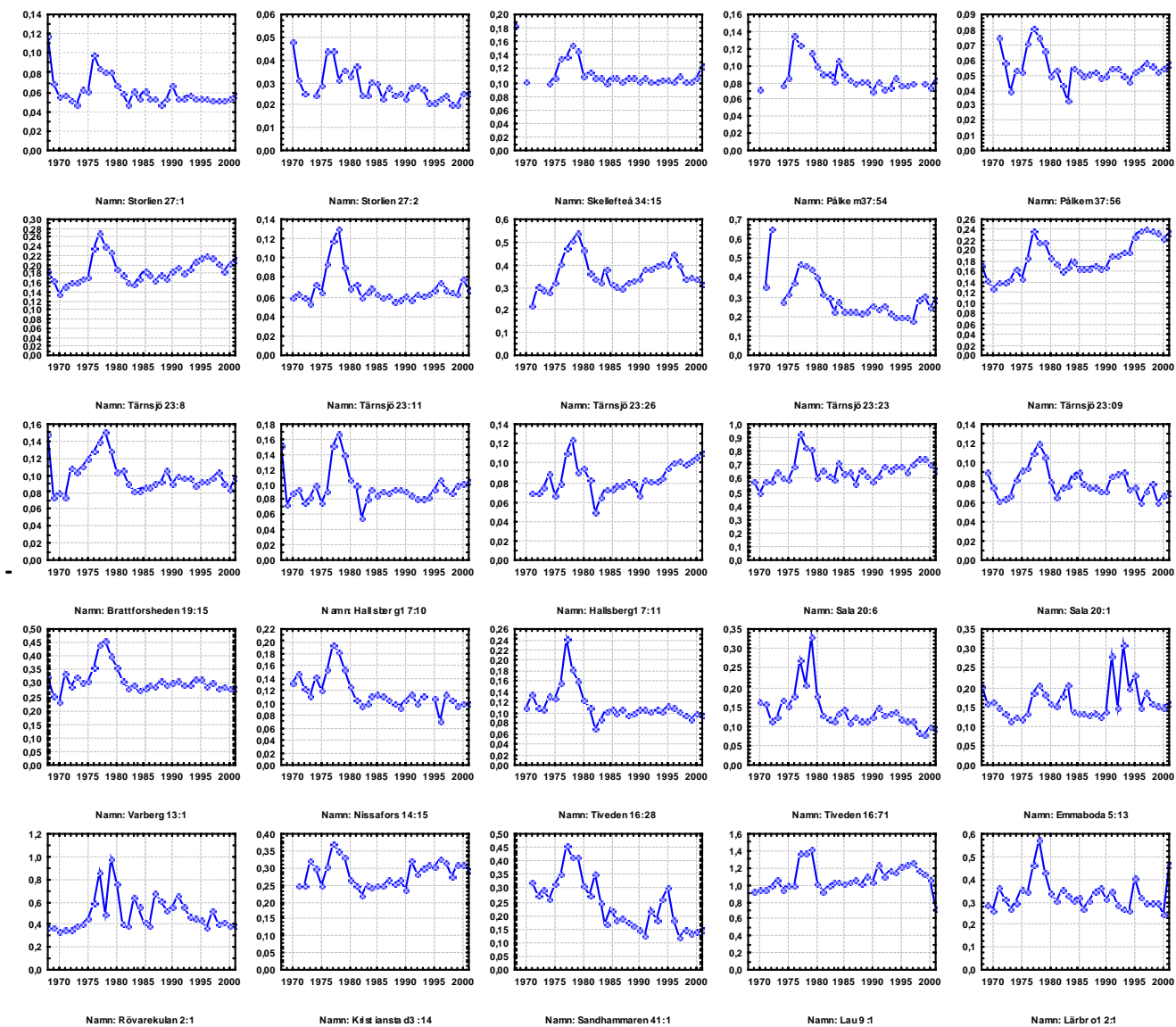
Cl, mEkv/l



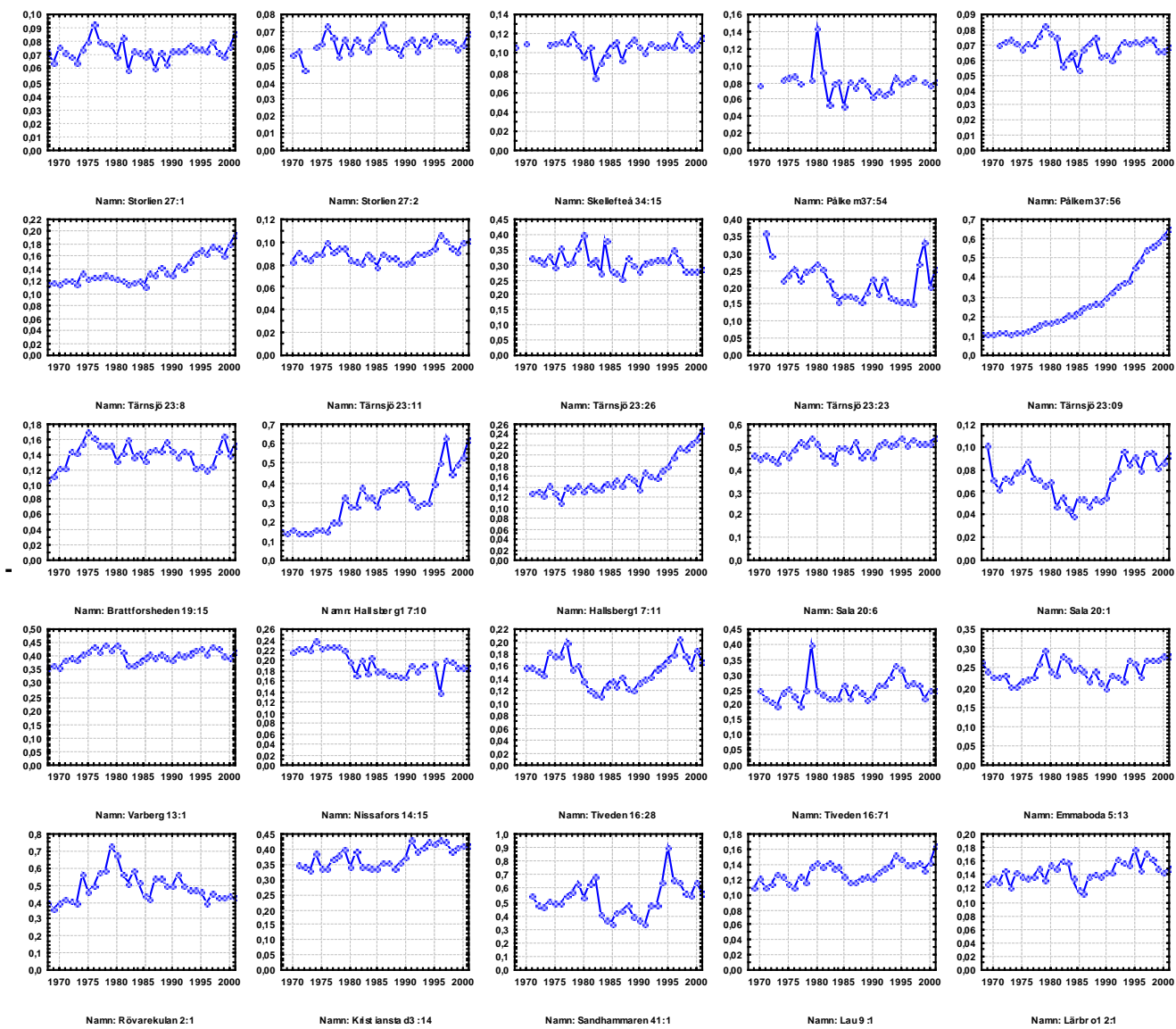
NO₃, mEkv/l



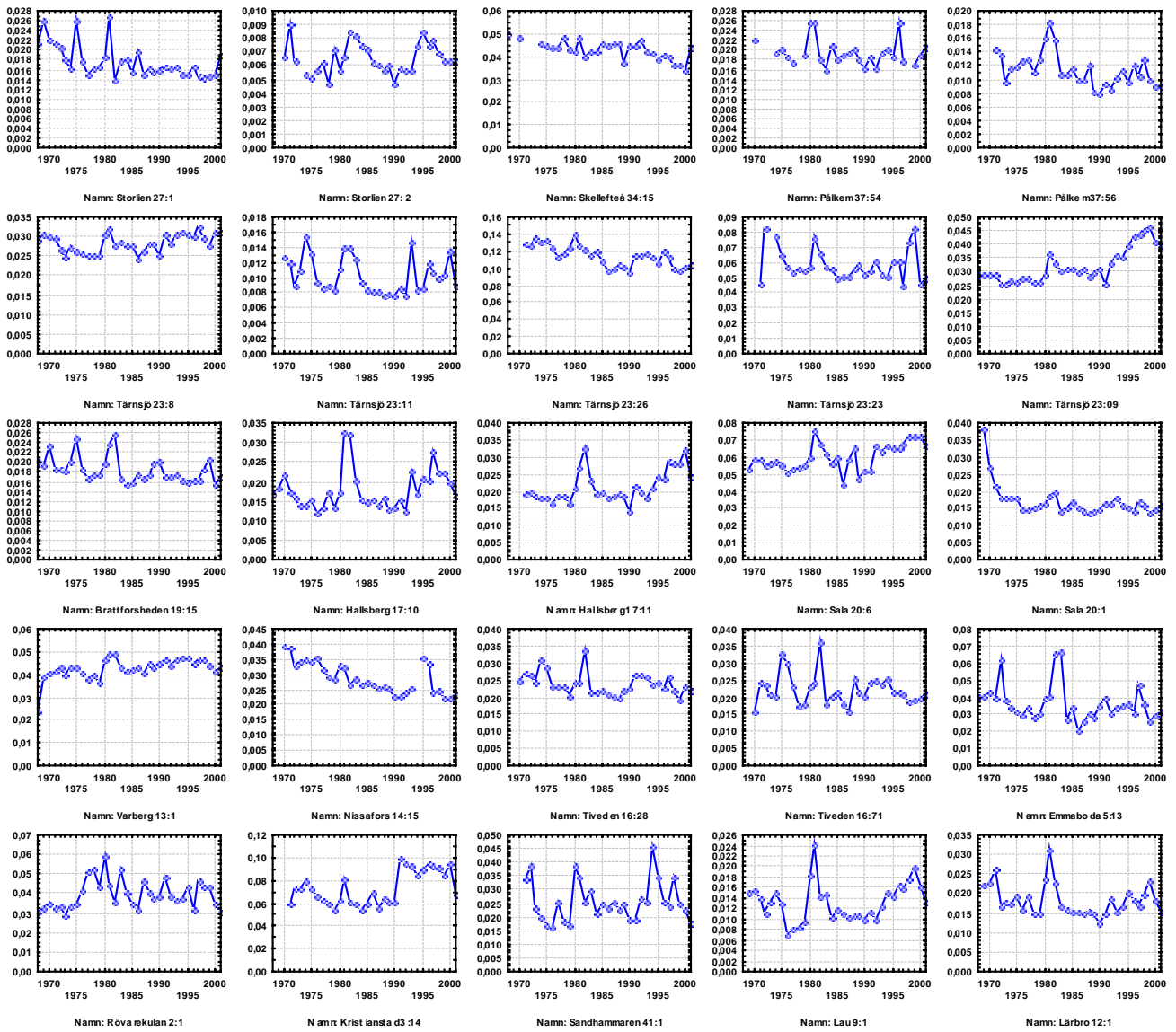
