

Sjöar och vattendrag i Västernorrland

Utvärdering av vattenkemidata från miljöövervakningen
1983-2011



Omslagsbild: Kärmsjöbäcken
Fotograf: Stefan Tågestad

Text: Institutionen för vatten och miljö, SLU.
Jens Fölster, Ingrid Nygren, Joel Segersten
Interngranskad av Stefan Löfgren

Länsstyrelsen Västernorrlands publikationsserie
Rapport nr 2012:15
ISSN 1403-624X

Denna rapport går att få i alternativt format.

2012-09-12

Dnr 502-180-11

Förord

Miljöövervakning är långsiktigt återkommande systematiska undersökningar som ger information om förändringar i miljötillståndet. Miljöövervakning är en integrerad del och en förutsättning för det svenska miljöarbetet. Den regionala miljöövervakningen i Västernorrland finns dokumenterat i ett länsprogram och omfattar totalt nio olika programområden (Olofsson 2009). Ett av dessa nio programområden är *Programområde Sötvatten* som innehåller ett flertal delprogram som följer upp länets miljötillstånd i såväl rinnande vatten som sjöar.

Aktuellt delprogram för denna utvärdering är *Referenssjöar och referensvattendrag, vattenkemi, Y10*, som syftar till att följa upp ett antal representativa sötvattensmiljöers vattenkemiska förändringar över tid. Den vattenkemiska övervakningen är ett viktigt komplement till övrig miljöövervakning i sötvattensmiljön och kontinuerliga utvärderingar av datat är centralt. Denna utvärdering omfattar vattenkemiska provtagningar över tre decennier.

Utvärderingen är finansierad av den regionala miljöövervakningen och är utförd av Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö, Uppsala.

Frans Olofsson
Enheten för miljöanalys och viltförvaltning

Innehållsförteckning

1.	SAMMANFATTNING	7
2.	INLEDNING	8
3.	STATIONSUNDERLAGET	8
4.	METODER	11
5.	STATIONSVISA BESKRIVNINGAR	12
6.	FÖRSURNING	58
6.1	Försurningsbedömning	58
6.2	Sjöar	60
6.3	Vattendrag	61
6.4	Episodförsurning	62
6.5	Förändringar i tiden	62
7.	ÖVERGÖDNING	65
7.1	Trender i Tot-P	66
8.	SIKTDJUP OCH KLOROFYLL I SJÖAR	67
9.	METALLER	68
10.1	Sjöar	69
10.2	Vattendrag	70
10.	REFERENSER	71

1. Sammanfattning

Resultat från tre decenniers miljöövervakning av vattenkemi i 10 sjöar och 13 vattendrag i Västernorrland har utvärderats. Utvärderingen omfattar beskrivningen av tillståndet utifrån de senaste tre åren och en trendanalys på tidsserierna. Vattenförekomsterna har också klassats med avseende på ekologisk status enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Resultaten visar generellt på hög eller god ekologisk status utifrån vattenkemin för samtliga sjöar och vattendrag som ingick i studien med undantag för Västersel som hade en halt av Totalfosfor som var mer än det dubbla referensvärdet enligt bedömningsgrunder.

Ingen av sjöarna eller vattendragen klassades som försurade enligt bedömningsgrunder, men Viksbäcken klassas som försurningpåverkad genom en expertbedömning mot bakgrund av höga halter oorganiskt aluminium och att vattendraget bedöms varit försurat 1980 enligt bedömningsgrunder. Trenderna i surhetsrelaterade parametrar avspeglar delvis det minskande försurningstrycket, men att förändringarna under perioden är så små att de troligen inte lett till förändringar i artsammansättningen. De största statistiskt signifikanta pH-ökningarna är kring 0,2 enheter på 22 år.

Ingen av sjöarna klassades som övergödda utifrån fosforhalten och bara ett vattendrag, Västersel, klassade som övergött enligt bedömningsgrunder. Medelhalten av tot-P var 45 µg/l jämfört med referensvärdet 12 µg/l.

S. Bergsjön hade ett siktdjup som var strax under hälften av det beräknade referensvärdet och får därför bara måttlig status. De övriga sjöarna uppnår hög eller god status med avseende på siktdjup.

I fyra sjöar med metallanalyser var halterna långt under gränsvärdena för Cd, Pb, Ni och Cr. För Cu och Zn däremot låg halterna nära eller på gränsvärden satta av Naturvårdsverket och för Zn i Valasjön till och med över. I vattendragen var halterna långt under gränsvärdena med undantag för Västersel där medelvärdet för Zn låg nära gränsvärdet. Man kan inte utesluta att de höga halterna är naturliga och t. ex. beror på lokal variation i berggrunden.

2. Inledning

Den nationella och regionala miljöövervakningen i sötvatten har som syfte att beskriva tillstånd och storskaliga förändringar i representativa sjöar och vattendrag som inte är påverkade av punktutsläpp och intensiv markanvändning. Långa tidsserier har särskilt stort värde för att följa upp effekter av klimatförändringar och långväga transporterade föroreningar. De utgör också viktiga referenser till andra mer påverkade stationer för att skilja lokal mänsklig påverkan från den naturliga variationen och mer storskaliga förändringar.

Miljöövervakningen av sjöar och vattendrag i Västernorrland har omfattat provtagning och vattenkemisk analys i ett antal sjöar sedan början av 1980-talet och i ett antal vattendrag sedan 1997. Analyserna har genomförts av Institutionen för vatten och miljö (f.d. Miljöanalys) på SLU. Länsstyrelsen i Västernorrland har gett författarna i uppdrag att göra en utvärdering av dessa data. Samtliga analysdata finns tillgängliga för nedladdning via internet <http://www.slu.se/vatten-miljo>. Denna rapport innehåller därför ingen fullständig sammanställning av alla analysresultat utan istället ett urval av de parametrar och tidsperioder som bedömts som mest intressanta för olika frågeställningar.

Utvärderingen omfattar sammanställningar av medelhalter och trender samt klassning av ekologisk status enligt Naturvårdverket bedömningsgrunder (Naturvårdverket, 2007). Fokus på rapporten är dagens tillstånd och de trender som lett fram till detta. Eftersom denna utvärdering bara omfattar fysikalisk/kemiska kvalitetsfaktorer har inte en fullständig klassning av ekologisk status gjorts eftersom en sådan förutsätter biologiska data. Istället presenteras de enskilda statusklassningarna var för sig. Uppdraget omfattar enbart analys av mätdata och någon påverkansanalys har inte gjorts. Rapporten ska därför ses som ett underlag för en mer omfattande analys av miljötillståndet baserat även på påverkansanalys och kännedom om lokala förhållanden.

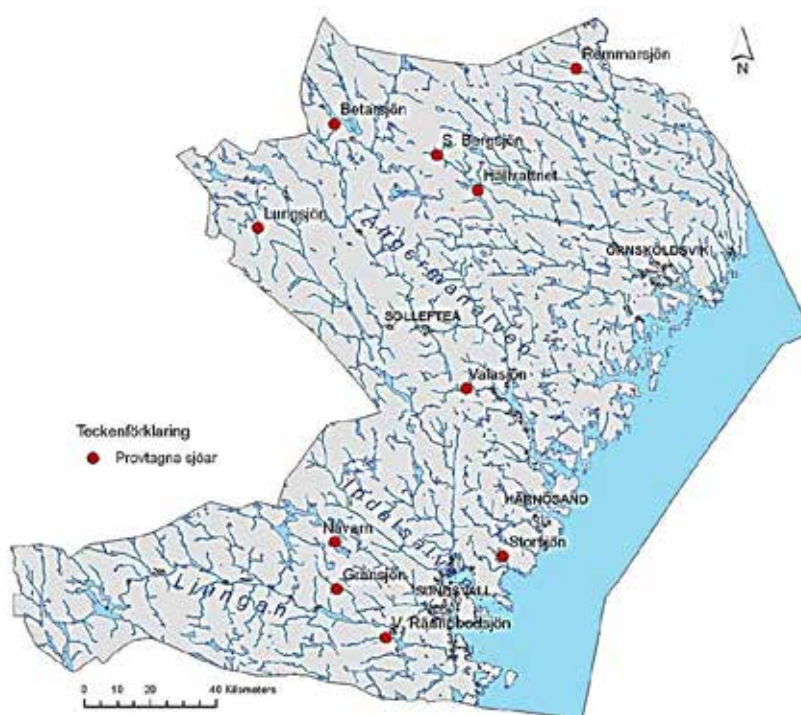
3. Stationsunderlaget

Utvärderingen omfattar fysikalisk kemiska parametrar från 10 sjöar och 13 vattendrag inom den nationella och regionala miljöövervakningen i Västernorrlands län (figurerna 1 och 2 samt tabellerna 1 och 2). Både sjöarna och vattendragen är utvalda för att vara relativt opåverkade av punktkällor och intensiv markanvändning och representerar därmed länets minst påverkade vatten. De flesta stationerna påverkas bara av skogsbruk och luftdeposition.

Provtagningsfrekvenser i sjöarna har varierat något genom åren men generellt har alla sjöar utom Remmarsjön provtagits 4 gånger per år (vinter, vår, sensommar och höst) medan Remmarsjön provtagits 7 till 8 gånger per år med månadsvisa prover mellan februari och oktober.

I Remmarsjön har prover tagits vid ytan och botten samt på 5m djup. I övriga sjöar har endast ytprov tagits. Ytprovet togs i regel vid 0,5 meters djup, men i en del sjöar togs provet vid 2 meters djup i början av perioden. Bytet av provtagningsdjup bedöms inte ha påverkat resultaten.

Vattendragen har under större delen av perioden provtagits antingen 6 eller 12 gånger per år. Vattendrag markerade med * har förtätd provtagning under vårflod.



Figur 1. Sjöar inom nationell och regional miljöövervakning i Västernorrlands län.

Tabell 1. Stationslista för sjöar inom nationell och regional miljöövervakning i Västernorrlands län.

Namn	SMHI-id	Tidsperiod
Betarsjön	707027-154763	1983-2011
Gransjön	692866-154650	1984-2011
Hällvattnet ^N	704955-159090	1983-2011
Lungsjön	703887-152394	1997-2003 samt 2011
Navarn	694291-154626	1983-2011
Remmarsjön ^N	708619-162132	1983-2011
S. Bergsjön	706041-157858	1984-2011
Storsjön	693797-159720	1983-2011
V. Rännöbodsjön ^N	691365-156127	1985-2011
Valasjön ^N	698918-158665	1983-2011

^N Avser station inom den nationella miljöövervakningen



Figur 2. Vattendrag inom nationell och regional miljöövervakning i Västernorrlands län.

Tabell 2. Stationslista för vattendrag inom nationell och regional miljöövervakning i Västernorrlands län.

Namn	Prover per år	Koordinater		Tidsperiod
Hornsjöbäcken	12	697145	157980	1997-2011
Juån	6	691577	148870	2009-2011
Kläppsjöbäcken	6	706580	156068	1997-2011
Kniptjärnsbäcken	6	694150	147630	1997-2011
Kvarnån ^{*N}	12*	703626	153615	1997-2011
Kärmsjöbäcken ^N	8	708485	154920	1997-2011
Linån	6	690765	155906	1997-2011
Malmån	6	699100	156210	1997-2011
Navarån	6	694466	154745	1997-2011
Stormyrbäcken ^{*N}	12*	690530	152405	1988-2011
Viksbäcken	6	699970	163455	1997-2011
Viskansbäcken ^{*N}	12*	692688	153260	1997-2011
Västersel ^N	12	703847	162474	1985-2011

* anger förtätat provtagning under vårfloden

^N Avser station inom den nationella miljöövervakningen

4. Metoder

De vattenkemiska variablerna omfattar ett stort antal variabler som ingår i den nationella miljöövervakningen. Syrgasanalyser har endast gjorts i Remmarsjön. Samtliga analyser är utförda på det ackrediterade vattenkemiska laboratoriet på Institutionen för vatten och miljö, SLU. Analyserna följer internationella standardmetoder och finns beskrivna på institutionens hemsida. Alla rådata finns tillgängliga på hemsidan. Under 2012 kommer dessa data att flyttas över till SLU:s dataplattform inom ramen för datavårdskapet för sjöar och vattendrag.

Förutom de analyserade variablerna redovisas även de beräknade variablerna ANC (Acid Neutralizing Capacity) och Ali (oorganiskt aluminium) enligt formlerna:

$$\text{ANC} = (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}) - (\text{SO}_4 + \text{Cl} + \text{NO}_3) \quad \text{ekv 1}$$

där alla enheter är i mekv/l.

$$\text{Ali} = \text{Exp}(4.04 - 0.88 \text{ pH} + 0.0042 \text{ F} + 0.100 \cdot \text{Al}/\text{TOC} - 0.0045 \cdot (\text{Al}/\text{TOC} - 9.8)^2) \quad \text{ekv 2}$$

med Al och Ali i $\mu\text{mol/l}$ samt F och TOC i mg/l (Köhler, 2011).

Ali räknas sedan om till $\mu\text{g/l}$ genom att multiplicera med molvikten 27 g/mol.

Genomsnittliga halter redovisas då inte annat anges som medianhalter för perioden 2009-2011 för att ge en beskrivning av dagens tillstånd. Medianvärden användes för att de visar det vanligaste värdet och inte påverkas av enstaka extrema värden. Som spridningsmått redovisas max och min-värden. Valet av min och maxvärde som spridningsmått är problematiskt på flera sätt. Dels finns det en risk att värdena utgörs av enstaka felaktiga värden. Det kan också ge en felaktig bild av att det avspeglar den extremaste situationen i vattnet, samtidigt som det inte är troligt att provtagningen lyckat fånga den allra värsta situationen. Med den reservationen har vi ändå valt min och max-värden då vi tror att det har störst intresse för läsaren.

För surhetsparametrarna beräknades trender för 22-årsperioden 1990 – 2011 i sjöarna. Tidsperioden valdes för att avspeglar förändringen efter 1990 då depositionen minskade drastiskt. Tiden före 1990 utslöts ur trendanalysen eftersom många tidsserier annars hade blivit icke-monotona d.v.s. innehållet perioder av både ökande och minskande trender vilket gör ett trendtest ogiltigt. För vattendragen påbörjades tidsserierna i de flesta fall 1997 och trendanalysen gjordes därför för 15-årsperioden 1997 – 2011 för alla vattendragen för att få ett enhetligt resultat med samma tidsperiod för alla vattendrag. För tot-P gjordes analysen för perioden 1997-2011 för både sjöar och vattendrag för att slippa påverkan av de analysfel som förekom under början av 1990-talet fram till juli 1996 (Sonesten och Engblom, 2001). För trendanalysen rensades data från den förtätade provtagningen under vårfloden som genomförs i vissa vattendrag för att kunna genomföra den statistiska analysen. Trendanalysen gjordes med så kallade icke-parametriska tester för att kunna användas på data där trenderna inte nödvändigtvis är linjära och där residualerna inte är normalfördelade. Storleken på trenderna beräknades med säsongvis Theils slope (Helsel och Hirsch, 1992) och för den statistiska signifikansen på trenderna användes metoden Seasonal-Kendall (Hirsch och Slack, 1984) som tar hänsyn till det säsongsvisa mönstret i data. Beräkningarna gjordes med ett Excel-macro.

Bedömning av ekologisk status har utförts enligt Naturvårdverket bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 2007). För att kunna göra en fullständig bedömning krävs både biologiska och kemiska data. Då den biologiska delen saknas i detta material har endast en bedömning utifrån kemisk-fysikaliska kvalitetsfaktorer gjorts. Bedömning har gjorts baserat på data från år 2009-2011. För Lungsjön saknas dock data från 2009 och 2010 så där baseras bedömningen

endast på 2011 års resultat. Det saknas också siktdjupsdata för Lungsjön 2011 varför endast försurnings- och närsaltsstatus har kunnat beräknas.

5. Stationsvisa beskrivningar

I följande avsnitt redovisas sammanfattningar av resultaten från varje enskild station. Stationerna redovisas i bokstavsordning med sjöarna först och sedan vattendragen. Kartbilder från sjöarna är från VISS vattenarkivet (<http://www.viss.lst.se/>) och bilderna över vattendragens avrinningsområden är framtagna med GIS och digitala kartdatabaser. Beskrivningarna omfattar klassningar av ekologisk status baserat på de vattenkemiska mätningarna enligt bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 2007). Vidare redovisas medianhalter för de fysikalisk-kemiska parametrarna för perioden 2009-2011 för att beskriva det nuvarande tillståndet. Metaller har bara analyserats i ett urval av stationerna så de redovisas endast i metallavsnittet. Slutligen presenteras statistiskt signifikanta trender för ett urval av de vattenkemiska parametrarna samt tidsseriediagram för parametrar med signifikanta trender.



Betarsjön

Kommun: Sollefteå
SMHI-id: 707027-154763

Medeldjup: 9,8 m
Maxdjup: 43,2m
Sjöyta: 34,1 km²

Ekologisk status:
Totalfosfor **Hög**
Siktdjup **Hög**
Försurning **Hög**

Betarsjöns ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,04 enheter.

I tabell 3 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,63, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,43 och uppmättes både 16 maj 2001 och 12 februari 2007.

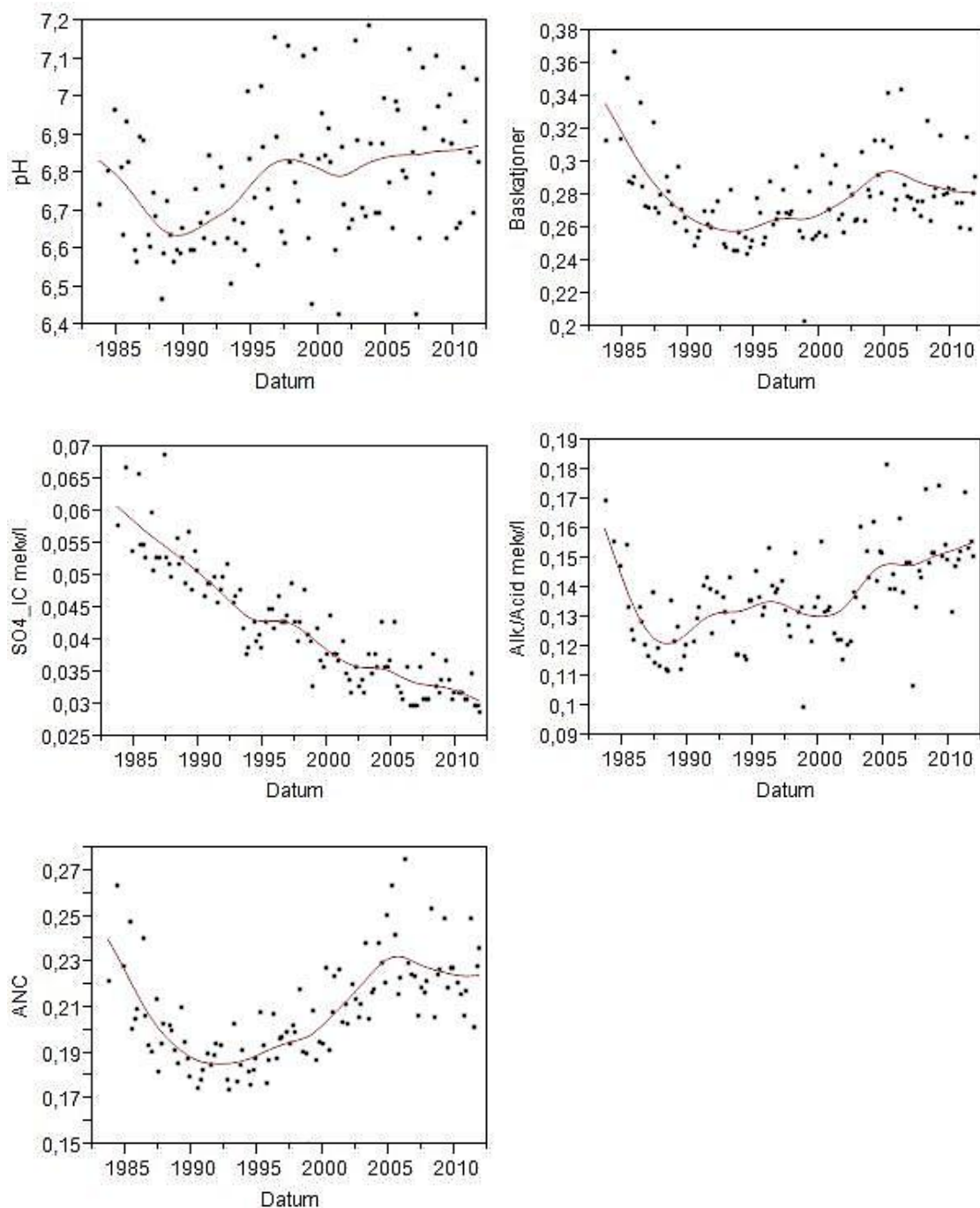
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1990 – 2011. För baskatjoner (BC), ANC, alkalinitet och pH kan man se svagt ökande trender (tabell 4 och figur 3).

