

Trender i surhetstillstånd i skogs-, myr- och fjällbäckar i Dalarna

Resultat från den regionala miljöövervakningen



Stefan Löfgren, Anders Düker och Mikael Östlund

Trender i surhetstillstånd i skogs-, myr- och fjällbäckar i Dalarna

Resultat från den regionala miljöövervakningen

Stefan Löfgren, Anders Düker och Mikael Östlund

Institutionen för vatten och miljö
Sveriges lantbruksuniversitet
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel. 018 – 67 31 10
<http://www.slu.se/vatten-miljo>

Tryck: 50 exemplar, SLU, Uppsala, september 2015.

Omslagsbild: Tangån, Fulufjällets nationalpark 27 maj 2008. *Foto:* M. Östlund

Förord

Hyttingsån, Acktjärnsbäcken/Oradbäcken, Göljån och Skidbågsbäcken är trendvattendrag som ingått i den regionala miljöövervakningen i Dalarnas län sedan mitten av 90-talet. Förutom vattenkemiska undersökningar har även undersökningar av bottenfauna, kiselalger och fisk genomförts. En rad utvärderingar av dessa data har utförts genom åren men inte under det senaste decenniet.

Försurningen av sjöar och vattendrag har generellt minskat i Sverige och det finns därför skäl att utvärdera surhetstillståndets utveckling med tiden i Dalarnas skog-, myr- och fjällvattendrag, samt försöka förklara orsaken till eventuella trender. Utvärderingen, som utförts på uppdrag av Länsstyrelsen Dalarna, har finansierats av miljöövervakningsmedel.

Resultatet av utvärderingen har använts vid revideringen av den regionala miljöövervakningen i Dalarnas län.

Ann-Louise Haglund

Länsstyrelsen Dalarna 11 september 2015

Innehållsförteckning

Förord	1
Innehållsförteckning.....	2
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	4
Syfte.....	4
Material och metoder.....	5
Resultat och diskussion	6
pH, ANC och jonsammansättning – haltnivåer	6
pH, ANC och jonsammansättning – trender	9
Försurningsbedömning med BDM – trender försurningsepisod vår	12
Slutsatser	13
Referenser	14
Bilaga 1.....	15

Sammanfattning

Försurningen av sjöar och vattendrag har generellt minskat i Sverige och det är följaktligen intressant att följa upp och söka förklara utvecklingen i Dalarnas vattendrag. Länsstyrelsen har därför initierat en vattenkemisk utvärdering av de regionalt övervakade vattendragen. Syftet med utvärderingen är att utvärdera surhetstillståndets utveckling med tiden samt att söka förklara orsakerna till eventuella trender i Hyttingsån, Acktjärnsbäcken, Göljån och Skidbågsbäcken (SK1 och SK2). Utvärderingen omfattar hela mätperioden t.o.m. 2012.

Om man undantar den kalkade Skidbågsbäcken SK2, var samtliga bäckar jonsvaga med en medelkonduktivitet i intervallet 1,2-2,5 mS/m. I samtliga bäckar förutom Skidbågsbäcken SK1 var Ca^{2+} den dominerande kationen (BC) följt av Na^+ , Mg^{2+} och K^+ . I Skidbågsbäcken SK1 dominerade Na^+ . BC-halterna balanserades primärt av RCOO^- och HCO_3^- . Båda dessa anjoner bildas vid nedbrytning av organiskt material respektive vid koldioxidvittring av olika silikatmineral och utgjorde mellan 57-84% av anjonerna i de okalkade bäckarna. Andelen SO_4^{2-} varierade mellan 8-25% med de högsta värdena i Hyttingsån och Göljån. Det är därför troligt att mänskligt betingad försurning bidrog med maximalt 8-25% i de studerade vattendragen och att denna påverkan var som störst i Hyttingsån och Göljån. I den kalkade Skidbågsbäcken SK2 var Ca^{2+} extremt dominerande och balanserat av HCO_3^- , båda med ursprung i den kalk som spridits.

Buffertsystemet i Skidbågsbäcken SK1 dominerades helt av svaga organiska syror, vilket gav ett lågt medel-pH (4,5), medan buffertsystemen i Acktjärnsbäcken och Göljån dominerades av kolsyrasystemet och därför hade betydligt högre pH (6,1 respektive 6,4 i medeltal). Hyttingsån uppvisade en mix av de båda buffertsystemen och hade därför ett något lägre medel-pH (5,8) betingat av högre halter organiska syror. Den kalkade Skidbågsbäcken SK2 hade $\text{pH} \approx 6,5$.

Med undantag av Hyttingsån, som inte uppvisar någon statistiskt signifikant trend ($p > 0,05$), har pH ökat med ca 0,15, 0,3 och 0,45 pH-enheter under de ca 15 år som övervakningen pågått i Skidbågsbäcken SK1, Göljån respektive Acktjärnsbäcken. pH-ökningen sammanfaller med minskande SO_4^{2-} -halter, vilket indikerar minskande påverkan från svavelnedfall. Hyttingsån uppvisar den största minskningen i SO_4^{2-} -halter (2,8 $\mu\text{ekv/l}$, år), men pH har inte förändrats. En förklaring är att de minskade SO_4^{2-} -halterna i hög grad kompenseras av att kationerna Ca^{2+} minskat samtidigt som halterna organiska syror ökat.

För samtliga bäckar förutom Hyttingsån indikerar BDM-resultaten att försurningstrycket var som högst i början på tidserierna och endast Göljån uppvisade 1995 ett pH-värde som indikerar försurning. I Hyttingsån indikerar resultaten försurat tillstånd under åren 1996, 1999, 2001 och 2008. Någon generell trend går inte att spåra i Hyttingsån, vilket gör det angeläget att fortsätta mätningarna där. Efter 2008 bedöms samtliga vattendrag som icke-försurade med BDM-modellen.

Bakgrund

Länsstyrelsen i Dalarna har sedan mitten på 1990-talet övervakat det vattenkemiska tillståndet i fyra skogs-, myr- och fjällbäckar. Hyttingsån söder om Borlänge är en referensstation inom den samordnade recipientkontrollen. I Älvdalens kommun har surstötarna i samband med snösmältningen specialstuderats i Acktjärnsbäcken och Göljån samt effekterna av våtmarkskalkning har undersökts i Skidbågsbäcken. Vattenkemin har tidigare utvärderats med fokus på surhetstillståndet i Hyttingsån (tidsperiod 1995-96, Löfgren 1996, Warfvinge et al. 1998), Acktjärnsbäcken och Göljån (tidsperiod 1994-2002, Löfgren & Laudon 2004) samt Skidbågsbäcken (tidsperiod 1995-2012, Löfgren 2001, 2007, 2014a). Det föreligger således vattenkemisk data från ytterligare upp till 17 år, som inte utvärderats. I vattendragen har dessutom bottenfauna insamlats vår och höst, vilket gör det möjligt att utvärdera surstötarnas effekter på bottenlevande djur.