Ca, mEkv/l



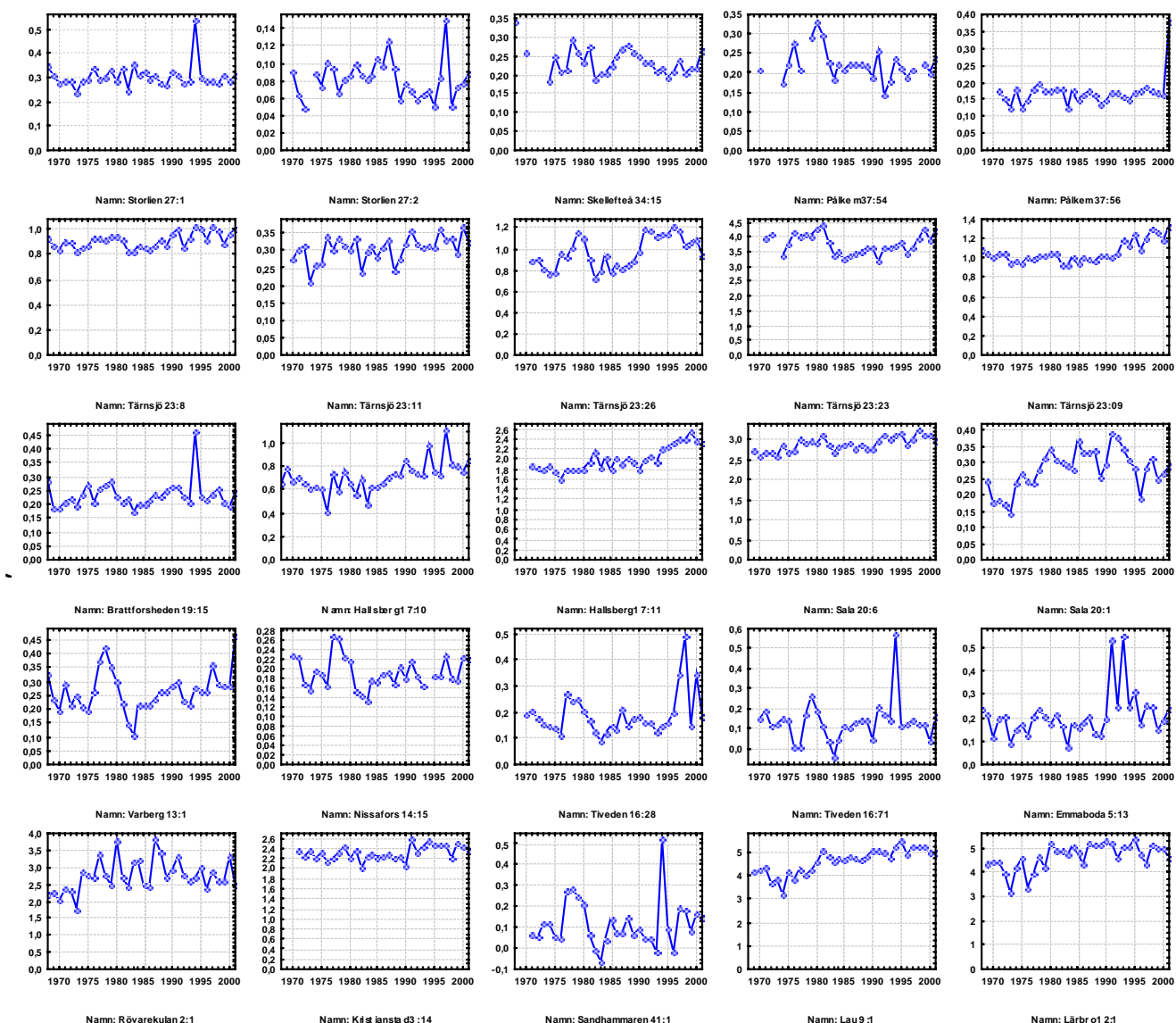
Mg, mEkv/l



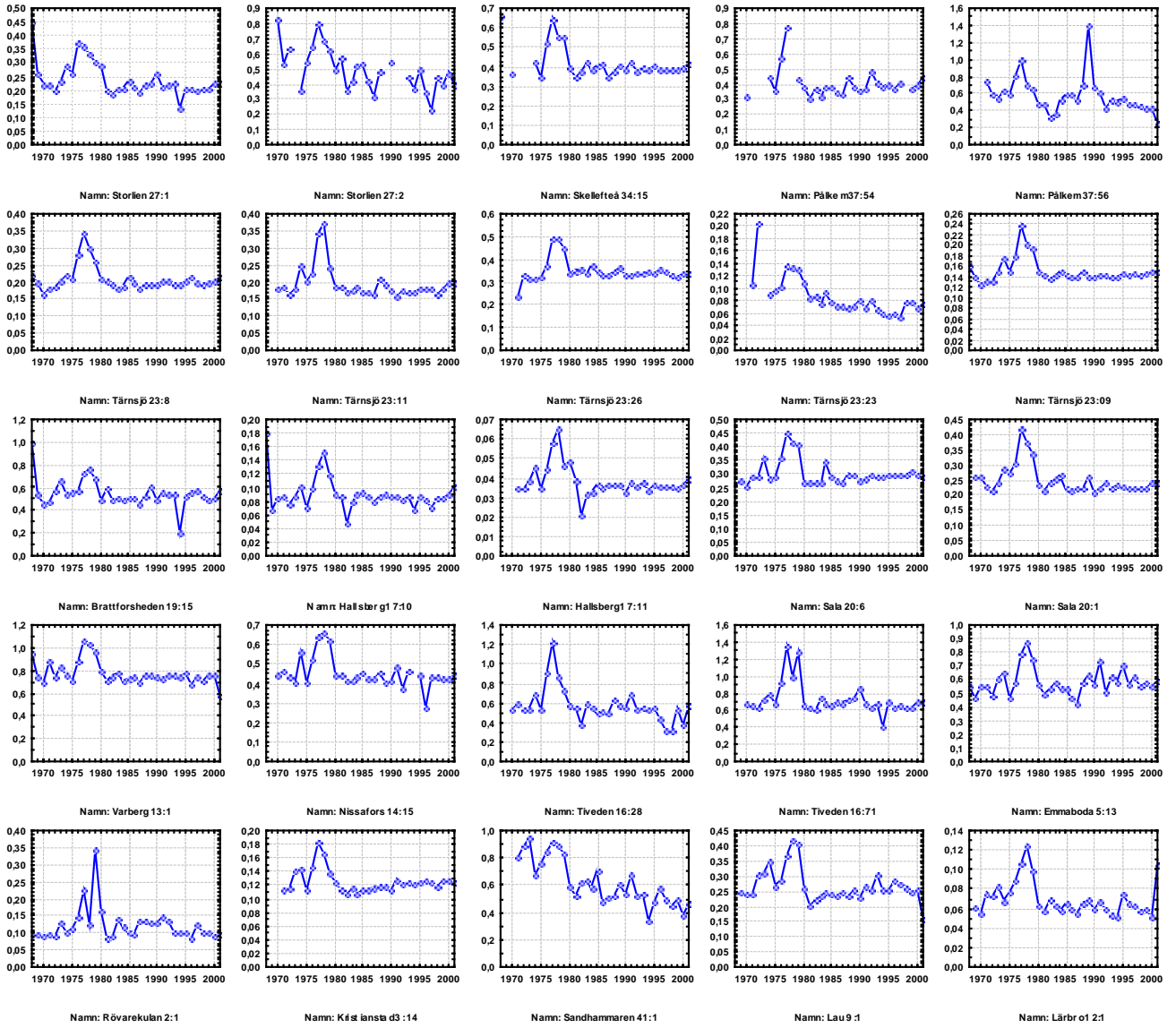
Na, mEkv/l



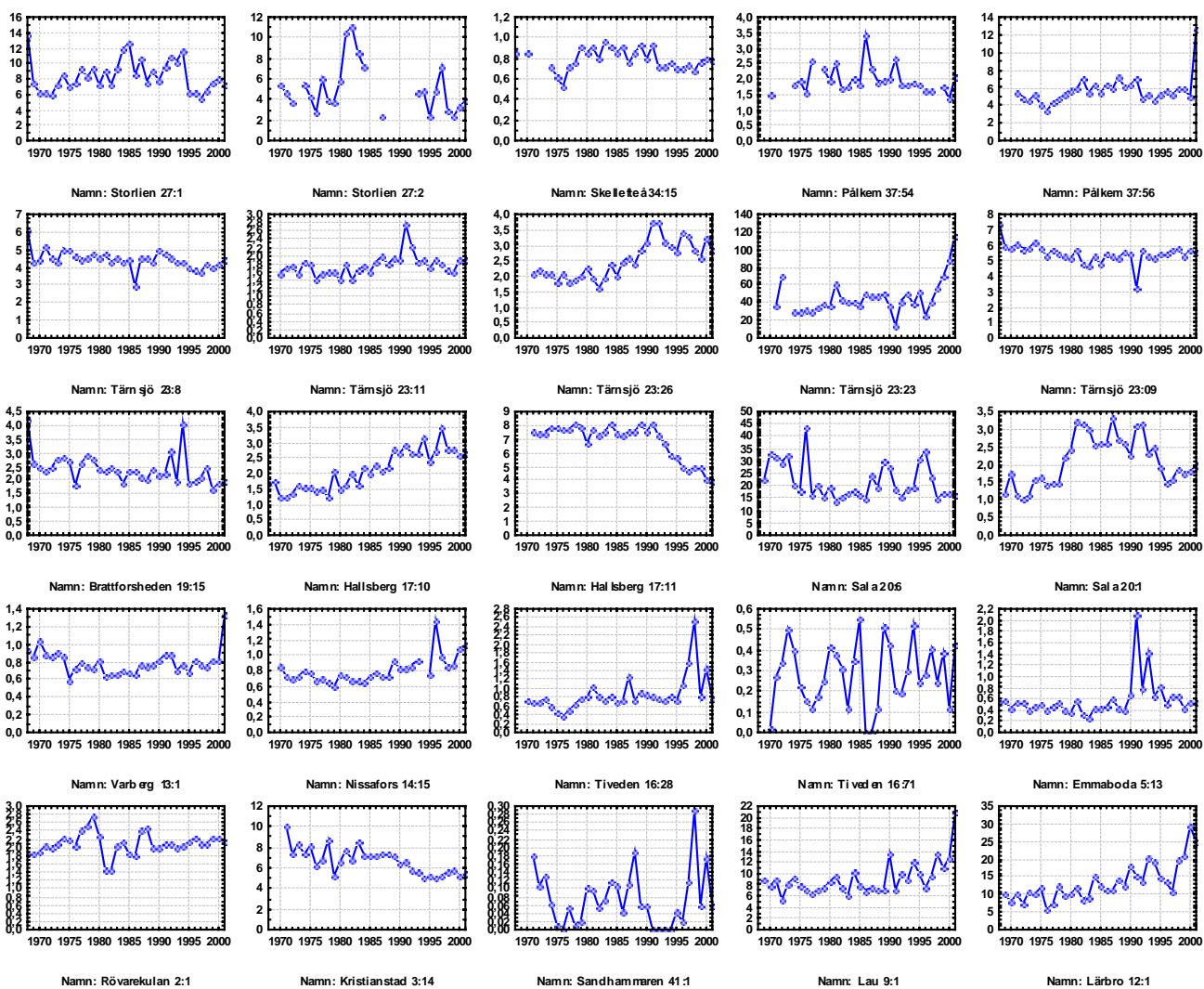