Tabell 3. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	3,60	2,7-4,6	pH	6,87	6,63-7,08
Kfyll mg/m ³	1,9	0,3-4,3	Alkalinitet mekv/l	0,152	0,132-0,175
Abs. F 420nm/5cm	0,088	0,063-0,15	SO ₄ mekv/l	0,032	0,029-0,037
TOC mg/l	8,1	7,4-10,8	Cl mekv/l	0,024	0,023-0,027
Turb FNU	0,55	0,52-0,56	F mg/l	0,180	0,160-0,210
Kond mS/m	2,73	2,64-3,13	Ca mekv/l	0,143	0,131-0,161
NH ₄ -N µg/l	10	3-14	Mg mekv/l	0,071	0,061-0,082
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	38	1-60	Na mekv/l	0,055	0,051-0,064
Tot-N µg/l	256	231-329	K mekv/l	0,011	0,008-0,014
PO ₄ -P µg/l	2	1-4	Fe µg/l	140	90-620
Tot-P µg/l	5	4-7	Mn µg/l	7,1	1,7-33
Si mg/l	2,6	1,3-3,5	Al µg/l	52	38-120

Tabell 4. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO ₄	mekv/l	-0,019***
BC	mekv/l	0,036***
ANC	mekv/l	0,056***
Alka	mekv/l	0,029***
pH		0,16**



Figur 3. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Gransjön

Kommun: Sundsvall
 SMHI-id: 692866-154650
 Medeldjup: 7 m
 Maxdjup: 20 m
 Sjöyta: 0,4 km²

Ekologisk status:
 Totalfosfor **Hög**
 Siktdjup **Hög**
 Försurning **Hög**

Gransjöns status är hög. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,06 enheter.

I tabell 5 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,52, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,27 och uppmättes 23 oktober 2001.

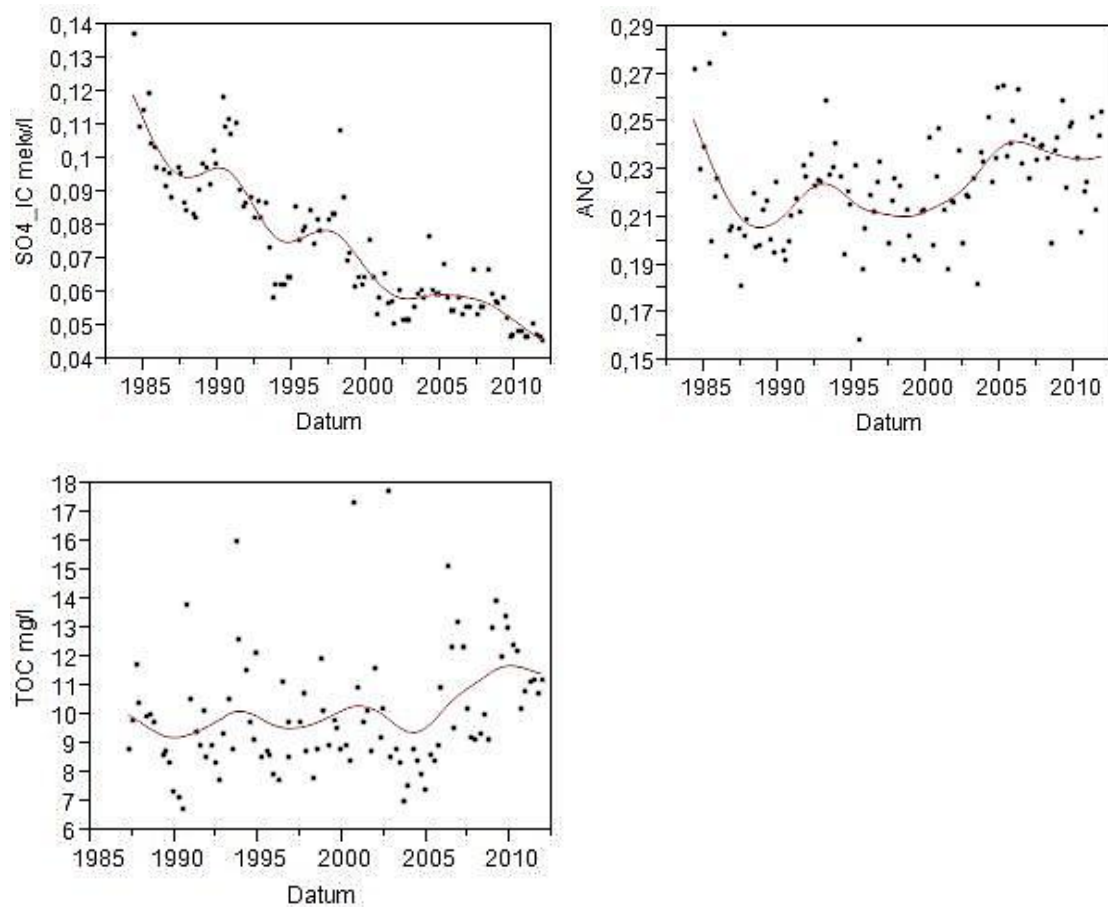
Trendanalys visar statistiskt signifikanta trender, minskande för SO₄ och ökande för ANC och TOC 1990 – 2011 (tabell 6 och figur 4). TOC-ökningen beror främst på höga halter under de sista fem åren.

Tabell 5. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	3,1	2,4-3,4	pH	6,62	6,52-7,06
Kfyll mg/m ³	1,8	0,2-4,3	Alkalinitet mekv/l	0,136	0,117-0,155
Abs. F 420nm/5cm	0,147	0,107-0,178	SO ₄ mekv/l	0,048	0,046-0,059
TOC mg/l	11,7	10,3-14	Cl mekv/l	0,039	0,033-0,043
Turb FNU	0,82	0,81-0,84	F mg/l	0,070	0,060-0,080
Kond mS/m	3,16	2,92-3,39	Ca mekv/l	0,167	0,143-0,179
NH ₄ -N µg/l	7	4-19	Mg mekv/l	0,087	0,080-0,099
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	61	1-112	Na mekv/l	0,065	0,060-0,076
Tot-N µg/l	390	312-450	K mekv/l	0,009	0,007-0,011
PO ₄ -P µg/l	3	2-5	Fe µg/l	195	95-310
Tot-P µg/l	8	5-10	Mn µg/l	13,9	3,6-50
Si mg/l	3,6	2,0-4,0	Al µg/l	169,5	110-270

Tabell 6. Trender i försurningsparametrar. Förändring under de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO ₄	mekv/l	-0,044***
ANC	mekv/l	0,029**
TOC	mg/l	2,2*



Figur 4. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Hällvattnet

Kommun: Örnköldvik
 SMHI-id: 704955- 159090
 Medeldjup: 12,7 m
 Maxdjup: 47 m
 Sjöyta: 6,6 km²

Ekologisk status:
 Totalfosfor **Hög**
 Siktdjup **Hög**
 Försurning **Hög**

Hällvattnets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,1 enheter.

I tabell 7 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,29, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,08 och uppmättes 26 maj 1988.

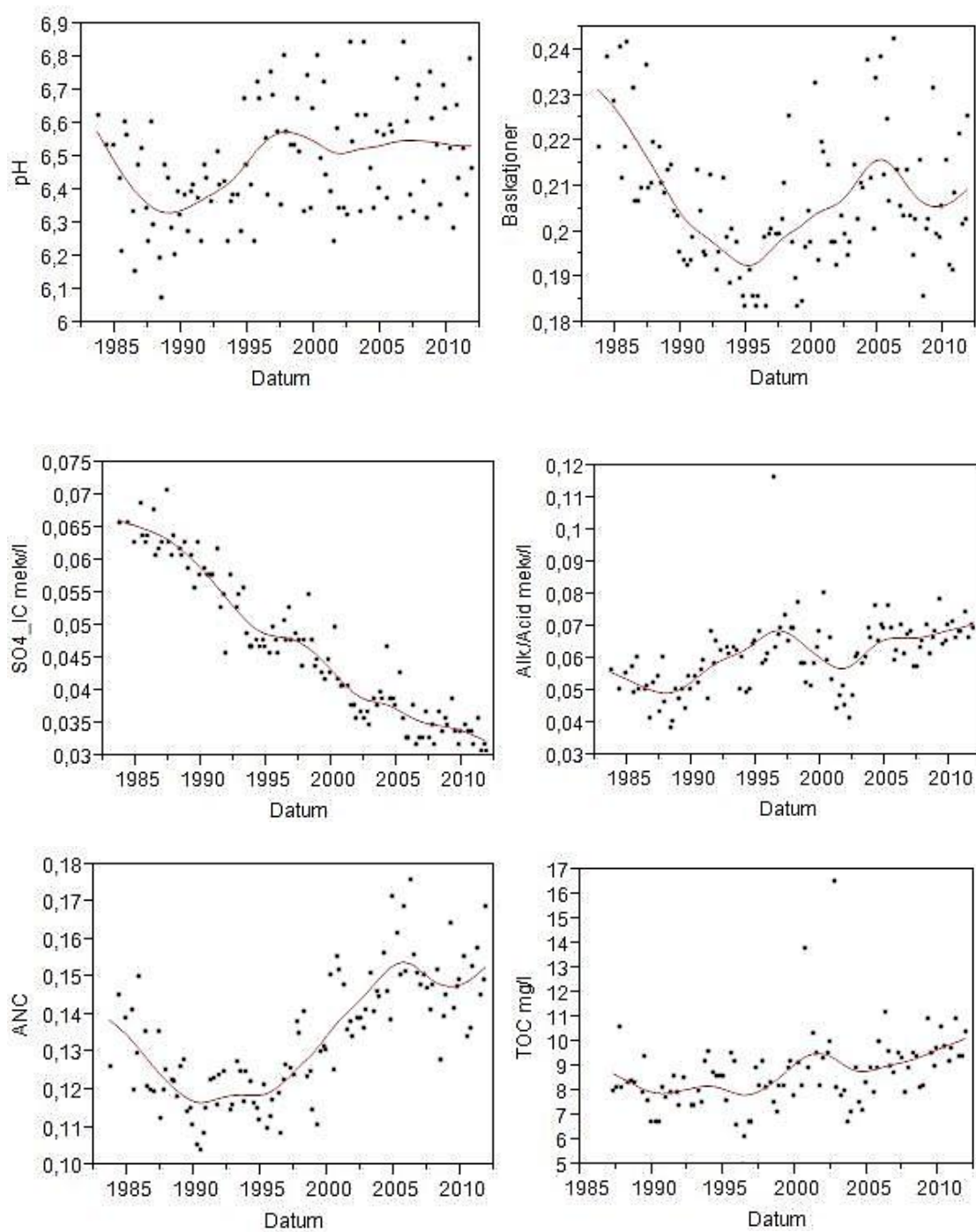
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1990 – 2011. För BC, ANC, TOC, alkalinitet och pH kan man se svagt ökande trender (tabell 8 och figur 5).

Tabell 7. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	2,6	2,1-3,5	pH	6,53	6,29-6,8	Cu µg/l	0,5	0,4-0,6
Kfyll mg/m ³	1,5	0,3-3,3	Alkalinitet mekv/l	0,070	0,065-0,079	Zn µg/l	2,7	1,4-4
Abs. F 420nm/5cm	0,146	0,13-0,181	SO ₄ mekv/l	0,034	0,031-0,039	Cd µg/l	0,015	0,015-0,015
TOC mg/l	9,8	9,1-11	Cl mekv/l	0,020	0,019-0,023	Pb µg/l	0,05	0,03-0,07
Turb FNU	0,40	0,2-0,59	F mg/l	0,070	0,07-0,08	Cr µg/l	0,395	0,28-0,51
Kond mS/m	2,00	1,89-2,32	Ca mekv/l	0,102	0,093-0,115	Ni µg/l	0,505	0,41-0,6
NH ₄ -N µg/l	10	3-19	Mg mekv/l	0,043	0,039-0,048	Co µg/l	0,035	0,03-0,04
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	55	2-74	Na mekv/l	0,052	0,048-0,06	As µg/l	0,225	0,22-0,23
Tot-N µg/l	294	234-362	K mekv/l	0,009	0,008-0,01	V µg/l	0,14	0,12-0,16
PO ₄ -P µg/l	2	2-4	Fe µg/l	130	99-190			
Tot-P µg/l	5	4-8	Mn µg/l	3,8	1,9-13			
Si mg/l	2,7	2,4-3,28	Al µg/l	145	140-170			

Tabell 8. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO ₄	mekv/l	-0,025***
BC	mekv/l	0,016**
ANC	mekv/l	0,042***
TOC	mg/l	2,2**
Alka	mekv/l	0,0091*
pH		0,14*



Figur 5. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Lungsjön

Kommun: Sollefteå
 SMHI-id: 703887- 152394
 Medeldjup: 6,7 m
 Maxdjup: 19,8 m
 sjöyta: 1,3 km²

Ekologisk status:
 Totalfosfor **Hög**
 Försurning **Hög**

Lungsjöns status har endast kunnat bedömas avseende näringsämnen och försurning då det saknas data för siktdjup. Likaså har endast 2011 års värden ingått i underlaget för bedömningen då det inte finns några data för de närmaste åren innan. Avseende fosfor gjordes en jämförelse med perioden 1998-2000 som är sista treårsperioden det finns tidigare data ifrån med 4 prover per år. Ingen större skillnad kunde ses mellan de två mätserierna. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGIC_{bibliotek} är 0,01 enheter.

I tabell 9 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för 2011. Det lägsta pH-värdet 2011 var 6,83, men det lägsta pH-värdet för 1997-2003 var 6,71 och uppmättes 26 maj 1999.

Ingen trendanalys har kunnat utföras då det saknas tillräckliga data för detta.

Tabell 9. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Abs. F 420nm/5cm	0,112	0,077-0,128	Alkalinitet mekv/l	0,318	0,294-0,34
TOC mg/l	9,4	8,2-11,1	SO4 mekv/l	0,031	0,028-0,032
Turb FNU	1,00	0,26-1,1	Cl mekv/l	0,028	0,024-0,028
Kond mS/m	4,39	4,02-4,55	F mg/l	0,125	0,11-0,14
NH4-N µg/l	8	1-17	Ca mekv/l	0,351	0,313-0,353
NO2+NO3-N µg/l	43	1-70	Mg mekv/l	0,060	0,053-0,06
Tot-N µg/l	348	307-356	Na mekv/l	0,054	0,049-0,06
PO4-P µg/l	3	2-4	K mekv/l	0,015	0,014-0,016
Tot-P µg/l	8	5-10	Fe µg/l	220	130-280
Si mg/l	3,0	2,4-3,1	Mn µg/l	27,5	15-170
pH	7,11	6,83-7,29	Al µg/l	47	29-63



Navarn

Kommun: Sundsvall
 SMHI-id: 694291- 154626
 Medeldjup: 10,8 m
 Maxdjup: 51,5 m
 Sjöyta: 10,2 km²

Ekologisk status:
 Totalfosfor **Hög**
 Siktdjup **Hög**
 Försurning **Hög**

Navarns ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,05 enheter.

I tabell 10 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,79, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,50 och uppmättes 17 maj 2001.

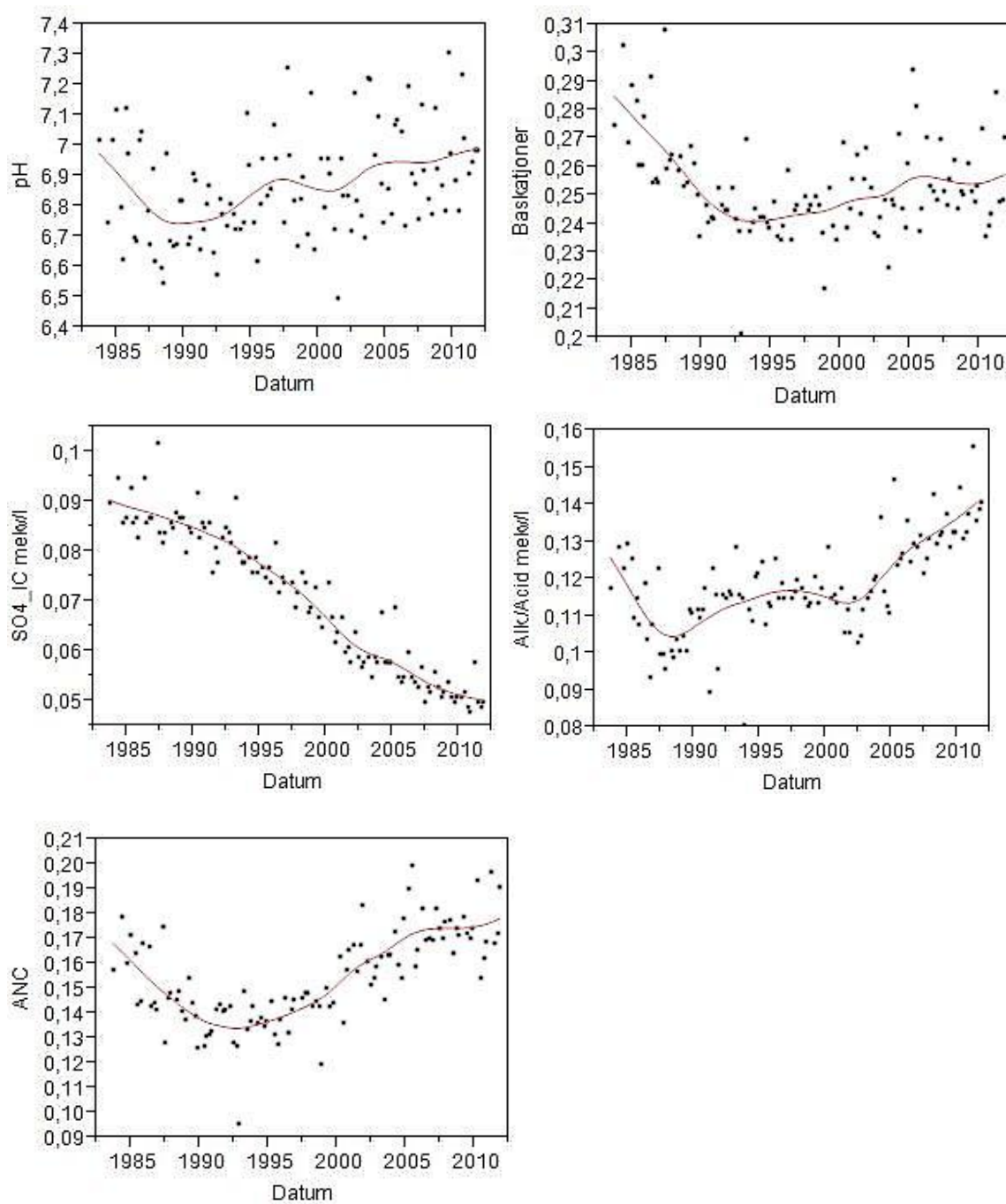
Trendanalys visar men statistiskt signifikant minskande trend för sulfat För BC, ANC alkalinitet och pH kan man se svagt ökande trender (tabell 11 och figur 6).

Tabell 10. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	7,3	5,8-8,1	pH	6,97	6,79-7,31
Kfyll mg/m ³	1,8	0,4-3,3	Alkalinitet mekv/l	0,137	0,129-0,156
Abs. F 420nm/5cm	0,026	0,02-0,032	SO ₄ mekv/l	0,051	0,048-0,058
TOC mg/l	4,6	4,1-4,8	Cl mekv/l	0,028	0,026-0,031
Turb FNU	0,41	0,33-0,53	F mg/l	0,070	0,06-0,08
Kond mS/m	2,58	2,49-2,89	Ca mekv/l	0,133	0,124-0,154
NH ₄ -N µg/l	6	2-19	Mg mekv/l	0,062	0,056-0,068
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	10	1-30	Na mekv/l	0,048	0,045-0,055
Tot-N µg/l	185	156-206	K mekv/l	0,009	0,009-0,01
PO ₄ -P µg/l	1	1-2	Fe µg/l	23	13-48
Tot-P µg/l	3	2-4	Mn µg/l	5,6	0,97-12
Si mg/l	1,0	0,9-2,3	Al µg/l	16	12-25

Tabell 11. Trender i försurningsparametrar och fosfor mätt på de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO ₄	mekv/l	-0,04***
BC	mekv/l	0,013**
ANC	mekv/l	0,052***
Alka	mekv/l	0,026***
pH		0,22***



Figur 6. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Remmarsjön

Kommun: Örnsköldsvik
SMHI-id: 708619-162132

Medeldjup: 5 m
Maxdjup: 14,4 m
Sjöyta: 1,3 km²

Ekologisk status:
Totalfosfor **Hög**
Siktdjup **God**
Försurning **Hög**
Syrgas **God**

Remmarsjöns sammantagna status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god då det är den lägst klassade parametern som är avgörande. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,08 enheter.

Trendanalysen visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1990 – 2011. För ANC kan ökande trender påvisas (tabell 12 och figur 9).