Försurningen av sjöar och vattendrag har generellt minskat i Sverige (Bertills et al. 2007) och det är följaktligen intressant att följa upp och söka förklara utvecklingen i Dalarnas vattendrag. Länsstyrelsen har därför gett undertecknade i uppdrag att utföra en vattenkemisk utvärdering. I uppdraget ingår att ta fram data som länsstyrelsen själva kan använda för att utvärdera surstötarnas (t.ex. pH-minskning och dess utsträckning i tiden) effekter på bottenlevande djur i Acktjärnsbäcken och Göljån.

Syfte

Syftet med utvärderingen är att utvärdera surhetstillståndets utveckling med tiden samt att söka förklara orsakerna till eventuella trender i Hyttingsån, Acktjärnsbäcken, Göljån och Skidbågsbäcken (SK1 och SK2). Utvärderingen omfattar hela mätperioden t.o.m. 2012. För Acktjärnsbäcken och Göljån ska även trenderna för surhetstillståndet i samband med snösmältningen utvärderas. Data på surstötens djup (minskning i pH och ANC) samt dess utsträckning i tiden ska dokumenteras.

Material och metoder

Utvärderingen baseras på de vattenkemiska data som länsstyrelsen i Dalarna ställt till SLU:s förfogande (Tabell 1). Trender har beräknats för de tidsserier som uppvisat monotona trender (okulärt definierat) med den icke-parametriska metoden Seasonal-Kendall (Hirsch and Slack 1984). Trendanalysen har utförts på alla tillgängliga syra-bas relaterade variabler (pH, $\text{pH}_{\text{luftat}}$, ANC, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , HCO_3^- , RCOO^- och Al). Baserat på jonsammansställningen har betydelsen av naturliga respektive mänskligt betingade processer skattats för surhetstillståndet. BDM-modellen (Boreal Dilution Model, Löfgren & Laudon 2004) har använts för att tolka orsakerna till surstötarna under snösmältningen.

Vattnets buffertkapacitet (ANC) har beräknats enligt (Reuss and Johnson 1986) som summan av baskatjoner ($\text{BC}=\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}+\text{Na}^++\text{K}^+$) minus mineralsyrornas anjoner ($\text{MA}=\text{SO}_4^{2-}+\text{NO}_3^-+\text{Cl}^-$) uttryckt som $\mu\text{ekv/l}$.

$$\text{ANC } (\mu\text{ekv/l}) = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ - (\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^- + \text{Cl}^-) \quad \text{Ekv 1}$$

Halten vätekarbonat (HCO_3^-) har beräknats utgående från alkaliniteten (Alk) och det har antagits att all alkalinitet utgörs av HCO_3^- då $\text{Alk} > 0$. Halten organiska anjoner (RCOO^-) har beräknats under antagandet av en triprotisk organisk syra (Hruska et al. 2003), men med modifierade protolyskonstanter (pK_a) för svenska förhållanden enligt Köhler et al. (2002). Koldioxidtrycket (pCO_2) har beräknats utgående från vattnets, kolsyrasystemets och de organiska syrnas protolyskonstanter samt Henrys konstant baserat på pH, totalt organiskt kol (TOC) och ANC. Jonbalansen, som främst utgör en kvalitetskontroll av haltbestämningarna, har beräknats enligt Ekv 2. Jonbalansen ska i bäckvatten vanligtvis vara nära noll om halterna oorganiskt aluminium (Al^{n+}) är låga samt att analyserna och beräkningarna av olika joner är korrekt utförda.

$$\text{Jonbalans } (\mu\text{ekv/l}) = \text{H}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ - (\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^- + \text{Cl}^-) + \text{HCO}_3^- + \text{RCOO}^- \quad \text{Ekv 2}$$

Tabell 1. Datum för första och sista datum i de vattenkemiska tidsserier som erhållits från länsstyrelsen i Dalarna.

Vattendrag	Tidsserie start	Tidsserie slut	Anmärkning
Hyttingsån	1994-01-12	2012-12-09	
Acktjärnsbäcken	1996-04-21	2009-12-14	Oradbäcken (2010-01-10 till 2012-10-13) för BDM-beräkning
Göljån	1993-06-13	2012-12-15	
Skidbågsbäcken, SK1	1994-08-09	2012-10-14	
Skidbågsbäcken, SK2	1994-08-09	2012-10-14	Kalkning fr.o.m. 1995-10-30

Resultat och diskussion

pH, ANC och jonsammansättning – haltnivåer

Haltnivåerna under mätperioden för de surhetsrelaterade variablerna framgår av Tabell 2. Om man undantar den kalkade Skidbågsbäcken SK2, som före kalkningen uppvisade mycket likartade haltnivåer som Skidbågsbäcken SK1 (Löfgren 2001, 2007 och 2014a), var samtliga bäckar jonsvaga med en medelkonduktivitet i intervallet 1,2-2,5 mS/m och där Göljån uppvisade lägst jonhalt. Konduktiviteten återspeglas bara delvis i halten BC och särskilt referensbäcken Skidbågsbäcken SK1 uppvisade högre konduktivitet jämfört med vad som kan förväntas utgående från den låga BC-halten (51 $\mu\text{ekv/l}$). Orsaken till denna anomali är att Skidbågsbäcken SK1 var nästan 100 gånger så sur som t.ex. Göljån med ett medel-pH på 4,5 respektive 6,4. Detta gör att konduktiviteten i Skidbågsbäcken SK1 påtagligt påverkades av de höga protonhalterna (H^+). BC-halterna i Göljån var i medeltal 105 $\mu\text{ekv/l}$ medan motsvarande värden i Hyttingsån och Acktjärnsbäcken var drygt 220 $\mu\text{ekv/l}$. Skidbågsbäcken SK2 hade under den kalkningspåverkade mätperioden en BC-halt på i medeltal 873 $\mu\text{ekv/l}$ d.v.s. ca 17 ggr så hög BC-halt jämfört med referensbäcken, Skidbågsbäcken SK1.

I samtliga bäckar förutom Skidbågsbäcken SK1 var kalcium (Ca^{2+}) den dominerande kationen följt av natrium (Na^+), magnesium (Mg^{2+}) och kalium (K^+). I Skidbågsbäcken SK1 följde BC-halterna ordningen $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$, vilket tyder på ett upptag/jonbyte av Ca^{2+} i vegetationen främst *Sphagnum sp.* I den kalkade Skidbågsbäcken SK2 var Ca^{2+} extremt dominerande och den positiva laddningen i hög grad balanserad av vätekarbonat (HCO_3^-) med sitt ursprung i den kalk som spridits. Figur 1 visar jonhalterna i samtliga bäckar som inte kalkats och i kombination med data i Tabell 2 framgår det tydligt att BC-halterna primärt balanserades av organiska anjoner (RCOO^-) och HCO_3^- . Båda dessa anjoner bildas vid nedbrytning av organiskt material respektive vid koldioxidvittring av olika silikatmineral och utgjorde mellan 57-84% av anjonerna i de okalkade bäckarna. Ytterligare 8-18% utgjordes av Cl med marint ursprung. Försurande anjoner som vanligtvis sammankopplas med mänsklig påverkan är sulfat (SO_4^{2-}) och nitrat (NO_3^-). Andelen SO_4^{2-} , som även den har en begränsad tillförsel från havet, vulkanaktivitet och sulfidmineral, varierade mellan 8-25% med de högsta värdena i Hyttingsån och Göljån. Göljån var det enda vattendrag som uppvisade en andel NO_3^- (6%) som översteg 1%. De något högre halterna NO_3^- i Göljån är sannolikt orsakade av nedbrytning och nitrifikation av organiskt bundet kväve. Enorma mängderna död ved bildades i samband med stormfloden i augusti 1997 och det efterföljande barkborreangreppet (Löfgren et al 2014b). Det är därför troligt att mänskligt betingad försurning bidrog med maximalt 8-25% i de studerade vattendragen och att denna påverkan var som störst i Hyttingsån och Göljån.