K, mEkv/l



ANC, mEkv/l

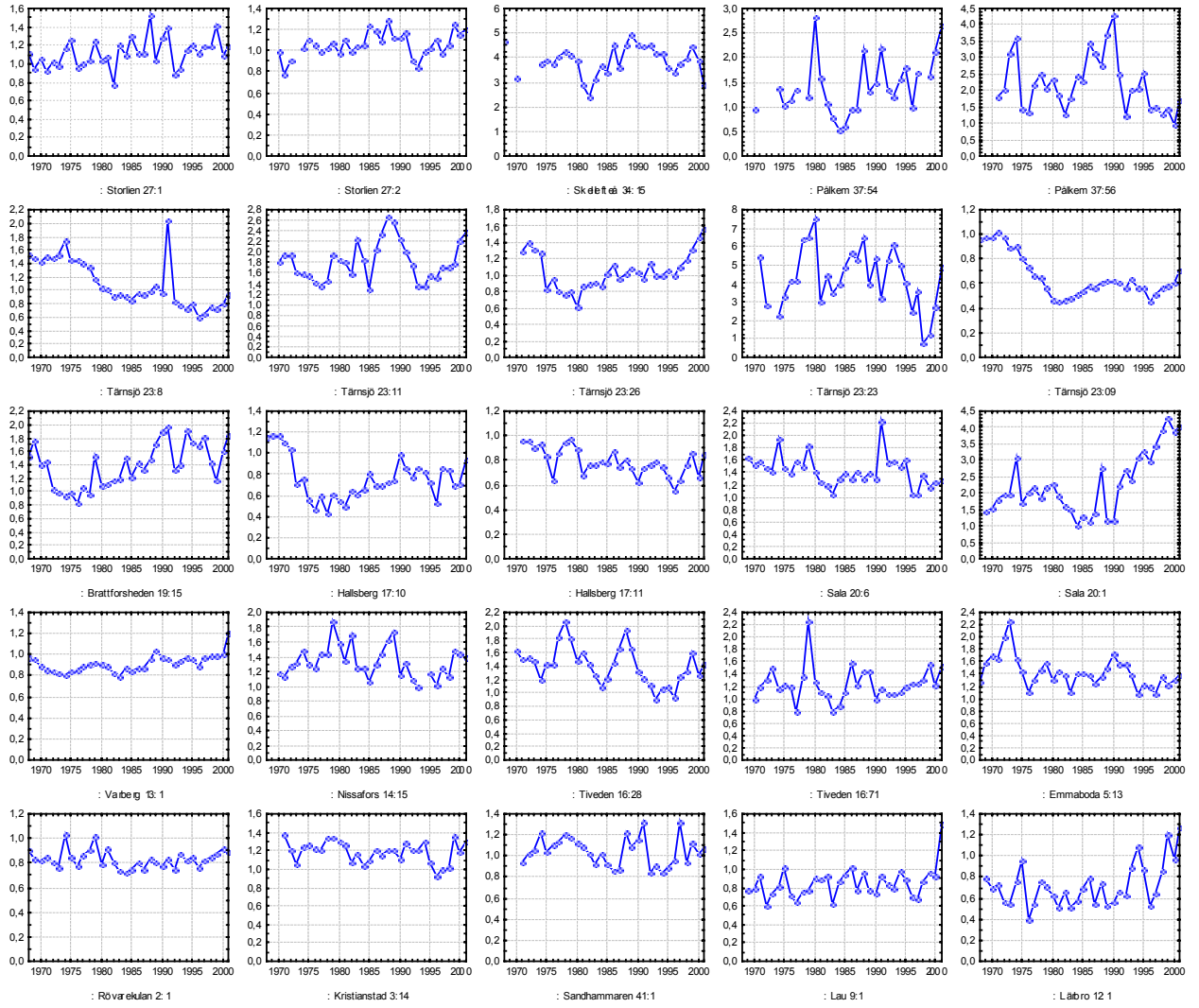


Mg/Ca



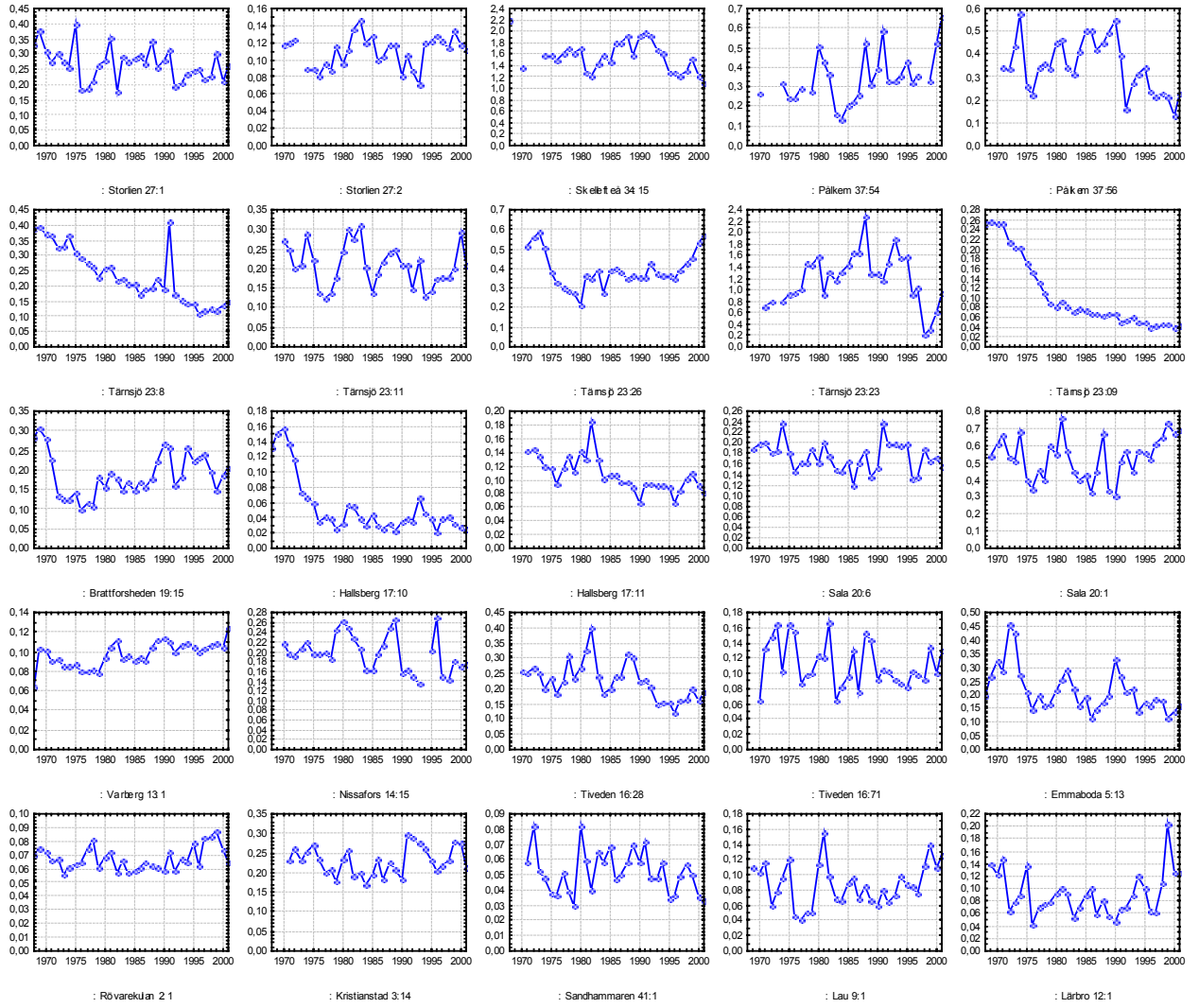
Alkalinitet/SO₄ (i vattnet)