I tabell 13 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,04, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 5,68 och uppmättes 25 maj 1988.

Mängden löst syre i vattnet är av stor betydelse för vattenlevande organismers överlevnad. Syrgastillståndet varierar främst beroende på produktionsförhållandena och mängden organiskt material, inklusive naturlig humus i bruna sjöar. De sämsta syreförhållanden förekommer normalt i slutet av stagnationsperioderna på sensommaren och senvintern, dvs. då vattnet inte varit omblandat på länge. De syrgasmätningar som ligger till grund för statusbedömning bör enligt bedömningsgrunderna göras på djup som är representativa för större vattenvolymer och inte enbart för sjöns djupaste del. Av detta skäl har resultat från 5m-nivån använts vid bedömningen. Status beräknas utifrån minimivärdet under året. Detta har under de senaste tre åren aldrig legat under 7 mg/l vilket innebär god syrestatus.

När det gäller syrgashalten i bottenvattnet så har det aldrig under den tid denna rapport omfattar varit helt syrefritt på botten. Vid några tillfällen har halter mellan 1 och 3 mg/l uppmätts men vid flertalet mätningar har halten legat över 3 mg/l vilket är gränsvärdet för dålig status enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för syrgas i sjöar, (figur 7 och 8).

Tabell 12. Trender i försurningsparametrar. Förändring under de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO4	mekv/l	-0,019***
ANC	mekv/l	0,03**

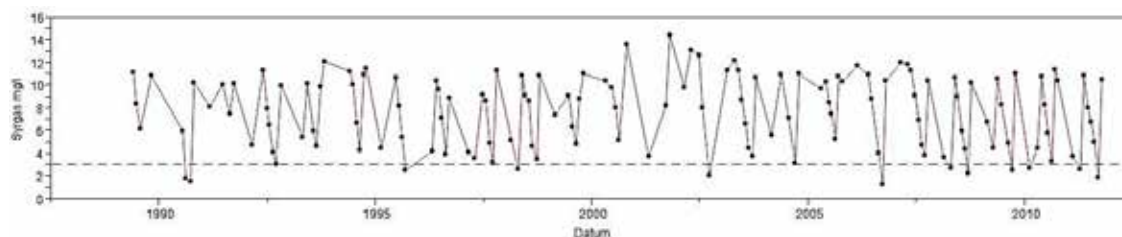
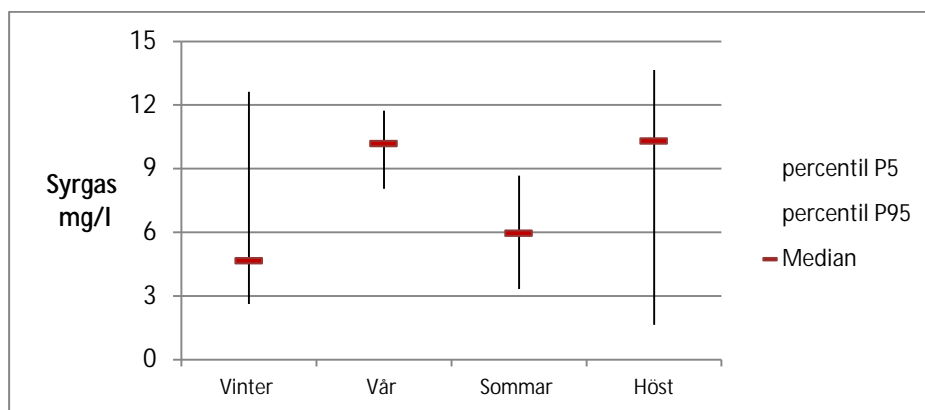


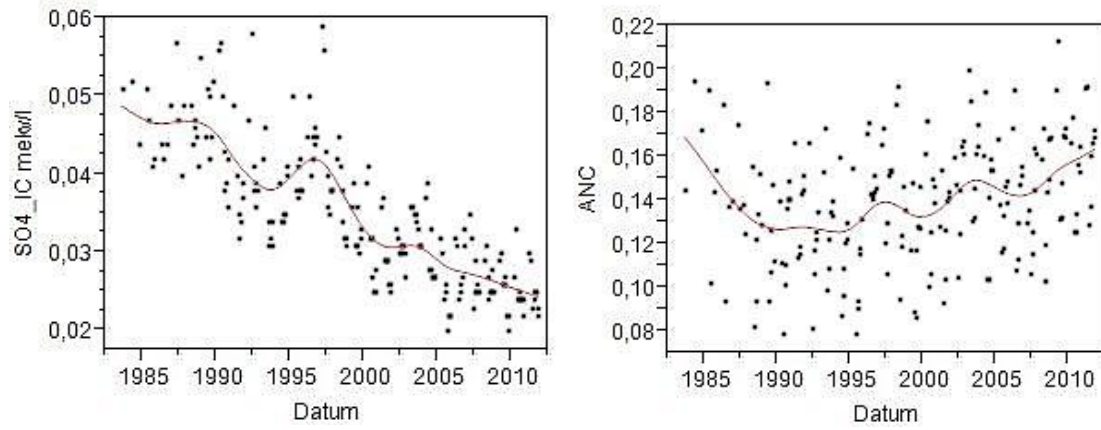
Fig 7 Syrgashalt i bottenvatten; alla resultat 1989-2011. Den streckade linjen representerar gränsvärdet för dålig status enl. Naturvårdsverkets bedömningsgrunder



Figur 8. Syrgashalt i bottenvatten; säsongsvisa medianvärden samt percentilerna P5 och P95 för perioden 1989-2011.

Tabell 13. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	1,9	1,2-2,8	Syrgas mg/l	10,7	8,1-12,6	Al µg/l	190	120-300
Kfyll mg/m ³	1,4	0,1-5	pH	6,23	6,04-6,61	Cu µg/l	1,3	1,3-1,3
Abs. F 420nm/5cm	0,198	0,137-0,297	Alkalinitet mekv/l	0,070	0,04-0,111	Zn µg/l	6,1	6,1-6,1
TOC mg/l	11,3	9,4-18,5	SO ₄ mekv/l	0,024	0,022-0,03	Cd µg/l	0,016	0,016-0,016
Turb FNU	0,95	0,54-1,2	Cl mekv/l	0,020	0,014-0,025	Pb µg/l	0,16	0,16-0,16
Kond mS/m	1,97	1,64-2,39	F mg/l	0,190	0,15-0,22	Cr µg/l	0,24	0,24-0,24
NH ₄ -N µg/l	9	3-13	Ca mekv/l	0,100	0,075-0,115	Ni µg/l	0,72	0,72-0,72
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	15	1-33	Mg mekv/l	0,045	0,033-0,055	Co µg/l	0,12	0,12-0,12
Tot-N µg/l	286	252-364	Na mekv/l	0,058	0,048-0,073	As µg/l	0,62	0,62-0,62
PO ₄ -P µg/l	3	2-5	K mekv/l	0,009	0,007-0,012	V µg/l	0,22	0,22-0,22
Tot-P µg/l	10	7-14	Fe µg/l	555	450-860			
Si mg/l	3,1	2,7-4,6	Mn µg/l	38,5	12-60			



Figur 9 Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Södra Bergsjön

Kommun: Örnsköldsvik
SMHI-id: 706041-157858

Medeldjup: 4,8 m
Maxdjup: 12 m
Sjöyta: 0,3 km²

Ekologisk status:

Totalfosfor **God**
Siktdjup **God**
Försurning **Hög**

Södra Bergsjöns ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,14 enheter.

I tabell 14 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 5,81, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 5,63 och uppmättes 22 maj 1997.

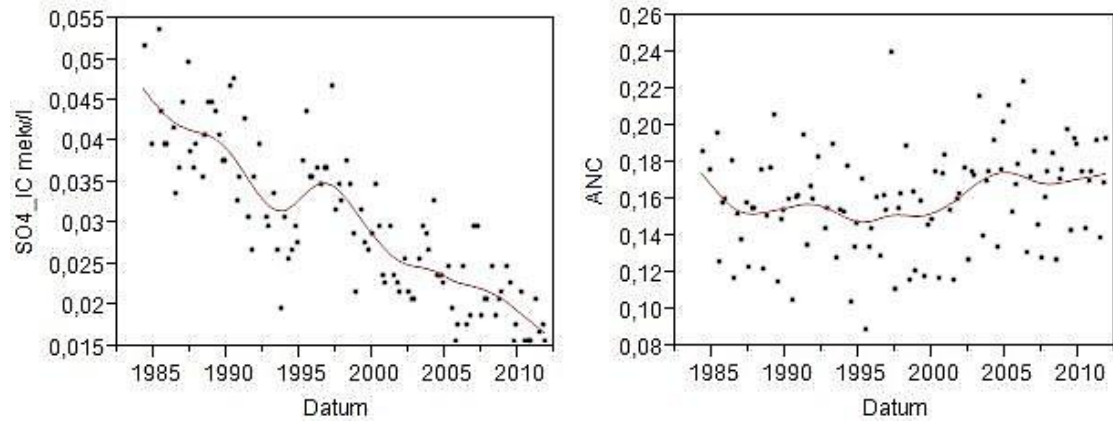
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1990 – 2011. För ANC kan man se en svagt ökande trend (tabell 15 och figur 10).

Tabell 14. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	1,3	1,2-1,9	pH	6,03	5,81-6,42
Kfyll mg/m ³	1	0,3-4,8	Alkalinitet mekv/l	0,051	0,031-0,104
Abs. F 420nm/5cm	0,324	0,236-0,41	SO ₄ mekv/l	0,018	0,016-0,025
TOC mg/l	16,6	13-20	Cl mekv/l	0,020	0,017-0,025
Turb FNU	1,00	0,95-1,1	F mg/l	0,095	0,08-0,11
Kond mS/m	2,02	1,79-2,48	Ca mekv/l	0,106	0,08-0,119
NH ₄ -N µg/l	13	5-21	Mg mekv/l	0,053	0,041-0,058
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	22	1-66	Na mekv/l	0,053	0,045-0,065
Tot-N µg/l	435	319-476	K mekv/l	0,009	0,007-0,011
PO ₄ -P µg/l	3	2-6	Fe µg/l	1300	980-1864
Tot-P µg/l	14	11-16	Mn µg/l	110,0	60-270
Si mg/l	3,3	2,4-4,3	Al µg/l	240	156-300

Tabell 15. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO ₄	mekv/l	-0,02***
ANC	mekv/l	0,03**



Figur 10. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Storsjön

Kommun: Härnösand
SMHI-id: 693797-159720

Medeldjup: 5,9 m
sjöyta: 3,1 km²

Ekologisk status:
Totalfosfor **God**
Siktdjup **God**
Försurning **Hög**

Storsjöns ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,06 enheter.

I tabell 16 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,11, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 5,82 och uppmättes 21 februari 2001.

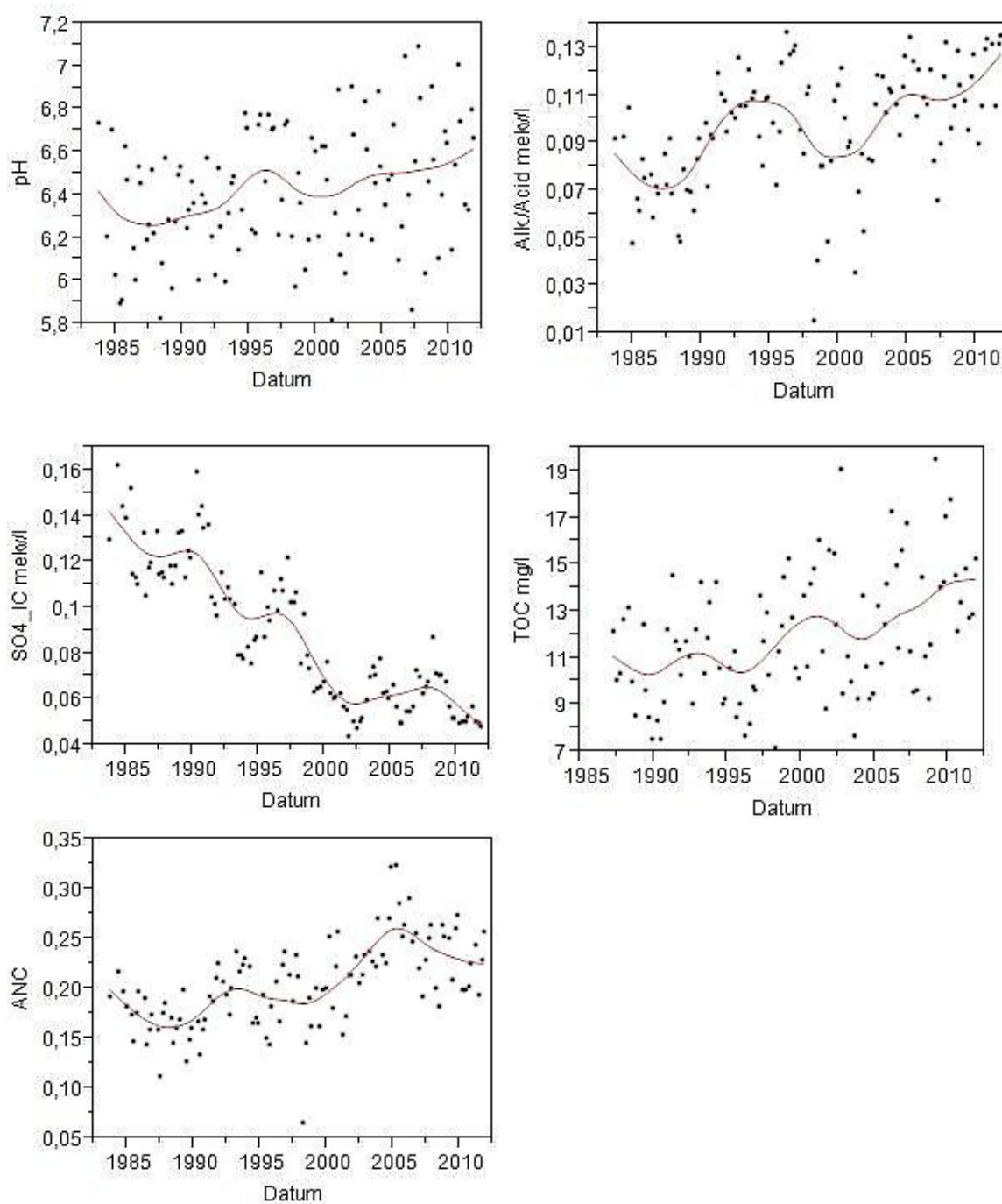
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1990 – 2011. För ANC, TOC, alkalinitet och pH kan man se ökande trender (tabell 17 och figur 11).

Tabell 16. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	1,7	1,2-2,1	pH	6,60	6,11-7,01
Kfyll mg/m ³	3,2	0,1-32	Alkalinitet mekv/l	0,123	0,09-0,136
Abs. F 420nm/5cm	0,228	0,171-0,313	SO ₄ mekv/l	0,052	0,049-0,068
TOC mg/l	14,5	12,2-19,6	Cl mekv/l	0,237	0,205-0,296
Turb FNU	1,70	1,5-2,5	F mg/l	0,070	0,06-0,08
Kond mS/m	5,68	4,93-6,44	Ca mekv/l	0,178	0,163-0,208
NH ₄ -N µg/l	15	4-45	Mg mekv/l	0,080	0,069-0,087
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	58	1-107	Na mekv/l	0,249	0,2-0,311
Tot-N µg/l	447	393-648	K mekv/l	0,016	0,013-0,017
PO ₄ -P µg/l	4	2-5	Fe µg/l	505	265-734
Tot-P µg/l	14	11-20	Mn µg/l	64,0	25-130
Si mg/l	2,7	0,9-3,5	Al µg/l	225	140-356

Tabell 17. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO ₄	mekv/l	-0,065***
ANC	mekv/l	0,065**
TOC	mg/l	3,59**
Alka	mekv/l	0,022*
pH		0,22*



Figur 11. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Valasjön

Kommun: Kramfors
SMHI-id: 698918-1586650

Medeldjup: 5 m
Sjöyta: 2,0 km²

Ekologisk status:
Totalfosfor **Hög**
Siktdjup **God**
Försurning **Hög**

Valasjöns ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,08 enheter.

I tabell 18 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,36, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,02 och uppmättes 21 maj 1985.

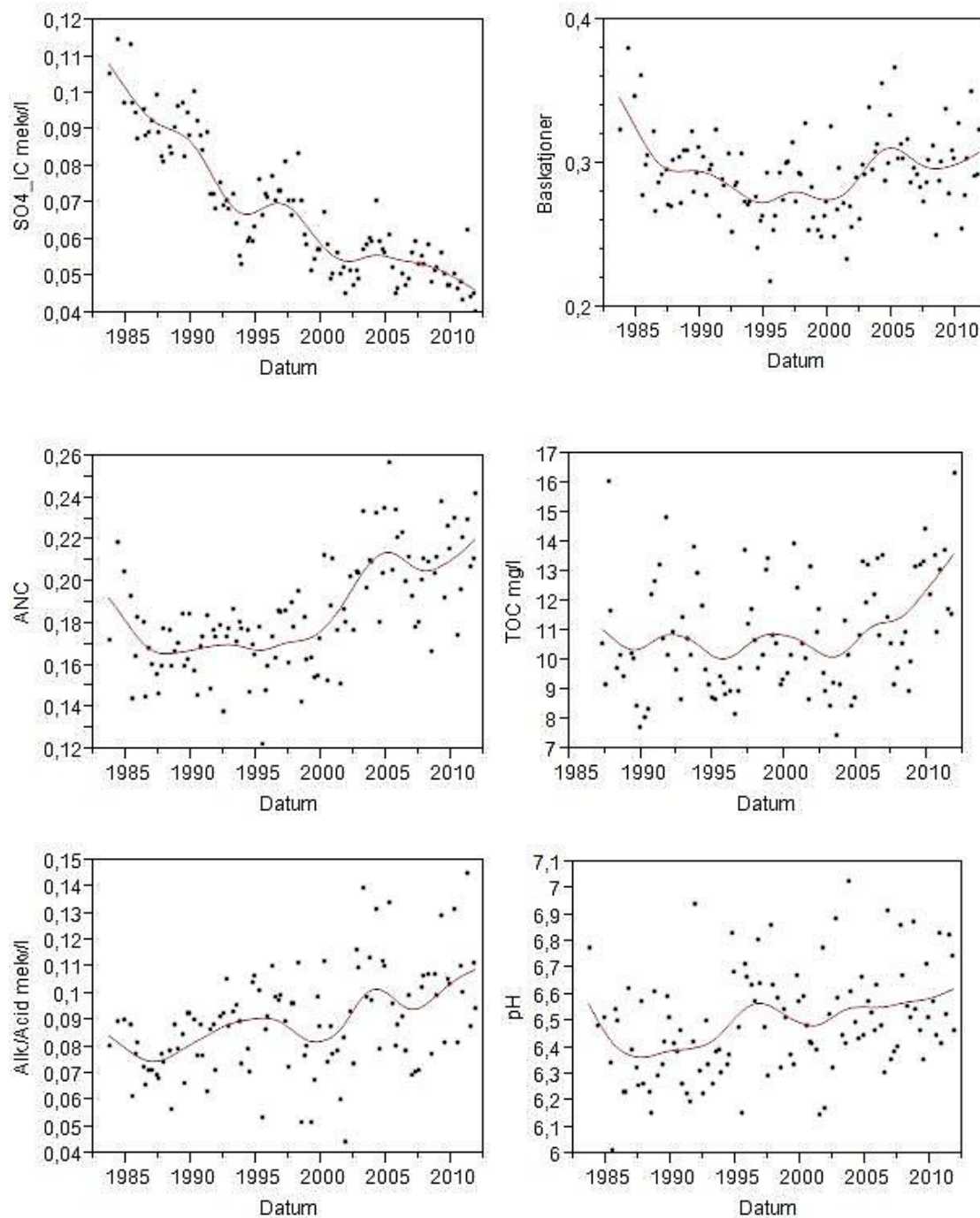
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1990 – 2011. För BC, ANC, TOC, alkalinitet och pH kan man se svagt ökande trender (tabell 19 och figur 12).