Eftersom en betydande del av BC-jonerna i de okalkade vattendragen balanserades av RCOO^- och HCO_3^- så var ANC positivt. Lägst ANC uppmättes i Skidbågsbäcken SK1 (21 $\mu\text{ekv/l}$) och högst i Acktjärnsbäcken (185 $\mu\text{ekv/l}$). Buffertsystemet i Skidbågsbäcken SK1 dominerades helt av svaga organiska syror, vilket gav ett lågt medel-pH (4,5), medan buffertsystemen i Acktjärnsbäcken och

Göljån dominerades av kolsyrasystemet och därför hade betydligt högre pH (6,1 respektive 6,4 i medeltal). Den kalkade Skidbågsbäcken SK2, som givetvis också dominerades av kolsyrasystemet, uppvisade ett medel-pH på 6,5. Hyttingsån uppvisade en mix av de båda buffertsystemen och hade därför ett något lägre medel-pH (5,8) betingat av högre halter organiska syror. Luftat pH, dvs då vattenprovet jämviktats med koldioxidhalten i luft (ca 350 ppm), var betydligt högre i vattendrag med HCO_3^- och då särskilt i den kalkade Skidbågsbäcken SK2 med ett luftat pH på 7,8. Även Acktjärnsbäcken och Göljån hade 0,2-0,4 pH-enheter högre luftat pH medan data saknas för Hyttingsån. Eftersom Skidbågsbäcken SK1 vid huvuddelen av mätillfällena saknade vätekarbonat var pH och luftat pH ungefär lika.

Med undantag av Göljån uppvisade vattendragen påtagligt förhöjda koldioxidtryck motsvarande 5,4-7,3 gånger det som förväntas vid jämvikt med luftens koldioxidhalt. I Göljån var motsvarande värde endast 2,5 gånger. Göljån var även den minst humösa bäcken med en medelhalt totalt organisk kol (TOC) på 3,3 mg/l att jämföra med övriga bäckar som låg i intervallet 11-15 mg/l. Medelhalterna totalaluminium (Al) var generellt låga och varierade mellan 81-253 $\mu\text{g/l}$. Tyvärr saknas tidsserier på Al från Hyttingsån och på halterna oorganiskt Al (Ali) från samtliga områden. Den senare fraktionen torde dock vara låg med tanke på de tämligen höga pH-värdena och/eller halterna TOC. Ali bildar oxohydroxider vid $\text{pH} > 5$ och komplexbinds starkt till humus varvid organiskt bundet aluminium (Alo) bildas.

Jonbalanserna för bäckarna indikerar att analyserna utförts med god precision och att skattningarna av RCOO^- och HCO_3^- är väl utförda. Med undantag av den kalkade Skidbågsbäcken SK2 med mycket höga jonhalter varierade jonbalansen mellan -8 till 7 $\mu\text{ekv/l}$. Detta stöder slutsatsen att halterna Ali torde vara låga i de studerade bäckarna eftersom jonbalanserna annars systematiskt skulle ge negativa värden. I Skidbågsbäcken SK2 var jonbalansen 14 $\mu\text{ekv/l}$ under kalkperioden, vilket är en mycket liten avvikelse med tanke på att den totala jonhalten översteg 1700 $\mu\text{ekv/l}$ (summan an- och katjoner, Tabell 2b).

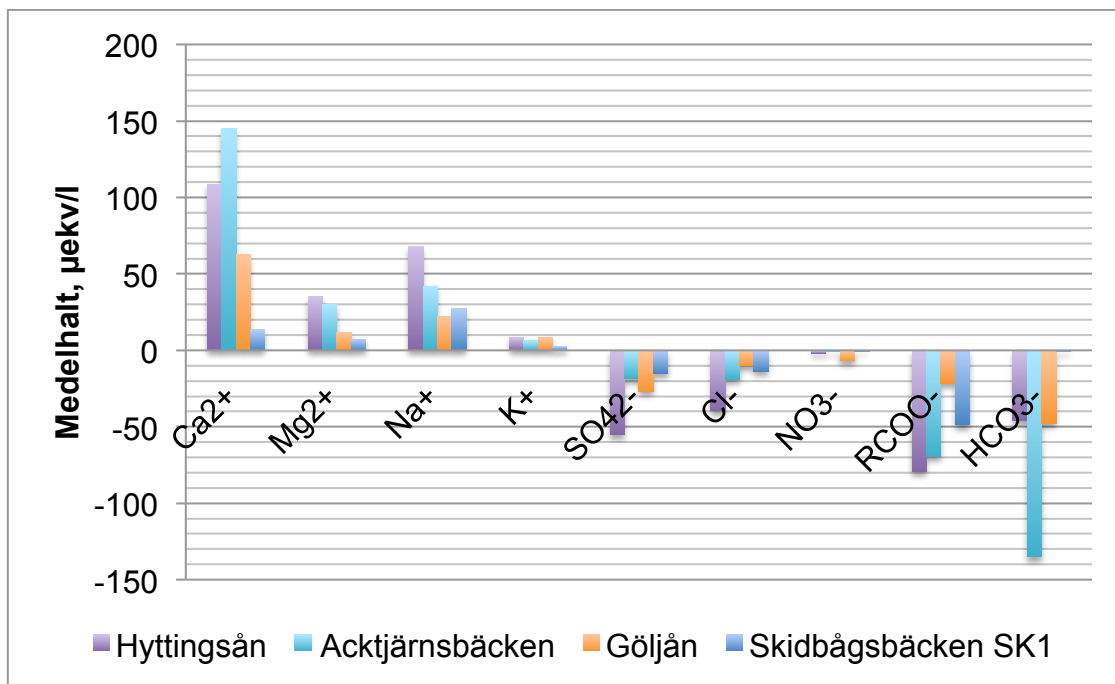
För en mer omfattande belysning av hur olika buffertsystem, halten organiska syror och koldioxidtrycket påverkar ANC, pH etc. hänvisas till Löfgren & Laudon (2004).

Tabell 2a. Medelhalter och standardavvikelse (Std Dev) för surhetsrelaterade variabler i Hyttingsån, Acktjärnsbäcken och Göljån under respektive mätperiod (Tabell 1).