Na/Cl



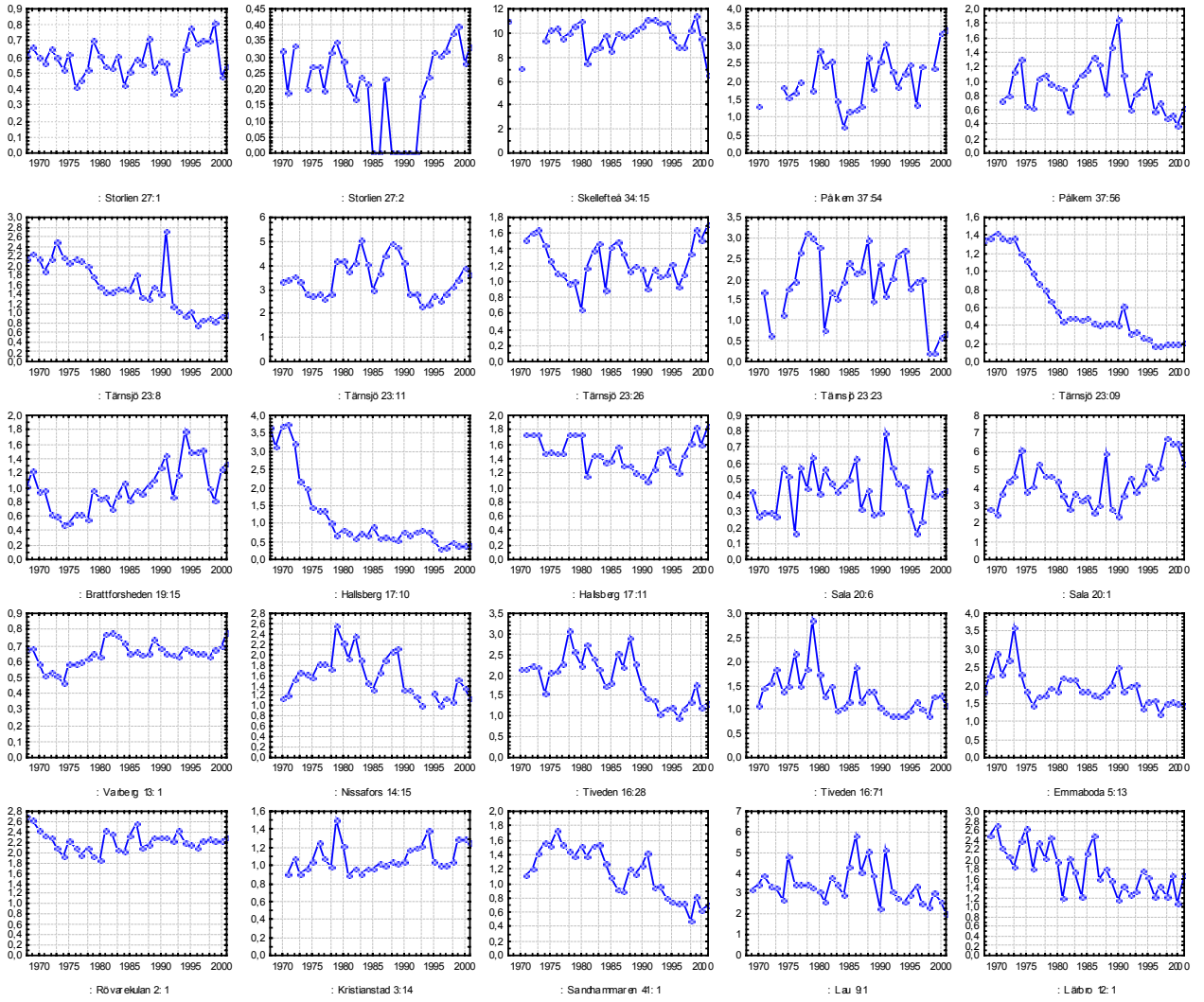
Na/Cl

K/CI



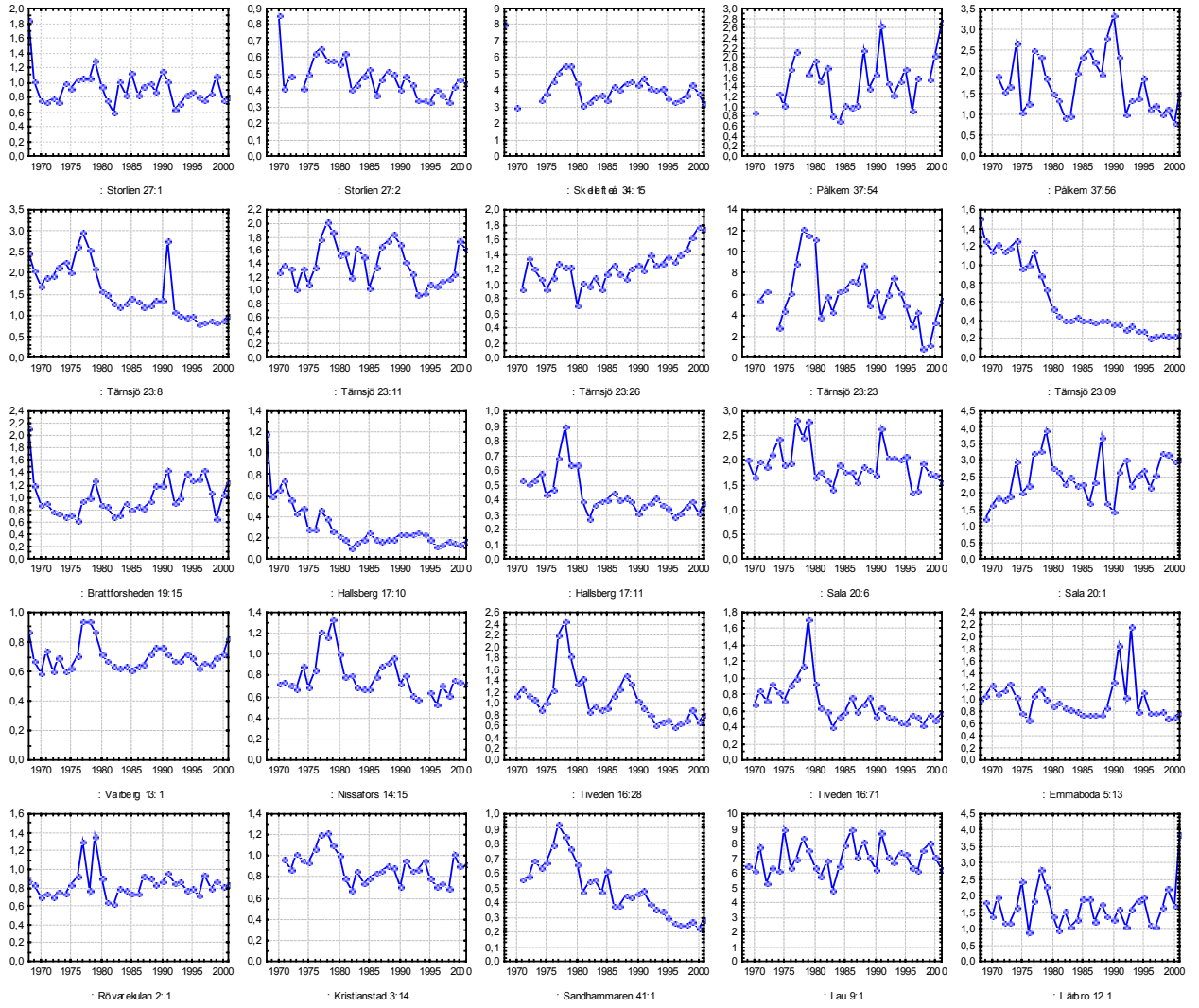
K/CI

SO₄/Cl



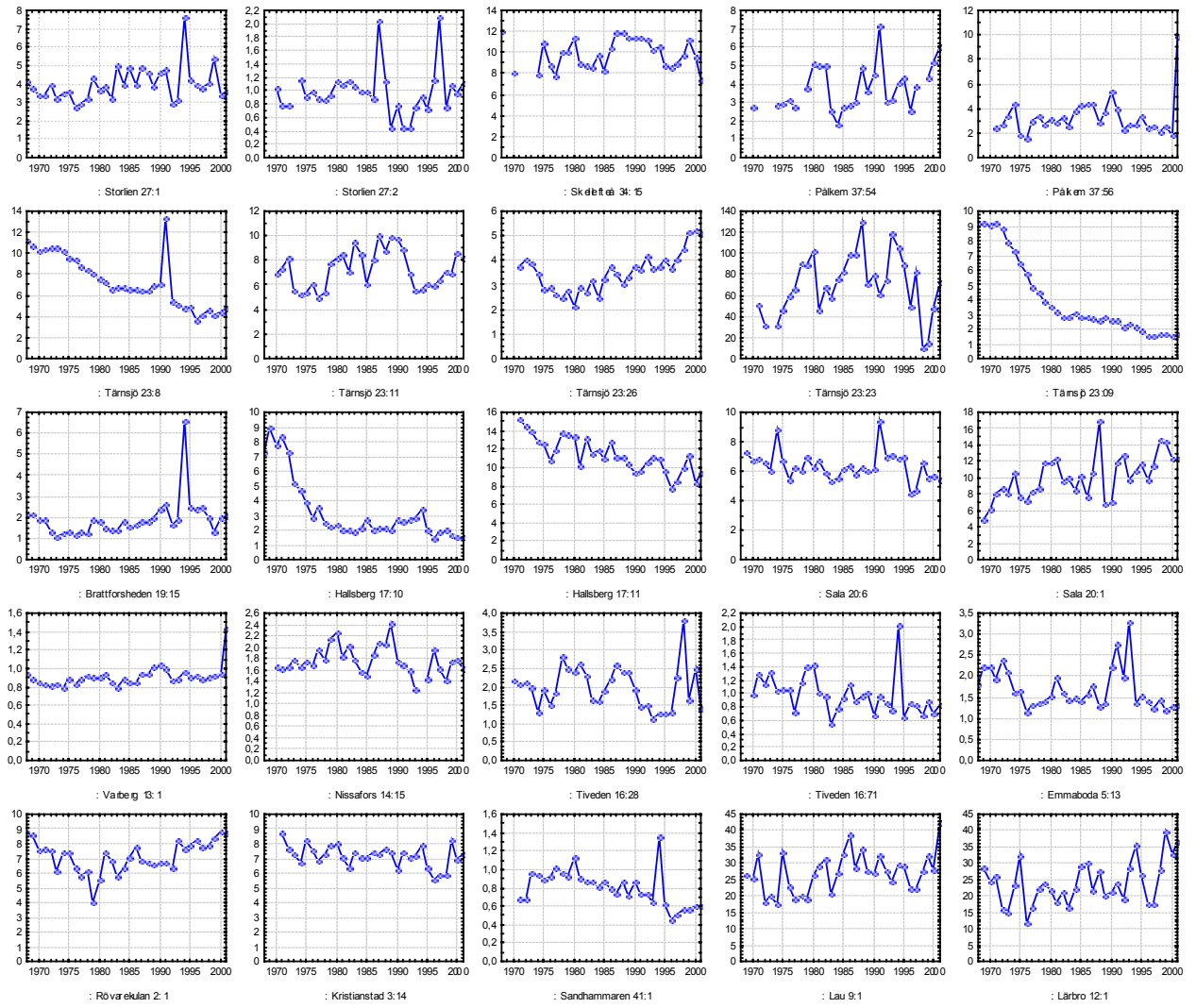
SO₄/Cl

Mg/Cl



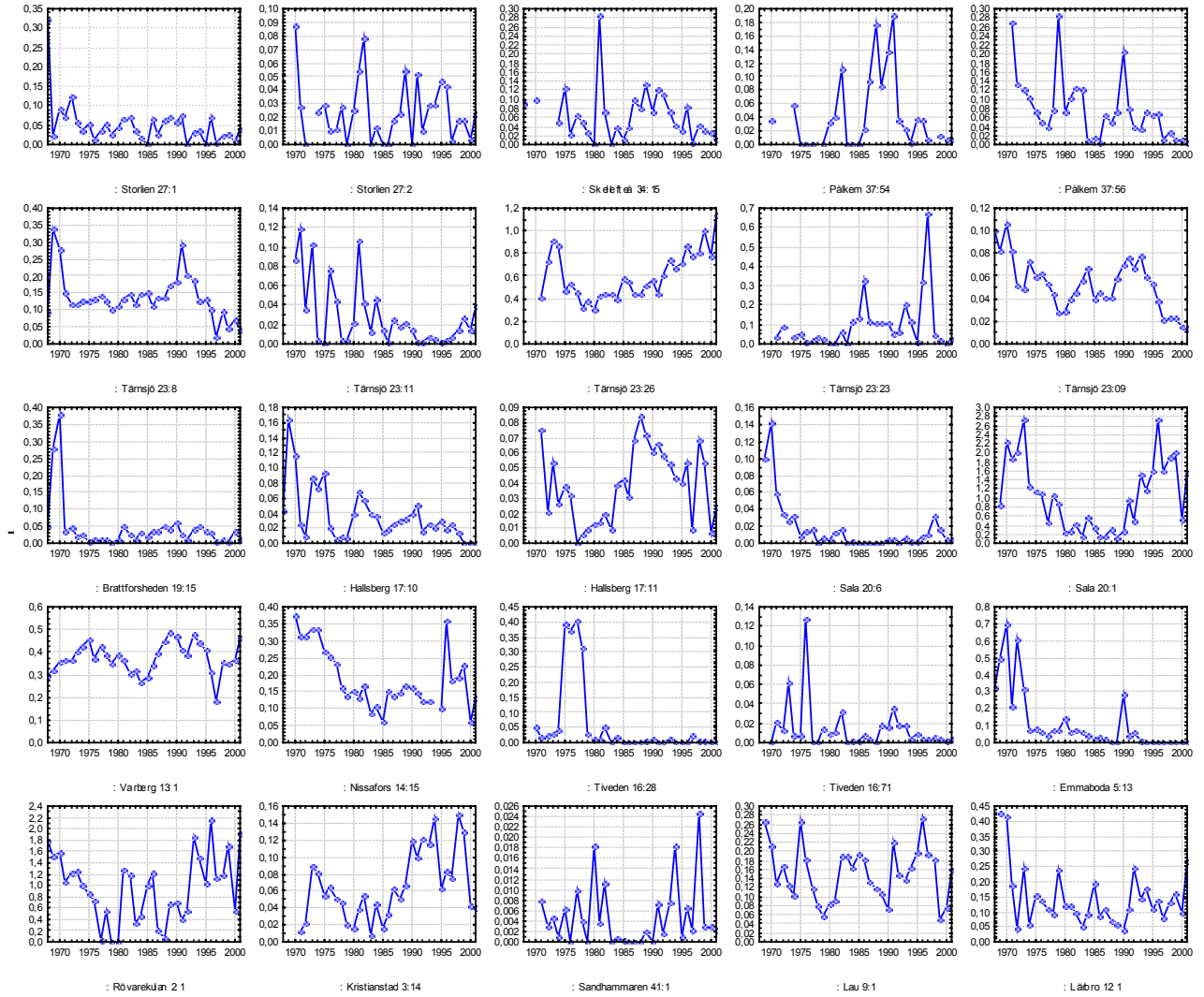
Mg/Cl

Ca/Cl



Ca/Cl

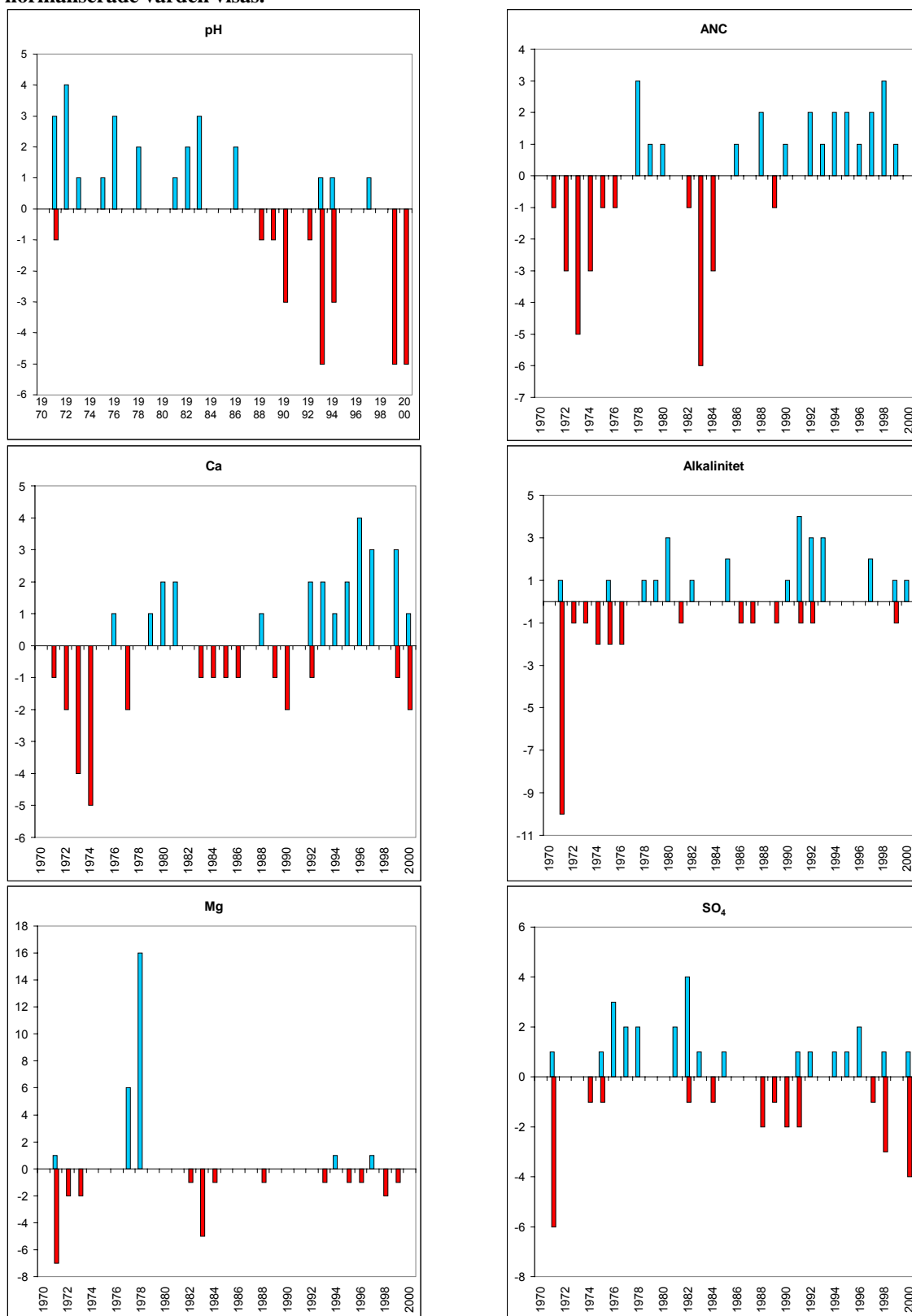
NO₃/Cl

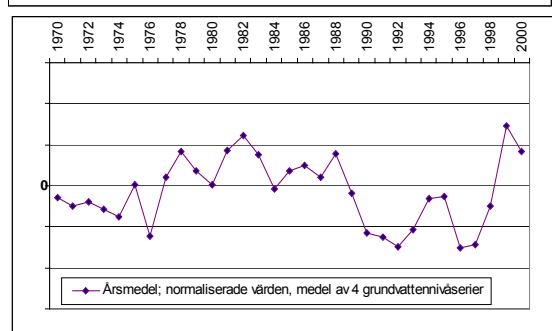
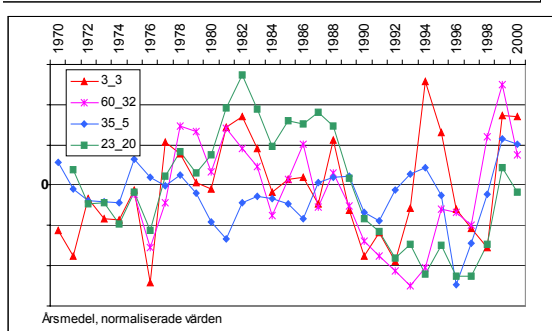
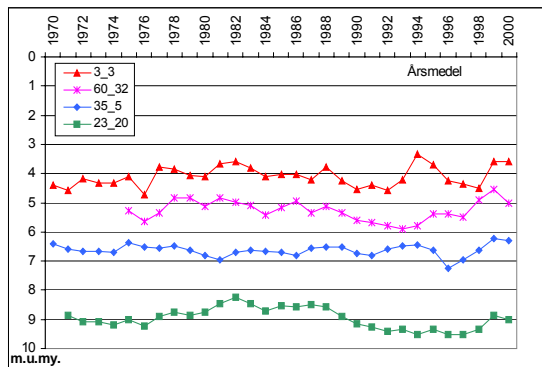
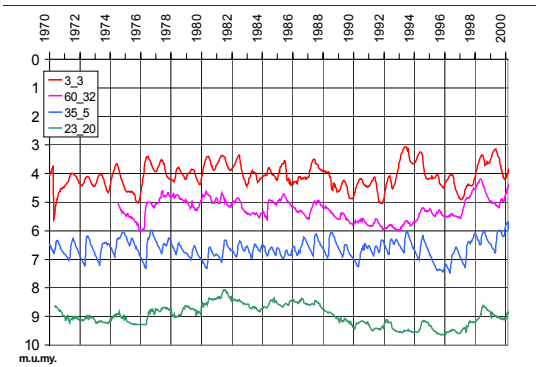
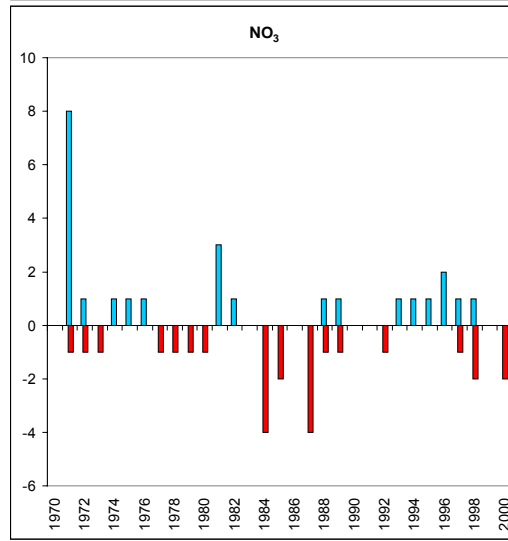