Tabell 18. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	1,8	1,6-2,6	pH	6,53	6,36-6,84	Cu µg/l	1,88	0,76-3
Kfyll mg/m ³	1,6	0,2-5,3	Alkalinitet mekv/l	0,105	0,082-0,146	Zn µg/l	11,35	2,7-20
Abs. F 420nm/5cm	0,206	0,15-0,233	SO ₄ mekv/l	0,048	0,041-0,063	Cd µg/l	0,013	0,009-0,017
TOC mg/l	13,3	11-16,4	Cl mekv/l	0,035	0,03-0,048	Pb µg/l	0,18	0,16-0,2
Turb FNU	1,25	0,72-1,7	F mg/l	0,110	0,09-0,13	Cr µg/l	0,365	0,35-0,38
Kond mS/m	2,80	2,66-4,03	Ca mekv/l	0,165	0,136-0,188	Ni µg/l	0,765	0,73-0,8
NH ₄ -N µg/l	11	5-34	Mg mekv/l	0,058	0,048-0,065	Co µg/l	0,153	0,147-0,159
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	62	2-136	Na mekv/l	0,069	0,061-0,085	As µg/l	0,735	0,65-0,82
Tot-N µg/l	409	286-505	K mekv/l	0,012	0,01-0,017	V µg/l	0,29	0,28-0,3
PO ₄ -P µg/l	4	3-5	Fe µg/l	445	250-640			
Tot-P µg/l	12	9-16	Mn µg/l	29,0	14-73			
Si mg/l	3,0	2,5-4,2	Al µg/l	224	150-300			

Tabell 19. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO ₄	mekv/l	-0,031***
BC	mekv/l	0,027*
ANC	mekv/l	0,058***
TOC	mg/l	2,07*
Alka	mekv/l	0,022*
pH		0,19*



Figur 12. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Västra Rännöbodsjön

Kommun: Sundsvall
SMHI-id: 691365-156127

Medeldjup: 6,2 m
Maxdjup: 19,5 m
Sjöyta: 0,5 km²

Ekologisk status:
Totalfosfor **God**
Siktdjup **God**
Försurning **Hög**

Västra Rännöbodsjöns ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,08 enheter.

I tabell 20 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,61, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,26 och uppmättes 12 maj 1992.

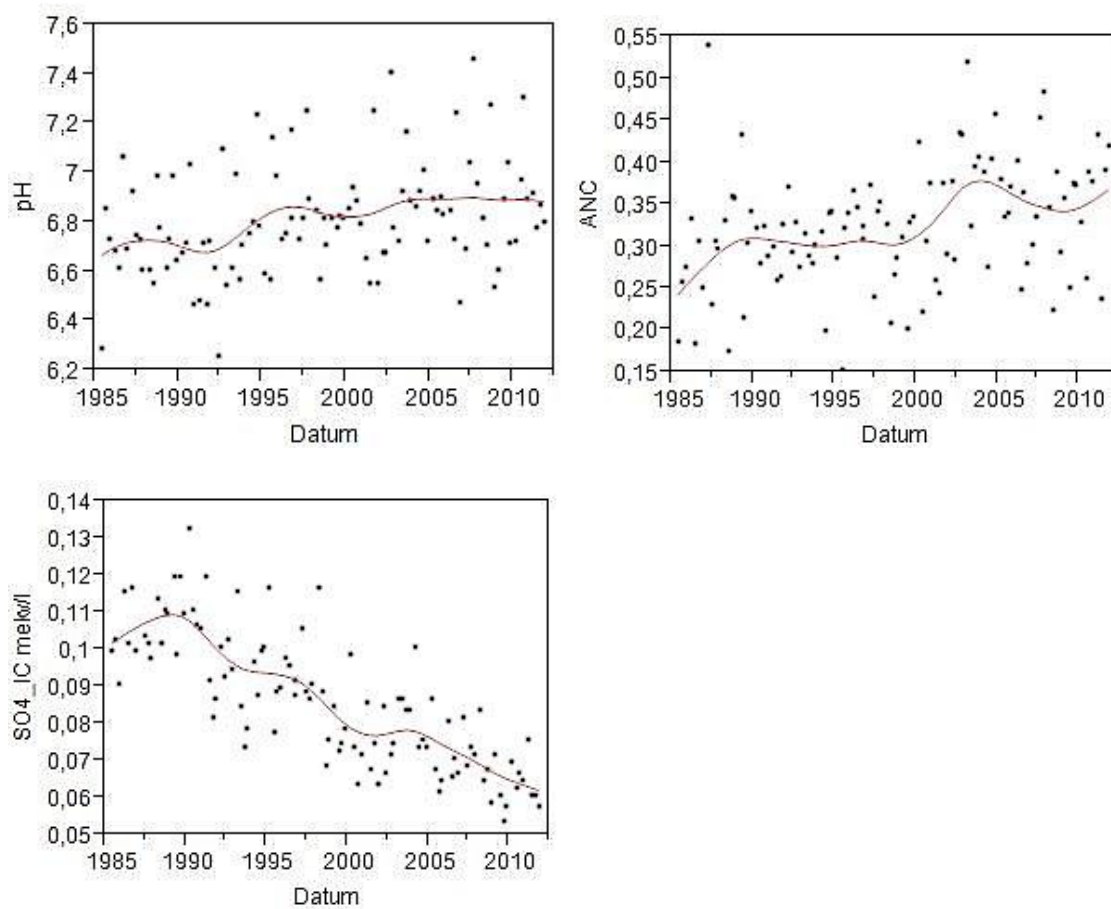
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1990 – 2011. För ANC och pH kan man se svagt ökande trender (tabell 21 och figur 13).

Tabell 20. Medianvärden, min och max för ytvatten, alla parametrar år 2009-2011

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
Siktdjup m	2,3	1,5-2,9	pH	6,89	6,61-7,31	Cu µg/l	0,885	0,85-0,92
Kfyll mg/m ³	6,1	0,2-12,8	Alkalinitet mekv/l	0,278	0,172-0,373	Zn µg/l	2,1	1,5-2,7
Abs. F 420nm/5cm	0,133	0,08-0,174	SO ₄ mekv/l	0,062	0,054-0,076	Cd µg/l	0,006	0,006-0,006
TOC mg/l	9,5	6,4-12,2	Cl mekv/l	0,039	0,029-0,043	Pb µg/l	0,09	0,06-0,12
Turb FNU	1,60	0,91-2,8	F mg/l	0,085	0,06-0,1	Cr µg/l	0,245	0,22-0,27
Kond mS/m	4,60	3,38-5,41	Ca mekv/l	0,285	0,188-0,34	Ni µg/l	1,14	0,68-1,6
NH ₄ -N µg/l	9	5-19	Mg mekv/l	0,099	0,075-0,116	Co µg/l	0,1205	0,076-0,165
NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	81	1-156	Na mekv/l	0,079	0,063-0,089	As µg/l	0,23	0,22-0,24
Tot-N µg/l	375	277-470	K mekv/l	0,015	0,012-0,018	V µg/l	0,245	0,21-0,28
PO ₄ -P µg/l	4	3-6	Fe µg/l	275	170-610			
Tot-P µg/l	13	7-19	Mn µg/l	23,0	16-160			
Si mg/l	3,2	1,9-4,3	Al µg/l	110	40-160			

Tabell 21. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 22 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

variabel	enhet	Förändring på 22 år
SO ₄	mekv/l	-0,041***
ANC	mekv/l	0,081**
pH		0,21**



Figur 13. Tidsserie med utjämnad kurva (spline) för parameter där trend kunnat påvisas.



Hornsjöbäcken

Provplatskoordinat:	X1579800 Y6971450
Kommun:	Härnösand
Avrinningsområde :	40,3km ²
Ekologisk status:	
Totalfosfor	Hög
Försurning	Hög

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningpåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,06 enheter.

I tabell 22 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,53, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,18 och uppmättes 14 november 2000.

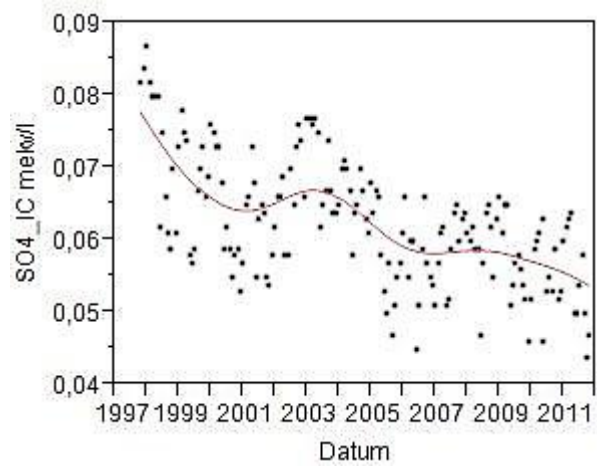
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1997-2011 (tabell 23 och figur 14).

Tabell 22. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,92	6,53-7,23	NH4-N µg/l	5	1-13
Kond mS/m	3,35	2,81-3,98	NO2+NO3-N µg/l	50	10-80
Ca mekv/l	0,196	0,158-0,244	Tot-N µg/l	238	175-353
Mg mekv/l	0,056	0,044-0,069	PO4-P µg/l	3	2-4
Na mekv/l	0,070	0,056-0,08	Tot-P µg/l	5	2-30
K mekv/l	0,011	0,008-0,015	Abs. F		
Alkalinitet mekv/l	0,185	0,121-0,237	420nm/5cm	0,125	0,075-0,206
SO4 mekv/l	0,055	0,044-0,065	Si mg/l	3,40	3-4,3
Cl mekv/l	0,038	0,031-0,044	Turb FNU	0,52	0,3-2
F mg/l	0,145	0,11-0,17	TOC mg/l	7,6	5,6-11,7

Tabell 23. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO4	mekv/l	-0,02***



Figur 14 Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Juån

Provplatskoordinat:	X1488700 Y6915770
Kommun:	Örnsköldsvik
Avrinningsområde:	130,1 km ²
Ekologisk status:	
Totalfosfor	Hög
Försurning	Hög

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,02 enheter.

I tabell 24 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren som Juån också var hela tidsserien. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,54, som uppmättes 18 april 2011.

Någon trendanalys har inte kunnat göras då det inte finns tillräckligt underlag för detta.

Tabell 24. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,88	6,54-7,19	NH ₄ -N µg/l	8	3-23
Kond mS/m	3,09	2,67-3,82	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	45	1-83
Ca mekv/l	0,168	0,133-0,208	Tot-N µg/l	302	249-344
Mg mekv/l	0,073	0,062-0,091	PO ₄ -P µg/l	3	1-5
Na mekv/l	0,062	0,05-0,071	Tot-P µg/l	5	3-8
K mekv/l	0,012	0,01-0,014	Abs. F 420nm/5cm	0,128	0,087-0,167
Alkalinitet mekv/l	0,183	0,134-0,242	Si mg/l	3,38	2,8-4,1
SO ₄ mekv/l	0,032	0,029-0,048	Turb FNU	0,79	0,4-0,8
Cl mekv/l	0,032	0,024-0,039	Fe µg/l	270	189-340
F mg/l	0,100	0,09-0,13	Mn µg/l	18	8-32
TOC mg/l	9,3	7,6-11,4	Al µg/l	71	36-96



Kläppsjöbäcken

Provplatskoordinat:	X1560680 Y7065800
Kommun:	Sollefteå
Avrinningsområde:	89,6 km ²
Ekologisk status:	
Totalfosfor	God
Försurning	Hög

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGIC_{bibliotek} är 0,06 enheter.

I tabell 25 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,23, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,00 och uppmättes 3 maj 1999.

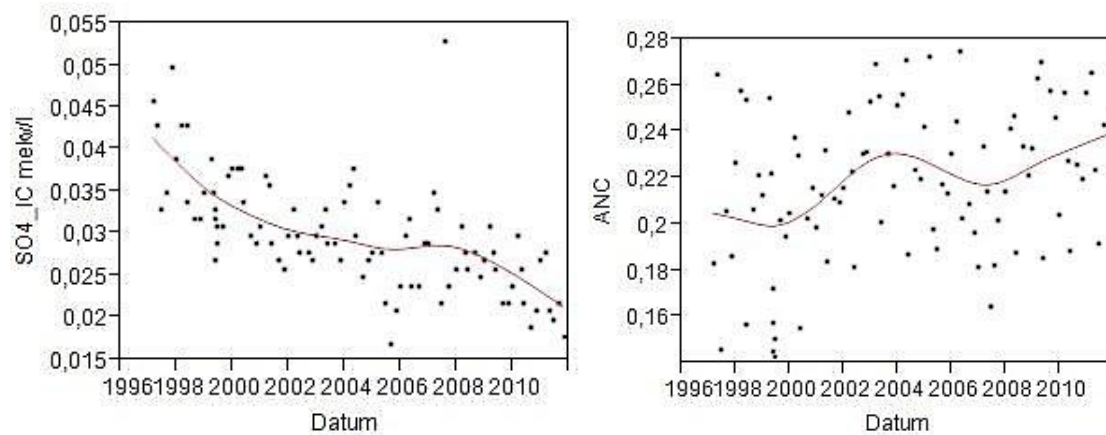
Trendanalys visar statistiskt signifikant minskande trender för sulfat 1997-2011. För ANC kan man se en svagt ökande trend (tabell 26 och figur 15).

Tabell 25. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,53	6,23-6,71	NH4-N µg/l	9	1-21
Kond mS/m	2,43	2-3,06	NO2+NO3-N µg/l	23	2-65
Ca mekv/l	0,146	0,111-0,164	Tot-N µg/l	381	299-477
Mg mekv/l	0,067	0,054-0,076	PO4-P µg/l	3	3-5
Na mekv/l	0,056	0,049-0,072	Tot-P µg/l	11	9-57
K mekv/l	0,012	0,008-0,019	Abs. F		
Alkalinitet mekv/l	0,117	0,083-0,179	420nm/5cm	0,247	0,153-0,289
SO4 mekv/l	0,022	0,018-0,031	Si mg/l	3,13	2,5-4
Cl mekv/l	0,021	0,017-0,026	Turb FNU	1,5	0,8-6,5
F mg/l	0,11	0,09-0,15	Fe µg/l	960	650-1500
TOC mg/l	14,4	9,9-16,4	Mn µg/l	36	18-190
			Al µg/l	140	66-380

Tabell 26. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO4	mekv/l	-0,015***
ANC	mekv/l	0,024*



Figur 15 Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Knipptjärnsbäcken

Provplatskoordinat: X1476300 Y6941500

Kommun: Ånge

Avrinningsområde: 16,4 km²

Ekologisk status:

Totalfosfor

Hög

Försurning

Hög

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är Hög. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,04 enheter.

I tabell 27 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,50, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,37 och uppmättes 25 maj 1997.

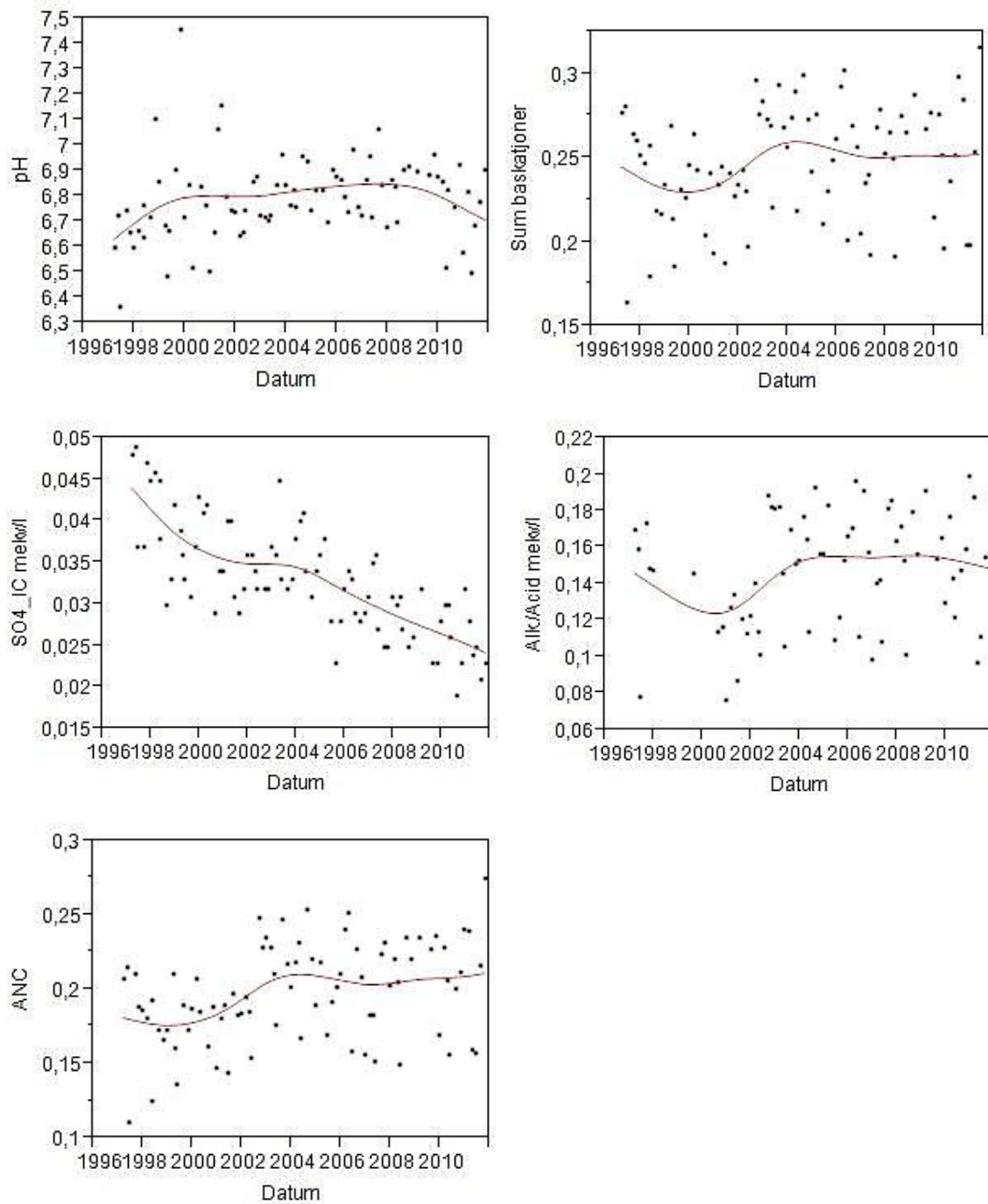
Trendanalys visar statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1997-2011. För pH, alkalinitet, baskatjoner och ANC kan man se svagt ökande trender (tabell 28 och figur 16).

Tabell 27. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,83	6,50-6,97	NH4-N µg/l	5	2-18
Kond mS/m	2,43	1,95-3,07	NO2+NO3-N µg/l	20	1-46
Ca mekv/l	0,129	0,093-0,147	Tot-N µg/l	206	164-324
Mg mekv/l	0,071	0,053-0,081	PO4-P µg/l	2	1-5
Na mekv/l	0,049	0,04-0,062	Tot-P µg/l	5	3-8
K mekv/l	0,007	0,006-0,012	Abs. F 420nm/5cm	0,096	0,067-0,138
Alkalinitet mekv/l	0,155	0,097-0,2	Si mg/l	3,05	2,7-3,9
SO4 mekv/l	0,025	0,019-0,032	Turb FNU	0,51	0,3-0,9
Cl mekv/l	0,018	0,016-0,029	Fe µg/l	310	150-370
F mg/l	0,130	0,11-0,14	Mn µg/l	14	6-37
TOC mg/l	7	5,1-8,9	Al µg/l	57	36-95

Tabell 28. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
pH		0,13*
Alka	mekv/l	0,021**
SO4	mekv/l	-0,016***
ANC	mekv/l	0,040**
BC	mekv/l	0,023*



Figur 16 Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Kärmsjöbäcken

Provplatskoordinat: X1549200 Y7084850

Kommun: Sollefteå

Avrinningsområde: 26,2 km²

Ekologisk status:

Totalfosfor **God**

Försurning **Hög**

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,06 enheter.

I tabell 29 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,19, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,02 och uppmättes 6 maj 2001.

