

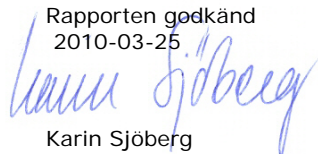
Deposition och avrinning av
metaller, svavel och kväve vid
Holmsvattnet under åren 1986-
2007

Årsrapport 2008

Ingvar Wängberg & Gunilla Pihl Karlsson

B1816
November 2008

Rapporten godkänd
2010-03-25



Karin Sjöberg
Enhetschef

Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet AB utför sedan 1992 undersökningar av deposition och avrinning av svavel, kväve samt metaller i ett granskogsområde vid Holmsvattnet, 17 km SSV om smältverket vid Rönnskär. Syftet är att kvantifiera depositionen samt beskriva eventuella förändringar i det avrinnande vattnets kemi. Undersökningarna under 2006/07 jämförs med mätningar under 1986 till 2006 i samma område. Mätningarna påverkades av avverkningar i områden gränsande till provytan under 2002, samt av upprensningar av vindfallen efter en storm i november 2006.

Nedfallsmätningarna på öppet fält i Holmsvatten under 2006/07 visade en nederbörds mängd på 814 mm, vilket är nästan dubbelt så mycket som föregående år (428 mm). Våtdepositionen av antropogent svavel var 1,9 kg svavel per hektar jämfört med mätseriens medelvärde 2,3 kg per hektar. Vad gäller oorganiskt kväve var våtdepositionen 1,8 kg oorganiskt kväve per hektar jämfört med medelvärdet 2,1 kg per hektar. Sedan mätningarna startade 1991/92 har nedfallet av antropogent svavel minskat med omkring en tredjedel. pH i nederbörden har ökat signifikant och det totala nedfallet av försurande ämnen, räknat som vätejoner, har minskat. För kväve finns ingen signifikant förändring över tiden.

Depositionen i krondroppet i granytan var 3,8 kg svavel (utan havssaltsandel) per hektar under senaste hydrologiska året, vilket är betydligt högre än vid många lokaler i södra Sverige. Den relativt stora skillnaden mellan uppmätt svaveldeposition på öppet fält och via krondropp indikerar att torrdeposition fortfarande är betydelsefull vad gäller svavelnedfallet vid Holmsvatten. Precis som på öppet fält visar nedfallsmätningarna i granytan ett tydligt minskat svavelnedfall sedan början av 1990-talet, från omkring 4,9 till 3,4 kg per hektar och år, för de fyra första respektive fyra senaste åren mätningar har genomförts. Nedgången i svavelnedfallet via krondropp är dock mindre än på många andra ställen i norra Sverige. Krondroppsmätningarna i granytan visar att 0,2 kg oorganiskt kväve per hektar belastade marken i skogen under det hydrologiska året 2006/07. Detta är betydligt lägre än föregående år (0,8 kg/ha) och även lägre än genomsnittet för hela den 16-åriga mätserien (0,6 kg/ha). Påverkan av saltförande vindar, mätt som kloriddeposition, var högre än genomsnittet (3,5 kg/ha) och uppmättes till 4,9 kg/ha under 2006/07, vilket är den högsta noteringen sedan mätningarna påbörjades 1991.

Liksom för sulfatsvavel uppvisar halterna i nederbörd av metallerna arsenik, koppar, kadmium och bly en tydlig minskning mellan åren 1986 och 1989. Under 1990-talet och fram till idag har depositionen varit mer eller mindre konstant.

På grund av problem med blanker måste de senaste årens zinkdata revideras. Tidigare rapporterade depositioner och halter av zink i nederbörd och krondropp är kraftigt överskattade på grund av att en del av den provutrustning som använts vintertid på något vis kontaminerats med zink.

Under det senaste mätåret, 2006/07, har halterna av arsenik, kadmium, krom, och nickel i nederbörd varit på samma nivå som vid bakgrundsstationer i mellersta och norra Sverige. Depositionen av metallerna var något högre än närmast föregående år, detta trots att halterna var något lägre i nederbörde/krondroppet men samtidigt var mängden nederbörd/krondropp högre under 2006/07.

Årsavrinningen var under 2006/07 relativt hög, 368 mm, vilket ledde till något högre förluster av metaller (arsenik, kadmium, koppar, bly) och andra markbundna ämnen till vattendraget än närmast föregående år. Utlakningen av zink var något lägre än närmast förvarande år.

Annual report 2007

Summary

Since 1991 IVL Swedish Environmental Research Institute measures the deposition and run-off of the acidifying compounds sulphur and nitrogen, as well as a number of metals. The measures takes place in an 70-year old stand of Norway spruce and in the primary stream draining the area at Holmsvattnet, 17 km SSW of the Rönnskär smelter. The main goals is to monitor the changes in annual deposition and runoff chemistry. Results from the hydrological year (Oct 2006 – Sep 2007) are presented and compared with earlier results from the same location. The measurements have been influenced by clear-cuts in the area during 2002 and by a storm in november 2006.

The precipitation in 2006/07 was 814 mm which is almost double the amount that was measured the year before (428 mm). The deposition of sulphate-sulphur (excluding seasalt contribution) was 1,9 kg per hectar in 2006/07 compaired to 2,3 kg/ha for the whole measuring period. The wet deposition of inorganic nitrogen was in 1,8 kg/ha in 2006/07 compaired to 2,1 for the whole period. Since the measurements started the deposition of sulphate-sulphur (excluding seasalt contribution) has decreased by almost one third. The pH in the precipitation has increased significantly and the total amount of acidifying compounds, calculated as hydrogen ions has decreased. For nitrogen no statistically significant trends could be demonstrated.