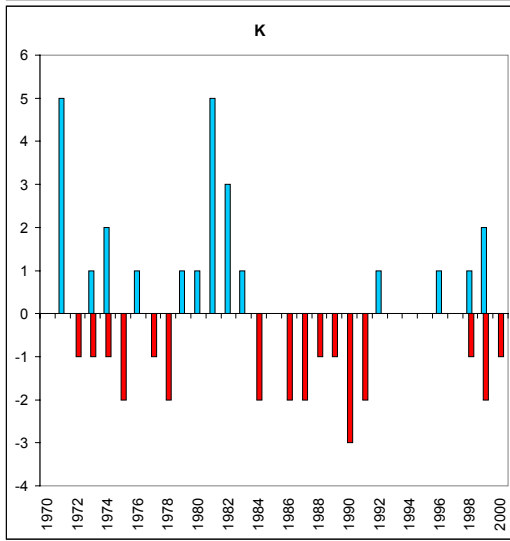
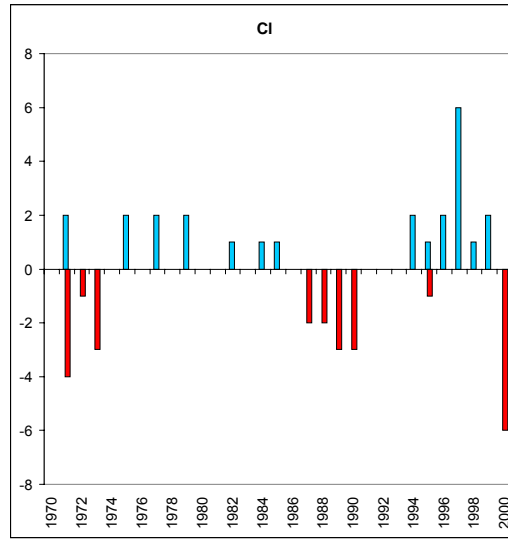
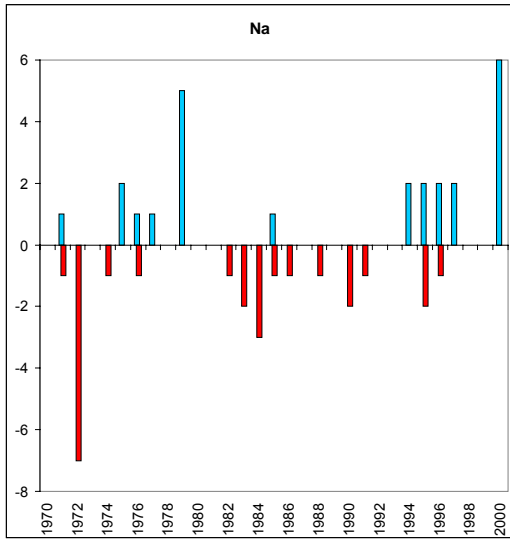


NO₃/Cl

Bilaga 6. Brytpunkter

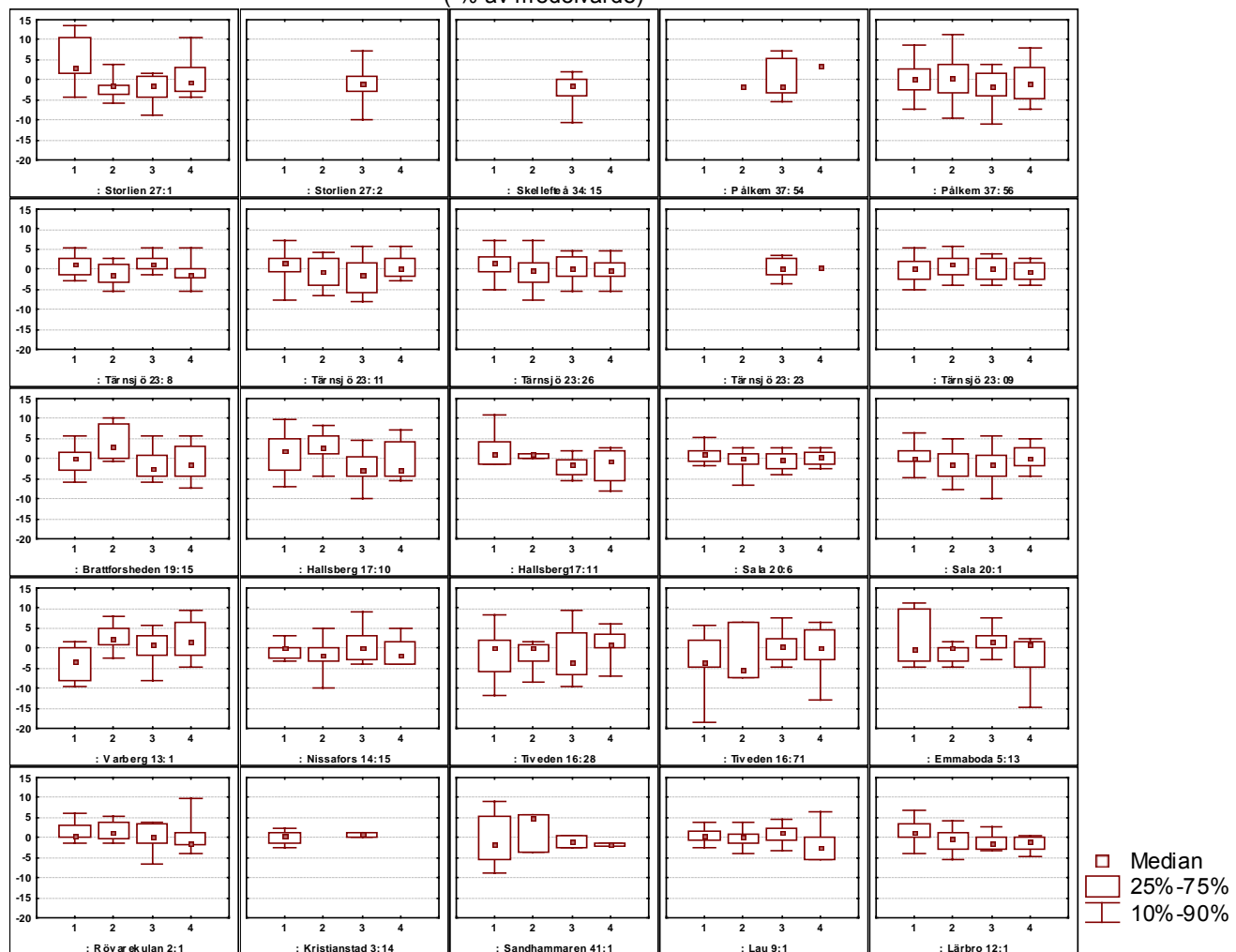
Beräknade från det högsta respektive lägsta 3-årsmedelvärdet 1970-2001 för varje serie. Figurerna visar antalet stationer som har maximivärde (uppåtgående stapel) respektive minimivärde (nedåtgående stapel) varje år. Grundvattennivåer (meter under markytan), årsmedelvärde för grundvattennivåer och normaliserade värden visas.