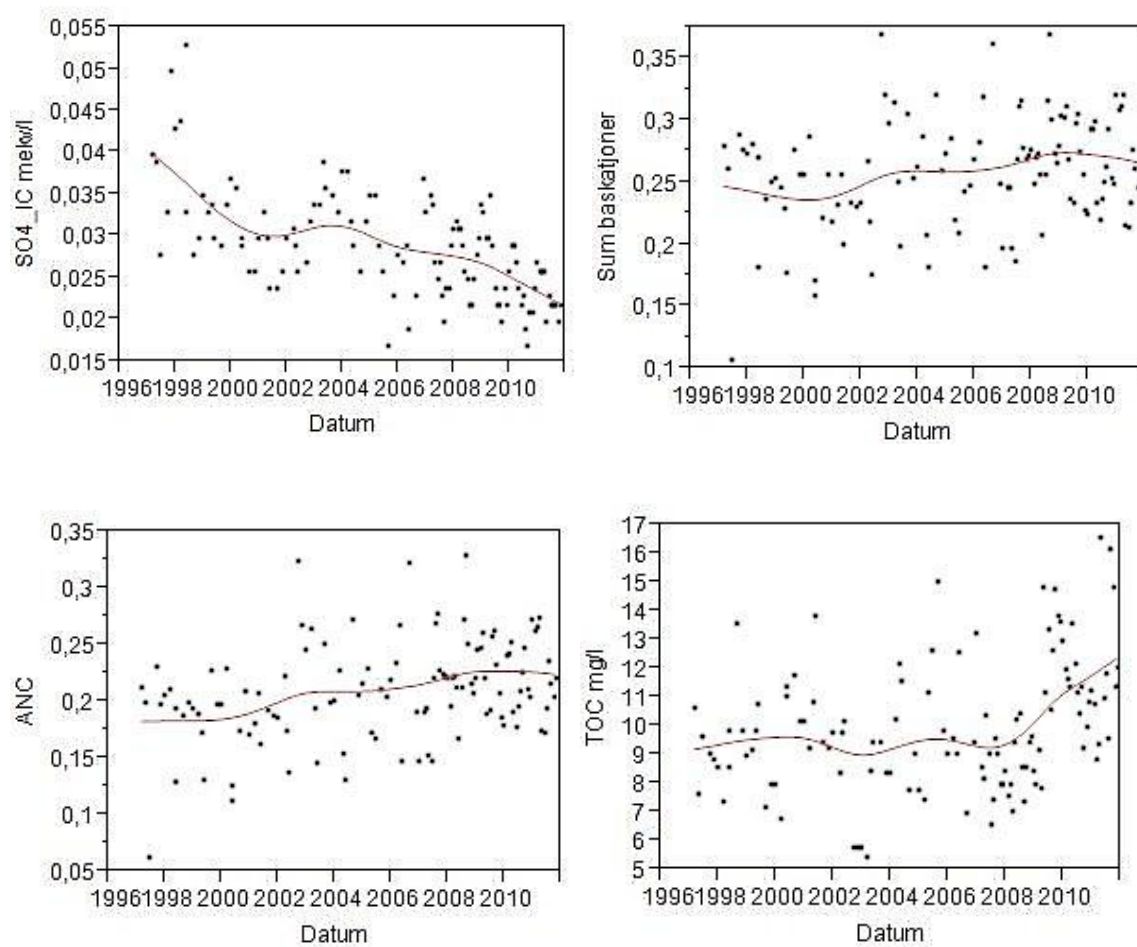
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1997-2011. För TOC, baskatjoner och ANC kan man se svagt ökande trender (tabell 30 och figur 17). För TOC berodde ökningen främst på höga halter de sista 2 åren.

Tabell 29. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,62	6,19-6,97	NH ₄ -N µg/l	8	1-22
Kond mS/m	2,40	1,94-3,09	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	30	3-110
Ca mekv/l	0,134	0,101-0,167	Tot-N µg/l	305	237-479
Mg mekv/l	0,063	0,048-0,079	PO ₄ -P µg/l	3	2-5
Na mekv/l	0,056	0,047-0,069	Tot-P µg/l	7	5-31
K mekv/l	0,010	0,006-0,019	Abs. F 420nm/5cm	0,180	0,109-0,245
Alkalinitet mekv/l	0,120	0,053-0,195	Si mg/l	3,48	3-4,5
SO ₄ mekv/l	0,024	0,017-0,035	Turb FNU	0,72	0,5-3,5
Cl mekv/l	0,023	0,018-0,027	Fe µg/l	560	320-1700
F mg/l	0,12	0,08-0,15	Mn µg/l	32	14-620
TOC mg/l	11,4	7,9-16,6	Al µg/l	150	81-350

Tabell 30. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO ₄	mekv/l	-0,012***
TOC	mg/l	2,53*
ANC	mekv/l	0,037***
BC	mekv/l	0,027*



Figur 17. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Kvarnån

Provplatskoordinat: X1536150 Y7036260

Kommun: Sollefteå

Avrinningsområde: 48,7 km²

Ekologisk status:
Totalfosfor **Hög**
Försurning **Hög**

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,03 enheter.

I tabell 31 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,83, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,58 och uppmättes 13 april 2004.

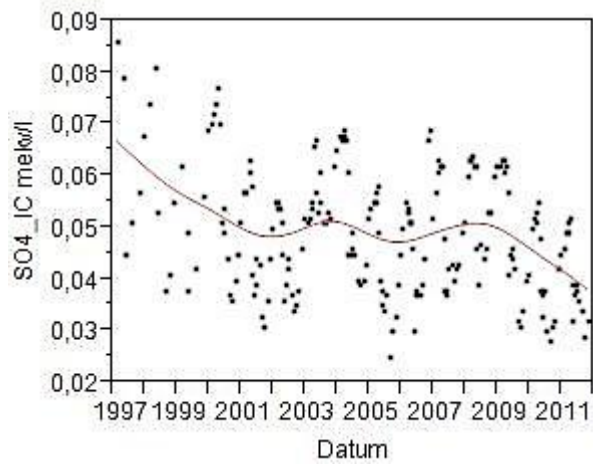
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1997-2011 (tabell 32 och figur 18).

Tabell 31. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	7,41	6,83-7,64	NH ₄ -N µg/l	8	1-26
Kond mS/m	5,57	3,32-8,69	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	46	3-145
Ca mekv/l	0,473	0,26-0,728	Tot-N µg/l	290	250-414
Mg mekv/l	0,065	0,041-0,097	PO ₄ -P µg/l	3	1-5
Na mekv/l	0,058	0,042-0,074	Tot-P µg/l	6	3-26
K mekv/l	0,014	0,008-0,021	Abs. F 420nm/5cm	0,108	0,064-0,22
Alkalinitet mekv/l	0,447	0,206-0,745	Si mg/l	3,24	2,6-4,7
SO ₄ mekv/l	0,042	0,028-0,063	Turb FNU	0,76	0-5,6
Cl mekv/l	0,029	0,016-0,038	Fe µg/l	220	110-530
F mg/l	0,130	0,1-0,17	Mn µg/l	27	3-170
TOC mg/l	9,1	6,2-16,9	Al µg/l	53	21-200

Tabell 32. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO ₄	µg/l	-0,015**



Figur 18. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Linån

Provplatskoordinat: X1559060 Y6907650

Kommun: Sundsvall

Avrinningsområde: 38,0 km²

Ekologisk status:

Totalfosfor

God

Försurning

Hög

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,07 enheter.

I tabell 33 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,78, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,48 och uppmättes 30 april 2001.

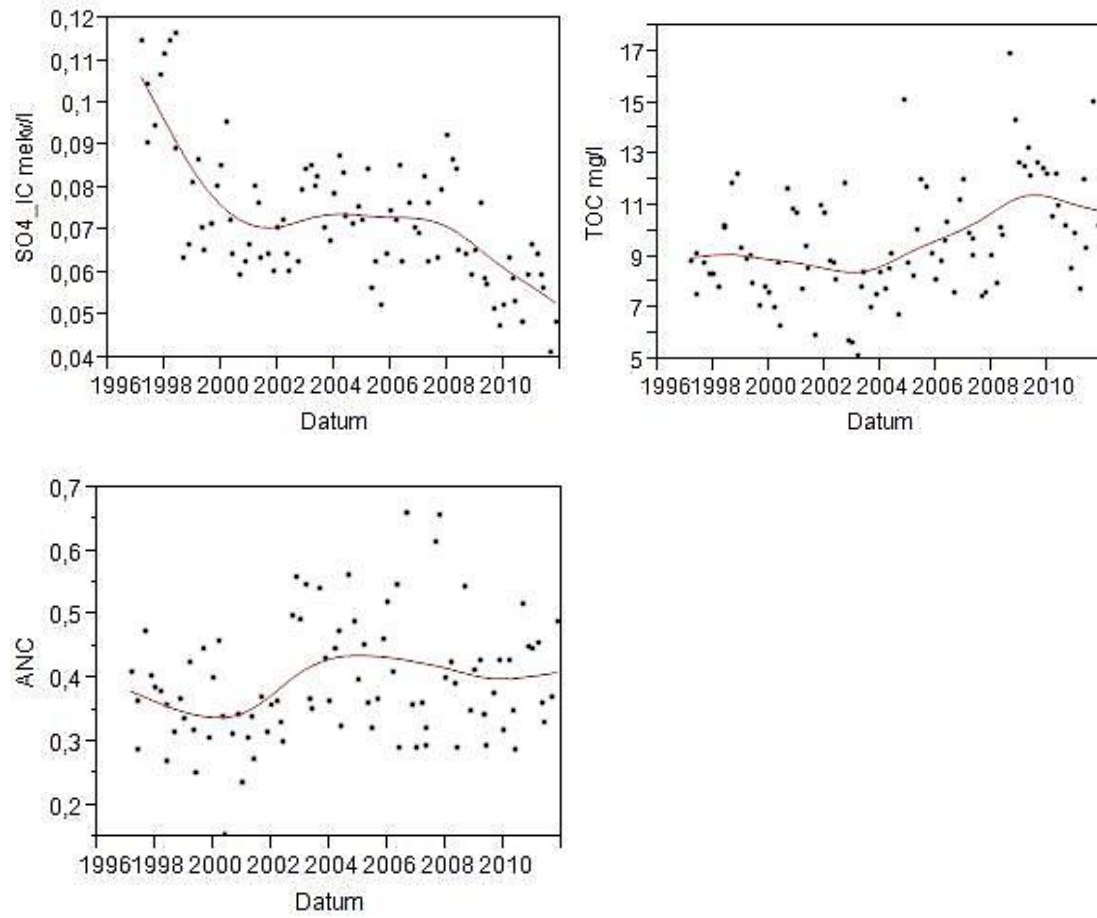
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1997-2011. För TOC och ANC kan man se svagt ökande trender (tabell 34 och figur 19).

Tabell 33. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	7,13	6,78-7,4	NH4-N µg/l	11	4-27
Kond mS/m	4,08	3,49-5,77	NO2+NO3-N µg/l	149	34-577
Ca mekv/l	0,253	0,19-0,339	Tot-N µg/l	476	392-921
Mg mekv/l	0,112	0,086-0,147	PO4-P µg/l	6	3-12
Na mekv/l	0,083	0,071-0,104	Tot-P µg/l	15	10-44
K mekv/l	0,017	0,013-0,023	Abs. F 420nm/5cm	0,176	0,117-0,241
Alkalinitet mekv/l	0,257	0,164-0,406	Si mg/l	3,82	1,4-4,3
SO4 mekv/l	0,058	0,042-0,077	Turb FNU	2,6	1,1-8,1
Cl mekv/l	0,036	0,028-0,047	Fe µg/l	410	320-620
F mg/l	0,080	0,06-0,11	Mn µg/l	39	19-88
TOC mg/l	12,1	7,8-15,1	Al µg/l	160	77-420

Tabell 34. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO4	mekv/l	-0,03**
TOC	mg/l	3*
ANC	mekv/l	0,051*



Figur 19. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Malmån

Provplatskoordinat: X1562100 Y6991000

Kommun: Sollefteå

Avrinningsområde: 89,9 km²

Ekologisk status:

Totalfosfor

Försurning

God

Hög

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,14 enheter.

I tabell 35 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 5,65, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 5,19 och uppmättes 11 december 2006.

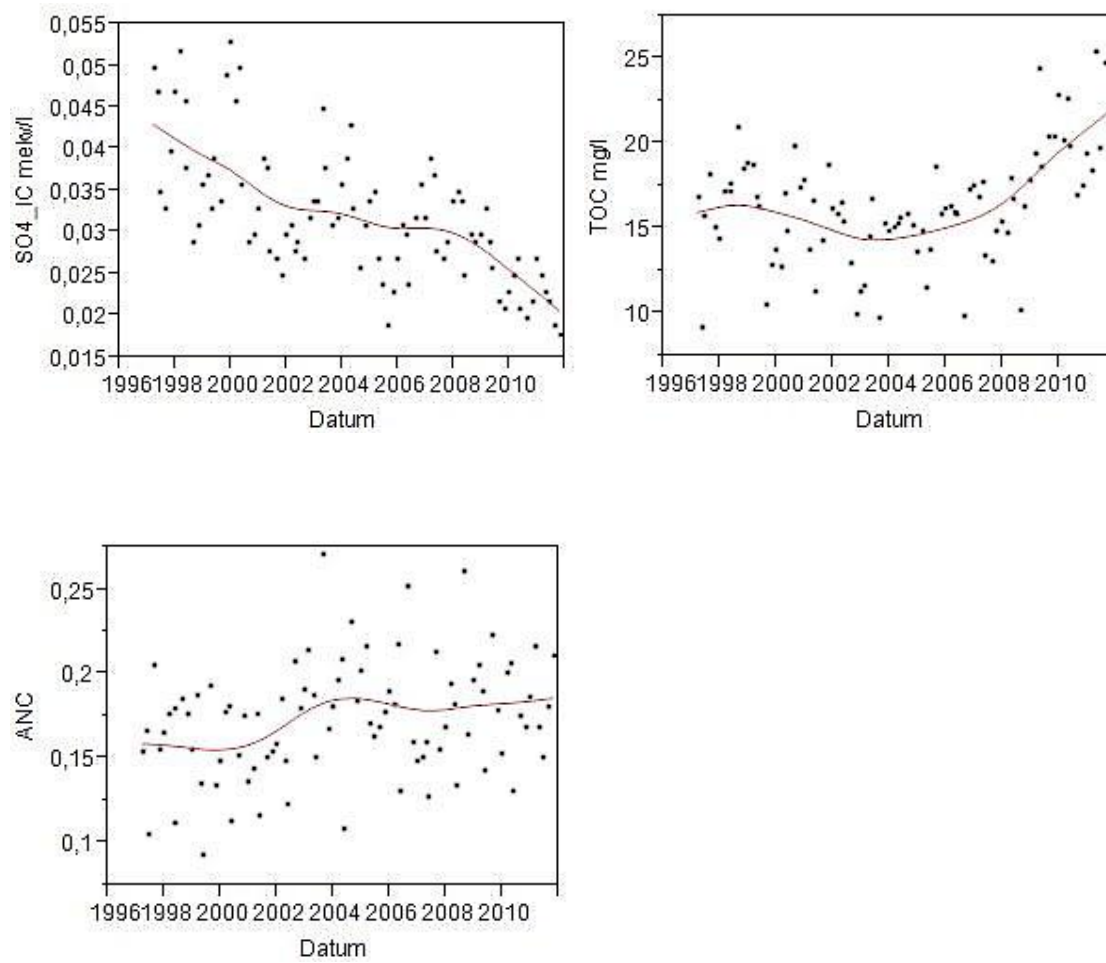
Trendanalys visar statistiskt signifikant minskande trender för sulfat 1997-2011. För TOC och ANC kan man se svagt ökande trender (tabell 36 och figur 20).

Tabell 35. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	5,97	5,65-6,34	NH ₄ -N µg/l	8	3-31
Kond mS/m	2,15	1,72-2,48	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	29	3-80
Ca mekv/l	0,115	0,082-0,147	Tot-N µg/l	455	392-667
Mg mekv/l	0,047	0,035-0,056	PO ₄ -P µg/l	4	2-6
Na mekv/l	0,055	0,043-0,064	Tot-P µg/l	14	11-30
K mekv/l	0,008	0,006-0,017	Abs. F 420nm/5cm	0,446	0,371-0,49
Alkalinitet mekv/l	0,036	0-0,088	Si mg/l	3,28	2,8-4,3
SO ₄ mekv/l	0,023	0,018-0,033	Turb FNU	1,8	0,7-4,7
Cl mekv/l	0,023	0,017-0,029	Fe µg/l	1300	840-2100
F mg/l	0,100	0,08-0,13	Mn µg/l	65	42-300
TOC mg/l	20,3	17,1-25,5	Al µg/l	270	230-380

Tabell 36. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO ₄	mekv/l	-0,017***
TOC	mg/l	4,42*
ANC	mekv/l	0,035**



Figur 20. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Navarån

Provplatskoordinat: X1547450 Y6944660

Kommun: Sundsvall

Avrinningsområde: 39,2 km²

Ekologisk status:
 Totalfosfor **Hög**
 Försurning **Hög**

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,05 enheter.

I tabell 37 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,72, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,50 och uppmättes 8 maj 2001.

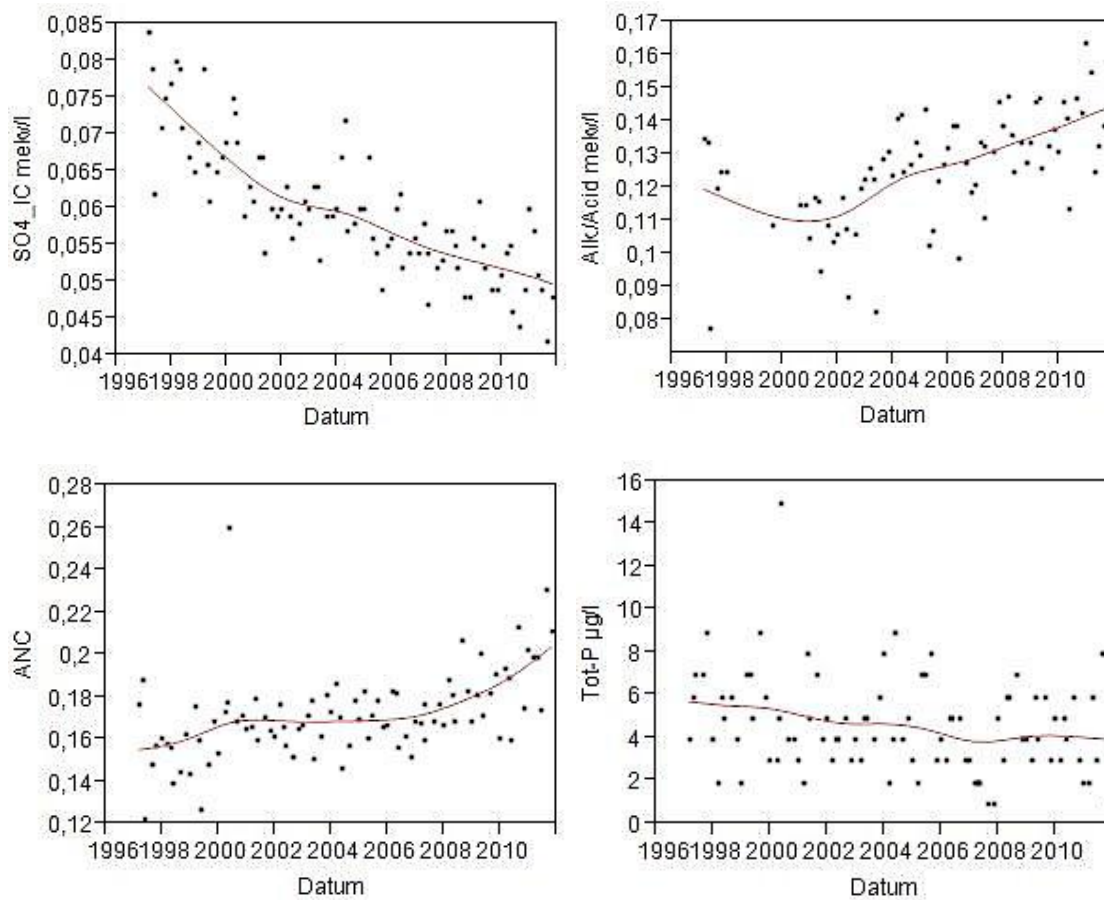
Trendanalys visar statistiskt signifikant minskande trender för sulfat 1997-2011. För alkalinitet och ANC kan man se svagt ökande trender och för totalfosfor en minskande trend (tabell 38 och figur 21).

Tabell 37. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

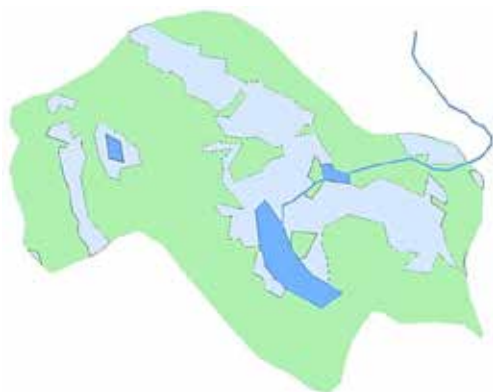
Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,96	6,72-7,11	NH4-N µg/l	4	1-11
Kond mS/m	2,77	2,51-3,13	NO2+NO3-N µg/l	21	3-56
Ca mekv/l	0,146	0,123-0,168	Tot-N µg/l	211	187-306
Mg mekv/l	0,066	0,054-0,077	PO4-P µg/l	1	1-2
Na mekv/l	0,052	0,045-0,057	Tot-P µg/l	4	1-8
K mekv/l	0,010	0,008-0,012	Abs. F 420nm/5cm	0,042	0,029-0,143
Alkalinitet mekv/l	0,141	0,114-0,164	Si mg/l	1,24	1-1,8
SO4 mekv/l	0,051	0,042-0,061	Turb FNU	0,46	0,4-1
Cl mekv/l	0,03	0,027-0,036	Fe µg/l	70	33-310
F mg/l	0,07	0,06-0,08	Mn µg/l	5,4	4-18
TOC mg/l	5,0	4,4-9,7	Al µg/l	32	15-100

Tabell 38. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
Alka	mekv/l	0,042***
SO4	mekv/l	-0,024***
ANC	mekv/l	0,033***
tot-P	µg/l	-1,15*



Figur 21. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Stormyrbäcken

Provplatskoordinat: X1524050 Y6905300

Kommun: Ånge

Avrinningsområde: 3,5 km²

Ekologisk status:

Totalfosfor

Försurning

Hög

Hög

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningspåverkan är försumbar och ΔpH för den matchade sjön i MAGIC_{bibliotek} är 0,04 enheter.