Variabel	Hyttingsån		Acktjärnsbäcken		Göljån	
	Medel	Std Dev	Medel	Std Dev	Medel	Std Dev
pH	5,8	0,4	6,1	0,7	6,4	0,3
pH luftat	nd	nd	6,6	0,9	6,6	0,3
ANC µekv/l	125	60	185	67	61	23
Kond. mS/m	2,5	0,6	2,3	0,7	1,2	0,3
TOC mg/l	13,1	3,7	11,1	5,5	3,3	2,5
Al µg/l	nd	nd	81	34	128	200
Ca ²⁺ µekv/l	109	35	145	52	62	16
Mg ²⁺ µekv/l	35	11	30	9	12	4
Na ⁺ µekv/l	68	15	42	13	22	6
K ⁺ µekv/l	8	4	6	3	8	2
ΣBC µekv/l	221	61	223	74	105	25
SO ₄ ²⁻ µekv/l	55	37	19	5	27	8
Cl ⁻ µekv/l	39	11	19	5	10	4
NO ₃ ⁻ µekv/l	2	2	1	1	7	6
ΣMA µekv/l	96	40	38	10	44	14
RCOO ⁻ µekv/l	79	20	69	29	22	15
HCO ₃ ⁻ µekv/l	46	53	135	84	48	21
Jonbalans µekv/l	5	30	-4	22	-8	11

Tabell 2b. Medelhalter och standardavvikelse (Std Dev) för surhetsrelaterade variabler i Skidbågsbäcken SK1 och SK2 under respektive mätperiod (Tabell 1).

Variabel	Skidbågsbäcken, SK1		Skidbågsbäcken SK2, hela tidsperioden		Skidbågsbäcken SK2, kalkperiod	
	Medel	Std Dev	Medel	Std Dev	Medel	Std Dev
pH	4,5	0	6,5	0,5	6,5	0,3
pH luftat	4,4	0	7,7	0,7	7,8	0,2
ANC µekv/l	21	14	807	281	839	236
Kond. mS/m	2,0	0,5	7,8	2,2	8,0	2,0
TOC mg/l	15,5	4,3	14,6	3,0	14,6	3,0
Al µg/l	253	311	200	158	199	161
Ca ²⁺ µekv/l	13	7	780	276	811	234
Mg ²⁺ µekv/l	7	4	21	6	22	5
Na ⁺ µekv/l	27	9	35	10	35	10
K ⁺ µekv/l	3	3	6	4	6	4
ΣBC µekv/l	51	17	842	277	873	234
SO ₄ ²⁻ µekv/l	15	8	16	9	15	8
Cl ⁻ µekv/l	14	8	16	7	16	7
NO ₃ ⁻ µekv/l	1	1	3	5	3	5
ΣMA µekv/l	29	13	35	17	34	16
RCOO ⁻ µekv/l	49	12	99	23	102	21
HCO ₃ ⁻ µekv/l	1	8	697	256	726	219
Jonbalans µekv/l	7	12	14	77	12	78



Figur 1. Medelhalterna (µekv/l) för katjoner (positiva värden) och anjoner (negativa värden) under mätperioderna (Tabell 1) i de okalkade vattendragen Hyttingsån, Acktjärnsbäcken, Göljån och Skidbågsbäcken SK1.

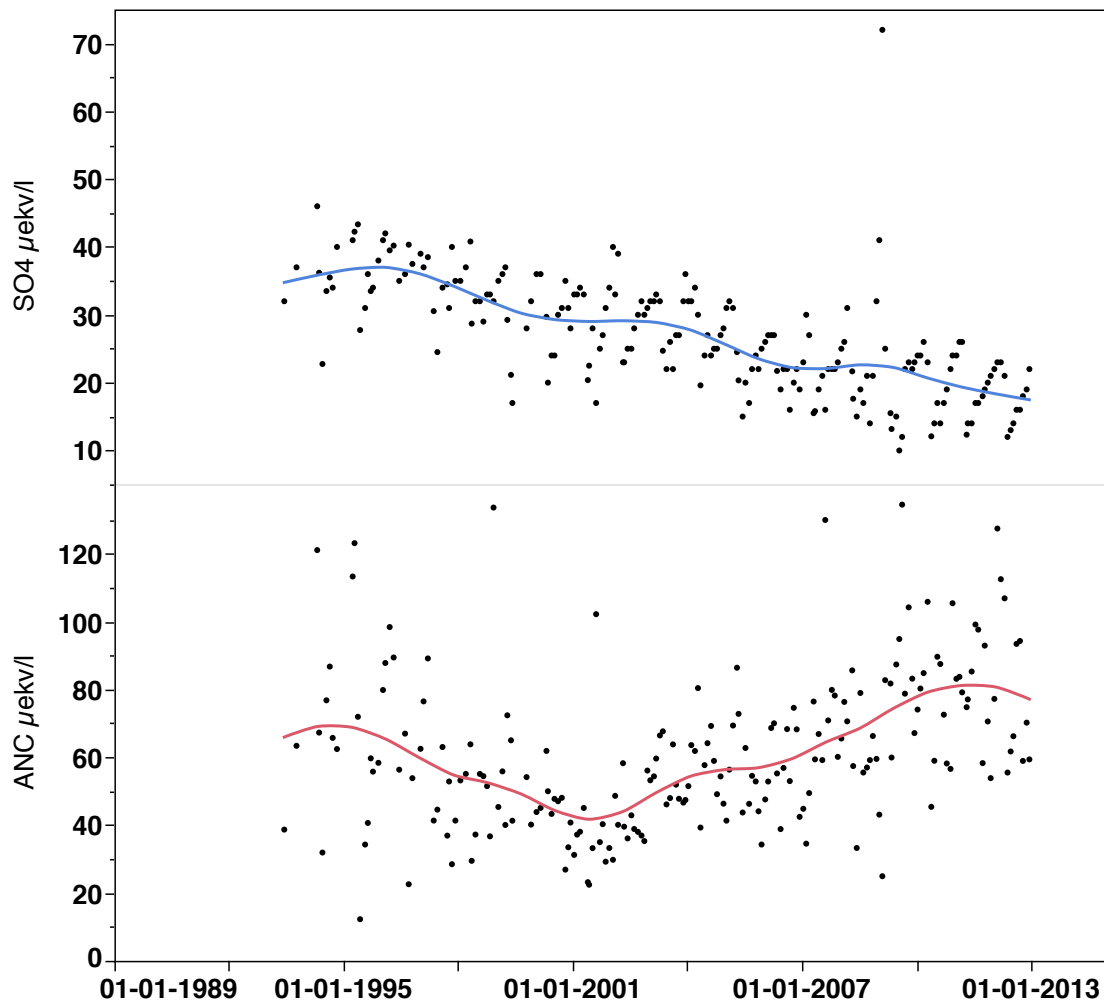
pH, ANC och jonsammansättning – trender

Trender har endast beräknats för de variabler och tidsserier som uppvisar en tydlig monoton trend, vilket är ett teoretiskt krav för Seasonal Kendall metoden (Hirsch and Slack 1984). Figur 2 visar exempel på en monotont nedåtgående trend för sulfat och en icke-monoton trend för alkalinitet i Göljån. Följaktligen har trendanalysen endast utförts på tidsserien för sulfat (Tabell 3a).