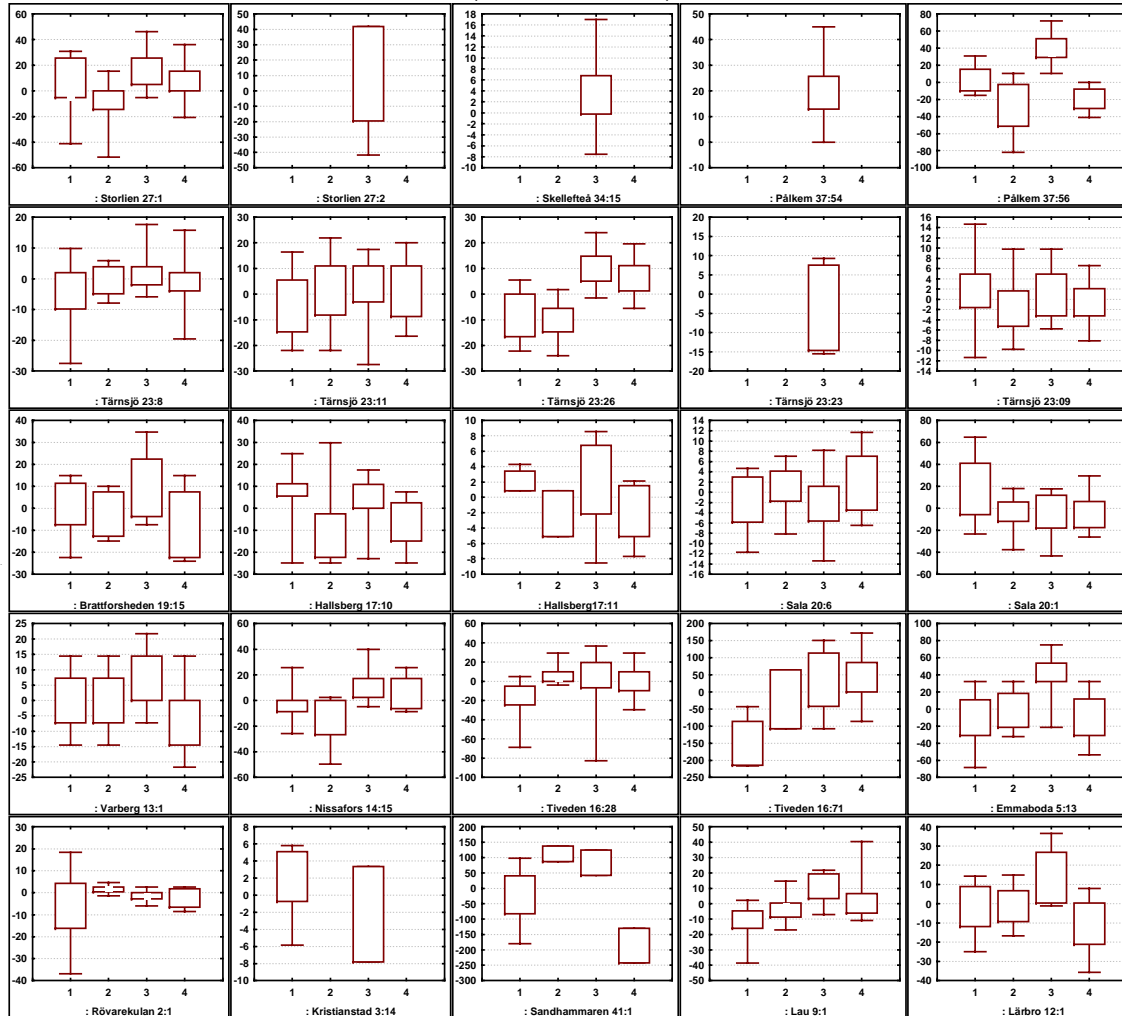


Bilaga 7. Skillnad från föregående kvartal. Antal observationer , se sista sidan

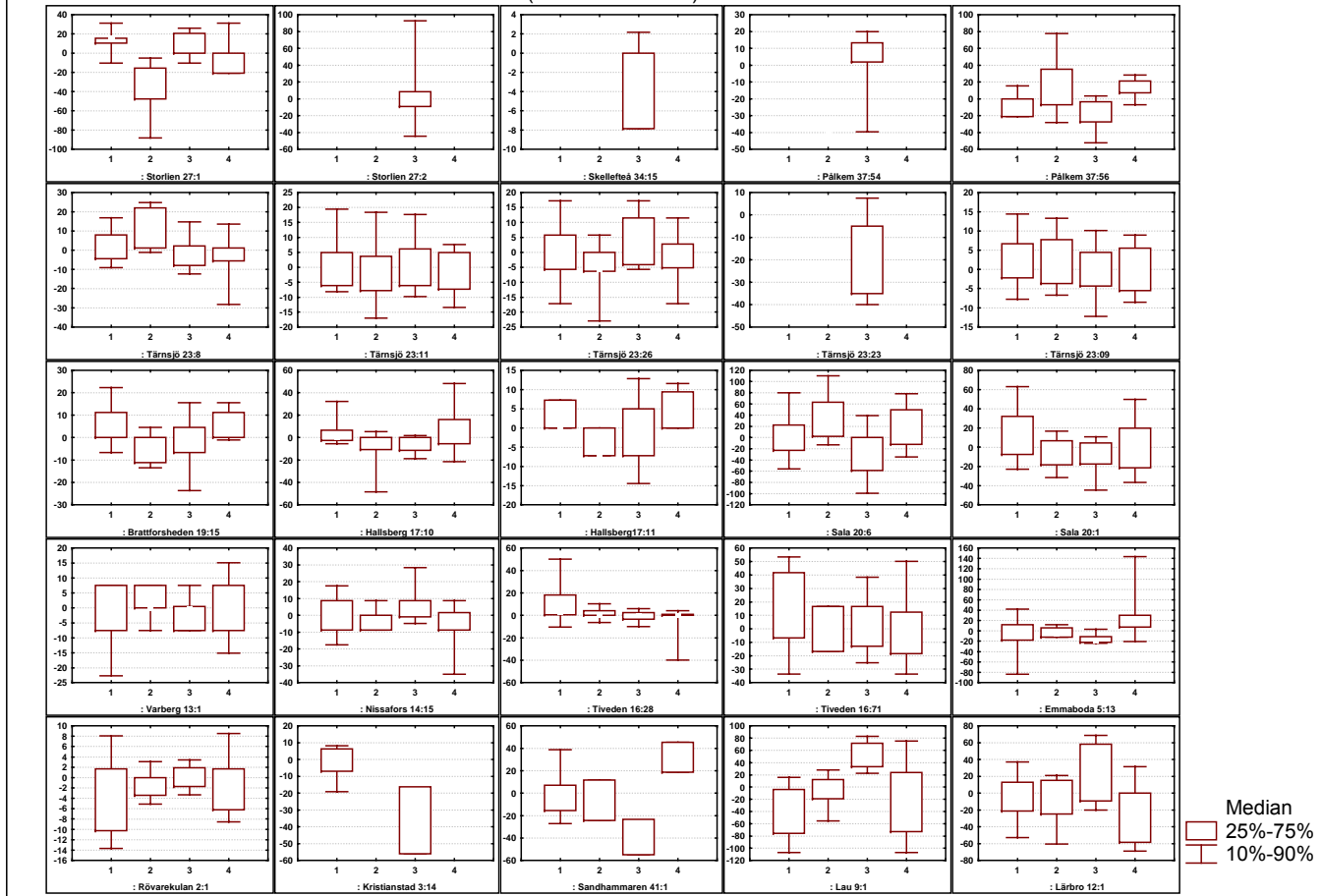
pH, skillnad från föregående kvartal
(% av medelvärde)



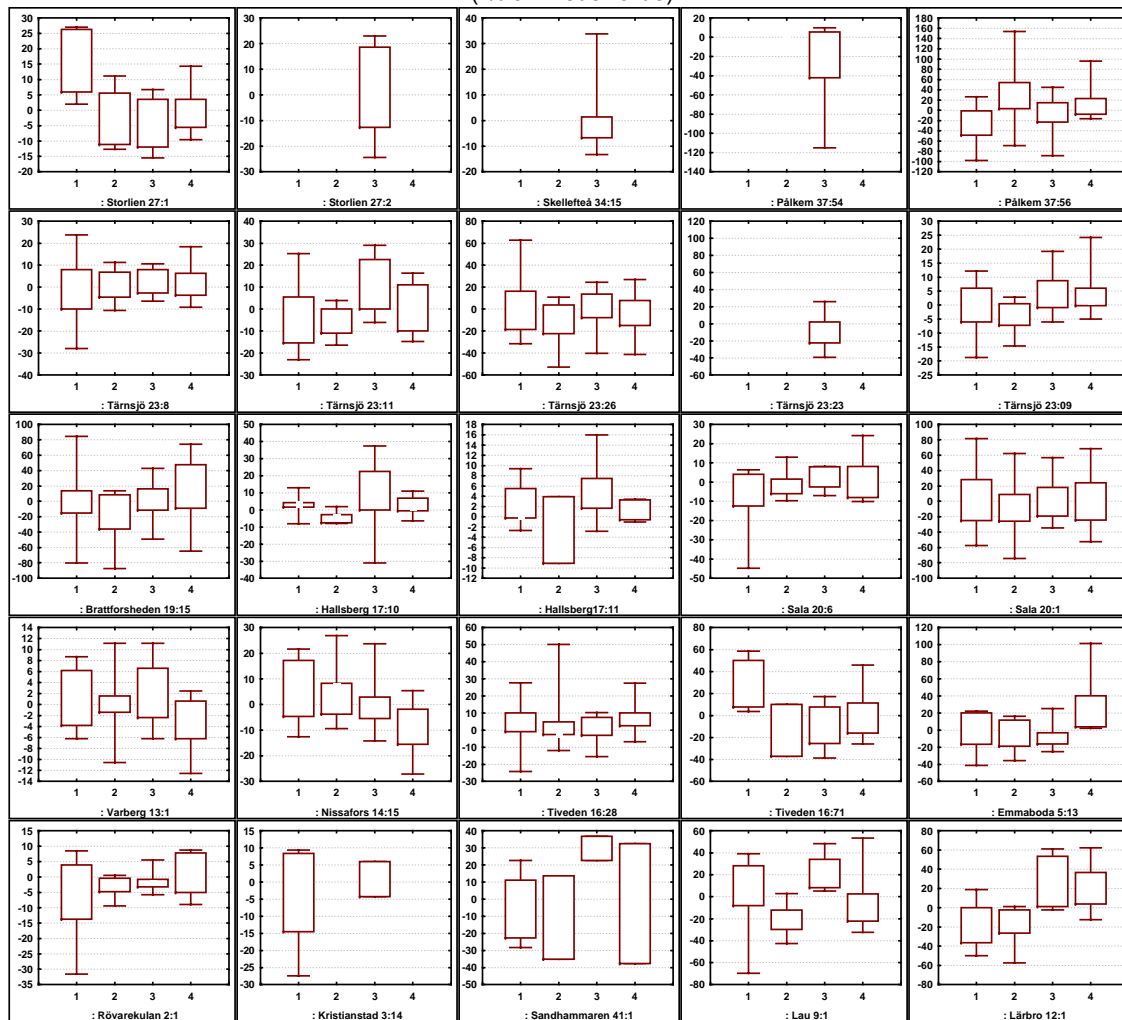
Alkalinitet, skillnad från föregående kvartal
(% av medelvärde)