I tabell 39 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 5,87, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 5,40 och uppmättes 15 maj 1988.

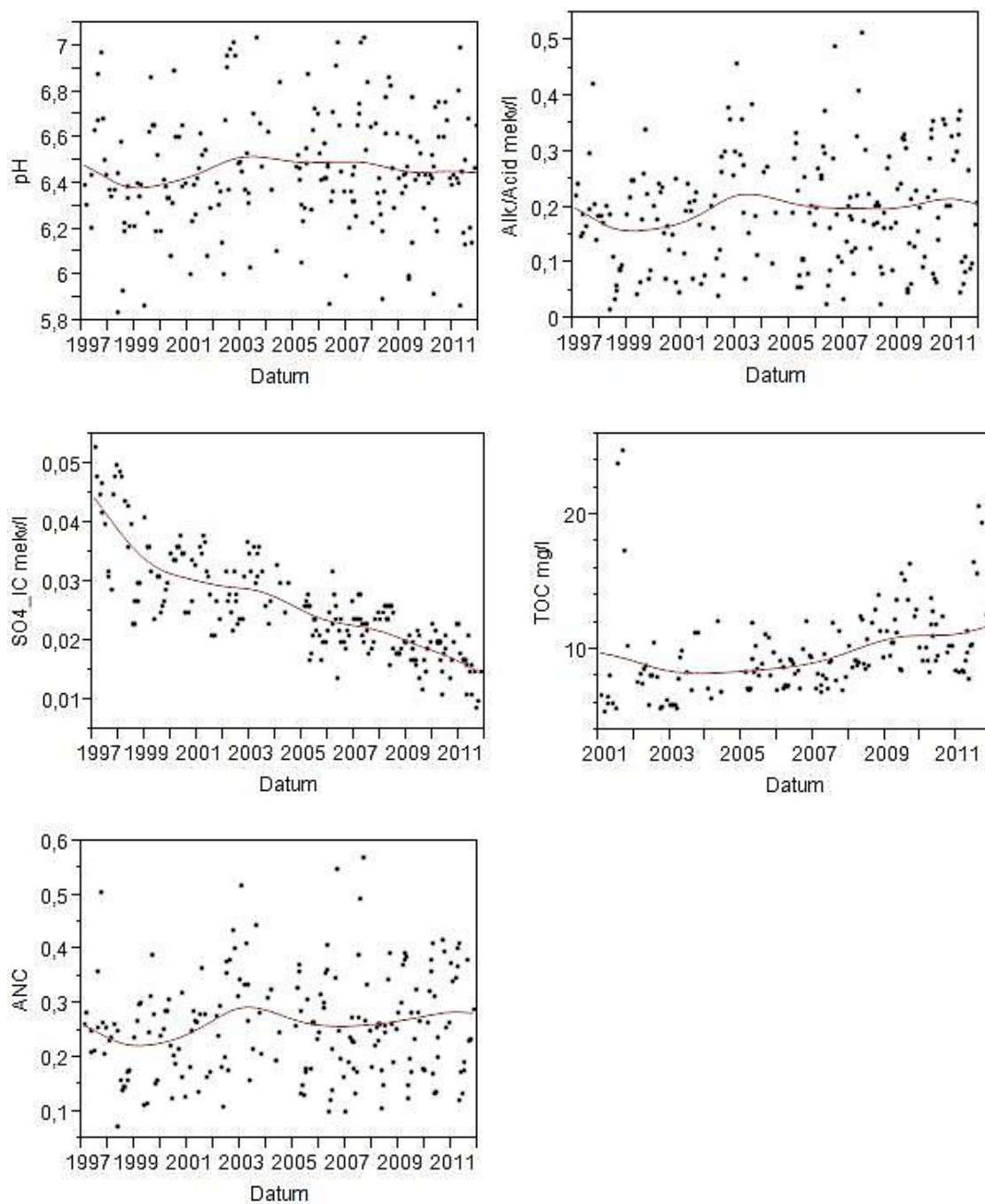
Trendanalys visar statistiskt signifikant minskande trender för sulfat 1997-2011. För ANC, TOC, alialinitet och kan man se svagt ökande trender (tabell 40 och figur 22). För TOC förekom några mycket höga halter i början av tidsserien, men tack vare att icke parametriska metoder användes i analysen påverkar dessa inte resultaten i någon stor omfattning.

Tabell 39. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,44	5,87-7	NH ₄ -N µg/l	22	2-92	Cu µg/l	0,20	0,11-1,5
Kond mS/m	2,92	1,5-4,57	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	20	1-39	Zn µg/l	1,8	1-10
Ca mekv/l	0,131	0,053-0,202	Tot-N µg/l	325	238-536	Cd µg/l	0,008	0,005-0,03
Mg mekv/l	0,135	0,057-0,201	PO ₄ -P µg/l	4	2-7	Pb µg/l	0,22	0,11-0,99
Na mekv/l	0,047	0,029-0,057	Tot-P µg/l	8	6-27	Hg ng/l	2,30	1,3-6,8
K mekv/l	0,005	0,002-0,01	Abs. F 420nm/5cm	0,204	0,15-0,422	Cr µg/l	0,15	0,09-0,22
Alkalinitet mekv/l	0,205	0,048-0,376	Si mg/l	3,37	2,4-6	Ni µg/l	0,47	0,28-3,4
SO ₄ mekv/l	0,017	0,009-0,023	Turb FNU	3,5	0-8,5	Co µg/l	0,52	0,11-1,58
Cl mekv/l	0,021	0,011-0,034	Fe µg/l	2100	730-7400	As µg/l	0,38	0,19-0,92
F mg/l	0,04	0,02-0,06	Mn µg/l	120	22-400	V µg/l	0,20	0,13-0,43
TOC mg/l	10,6	7,9-20,8	Al µg/l	47	27-94	Mo µg/l	0,02	0,02-0,02
KMnO ₄ mg/l	48,1	33,2-104,3						

Tabell 40. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO ₄	mekv/l	-0,02***
ANC	mekv/l	0,054*
TOC	mg/l	6,45***
Alka	mekv/l	0,029*
pH		0,11*



Figur 22. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Viksbäcken

Provplatskoordinat: X1634550 Y6999700

Kommun: Kramfors

Avrinningsområde: 5,1 km²

Ekologisk status:

Totalfosfor

Försurning

Hög

God

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är god. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,3 enheter.

I tabell 41 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 5,23, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 5,08 och uppmättes både 7 maj 1998 och 25 april 1999.

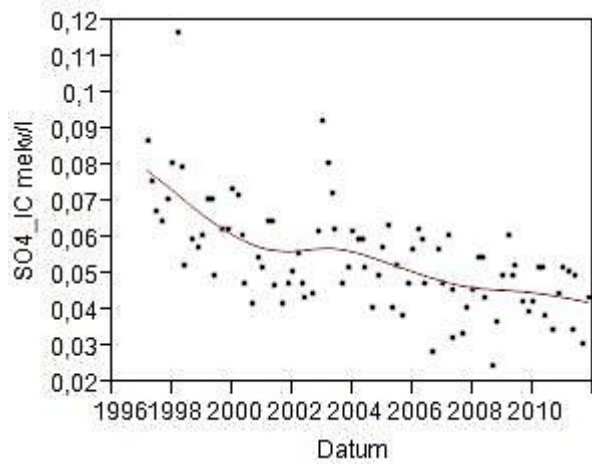
Trendanalys visar statistiskt signifikant minskande trender för sulfat 1997-2011 (tabell 42 och figur 23).

Tabell 41. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,42	5,23-6,7	NH4-N µg/l	4	2-9
Kond mS/m	1,97	1,3-2,96	NO2+NO3-N µg/l	31	4-77
Ca mekv/l	0,093	0,04-0,158	Tot-N µg/l	203	172-308
Mg mekv/l	0,035	0,019-0,054	PO4-P µg/l	3	1-4
Na mekv/l	0,061	0,04-0,076	Tot-P µg/l	4	1-24
K mekv/l	0,006	0,004-0,009	Abs. F 420nm/5cm	0,118	0,084-0,183
Alkalinitet mekv/l	0,067	-0,012-0,158	Si mg/l	3,25	2,1-4,4
SO4 mekv/l	0,045	0,031-0,061	Turb FNU	0,58	0,5-3,5
Cl mekv/l	0,025	0,013-0,034	Fe µg/l	273	180-530
F mg/l	0,160	0,07-0,25	Mn µg/l	21	9-35
TOC mg/l	8,0	5,6-12	Al µg/l	310	170-600

Tabell 42. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO4	mekv/l	-0,03***



Figur 23. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Viskansbäcken

Provplatskoordinat: X1532600 Y6926880

Kommun: Sundsvall

Avrinningsområde: 31,2 km²

Ekologisk status:

Totalfosfor **Hög**

Försurning **Hög**

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är hög. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,05 enheter.

I tabell 43 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 7,05, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 6,79 och uppmättes 30 april 2001.

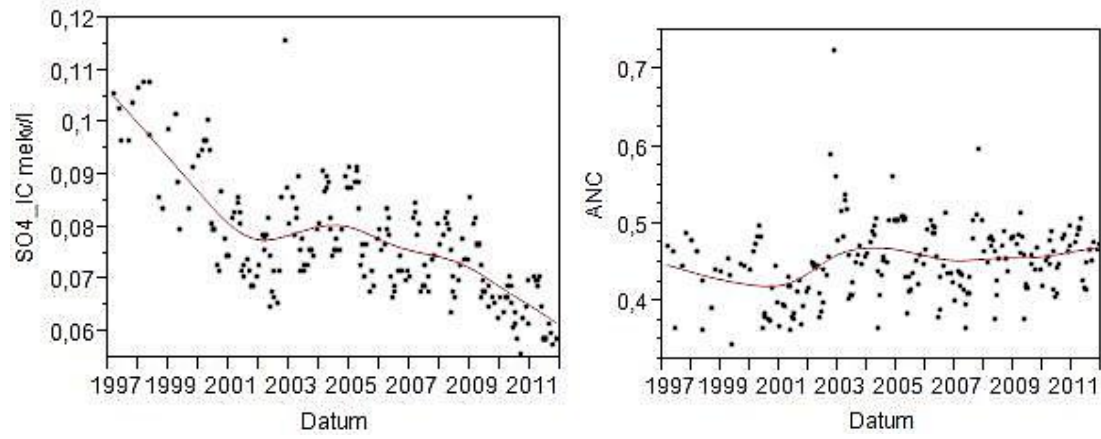
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1997-2011. För ANC kan man se en svagt ökande trend (tabell 44 och figur 24).

Tabell 43. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	7,33	7,05-7,53	NH ₄ -N µg/l	4	1-14
Kond mS/m	5,25	4,64-5,87	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	49	8-92
Ca mekv/l	0,340	0,284-0,377	Tot-N µg/l	339	281-439
Mg mekv/l	0,125	0,109-0,141	PO ₄ -P µg/l	4	2-5
Na mekv/l	0,075	0,067-0,088	Tot-P µg/l	8	5-17
K mekv/l	0,016	0,014-0,018	Abs. F 420nm/5cm	0,084	0,063-0,128
Alkalinitet mekv/l	0,364	0,29-0,419	Si mg/l	3,50	2,8-3,9
SO ₄ mekv/l	0,067	0,056-0,082	Turb FNU	1,2	0,6-2,7
Cl mekv/l	0,034	0,03-0,041	Fe µg/l	110	44-230
F mg/l	0,130	0,1-0,14	Mn µg/l	14	3-33
TOC mg/l	9,3	7,7-11,5	Al µg/l	53	26-150

Tabell 44. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO ₄	mekv/l	-0,032***
ANC	mekv/l	0,035*



Figur 24. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.



Västersel

Provplatskoordinat:	X1624740 Y7038470
Kommun:	Örnsköldsvik
Avrinningsområde:	1500 km ²
Ekologisk status:	
Totalfosfor	Måttlig
Försurning	Hög

Vattendragets ekologiska status avseende fysikaliskt-kemiska kvalitetsfaktorer är måttlig beroende på en hög fosforhalt. Försurningspåverkan är försumbar och Δ pH för den matchade sjön i MAGICbibliotek är 0,18 enheter.

I tabell 45 presenteras alla analyserade parametrar med medianvärdet för de senaste tre åren. Det lägsta pH-värdet 2009-2011 var 6,05, men det lägsta pH-värdet för hela tidsserien var 5,93 och uppmättes 19 maj 1986.

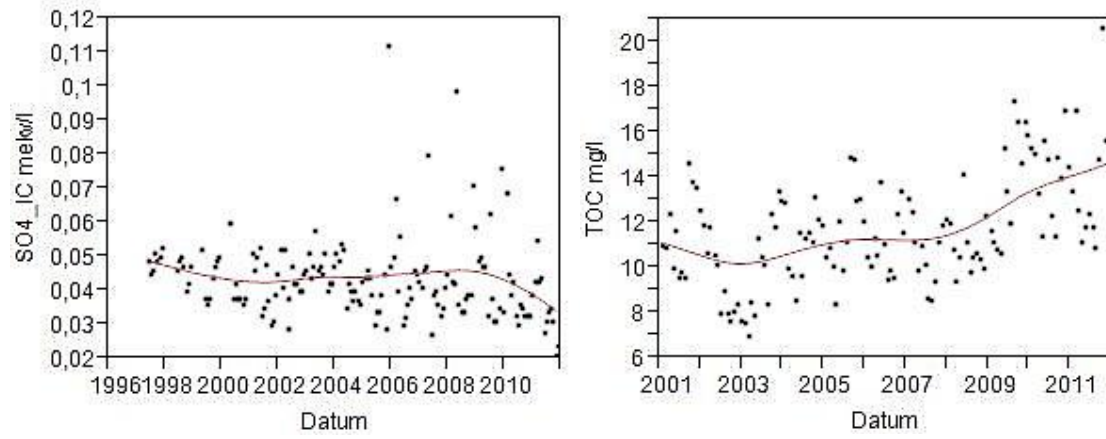
Trendanalys visar en statistiskt signifikant minskande trend för sulfat 1997-2011. För TOC kan man se en svagt ökande trend (tabell 46 och figur 25).

Tabell 45. Medianvärden, min och max, alla parametrar år 2009-2011.

Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max	Parameter	Median	min-max
pH	6,51	6,05-6,95	NH ₄ -N µg/l	31	7-383	Cu µg/l	0,85	0,57-1,9
Kond mS/m	2,92	2,32-4,05	NO ₂ +NO ₃ -N µg/l	47	2-145	Zn µg/l	3,9	2-33
Ca mekv/l	0,150	0,113-0,193	Tot-N µg/l	505	281-1021	Cd µg/l	0,015	0,007-0,052
Mg mekv/l	0,066	0,052-0,096	PO ₄ -P µg/l	6,5	3-79	Pb µg/l	0,22	0,13-0,97
Na mekv/l	0,068	0,055-0,099	Tot-P µg/l	28	13-203	Hg ng/l	3,85	2,7-6
K mekv/l	0,016	0,012-0,027	Abs. F 420nm/5cm	0,253	0,164-0,412	Cr µg/l	0,46	0,33-1,3
Alkalinitet mekv/l	0,125	0,08-0,203	Si mg/l	3,35	2,5-4,8	Ni µg/l	0,79	0,55-7,0
SO ₄ mekv/l	0,036	0,021-0,076	Turb FNU	2,1	1,3-14	Co µg/l	0,15	0,08-1,24
Cl mekv/l	0,030	0,022-0,048	Fe µg/l	895	430-3400	As µg/l	0,63	0,44-6,3
F mg/l	0,150	0,11-0,17	Mn µg/l	41	18-260	V µg/l	0,42	0,29-1,6
TOC mg/l	13,7	10,7-20,7	Al µg/l	210	130-670	Mo µg/l	0,14	0,14-0,14
KMnO ₄ mg/l	64,6	52,1-126,9						

Tabell 46. Trender i försurningsparametrar mätt på de senaste 15 åren. Signifikansnivåer från test med Seasonal-Kedall: 95% (*), 99% (**) och 99.9% (***).

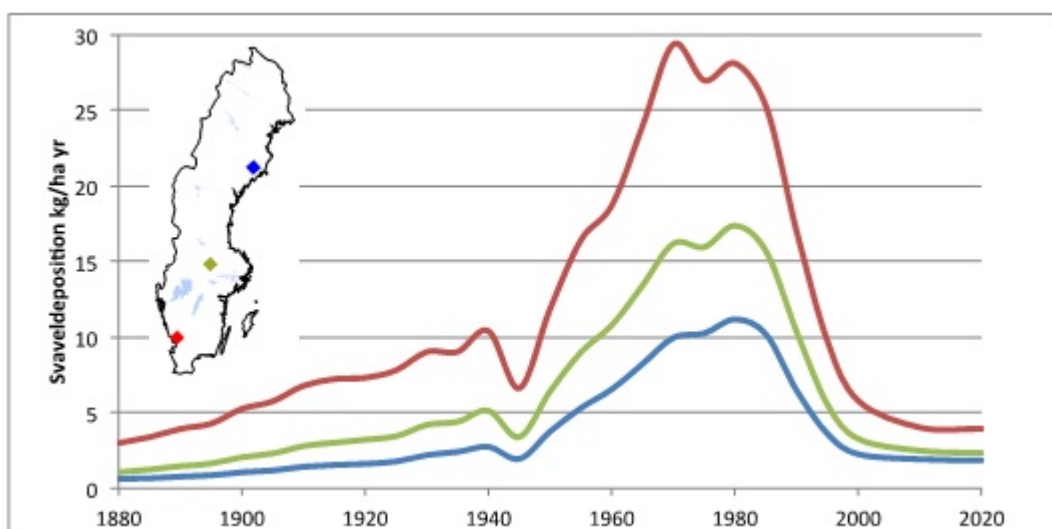
Variabel	Enhet	Förändring på 15år
SO ₄	mekv/l	-0,011**
TOC	mg/l	6,00**



Figur 25. Tidsserier med utjämnad kurva (spline) för parametrar där trender kunnat påvisas.

6. Försurning

Försurning av ytvatten från svaveldeposition är ett av våra största miljöproblem i Sverige. Problemen är störst i sydvästra Sverige där depositionen är högst, men även i Norrlands kustområden är depositionen förhöjd jämfört med bakgrundshalterna (figur 26). Västernorrland är något känsligare för försurning jämfört med landet i genomsnitt. Medianhalten för baskatjoner i sjöar i Västernorrland är 0,32 mekv/l jämfört med 0,40 för hela landet (data från omdrevsinventeringen 2007-2009). Västernorrland bedriver en omfattande kalkningsverksamhet för att motverka försurningens skadeverkningar.



Figur 26. Förändringen av svaveldeposition i tre rutor i Sverige 1880-2020. Data från EMEP.

6.1 Försurningsbedömning

Försurningspåverkan bedöms enligt bedömningsgrunderna i Naturvårdsverkets Handbok 2007:4 med verktyget MAGIC_{bibliotek} (Naturvårdsverket, 2007). MAGIC_{bibliotek} innehåller numera 2400 sjöar och 130 vattendrag som modellerats med MAGIC (Model of Acidification of Groundwater In Catchments) (<http://www.ivl.se/magicbibliotek>). MAGIC är en dynamisk försurningsmodell som baserar sig på sjöns och avrinningsområdets nuvarande kemiska tillstånd och rekonstruktioner bakåt i tiden av deposition och skogsbrukets påverkan. Med modellen kan man räkna fram surhetstillståndet vid året 1860 som har satts till referensår. Modellen tar hänsyn både till försurning från deposition och från skogsbrukets påverkan genom baskatjonupptag. Modellen kan däremot inte hantera påverkan från sulfidjordar. Vatten som är påverkade av sulfat från sådana jordar kommer att felaktigt klassas som försurade.

Försurningspåverkan uttrycks i pH-förändring sedan 1860. När den beräknade pH-förändringen är större än 0,4 enheter klassas vattnet som försurad. MAGIC_{bibliotek} är ett verktyg som kan göra en försurningsbedömning utan att köra MAGIC-modellen genom att matcha fram den mest lika sjön/vattendraget i biblioteket och anta att den är lika försurningspåverkad som det vatten som ska bedömas. De sjöar och vattendrag som ingår i MAGIC_{bibliotek} är kalibrerade med vattenkemin för ett visst år. Om man använder data från ett annat år i en bedömning med MAGIC_{bibliotek} kan

det hända att verktyget matchar mot en annan sjö. Vi har då valt att använda oss av försurningspåverkan för den matchade sjön i bedömningen.