Undantar man den kalkade Skidbågsbäcken SK2 finner man att det främst är pH, ANC, SO₄²⁻ och RCOO⁻ som uppvisar statistiskt signifikanta trender ($p < 0,05$, Tabell 3). Med undantag av Hyttingsån, som inte uppvisar någon statistiskt signifikant trend, har pH ökat med 0,01-0,03 pH-enheter/år (Theils slope), vilket innebär en pH-ökning med ca 0,15, 0,3 och 0,45 pH-enheter under de ca 15 år som övervakningen pågått i Skidbågsbäcken SK1, Göljån respektive Acktjärnsbäcken. pH-ökningen sammanfaller med minskande SO₄²⁻-halter (-0,67 till -1,11 µekv/l, år), vilket indikerar minskande påverkan från svavelnedfall. I Göljån och Skidbågsbäcken SK1 förstärks effekten på ANC (Ekv 1) av att även Cl⁻ minskat (0,17 respektive 0,22 µekv/l, år), vilket lett till en statistiskt signifikant ökning av ANC i Skidbågsbäcken SK1 medan trenden är icke-monoton i Göljån (Tabell 3a). Det är dock uppenbart att ANC ökat även i Göljån efter 2001 (Figur 2). Effekten av ökningen i ANC på pH kompenseras i viss mån av ökad tillförsel av organiska syror till Göljån och Skidbågsbäcken SK1 (0,41 respektive 0,61 µekv RCOO⁻/l, år), vilket leder till buffring vid lägre pH.

Hyttingsån är intressant eftersom det vattendraget uppvisar den största minskningen i SO_4^{2-} -halter (2,8 $\mu\text{ekv/l}$, år), men pH har inte förändrats. En förklaring är att de minskade SO_4^{2-} -halterna i hög grad kompenseras av att baskatjonen Ca^{2+} minskat påtagligt (1,44 $\mu\text{ekv/l}$, år), vilket ger en nettoeffekt på ANC med 1,36 $\mu\text{ekv/l}$, år. Samtidigt har halterna organiska syror ökat med 1,51 $\mu\text{ekv/l}$, år, vilket uppenbarligen varit tillräckligt för att motverka pH-ökningar. En betydande del av ANC ökningen i Hyttingsån är därför förknippad med ökad tillförsel av svaga organiska syror, som buffrar vattnet vid samma pH-värde som innan SO_4^{2-} -halterna gick ned.

Den kalkade Skidbågsbäcken SK2 uppvisar precis som Skidbågsbäcken SK1 statistiskt signifikant sjunkande SO_4^{2-} och Cl^- -halter och för SO_4^{2-} med exakt samma hastighet (1,0 $\mu\text{ekv/l}$, år, Tabell 3b). Även NO_3^- minskade (0,12 $\mu\text{ekv/l}$, år) i den kalkade bäcken medan RCOO^- inte uppvisade någon trend. Eftersom både ANC och pH styrs av HCO_3^- tillförd via kalken så är ovanstående trender små i jämförelse med kalkningen (Tabell 2b) och varken ANC eller pH påverkas av dem.



Figur 2. Exempel på en monotont nedåtgående trend för sulfat (SO_4) och en icke-monoton trend för buffertkapaciteten (ANC) i Göljån.

Tabell 3a. Antal observationer (n), trend (Thiels slope) och trendens statistisk signifikans (p-värde) för surhetsrelaterade variabler i Hyttingsån, Acktjärnsbäcken och Göljån under respektive mätperiod (Tabell 1).

Variabel	Hyttingsån			Acktjärnsbäcken			Göljån		
	n	Theils slope	p-värde	n	Theils slope	p-värde	n	Theils slope	p-värde
pH	228	ns	ns	140	0,030	0,01	210	0,020	0,01
pH air	nd	nd	nd	116	ns	ns	153	ns	ns
ANC µekv/l	216	2,03	0,002	140	4,02	0,04	209	nm	nm
Ca ²⁺ µekv/l	216	-1,44	0,007	140	ns	ns	209	ns	ns
Mg ²⁺ µekv/l	228	ns	ns	140	ns	ns	209	nm	nm
Na ⁺ µekv/l	228	ns	ns	140	ns	ns	209	ns	ns
K ⁺ µekv/l	228	ns	ns	140	ns	ns	209	-0,09	0,02
SO ₄ ²⁻ µekv/l	228	-2,8	0,00002	140	-0,67	0,0007	209	-1,11	0,000008
NO ₃ ⁻ µekv/l	228	ns	ns	140	0	0,01	210	nm	nm
Cl ⁻ µekv/l	228	ns	ns	140	ns	ns	209	-0,17	0,001
HCO ₃ ⁻ µekv/l	224	ns	ns	125	ns	ns	210	nm	nm
RCOO ⁻ µekv/l	192	1,51	0,0004	140	ns	ns	204	0,41	0,006
Al µg/l	nd	nd	nd	133	ns	ns	196	ns	ns

nd = data saknas, nm = icke-monoton trend, ns = icke-signifikant trend

Tabell 3b. Antal observationer (n), trend (Thiels slope) och trendens statistisk signifikans (p-värde) för surhetsrelaterade variabler i Skidbågsbäcken SK1 och SK2 under respektive mätperiod (Tabell 1).

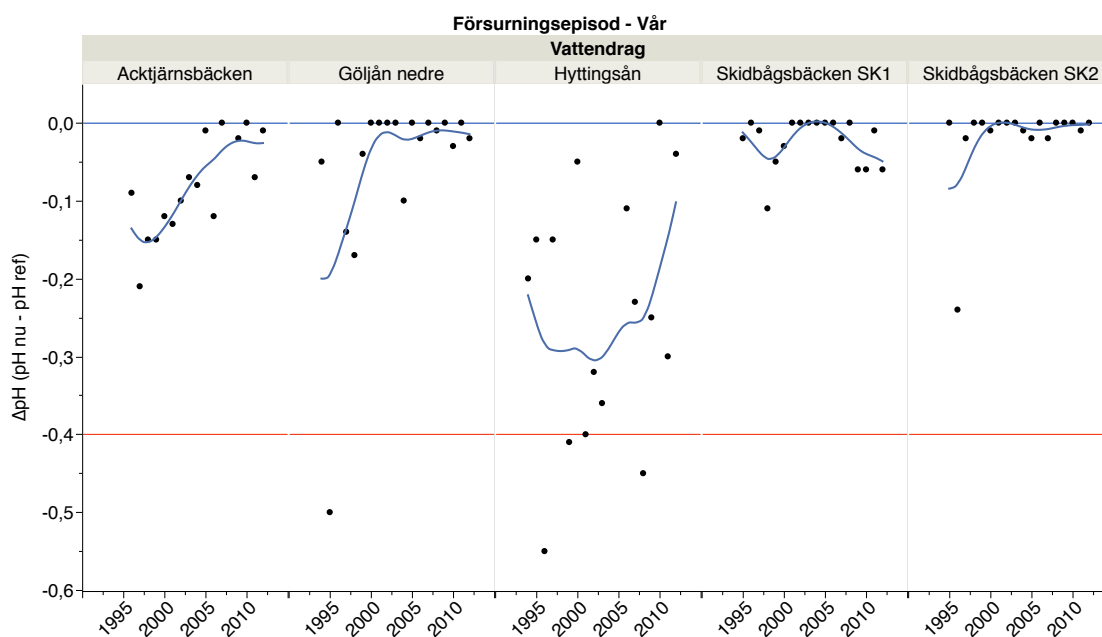
Variabel	Skidbågsbäcken SK1			Skidbågsbäcken SK2, hela tidsperioden			Skidbågsbäcken SK2, kalkperioden		
	n	Theils slope	p-värde	n	Theils slope	p-värde	n	Theils slope	p-värde
pH	187	0,010	0,01	206	0,010	0,01	198	ns	ns
pH air	140	ns	ns	157	ns	ns	152	-0,010	0,05
ANC µekv/l	187	ns	ns	206	ns	ns	198	ns	ns
Ca ²⁺ µekv/l	185	1,00	0,0004	206	ns	ns	198	ns	ns
Mg ²⁺ µekv/l	187	nm	nm	206	ns	ns	198	ns	ns
Na ⁺ µekv/l	187	ns	ns	206	0,33	0,02	198	ns	ns
K ⁺ µekv/l	187	ns	ns	206	ns	ns	198	ns	ns
SO ₄ ²⁻ µekv/l	187	ns	ns	206	-0,20	0,007	198	-0,20	0,009
NO ₃ ⁻ µekv/l	186	-1,00	0,00001	206	-1,00	0,00001	198	-1,00	0,00003
Cl ⁻ µekv/l	187	-0,01	0,0004	206	-0,10	0,001	198	-0,12	0,0008
HCO ₃ ⁻ µekv/l	185	-0,22	0,01	206	-0,50	0,0002	198	-0,50	0,0002
RCOO ⁻ µekv/l	184	0,61	0,0007	205	ns	ns	197	ns	ns
Al µg/l	186	nm	nm	207	ns	ns	199	ns	ns