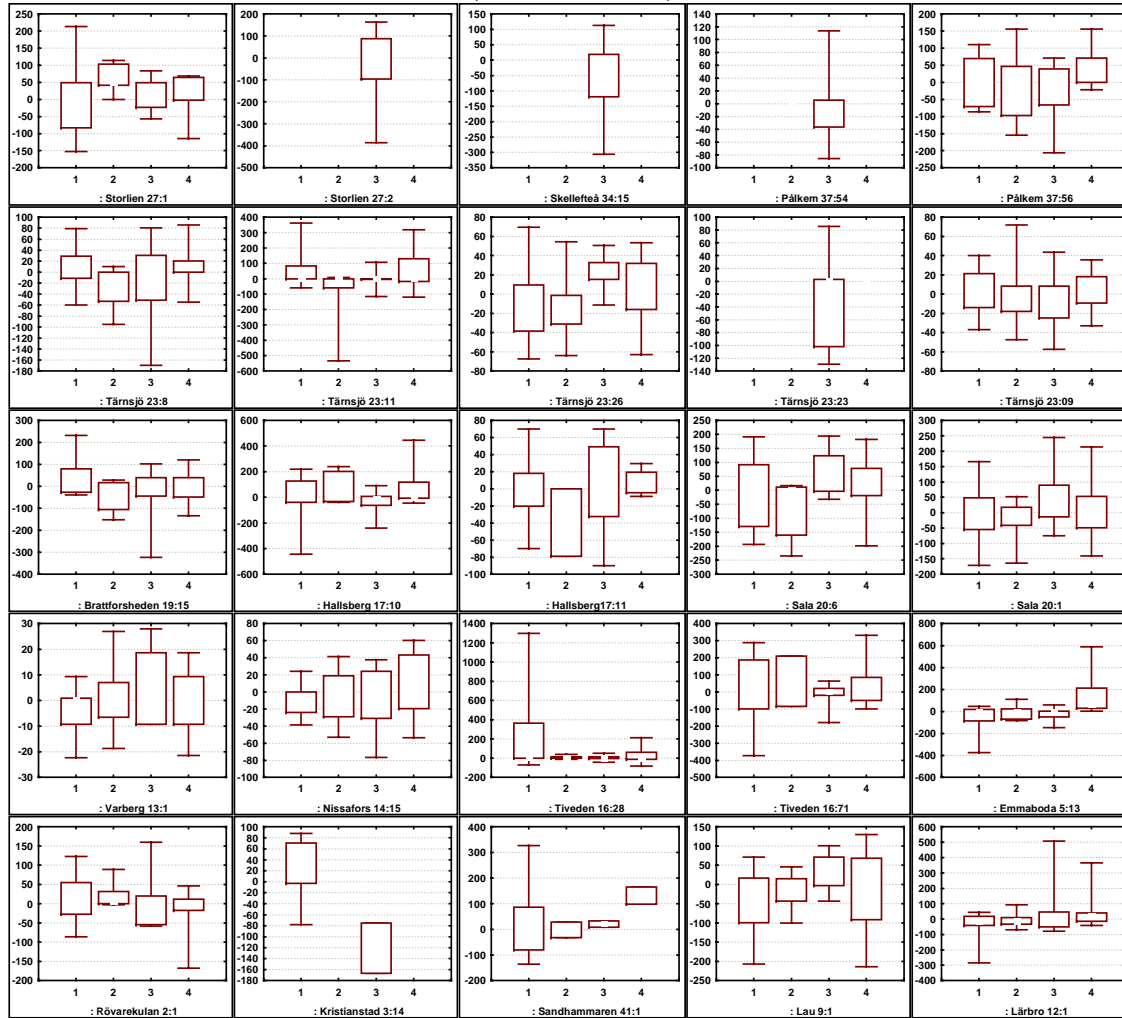
Sulfat, skillnad från föregående kvartal
(%av medelvärde)



Klorid, skillnad från föregående kvartal
(% av medelvärde)

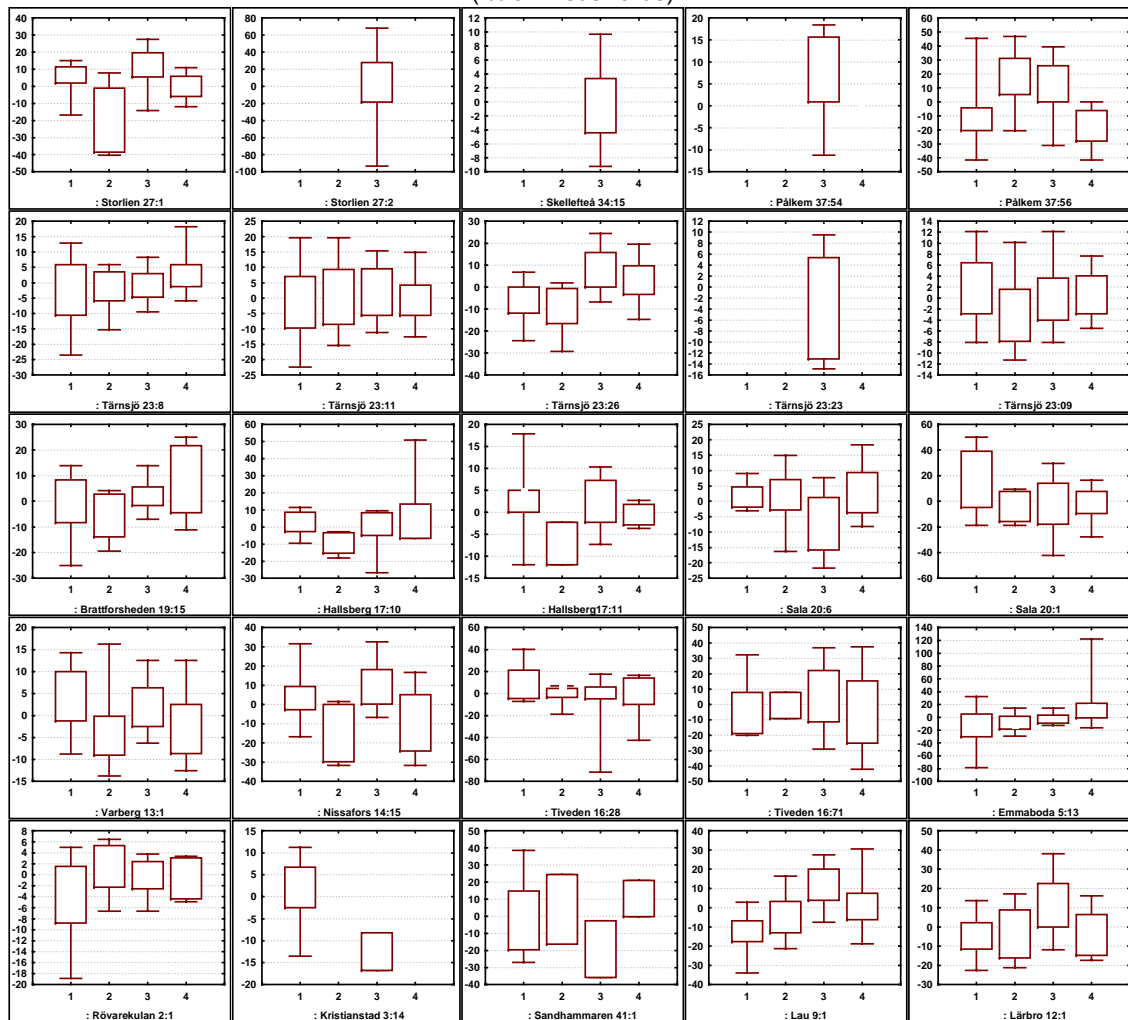


Nitrat, skillnad från föregående kvartal
(% av medelvärde)