MAGIC_{bibliotek} har förekommit i flera versioner. Versionen från 2010 innebar en komplettering av biblioteket med cirka 1000 okalkade referenser från Målsjöinventeringen (Fölster m. fl., 2011). Detta innebar bl.a. att risken för att felklassa försurade vatten längs norrlandskusten minskade. Revideringen till versionen från 2012, som använts för denna rapport, omfattade bl.a. ett bättre depositionsunderlag som minskade den generella överskattningen av försurningspåverkan som kunde noteras i en utvärdering av versionen från 2010 (Fölster och Köhler, 2011; Fölster och Valinia, 2012). Bedömningen omfattar alltid en viss osäkerhet som beror både på osäkerheten i MAGIC-modelleringarna och i matchningen i MAGIC_{bibliotek}. Risken för felklassning är störst i närheten av gränsvärdet för dpH på 0,4 och då pH ligger mellan 5 och 6.

Försurningsbedömningen baserar sig på genomsnittliga halter för sjökemi och på flödesvägda medelvärden för vattendrag. Det kan vid en första anblick verka märkligt eftersom det oftast är det suraste tillståndet som sätter gränsen för vilka organismer som kan leva. Särskilt om det sammanfaller med organismernas känsligaste fas i utvecklingen. Varför man ändå valt att utgå från genomsnittliga värden är att det i underlaget till revideringen av Bedömningsgrunderna för försurning visade sig att medianvärdena av vattenkemin var bäst korrelerade till biota (Holmgren och Buffam, 2005; Fölster, 2007; Fölster m. fl., 2007; Johnson m. fl., 2007). Orsaken är att man med den vattenkemiska provtagningen sällan lyckas fånga det suraste tillfället och att det suraste tillståndet är starkt korrelerat till det genomsnittliga. Variationen i försurning är dessutom inte lika stor som variationen i surhet. Undantag för detta var tidigare under vårfloden i Norrland när depositionen var större än idag. Svavelsyran i smältvattnet nådde då till stora delar vattendragen direkt utan att passera den buffrande marken vilket ledde till en kraftig ökning av försurningen under den suraste perioden vilket kunde vara förödande för organismerna i vattnet. Med minskande deposition har episodförsurningen minskat och vårflodens surstöt är idag till största delen naturlig (Laudon, 2007). Episodförsurning ska enligt Bedömningsgrunder bedömas med en särskild modell – BDM (Boreal Dilution Model) (Laudon m. fl., 2001). Denna modell tillämpas längre fram i rapporten.

Försurningsepisoder kan även förekomma vid andra tillfällen än under snösmältning. Med en försurningsepisod menas då att en tillfälligt ökad försurningspåverkan sammanfaller med en surstöt av något slag. Det kan till exempel förekomma vid högflöden efter torka. I en fördjupad studie av hur försurningspåverkan varierar i vattendrag kunde man visa att försurningsepisoder främst förekommer i vattendrag som redan klassas som försurade utifrån medelkemin. Det är däremot ovanligt med försurningsepisoder i vattendrag som klassas som icke försurade utifrån det flödesvägda medelvärdet (Erlandsson m. fl., 2010). Enstaka avvikelser kan naturligtvis förekomma och en bedömning med Bedömningsgrunder bör för enskilda vattendrag kompletteras med en expertgranskning.

6.2 Sjöar

Inga av de undersökta sjöarna är försurningspåverkade. Den beräknade pH-förändringen orsakad av mänsklig försurning är bara 0,1 enheter eller lägre (tabell 47). Med hjälp av MAGIC_{bibliotek} går det även att uppskatta vad försurningspåverkan var 1980 när depositionen var som störst. Inte heller då var någon av sjöarna försurade. Resultaten är förväntade eftersom endast 2 % av sjöarna i Västernorrland klassad som försurade enligt en bedömning utifrån Omdrevsinventeringen 2007-2008 (Fölster och Valinia, 2012). Sjöarna har i genomsnitt nära neutrala pH-värden d.v.s. mellan 6,1 och 7,1.

För att nyansera beskrivningen kan man studera de suraste förhållandena vilket ger en inblick i vilken mån surheten har betydelse för livsbetingelserna i vattnet. För de flesta av sjöarna tyder även de enskilt suraste uppmätta värden mellan 1997 och 2011 på nära neutrala förhållanden (tabell 47). Det är bara i Remmarsjön, S. Bergsjön och Storsjön som pH-värden under 6 förekommer, men alkaliniteten sjunker aldrig under 0. I dessa tre sjöar förekommer även halter av oorganiskt aluminium (Ali, beräknade halter) över 30 µg/l då man kan ha negativ effekt på gälade organismer. (Köhler och Erlandsson, 2011). I Remmarsjön var den högsta halten 60 µg/l och i 30 % i av proverna var halten Ali > 30 µg/l. Det är alltså troligt att artsammansättningen i Remmarsjön påverkas av surhetstillståndet, men det går inte utifrån dessa resultat avgöra om sjön är försurad eller naturligt sur. Halter upp till 60 µg/l kan förekomma i humösa sjöar med naturligt låg alkalinitet (Köhler och Erlandsson, 2011). Den ringa försurningspåverkan enligt MAGIC_{bibliotek} tyder på att Remmarsjön tillfälligtvis kan vara naturligt sur.

Tabell 47. Försurningsbedömningar 2009-2011 och kemivärden för perioden 1997-2011 i sjöar i Västernorrland

Namn	Försurningspåverkan (pH-enheter)		Median pH	Lägsta pH	Lägsta Alk mekv/l	Högsta Ali µg/l	Andel Ali>30 %
	2008-2010	1980					
Betarsjön	0,0	0,1	6,8	6,4	0,1	18	0
Gransjön	0,1	0,1	6,6	6,3	0,092	18	0
Hällvattnet	0,1	0,1	6,5	6,3	0,042	18	0
Lungsjön*	0,0	0,0	7,1	6,8	0,294	7	0
Navarn	0,1	0,1	6,9	6,5	0,103	17	0
Remmarsjön	0,1	0,1	6,3	5,8	0,016	60	30
S. Bergsjön	0,1	0,1	6,1	5,6	0,012	31	3
Storsjön	0,1	0,1	6,5	5,8	0,016	51	8
V. Rännöbodsjön	0,1	0,1	6,9	6,5	0,143	20	0
Valasjön	0,1	0,1	6,5	6,2	0,045	24	0

*) Endast data från 2011

6.3 Vattendrag

Även i vattendragen är försurningspåverkan över lag liten och ingen av dem klassas som försurad enligt MAGIC_{bibliotek} (tabell 48). Däremot var Viksbäcken avsevärt försurad 1980 med på gränsen till Dålig status enligt bedömningsgrunder. För vattendragen som har större variation i vattenkemi är det ännu viktigare än i sjöarna att studera de suraste mätningarna för att ge en kompletterande bild av surhet och försurning. Även för vattendragen är det bara tre stationer där pH-värden under 6 uppmättes 1997-2011: Malmån, Stormyrbäcken och Viksbäcken. I Malmån och Viksbäcken förekom även aciditet (negativ alkalinitet). Halter Ali > 30 µg/l förekom i 5 av vattendragen och i Viksbäcken och Västersel förekom halter > 60 µg/l vilket är en indikation på antropogen försurning (Köhler och Erlandsson, 2011). I Viksbäcken var halten Ali nästan alltid > 30 µg/l och ca. en tredjedel av proverna hade halter > 60 µg/l för perioden 1997- 2011. Det är inget som tyder på att halterna minskat med tiden. Med tanke på att osäkerheten i MAGIC_{bibliotek} är 0,2 pH-enheter kan det vara rimligt att med en expertbedömning klassa Viksbäcken som försurad med stöd av de höga halterna Ali, men en slutlig bedömning bör göras utifrån all tillgänglig information. Man bör t.ex undersöka om vattendraget kan vara påverkad av sulfidjordar i avrinningsområdet.

Tabell 48. Försurningsbedömningar 2009-2011 och kemivärden för perioden 1997-2011 i vattendrag i Västernorrland

Namn	Antal prov per år	Försurningspåverkan (pH-enheter)		Median pH	Lägsta pH	Lägsta Alk mekv/l	Högsta Ali µg/l	Andel Ali>30 %
		2008-2010	1980					
Hornsjöbäcken	12	0,1	0,1	6,9	6,2	0,089	29	0
Juån*	6	0,0	0,0	6,9	6,5	0,134	10	0
Kläppsjöbäcken	6	0,1	0,1	6,5	6,0	0,048	39	2
Kniptjärnsbäcken	6	0,0	0,0	6,8	6,4	0,077	35	2
Kvarnån	12*	0,0	0,0	7,4	6,6	0,124	11	0
Kärmsjöbäcken	8	0,1	0,1	6,7	6,0	0,036	24	0
Linån	6	0,1	0,1	7,1	6,5	0,120	22	0
Malmån	6	0,1	0,1	6,1	5,2	-0,016	37	2
Navarån	6	0,1	0,1	6,9	6,5	0,078	15	0
Stormyrbäcken	12*	0,0	0,1	6,4	5,8	0,017	10	0
Viksbäcken	6	0,3	0,8	6,3	5,1	-0,012	104	98
Viskansbäcken	12*	0,1	0,0	7,3	6,8	0,248	14	0
Västersel	12	0,2	0,3	6,6	6,0	0,049	69	10

* anger förtätat provtagning under vårfloden

6.4 Episodförsurning

I tre av vattendragen fanns förtätad provtagning under vårfloden under 2008-2010 vilket kunde användas för en försurningsbedömning med BDM. Modellen beräknar hur stor del av pH-sänkningen som orsakats av surt nedfall. I samtliga vårflodsepisoder som undersöktes var den antropogena försurningspåverkan obetydlig, d.v.s. < 0,2 pH-enheter (tabell 49). Resultaten är förväntade eftersom episodförsurningen är direkt kopplad till svavelhalten i snön och depositionen nu är tillbaka på nivåer nära de förindustriella (figur 26). Episodförsurningen hade troligen betydligt större betydelse under 1980-talet då depositionen var ca. fem gånger så hög som idag.

Tabell 49. Antropogen försurningspåverkan under vårfloden beräknad med BDM enligt bedömningsgrunder.

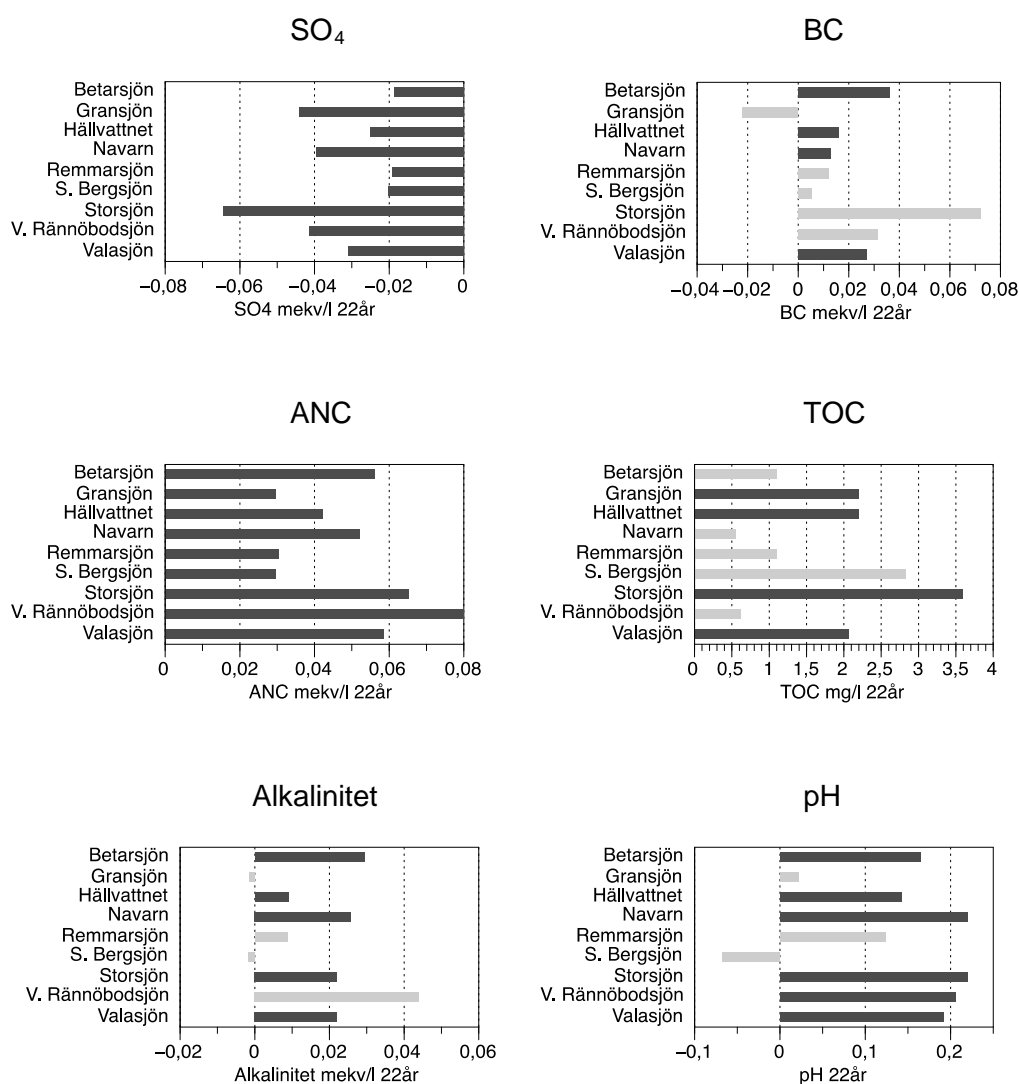
Vattendrag	Antropogen pH-förändring under vårfloden		
	År		
	2008	2009	2010
Kvarnån	0,02	0,03	0,0
Stormyrbäcken	0,1	0,1	0,04
Viskansbäcken	0,0	0,0	0,0

6.5 Förändringar i tiden

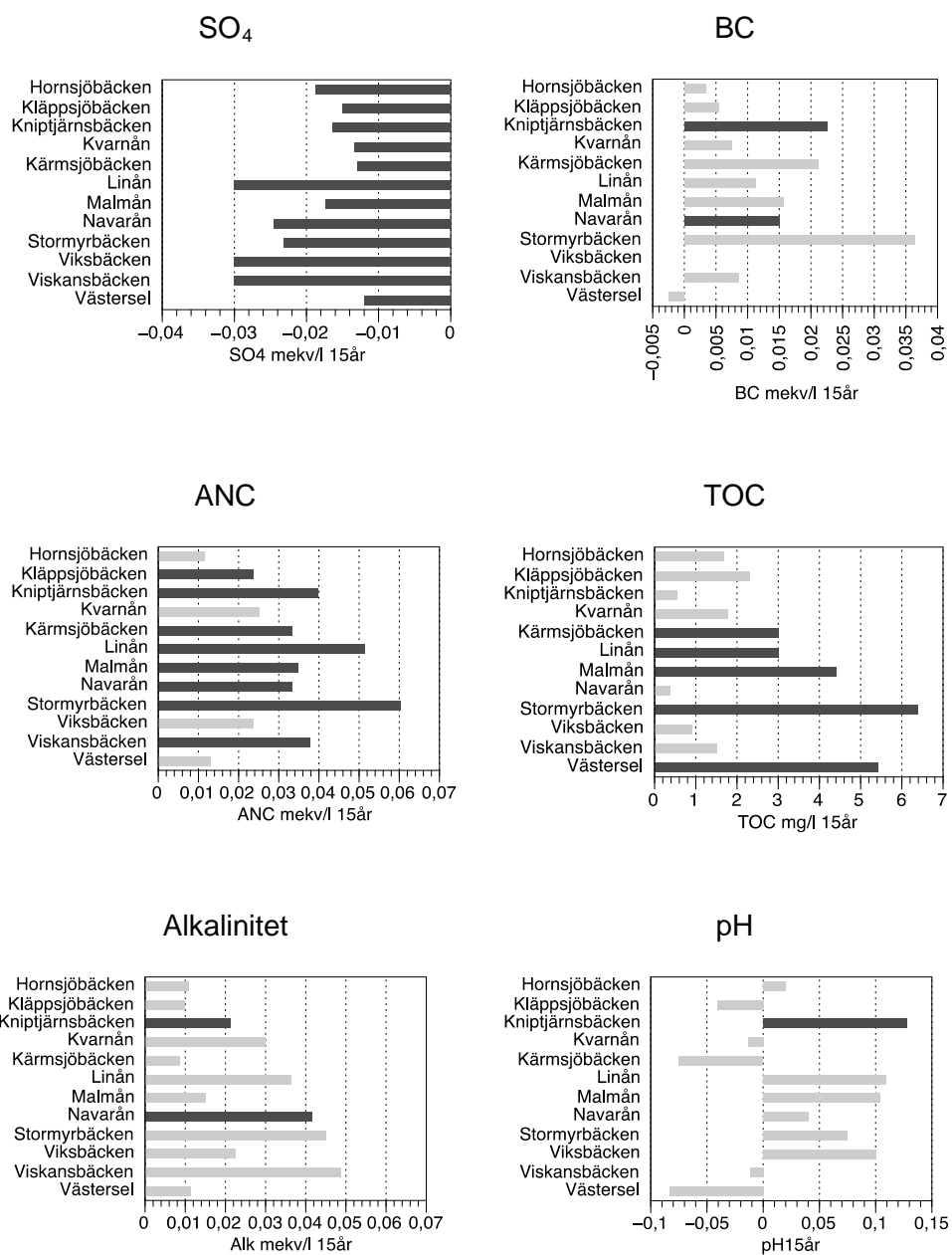
Depositionen av svavel minskade drastiskt under 1990-talet och har sedan fortsatt under det senaste decenniet, men i mindre omfattning. Den minskade svaveldepositionen avspeglar sig tydligt i de minskande sulfathalterna redan under 1980-talet (t.ex figur 3) och samtliga sjöar och vattendrag uppvisar statistiskt signifikanta minskande trender för perioden 1990-2011 (figurer 27 och 28). Normalt brukar minskande sulfathalter åtföljas av minskande halter av baskatjoner som en följd av ett minskat jonbyte i marken (Stoddard m. fl., 1999), men detta kunde inte återfinnas i sjöarna och vattendragen i Västernorrland. Snarare är det en tendens till ökande halter, även om bara ett fåtal trender är statistiskt signifikanta. Detta tyder på att försurningspåverkan generellt sett är liten och att halterna baskatjoner styrs av andra processer än försurningspåverkan. Studerar man tidsseriediagrammen över BC-halten sedan 1984 i sjöarna ser man att BC-halten minskade fram till 1990 för att sedan öka (t. ex. figur 3). De minskande halterna av sulfat och tendenserna till ökande halter baskatjoner leder tillsammans till att buffertförmågan mätt som ANC ökar med några hundradelars mekv/l under mätperioderna. Medan ANC endast styrs av de starka syrorna och baserna påverkas alkalinitet och pH även av de organiska syrorna i det naturliga organiska kolet (TOC). Dessutom påverkas pH av kolsyratrycket. Eftersom det finns tendenser till ökande halt TOC motverkas ökningen i ANC så att trenderna i alkalinitet och pH blir svagare och i lägre grad statistiskt signifikanta. De ökande halterna TOC ingår i ett generellt mönster som har satts i samband både med det minskade försurningstrycket och den naturliga variationen i klimatet (Erlandsson m. fl., 2008). För en del sjöar sjönk pH och alkalinitet under slutet av 1980-talet innan ökningen de senaste två decennierna. Mot bakgrund av tendensen till cyklisk variation för BC kan man inte utesluta att en del av trenderna i pH och alkalinitet är en del av den naturliga variationen. För Ali kunde inga trendanalyser göras eftersom det saknades mätvärden i huvuddelen av proverna från första delen av tidsserierna.

Som ett komplement gjordes även en motsvarande trendanalys på de lägsta värdena för varje år för pH för att se om det skett en förbättring i de för biota mest kritiska situationerna. Analysen gav trender i samma storleksordning som för data från hela året, men färre var statistiskt signifikanta.

Sammanfattningsvis kan sägas att trenderna i surhetsrelaterade parametrar delvis avspeglar det minskande försurningstrycket. Sulfathalten har ofta mer än halverats sedan 1980-talet. Effekterna på pH och alkalinitet är i många fall signifikanta, men förändringarna under perioden är så små att de har liten ekologisk relevans. De största statistiskt signifikanta pH-ökningarna är kring 0,2 enheter på 22 år.



Figur 27. Trender i surhetsrelaterade kemiska parametrar 1990-2011 i sjöar. Skalan på x-axeln avser genomsnittlig förändring (Theils slope) under hela 22-årsperioden. Mörka staplar avser statistiskt signifikanta förändringar (p < 0,05, Seasonal-Kendall).



Figur 28. Trender i surhetsrelaterade kemiska parametrar 1997-2011 i vattendrag. Skalan på x-axeln avser genomsnittlig förändring (Theils slope) under hela 15-årsperioden. Mörka staplar avser statistiskt signifikanta förändringar ($p < 0,05$, Seasonal-Kendall).