nd = data saknas, nm = icke-monoton trend, ns = icke-signifikant trend

Försurningsbedömning med BDM – trender försurningsepisod vår

Resultaten från BDM-simuleringarna för snösmältningsepisoderna under våren redovisades via email den 13 augusti 2013 till länsstyrelsen i Dalarna i en datafil (Bilaga 1) innehållande surstötarnas kemiska egenskaper, uppdelat på naturlig och antropogen surhet dvs. utspädning och protonkällor, samt varaktighet. Även beräknat ursprungligt pH (pH_{ref}) och aktuellt pH (pH_{nu}) angavs. Om pH_{nu} är 0,4 pH-enheter lägre än pH_{ref} ($\Delta pH \leq 0,4$) definieras vattendraget som försurat.

Figur 3 visar att försurningstrycket minskat i Acktjärnsbäcken och Göljån medan det varierat påtagligt i Hyttingsån. De båda Skidbågsbäckarna SK1 och SK2 har med undantag av något enstaka år i början på tidsserierna legat mycket stabilt vid pH_{ref} . För samtliga bäckar förutom Hyttingsån indikerar BDM-resultaten att försurningstrycket var som högst i början på tidsserierna och Göljån uppvisade 1995 ett pH_{nu} -värde som indikerar försurning. I Hyttingsån indikerar resultaten försurat tillstånd under vårarna 1996, 1999, 2001 och 2008. Någon generell trend går inte att spåra i Hyttingsån, vilket gör det angeläget att fortsätta mätningarna där.



Figur 3. Skillnaden mellan BDM-beräknat ursprungligt pH (pH_{ref}) och aktuellt pH (pH_{nu}). Om pH_{nu} är 0,4 pH-enheter lägre än pH_{ref} , markerat med röd linje, definieras vattendraget som försurat.

Slutsatser

De vattenkemiska resultaten från Hyttingsån, Aektjärnsbäcken, Göljån och Skidbågsbäcken SK1 och SK2 är av god kvalitet och lämpar sig väl för utvärdering av t.ex. försurningstrender och orsaker till dessa. Det är absolut nödvändigt att ha tillgång till an- och katjonhalter för att kunna tolka pH och ANC på ett relevant sätt. Länsstyrelsen i Dalarna har därför ett mycket bra underlag för att kunna göra realistiska bedömningar av surhetstillståndets utveckling och behovet av åtgärder t.ex. kalkning i olika delar av länet. Analyser av fullständiga jonbalanser bör därför fortgå i ett antal vattendrag spridda i länet.

Resultaten från denna studie visar glädjande nog att både permanent och episodisk försurningen relaterad till utsläpp av svavel i hög grad har klingat av och idag utgör ett litet problem särskilt i de norra delarna av länet. De vattendrag som idag är permanent sura, som Skidbågsbäcken SK1, är det av naturliga orsaker t.ex. kopplat till höga humushalter. Även under snösmältningen förefaller det som att påverkan från antropogena källor är låg.

Hyttingsån söder om Borlänge ligger troligtvis fortfarande på gränsen till att under snösmältningen klassas som försurad. Det är därför viktigt att miljöövervakningen fortsätter i samma omfattning som tidigare där. Mätningarna bör dock kompletteras med luftat pH och analys av oorganiskt aluminium för att på ett relevant sätt kunna bedöma biologisk påverkan.

Referenser

- Bertills, U., J. Fölster & H. Lager, 2007. Nara naturlig försurning - Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet Naturvårdsverket. vol rapport 5766, Stockholm, Sverige, 116.
- Hirsch, R. M. & J. R. Slack, 1984. A Nonparametric Trend Test for Seasonal Data with Serial Dependence. *Water Resour Res* 20(6):727-732.
- Hruska, J., S. Kohler, H. Laudon & K. Bishop, 2003. Is a universal model of organic acidity possible: Comparison of the acid/base properties of dissolved organic carbon in the boreal and temperate zones. *Environmental Science & Technology* 37(9):1726-1730 doi:10.1021/es0201552.
- Köhler, S., J. Hruska, J. Jonsson, L. Lövgren & S. Lofts, 2002. Evaluation of different approaches to quantify strong organic acidity and acid-base buffering of organic-rich surface waters in Sweden. *Water Res* 36(18):4487-4496 doi:10.1016/S0043-1354(02)00187-2.
- Löfgren, S. 1996. Naturlig surstöt i Dalavattendrag. Sjöar och vattendrag – årsskrift från miljöövervakningen 1995:73-77.
- Löfgren, S. 2001. Vattenkemiska effekter av våtmarkskalkning i Skidbågsbäcken. Länsstyrelsen Dalarna Miljövårdsenheten rapport 2001:18, 22 pp.
- Löfgren, S. 2007. Vattenkemiska effekter av 10 års våtmarkskalkning i Skidbågsbäcken. Länsstyrelsen Dalarna Miljövårdsenheten rapport 2007:11, 12 pp.
- Löfgren, S. & Laudon, H. 2004. Surstötar i norra Dalarna 1994-2002. Länsstyrelsen Dalarna Miljövårdsenheten rapport 2004:7, 37 pp.
- Reuss, J. O. & D. W. Johnson, 1986. Acid deposition and acidification of soils and waters. *Ecological studies*, vol 59. Springer-Verlag.
- Warfvinge, P., Jacks, G. & Allard, B. 1998. Försurningssituationen på Gyllberget – bedömning av vattenkvaliteten i Hyttingsån. Naturvårdsverket rapport 4943, 22 pp.