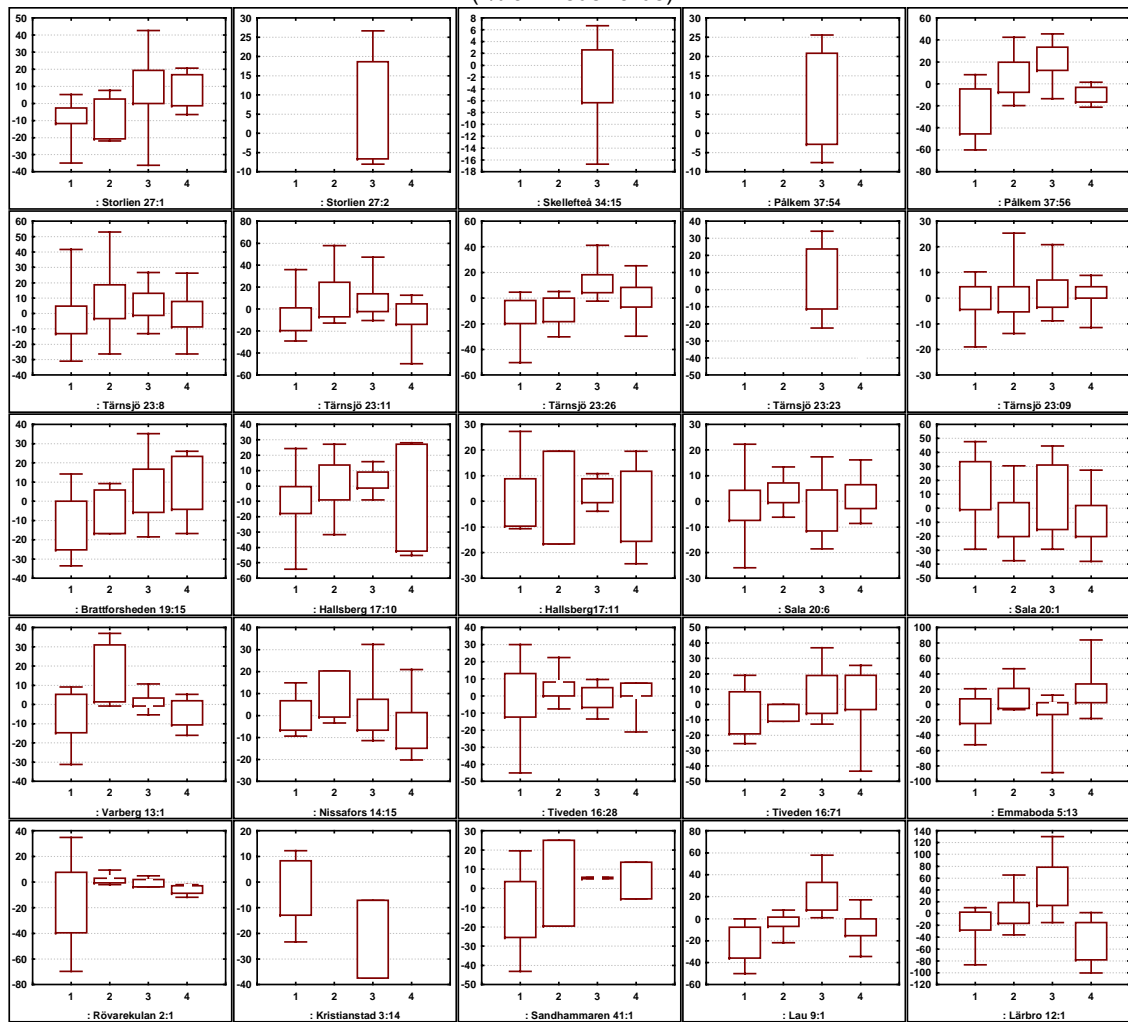


Median
25%-75%
10%-90%

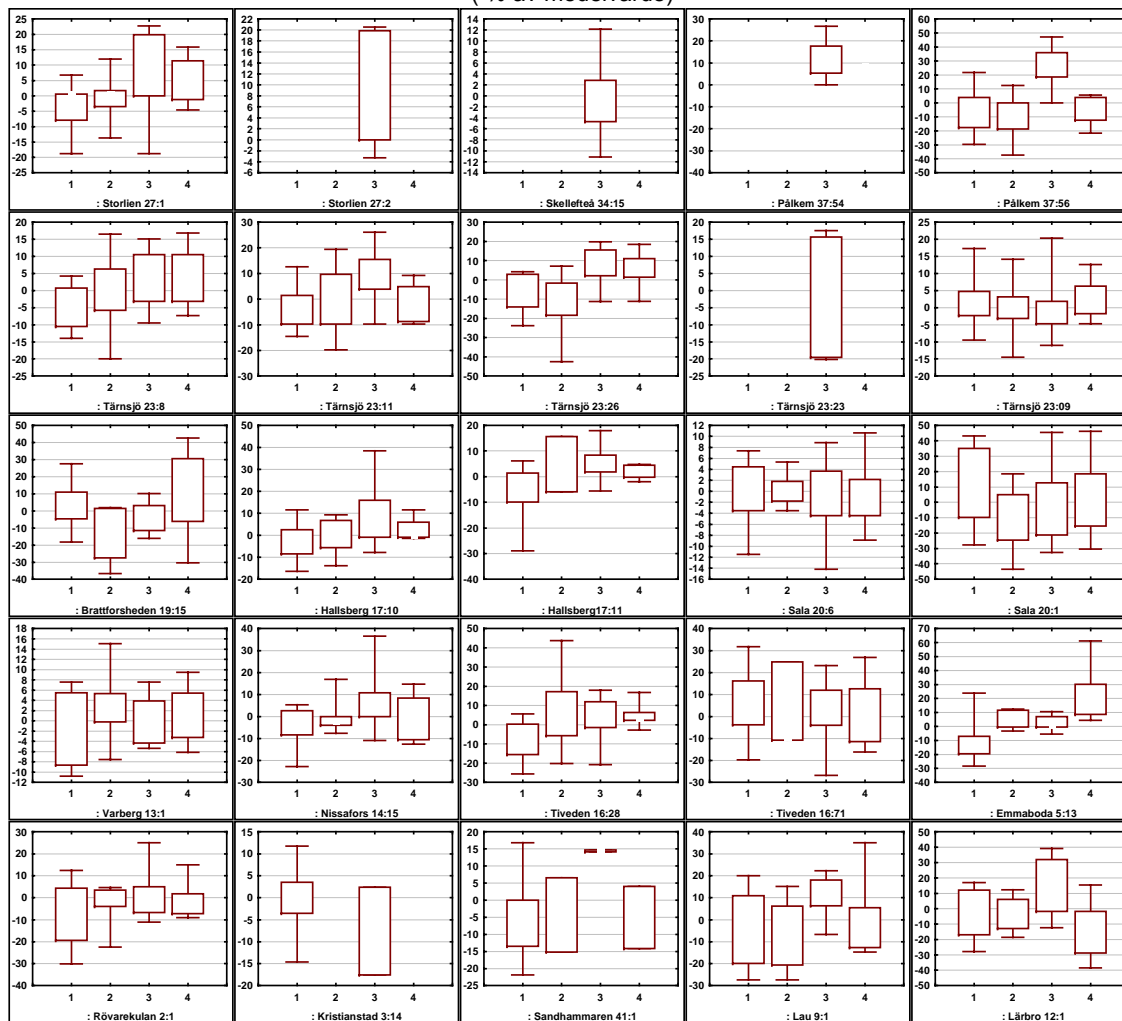
Kalcium, skillnad från föregående kvartal
(% av medelvärde)



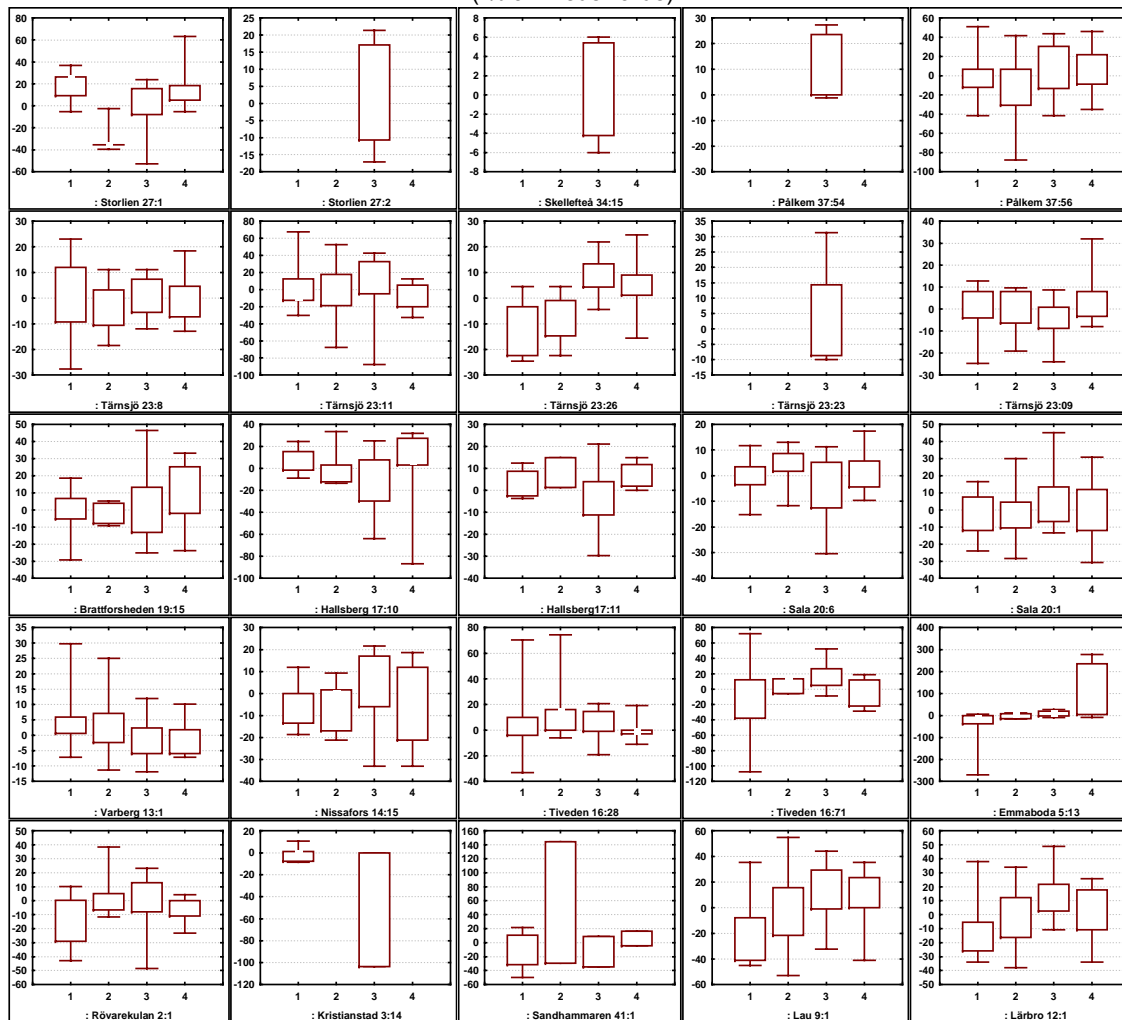
Magnesium, skillnad från föregående kvartal
(% av medelvärde)



Natrium, skillnad från föregående kvartal
(% av medelvärde)

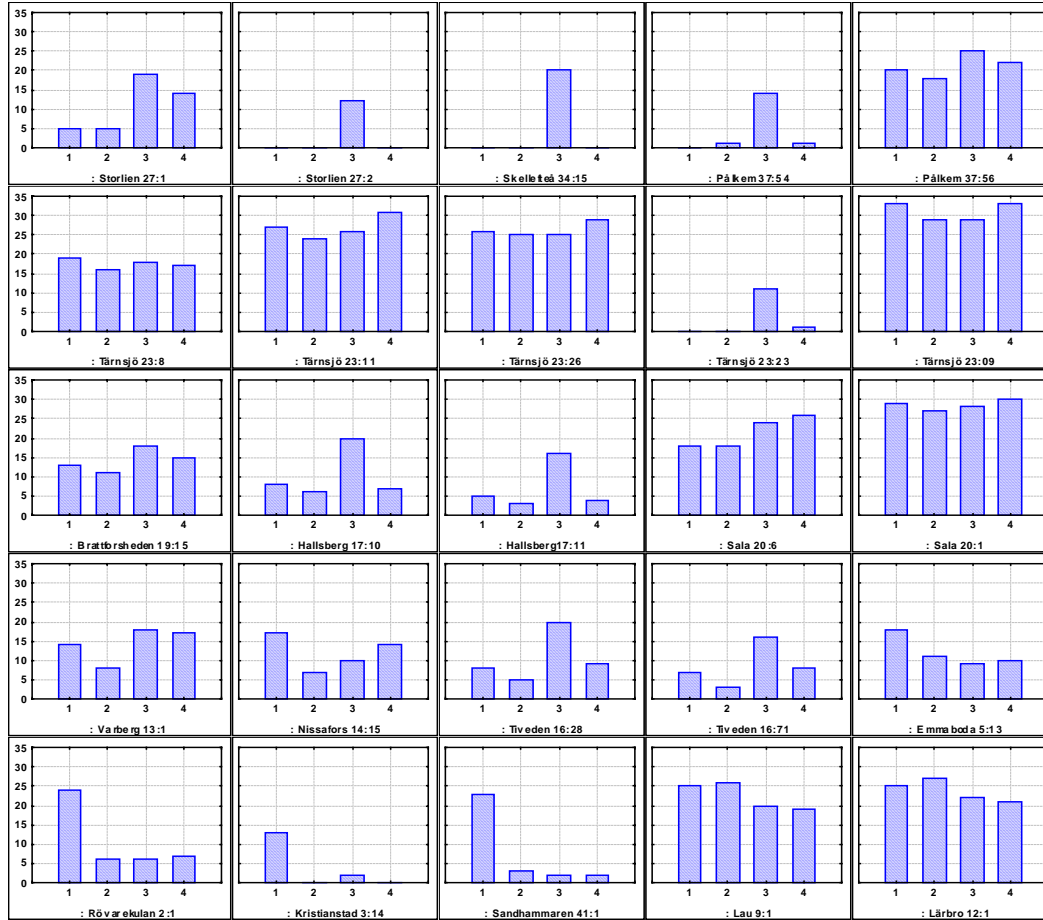


Kalium, skillnad från föregående kvartal
(% av medelvärde)



Median
25%-75%
10%-90%

Skillnad från föregående kvartal
ANTAL PARVISA OBSERVATIONER



KVARTAL