7. Övergödning

Näringsstatusen i de flesta sjöar och vattendrag styrs av tillgången av fosfor som oftast är det begränsande ämnet för sjöns produktion. Naturliga källor av fosfor är vittringen från marken och humus. Sambandet mellan humus och fosfor (Tot-P) i opåverkade vatten används vid beräkning av referensvärdet för Tot-P i bedömningsgrunder. Vattnets färg, mätt som filtrerad absorbans (AbsF), ingår i ekvationerna för beräkning av referenstillståndet för både sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket, 2007).

Övergödning i sötvatten orsakas av förorening av Tot-P som i de flesta fall är det begränsande näringsämnet. De vanligaste källorna till fosforförorening är punktutsläpp från t.ex reningsverk och diffust läckage från jordbruksmark och enskilda avlopp. Om Tot-P halten är högre än det dubbla referensvärdet ($EK < 0,5$) uppnås inte god status enligt Bedömningsgrunder.

Samtliga sjöar i undersökningen har låga halter Tot-P som ligger nära de beräknade referensvärdena (tabell 50). Sjöarna bedöms därför ha hög ekologisk status, med undantag för tre bruna sjöar med naturligt förhöjda halter Tot-P. Bedömningsgrunder klassar sjöar med TotP $> 12,5$ som bäst god status även om EK är $> 0,7$ som är gränsen mellan hög och god status i klara vatten.

Tabell 50. Klassificering av fosforstatus i sjöar baserat på medelvärden 2009-2011. För att en vattenförekomst ska uppnå klassen hög status måste tot-P vara $< 12,5$.

Namn	Tot-P $\mu\text{g/l}$	ref-P	EK	Status	Kommentar
Betarsjön	5	7	1,4	Hög	
Gransjön	8	8	1,1	Hög	
Hällvattnet	5	8	1,6	Hög	
Navarn	3	5	1,7	Hög	
Remmarsjön	10	8	0,8	Hög	
S. Bergsjön	13	11	0,8	God	totP $> 12,5\mu\text{g/l}$
Storsjön	14	12	0,9	God	totP $> 12,5\mu\text{g/l}$
V. Rännöbodsjön	13	11	0,8	God	totP $> 12,5\mu\text{g/l}$
Valasjön	12	11	0,9	Hög	
Lungsjön	8	8	1,0	Hög	

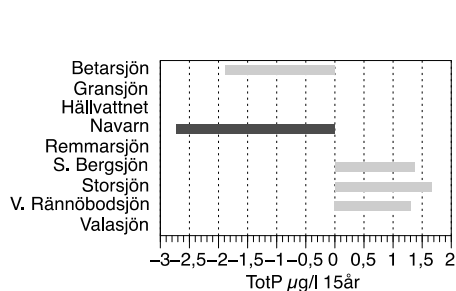
Bland vattendragen uppnådde Västersel inte god ekologisk status. Den genomsnittliga halten Tot-P var där $45 \mu\text{g/l}$ vilket är nästan fyra gånger så högt som referensvärdet (tabell 51). Även Kläppsjöbäcken, Linån och Malmån hade höga halter Tot-P som låg strax under det dubbla referensvärdet.

Tabell 51. Klassificering av fosforstatus i vattendrag baserat på medelvärden 2009-2011.

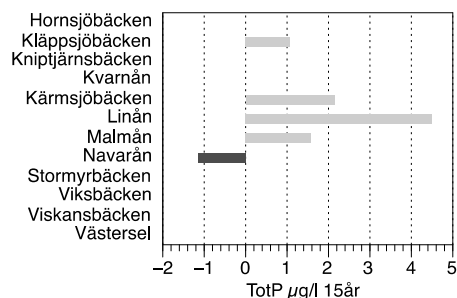
Namn	Tot-P $\mu\text{g/l}$	ref-P	EK	Status
Hornsjöbäcken	7	9	1,3	Hög
Kvarnån	9	11	1,2	Hög
Kärmsjöbäcken	9	9	1,0	Hög
Stormyrbäcken	11	9	0,8	Hög
Viskansbäcken	10	11	1,0	Hög
Västersel	45	12	0,3	Måttlig
Juån	6	8	1,4	Hög
Kläppsjöbäcken	19	10	0,5	God
Kniptjärnsbäcken	5	7	1,3	Hög
Linån	22	12	0,6	God
Malmån	18	12	0,6	God
Navarån	5	7	1,5	Hög
Viksbäcken	6	9	1,5	Hög

7.1 Trender i Tot-P

Halterna av Tot-P visar inga generella trender i någon riktning, men i sjön Navarn och vattendraget Navarån minskade halterna signifikant (figur 29 a och b). Båda Navarn och Navarån har låga halter för Tot-P, 3 respektive 5 $\mu\text{g/l}$. Minskningarna skulle kunna vara ett resultat av en minskad belastning, men det kan också var ett resultat av ett storskaligt mönster med minskande halter Tot-P som noterats i näringsfattiga vatten i Nordamerika och Skandinavien (Khalili, 2012). Man har inte kunnat hitta någon bra förklaring till de minskande halterna, men de tros hänga samman med förändringen mot ett varmare klimat.



Figur 29 a. Trender i Tot-P i sjöar 1997-2011.



Figur 29 b. Trender i Tot-P i vattendrag 1997-2011.

8. Siktdjup och klorofyll i sjöar

I sjöar kan även bedömning av klorofyllhalten och siktdjupet ge indikation på eutrofiering. För klorofyll finns regionspecifika referensvärden för olika färgklasser (tabell 52). Om referensvärdet är mindre än det dubbla referensvärdet uppnår sjön god status. Om halterna är högre än så ska sjön följas upp med planktonanalyser. För Storsjön och V. Rännöbodsjön är detta fallet. Övriga sjöar uppnår hög eller god status med avseende på klorofyll.

Tabell 52. Klassificering av klorofyllstatus i sjöar

Namn	Klorofyll	Kfyll ref	EK Kfyll	Status Kfyll
Betarsjön	2,6	2,5	0,96	Hög
Gransjön	4,3	2,5	0,58	Hög
Hällvattnet	2,9	2,5	0,86	Hög
Navarn	2,6	2	0,77	Hög
Remmarsjön	2,7	2,5	0,93	Hög
S. Bergsjön	3,1	2,5	0,81	Hög
Storsjön	12,6	2,5	0,2	Måttlig-Dålig*
V. Rännöbodsjön	12,8	2,5	0,2	Måttlig-Dålig*
Valasjön	5,3	2,5	0,47	God

* För vidare klassning krävs fullständig planktonanalys

För siktdjupet beräknas ett referensvärde ur den filtrerade absorbansen (AbsF) och referensvärdet för klorofyll. S. Bergsjön hade ett siktdjup som var strax under hälften av det beräknade referensvärdet och får därför bara måttlig status (tabell 53). De övriga sjöarna uppnår hög eller god status med avseende på siktdjup.

Tabell 53. Klassificering av siktdjupsstatus i sjöar.

Namn	Siktdjup	Siktdjup ref	EK siktdjup	Status Siktdjup
Betarsjön	3,4	2,8	0,83	Hög
Gransjön	2,9	2,1	0,73	Hög
Hällvattnet	3,2	2,6	0,82	Hög
Navarn	7,1	9,4	1,32	Hög
Remmarsjön	1,9	1,0	0,51	God
S. Bergsjön	1,7	0,8	0,48	Måttlig
Storsjön	1,9	1,0	0,5	God
V. Rännöbodsjön	2,0	1,0	0,5	God
Valasjön	2,5	1,7	0,66	God

Sammanfattningsvis kan sägas att det med undantag för Västersel råder goda förhållanden i de undersökta sjöarna och vattendragen med avseende på näringsstatus. De höga klorofyllhalterna i Storsjön och V. Rännöbodsjön bör dock följas upp.

9. Metaller

Metaller förekommer naturligt i låga halter i vatten och är livsnödvändiga i små mängder för växter och djur. Halterna varierar naturligt beroende på berggrund och jordarter i avrinningsområdet samt vattnets surhetsgrad och innehåll av organiskt material. I många vatten har halterna även kommit att påverkas av mänsklig aktivitet såsom gruvbrytning, metallindustri och utsläpp till luften. Förhöjda halter kan redan i måttliga doser ge skador på växter och djur och i en del fall kan även de naturliga bakgrundshalterna ge påverkan. Metallernas toxicitet är beroende av deras biotillgänglighet. Biotillgängligheten är beroende av i vilken form metallerna finns i vattnet; metallerna kan t.ex. vara adsorberade till partiklar eller ingå i icke biotillgängliga komplex. Tillgängligheten beror också på vattnets kemiska egenskaper som t.ex. pH, hårdhet och humushalten.

Det är endast tre av vattendragen och fem av sjöarna som har någon längre sammanhängande mätserie för alla metaller. Före augusti 1995 analyserades metallerna med en äldre metod (grafitugn) som gav osäkrare resultat än dagens metod (ICP-MS). Därför redovisas i första hand data från 1996-2011 i vattendragen. I sjöar finns tidsserier för metaller bara sedan 2000. I flera sjöar har koppar och zink analyserats vid ett par tillfällen under 1984 och -85. Om senare data saknas redovisas dessa data, men resultaten ska då tolkas med försiktighet.

För kadmium, bly och nickel finns gränsvärden i Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG, "Miljökvalitetsnormer för prioriterade ämnen och andra förorenade ämnen" (tabell a). För koppar, zink och krom har Naturvårdsverket tagit fram förslag till gränsvärden (Naturvårdsverket, 2008). För kadmium och zink varierar gränsvärdena med vattnets hårdhetsgrad, men i de sjöar och vatten som denna rapport omfattar är hårdheten så låg att gränsvärdena för mjukare vatten kunde användas (<40 mg CaCO₃ för Cd och < 24 mg CaCO₃ för Zn). Gränsvärdet för zink bygger på konceptet adderad risk; dvs. gäller för zink som tillförts vattendraget utöver naturliga bakgrundsnivåer.

För samtliga metaller finns regionsvisa bakgrundshalter framtagna (Herbert m. fl., 2009). För de metaller som saknar gränsvärden redovisas dessa värden som jämförvärden. Bakgrundsvärdet för Zn används också för att beräkna gränsvärdet (bakgrundsvärdet + 3 µg/l). Olika bakgrundsvärden finns redovisade för sjöar respektive vattendrag samt för två brunhetsklasser. Alla stationer med metalldata utom en sjö tillhör den brunare klassen (> 50 mgPt/l, beräknat ur absorbans) Skillnaden mellan de olika brunhetsklasserna för vattendrag ligger inom felmarginalen med undantag för Co och V som är bundna till humus. För enkelhetens skull användes därför genomgående bakgrundsvärdena för bruna vatten.

10.1 Sjöar

I de fyra sjöarna med metallanalyser var halterna långt under gränsvärdena för Cd, Pb, Ni och Cr (tabell 54). För Cu och Zn däremot låg halterna nära gränsvärden och för Zn i Valasjön till och med över. För Cu låg halterna över gränsvärdet i mellan 7 och 24 % av proverna och för Zn i mellan 18 och 38 % (tabell 55). För de fem sjöarna med enstaka analyser av Cu och Zn 1984-1985 låg halterna under gränsvärdet för Cu och för Zn över eller strax under (tabell 56).

För Co, As och V låg halterna nära bakgrundshalterna i alla fem sjöar med undantag för halten As i Remmarsjön och Valasjön där den var 1,5 till 2 gånger den genomsnittliga bakgrundshalten.

Tabell 54. Metallhalter i sjöar, medelvärden 2000-2011. Gränsvärden enligt MKN (2008/105/EG), NV (Rapport 5799) samt bakgrundshalt för bruna vattendrag i sjölimnisk region 3. Enheterna är µg/l.

Namn	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Cr	Co	As	V
	Gränsvärde MKN			Gränsvärde NV			Genomsnittliga bakgrundshalter		
<i>Jämförvärde</i>	0,080	7,2	20	4	7,7	3	0,10	0,36	0,29
Hällvattnet	0,011	0,8	0,6	2,1	5,5	0,3	0,04	0,22	0,14
Remmarsjön	0,012	0,3	0,7	1,6	5,1	0,3	0,12	0,55	0,21
V. Rännöbodsjön	0,006	0,3	1,0	2,4	4,9	0,3	0,11	0,20	0,30
Valasjön	0,013	0,4	1,1	3,8	8,2	0,4	0,16	0,67	0,31

Tabell 55. Andel sjöprover över gränsvärdet enligt NV (Rapport 5799) i sjöprover 2000-2011.

Namn	Andel prover över gränsvärde (%)	
	Cu	Zn
Hällvattnet	18	29
Remmarsjön	7	21
V. Rännöbodsjön	24	18
Valasjön	19	38

Tabell 56. Metallhalter i sjöar, medelvärden av 2 - 3 prover 1984 och 1985. Gränsvärden enligt NV (Rapport 5799). Enheterna är µg/l.

	Cu	Zn
		Gränsvärde NV
<i>Jämförvärde bruna sjöar</i>	4	7,7
Betarsjön	2,0	6,2*
Gransjön	1,6	10,3
Navarn	0,9	4,8
S. Bergsjön	1,1	6,5
Storsjön	1,6	7,0

*För Betarsjön som är klar gäller gränsvärdet 5,2 för Zn

10.2 Vattendrag

I vattendragen var halterna långt under gränsvärdena i de flesta fallen (tabell 57). Det var bara för Västersel där medelvärdet för Zn låg nära gränsvärdet och 14 % av proverna låg över gränsvärdet. I Västersel var även halten As ca. tre gånger så hög som den naturliga bakgrundshalten.

Tabell 57. Metallhalter i vattendrag, medelvärden 1996-2011. Gränsvärden enligt MKN (2008/105/EG), NV (Rapport 5799) samt bakgrundshalt för bruna vattendrag i sjölimnisk region 3. Enheterna är µg/l förutom för Hg då den är ng/l.

Namn	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Cr	Hg	Co	As	V
	Gränsvärde EMKN			Gränsvärde NV			Genomsnittliga bakgrundshalter			
Jämförvärde	0,080	7,2	20	4	5,7	3	2,5	0,13	0,30	0,43
Hornsjöbäcken (1998-2003)	0,006	0,1	-	0,6	1,7	-	-	-	-	-
Stormyrbäcken	0,012	0,2	0,4	0,3	2,1	0,2	2,5	0,31	0,35	0,19
Västersel	0,013	0,3	0,7	1,0	4,3	0,5	3,9	0,21	0,74	0,48

För de sjöar och vattendrag där halterna är över de satta gränsvärdena eller är flera gånger den naturliga bakgrundshalten bör man utreda om de höga halterna beror på mänsklig påverkan eller om de kan bero på t.ex. lokal variation i berggrunden.

En annan felkälla vid jämförelsen mellan gränsvärden och uppmätta värden är att gränsvärdena är baserade på analys av filtrerade och konserverade prov. Proverna i miljöövervakningen är analyserade på konserverade ofiltrerade prover där partiklarna fått sedimentera vilket innebär att en del metaller som är löst adsorberade till partiklar följer med i analysen. Syramängden är däremot inte tillräckligt stor för att i nämnvärd omfattning bryta ner partiklarna, vilket gör att för de flesta metaller så är det liten skillnad mellan den analyserade "totalhalten" och halten av de lösta metallerna. Laboratorieförsök har dock visat att zink oftast blir något högre i ett ofiltrerat prov än i ett filtrerat men att denna skillnad överskuggas av analysens mätosäkerhet samt de naturliga variationerna vid provtagningsstationerna (Wallman m.fl. 2009) Detta kan dock förklara en del av de förhöjda halterna. Ett annat, pågående försök vid Institutionen för vatten och miljö har visat att vissa isborrar är en påtaglig kontaminationskälla speciellt när det gäller zink. Överhuvudtaget är risken för zinkkontamination stor i alla led från provtagning till analys. Slutligen kan också påpekas att de äldsta resultaten är analyserade med en annan teknik än idag och att det är svårt att säga hur tillförlitliga dessa resultat är jämfört med dagens.

10. Referenser

- Erlandsson, M., Buffam, I., Fölster, J., Laudon, H., Temnerud, J., Weyhenmeyer, G. A. and Bishop, K. (2008). "Thirty-five years of synchrony in the organic matter concentrations of Swedish rivers explained by variation in flow and sulphate." *Global Change Biology* **14**(5): 1191-1198.
- Erlandsson, M., Laudon, H. and Fölster, J. (2010). "Spatiotemporal patterns of drivers of episodic acidification in Swedish streams and their relationships to hydrometeorological factors." *Science of the Total Environment* **408**(20): 4633-4643.
- Fölster, J. (2007). "Förslag till Bedömningsgrunder för försurning i sjöar och vattendrag. Inst. för Miljöanalys, SLU. Rapport 2007:9." 28.
- Fölster, J., Andréén, C., Bishop, K., Buffam, I., Cory, N., Goedkoop, W., Holmgren, K., Johnson, R., Laudon, H. and Wilander, A. (2007). "A Novel Environmental Quality Criterion for Acidification in Swedish Lakes – An Application of Studies on the Relationship Between Biota and Water Chemistry." *Water, Air, & Soil Pollution: Focus* **7**(1): 331-338.
- Fölster, J. and Köhler, S. (2011). Försurningsläget i Sveriges ytvatten 2010
- Trender i vattenkemi samt bedömning av försurning och överskridande av kritisk belastning av försurande ämnen för ytvatten i Sverige. Underlag till utvärdering av miljömålet "Bara naturlig försurning. Rapport 2011:24, Institutionen för vatten och miljö, SLU.
- Fölster, J., Moldan, F. and Stadmark, J. (2011). Malsjöundersökningen 2007–2008. Naturvårdsverket. Rapport 6412.
- Fölster, J. and Valinia, S. (2012). Försurningsläget i Sveriges ytvatten 2010
- Komplettering till rapport 2011:24. Underlag till utvärdering av miljömålet "Bara naturlig försurning. Rapport 2012:5, Institutionen för vatten och miljö, SLU.
- Helsel, D. R. and Hirsch, R. M. (1992). "Statistical measures in water research. Amsterdam. 1992. Elsevier Science Publishers B.V.": 529.
- Herbert, R., Björkvald, L., Wällstedt, T. and Johansson, K. (2009). Bakgrundshalter av metaller i Svenska inlands- och kustvatten. Institutionen för vatten och miljö, SLU. Rapport 2009:12.
- Hirsch, R. and Slack, J. R. (1984). "A non-parametric trend test for seasonal data with serialdependence." *Water Resources Research* **20**: 727-732.
- Holmgren, K. and Buffam, I. (2005). "Critical values of different acidity indices - as shown by fish communities in Swedish lakes." *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **29**: 654-660.
- Johnson, R., Goedkoop, W., Fölster, J. and Wilander, A. (2007). "Relationships Between Macroinvertebrate Assemblages of Stony Littoral Habitats and Water Chemistry Variables Indicative of Acid-stress." *Water, Air, & Soil Pollution: Focus* **7**(1): 323-330.
- Khalili, M. (2012). *Macronutrien cycling in surface waters - Large-scale patterns and assessment of global change..* PhD, SLU.
- Köhler, S. (2011). Analys och systematiskt utvärdering av avvikelser mellan uppmätta och modellerade halter av oorganiskt aluminium i tidsseriedata i sjöar, Institutionen för vatten och miljö, SLU. **2011:25**.
- Köhler, S. and Erlandsson, M. (2011). Utvärdering av halterna oorganiskt aluminium i referenser inom malsjöinventeringen. Rapport 2011:04, Institutionen för vatten och miljö, SLU.
- Laudon, H. (2007). "Försurningsläget i Norrland: En regional bedömning av situationen 1994, 2004 och 2020. Slutrapport till Naturvårdsverket dnr 235-5862-07Me."
- Laudon, H., Westling, O., Löfgren, S. and Bishop, K. (2001). "Modeling preindustrial ANC and pH during the spring flood in northern Sweden." *Biogeochemistry* **54**(2): 171-195.

- Naturvårdsverket (2007). "Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bilaga A till Handbok 2007:4."
- Naturvårdsverket (2007). "Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. Handbok 2007:4."
- Naturvårdsverket (2008). Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen. Rapport 5799.
- Olofsson, F., (2009). Länsprogram för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 i Västernorrlands län. Länsstyrelsen Västernorrland. Rapport 2009:14.
- Sonesten, L. and Engblom, S. (2001). Totalfosforanalyser vid Institutionen för miljöanalys 1965-2000, Institutionen för miljöanalys, SLU.
- Stoddard, J. L., Jeffries, D. S., Lükewille, A., Clair, T. A., Dillon, P. J., Driscoll, C. T., Forsius, M., Johannessen, M., Kahl, J. S., Kellogg, J. H., Kemp, A., Mannio, J., Monteith, D. T., Murdoch, P. S., Patrick, S., Rebsdorf, A., Skjelkvåle, B. L., Stainton, M. P., Traaen, T., van Dam, H., Webster, K. E., Wieting, J. and Wilander, A. (1999). "Regional trends in aquatic recovery from acidification in North America and Europe." Nature **401**(6753): 575-578.



**Länsstyrelsen
Västernorrland**

Postadress: 871 86 Härnösand
Telefon: 0611-34 90 00
www.lansstyrelsen.se/vasternorrland