Bilaga 1

Vattendrag	Episod	bfstart	bflslut	pCO2	pH bas	ANC bas	BC bas	TOC bas	TOC bas	pH nu	ANC nu	BC nu	TOC nu	pH för	ANC för	BC för	TOC för	Aph (pH nu - pH för)	Försurat (Aph>-0.4)
Skidbägsbäckan SK1	Våren 1995	1995-05-03	1995-05-03	1480	4,21	10	64	16	4,20	5	50	15	4,22	15	8	50	15	-0,02	
Skidbägsbäckan SK1	Våren 1996	1996-04-18	1996-04-18	1480	4,19	18	95	12	4,19	12	95	18	4,19	15	18	95	19	0,00	
Skidbägsbäckan SK1	Våren 1997	1997-01-20	1997-01-20	1480	4,41	19	86	12	4,25	12	51	15	4,26	14	14	51	15	-0,01	
Skidbägsbäckan SK1	Våren 1998	1998-02-23	1998-02-23	1480	4,30	10	71	13	4,15	-4	39	15	4,26	11	39	15	-0,11		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 1999	1999-02-17	1999-02-17	1480	4,44	20	58	12	4,28	13	43	14	4,33	19	43	14	-0,05		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2000	2000-04-17	2000-04-17	1480	4,41	24	70	13	4,38	25	45	14	4,41	28	45	14	-0,03		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2001	2001-03-12	2001-03-12	1480	4,49	16	65	10	4,35	14	31	13	4,35	14	31	13	0,00		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2002	2002-01-14	2002-01-14	1480	4,57	19	49	9	4,25	17	45	17	4,25	17	45	17	0,00		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2003	2003-05-12	2003-05-12	1480	4,39	16	34	12	4,39	16	34	12	4,39	16	34	12	0,00		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2004	2004-02-09	2004-02-09	1480	4,48	26	59	13	4,39	27	50	15	4,39	27	50	15	0,00		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2005	2005-05-09	2005-05-09	1480	4,44	24	42	13	4,44	24	42	13	4,44	24	42	13	0,00		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2006	2006-05-14	2006-05-14	1480	4,33	17	27	14	4,33	17	27	14	4,33	17	27	14	0,00		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2007	2007-03-12	2007-03-12	1480	4,63	19	50	8	4,28	6	47	13	4,30	17	47	13	-0,02		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2008	2008-03-09	2008-03-09	1480	4,45	30	51	14	4,29	17	27	15	4,29	17	27	15	0,00		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2009	2009-04-05	2009-04-05	1480	4,49	43	69	16	4,31	19	47	15	4,37	26	47	15	-0,06		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2010	2010-01-10	2010-01-10	1480	4,99	59	82	12	4,28	17	38	15	4,34	25	38	15	-0,06		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2011	2011-03-11	2011-03-11	1480	4,23	30	65	20	4,36	21	34	14	4,37	22	34	14	-0,01		
Skidbägsbäckan SK1	Våren 2012	2012-03-17	2012-03-17	1480	4,64	49	78	14	4,52	37	65	14	4,58	42	65	14	-0,06		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 1995	1995-05-03	1995-05-03	1480	4,15	18	81	20	4,15	18	81	20	4,15	18	81	20	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 1996	1996-04-18	1996-04-18	1480	7,66	1249	1304	13	5,88	102	150	10	6,12	124	150	10	-0,24		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 1997	1997-05-16	1997-05-16	1480	7,64	1145	1172	9	7,16	455	511	10	7,18	475	511	10	-0,02		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 1998	1998-01-20	1998-01-20	1480	7,51	940	997	15	7,35	695	742	14	7,35	695	742	14	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 1999	1999-04-21	1999-04-21	1480	7,67	1265	1303	14	7,42	818	858	17	7,42	818	858	17	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2000	2000-01-16	2000-01-16	1480	7,54	967	1014	12	7,07	456	497	16	7,08	463	497	16	-0,01		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2001	2001-04-16	2001-04-16	1480	7,65	1221	1256	13	7,37	680	714	11	7,37	687	714	11	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2002	2002-02-11	2002-02-11	1480	7,74	1402	1434	9	7,68	1240	1276	9	7,68	1241	1276	9	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2003	2003-04-14	2003-04-14	1480	7,50	906	961	13	7,23	554	597	13	7,23	557	597	13	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2004	2004-04-12	2004-04-12	1480	7,68	1321	1361	16	7,33	645	683	12	7,34	654	683	12	-0,01		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2005	2005-04-11	2005-04-11	1480	7,46	882	919	17	7,09	433	476	12	7,11	448	476	12	-0,02		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2006	2006-03-13	2006-03-13	1480	7,60	1062	1089	11	7,60	1062	1089	11	7,60	1062	1089	11	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2007	2007-04-09	2007-04-09	1480	7,62	1155	1189	13	7,14	443	475	10	7,16	456	475	10	-0,02		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2008	2008-04-14	2008-04-14	1480	7,67	1265	1289	14	7,66	1201	1225	11	7,66	1202	1225	11	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2009	2009-01-18	2009-01-18	1480	7,51	944	972	15	7,27	652	680	18	7,27	654	680	18	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2010	2010-01-10	2010-01-10	1480	7,41	749	774	12	7,37	734	762	15	7,37	734	762	15	0,00		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2011	2011-05-14	2011-05-14	1480	7,46	854	869	15	7,16	497	527	13	7,17	506	527	13	-0,01		
Skidbägsbäckan SK2	Våren 2012	2012-03-17	2012-03-17	1480	7,65	1228	1255	15	7,55	989	1017	13	7,55	992	1017	13	0,00		
Hyttingsån	Våren 1994	1994-01-12	1994-01-12	1480	5,83	90	217	9	5,42	74	189	11	5,62	87	189	11	-0,20		
Hyttingsån	Våren 1995	1995-03-15	1995-03-15	1480	5,87	90	224	9	5,01	59	167	12	5,16	67	167	12	-0,15		
Hyttingsån	Våren 1996	1996-01-13	1996-01-13	1480	6,78	232	429	8	5,31	71	198	11	5,86	108	198	11	-0,55	Ja	
Hyttingsån	Våren 1997	1997-02-17	1997-02-17	1480	6,37	132	292	7	5,05	63	161	12	5,20	72	161	12	-0,15		
Hyttingsån	Våren 1999	1999-03-15	1999-03-15	1480	6,28	159	263	12	5,06	49	116	9	5,47	70	116	9	-0,41	Ja	
Hyttingsån	Våren 2000	2000-02-14	2000-02-14	1480	5,64	94	210	11	5,31	85	197	13	5,36	87	197	13	-0,05		
Hyttingsån	Våren 2001	2001-02-13	2001-02-13	1480	5,88	93	181	9	5,26	48	130	8	5,66	68	130	8	-0,40		
Hyttingsån	Våren 2002	2002-01-14	2002-01-14	1480	6,26	124	213	8	5,23	61	141	10	5,55	79	141	10	-0,32		
Hyttingsån	Våren 2003	2003-01-13	2003-01-13	1480	6,64	179	289	7	5,90	95	220	9	6,26	131	220	9	-0,36		
Hyttingsån	Våren 2006	2006-03-14	2006-03-14	1480	6,06	125	213	11	5,48	88	159	12	5,59	95	159	12	-0,11		

Vattendrag	Episod	bifstart	bifslut	pCO2	pHbas	ANCbas	BCbas	TOCbas	pHnu	ANCnu	BCnu	TOCnu	pHför	ANCför	BCför	TOCför	ΔpH (pH nu - pH för)	Försurat (ΔpH>0,4)
Hyttingsån	Våren 2007	2007-05-15	2007-05-15	1480	6,33	151	227	10	5,25	74	145	12	5,48	89	145	12	-0,23	
Hyttingsån	Våren 2008	2008-05-12	2008-05-12	1480	5,78	118	191	13	5,08	74	186	14	5,53	103	186	14	-0,45	Ja
Hyttingsån	Våren 2009	2009-03-18	2009-03-18	1480	6,26	162	237	12	5,09	76	131	14	5,34	91	131	14	-0,25	
Hyttingsån	Våren 2010	2010-04-11	2010-04-11	1480	5,25	81	143	13	4,92	76	131	16	4,92	76	131	16	0,00	
Hyttingsån	Våren 2011	2011-03-14	2011-03-14	1480	6,51	200	272	12	5,03	69	121	13	5,33	87	121	13	-0,30	
Hyttingsån (22A)	Våren 2012	2012-02-14	2012-02-14	1480	6,57	199	291	10	5,34	98	148	15	5,38	100	148	15	-0,04	
Göljån nedre	Våren 1994	1994-04-26	1994-04-26	1480	6,18	139	203	11	5,96	83	128	7	6,01	86	128	7	-0,05	Ja
Göljån nedre	Våren 1995	1995-04-26	1995-04-26	1480	6,59	133	193	4	5,14	18	66	3	5,64	35	66	3	-0,14	
Göljån nedre	Våren 1996	1996-04-27	1996-04-27	1480	6,30	101	164	5	6,27	107	173	6	6,27	107	173	6	0,00	
Göljån nedre	Våren 1997	1997-03-31	1997-03-31	1480	6,62	109	157	1	5,54	55	109	7	5,68	62	109	7	-0,17	
Göljån nedre	Våren 1998	1998-04-26	1998-04-26	1480	6,15	91	148	6	5,78	49	96	4	5,95	60	96	4	-0,14	
Göljån nedre	Våren 1999	1999-04-12	1999-04-12	1480	5,72	91	126	10	5,24	67	116	11	5,28	69	116	11	-0,04	
Göljån nedre	Våren 2000	2000-04-21	2000-04-21	1480	6,05	84	134	6	5,22	64	100	11	5,22	64	100	11	0,00	
Göljån nedre	Våren 2001	2001-04-16	2001-04-16	1480	6,26	59	102	1	5,11	43	77	8	5,11	43	77	8	0,00	
Göljån nedre	Våren 2002	2002-04-14	2002-04-14	1480	6,11	79	120	5	5,33	63	92	9	5,33	63	92	9	0,00	
Göljån nedre	Våren 2003	2003-04-14	2003-04-14	1480	6,42	78	119	1	5,93	74	114	6	5,93	74	114	6	0,00	
Göljån nedre	Våren 2004	2004-04-12	2004-04-12	1480	6,36	88	128	3	5,59	31	55	3	5,69	35	55	3	-0,10	
Göljån nedre	Våren 2005	2005-04-10	2005-04-10	1480	6,34	91	136	4	6,17	74	108	4	6,17	74	108	4	0,00	
Göljån nedre	Våren 2006	2006-04-09	2006-04-09	1480	6,54	83	120	0	5,71	64	103	7	5,73	64	103	7	-0,02	
Göljån nedre	Våren 2007	2007-05-14	2007-05-14	1480	6,26	82	122	4	5,72	80	123	9	5,72	80	123	9	0,00	
Göljån nedre	Våren 2008	2008-04-20	2008-04-20	1480	6,52	106	141	2	5,76	52	77	5	5,77	53	77	5	-0,01	
Göljån nedre	Våren 2009	2009-04-19	2009-04-19	1480	6,29	108	141	6	5,69	76	99	8	5,69	76	99	8	0,00	
Göljån nedre	Våren 2010	2010-05-17	2010-05-17	1480	5,59	59	78	7	5,62	40	57	4	5,65	42	57	4	-0,03	
Göljån nedre	Våren 2011	2011-02-15	2011-02-15	1480	6,56	99	134	1	5,87	93	127	9	5,87	93	127	9	0,00	
Göljån nedre	Våren 2012	2012-02-13	2012-02-13	1480	6,73	141	172	1	5,93	57	78	4	5,95	58	78	4	-0,02	
Actkjärnsbäcken	Våren 1996	1996-04-16	1996-04-16	1480	6,35	169	235	12	4,92	62	115	13	5,01	68	115	13	-0,09	
Actkjärnsbäcken	Våren 1997	1997-02-03	1997-02-03	1480	7,01	276	324	3	4,68	51	79	14	4,89	65	79	14	-0,21	
Actkjärnsbäcken	Våren 1998	1998-04-19	1998-04-19	1480	6,37	164	215	11	4,65	45	76	13	4,80	56	76	13	-0,15	
Actkjärnsbäcken	Våren 1999	1999-03-29	1999-03-29	1480	7,05	308	371	3	4,68	23	56	9	4,83	32	56	9	-0,15	
Actkjärnsbäcken	Våren 2000	2000-03-12	2000-03-12	1480	6,87	276	323	3	4,64	39	67	12	4,76	47	67	12	-0,12	
Actkjärnsbäcken	Våren 2001	2001-03-12	2001-03-12	1480	6,87	226	274	4	4,69	35	56	11	4,82	43	56	11	-0,13	
Actkjärnsbäcken	Våren 2002	2002-01-15	2002-01-15	1480	6,96	254	303	3	4,85	54	72	13	4,95	60	72	13	-0,10	
Actkjärnsbäcken	Våren 2003	2003-03-10	2003-03-10	1480	7,00	282	326	8	5,09	73	90	13	5,16	77	90	13	-0,07	
Actkjärnsbäcken	Våren 2004	2004-03-14	2004-03-14	1480	6,91	282	330	8	4,50	47	83	16	4,58	53	83	16	-0,08	
Actkjärnsbäcken	Våren 2005	2005-03-14	2005-03-14	1480	7,04	291	336	3	5,32	65	95	10	5,33	66	95	10	-0,01	
Actkjärnsbäcken	Våren 2006	2006-04-10	2006-04-10	1480	6,96	269	309	4	4,66	33	52	11	4,78	41	52	11	-0,12	
Actkjärnsbäcken	Våren 2007	2007-02-10	2007-02-10	1480	6,88	225	273	4	5,09	70	92	13	5,09	71	92	13	0,00	
Oradbacken	Våren 2009	2009-03-08	2009-03-08	1480	7,14	400	441	6	5,84	135	154	15	5,86	137	154	15	-0,02	
Oradbacken	Våren 2010	2010-03-13	2010-03-13	1480	7,17	406	447	4	4,95	79	90	16	4,95	79	90	16	0,00	
Oradbacken	Våren 2011	2011-03-11	2011-03-11	1480	7,22	434	475	4	4,97	72	88	14	5,04	76	88	14	-0,07	
Oradbacken	Våren 2012	2012-02-13	2012-02-13	1480	7,18	406	447	4	5,17	103	118	18	5,18	103	118	18	-0,01	