The deposition in throughfall of sulphate-sulphur (excluding seasalt contribution) was 3,8 kg/ha during 2006/07, which is much more than what was found at several locations in southern Sweden in the same period. The relatively large difference in sulphate-sulphur deposition between open field and throughfall indicates that the dry deposition of sulphate-sulphur at Holmsvatten is still of considerable importance. Similar to the measurements over open field the throughfall measurements show that the sulphate-sulphur deposition have decreased since the early 1990's. However, the decline is smaller at Holmsvatten than at several other locations in northern Sweden. 2006/07 the throughfall deposition of inorganic nitrogen was very low compaired to other years. The deposition of chloride due to seasalt was the highest since the measurements started in 1991/92.

The concentrations of several metals (arsenic, copper, cadmium and lead) in precipitation have declined strongly between 1986 and 1989. Since 1990 until today the deposition of metals have been almost constant durig the years.

Due to problems with blancs, the previous years data on zinc had to be recalculated. The earlier reported depositions and concentrations of zinc in precipitation and throughfall were overestimated. This was due to that some of the equipment that was used for sampling during winter time in some way was contaminated with zinc.

The deposition in 2006/07 of arsenic, cadmium, crome, nickel, copper and lead was similar to that measured at other sites in Sweden during the same year. The deposition of the metals in 2006/07 was somewhat higher than previous years, inspite lower concentrations. This is explained by the fact that the amount of precipitation and throughfall was high.

The yearly runoff was in 2006/07 relatively high, 368 mm, which resulted in somewhat higher losses of metals (arsenic, cadmium, copper and lead) as compared to previous years. However, the runoff of zinc was somewhat lower in 2006/07 than previous year.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	1
Summary	2
1 Inledning	5
2 Metoder.....	6
2.1 Deposition	6
2.2 Avrinningsvatten.....	7
2.3 Hydrologi.....	8
2.4 Analysmetoder	8
2.5 Kontamineringsrisker	8
3 Resultat 2006/07 jämfört med 1986-2005.....	9
3.1 Deposition	9
3.2 Haltvariation.....	14
3.3 Avrinning.....	17
3.4 Jämförelse mellan deposition, halter och avrinning.....	20
4 Referenser	22
Bilaga 1. Årlig deposition, avrinning och medelhalt	23

1 Inledning

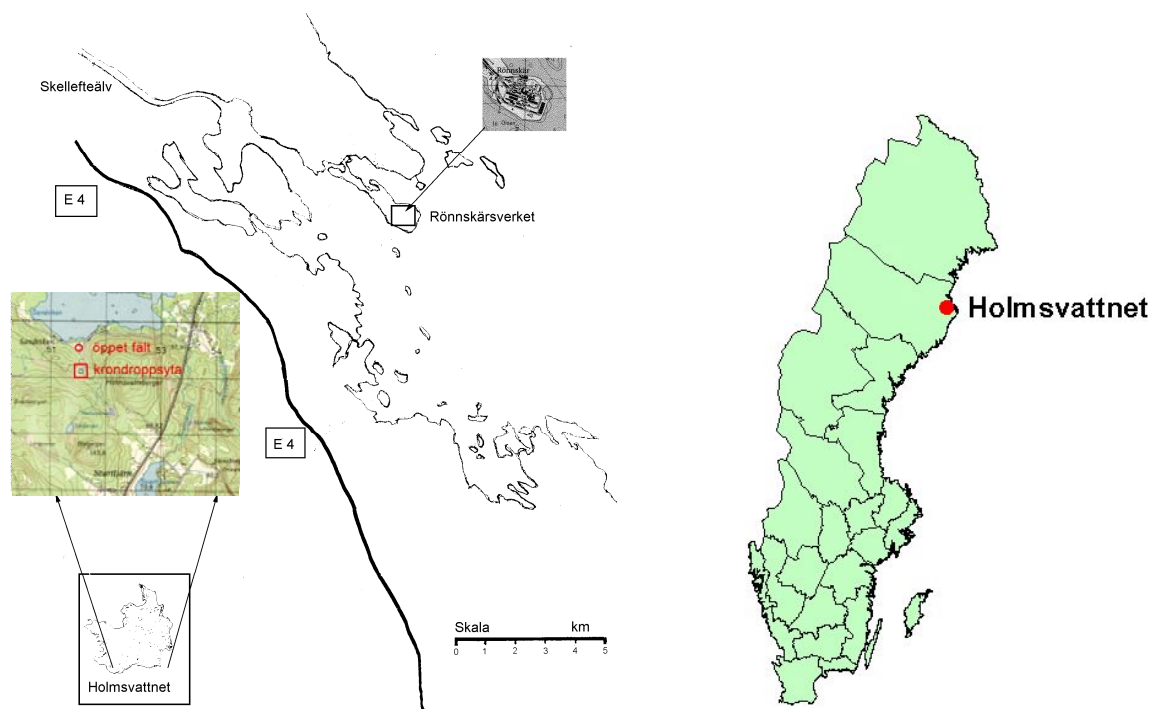
IVL utför undersökningar av deposition och avrinning av svavel, kväve, arsenik samt ett antal metaller i ett skogsområde nära smältverket vid Rönnskär, på uppdrag av Boliden Mineral AB. Syftet är att kvantifiera depositionen samt beskriva eventuella förändringar i det avrinnande vattnets kemi med tiden. Denna rapport beskriver undersökningarna under det hydrologiska året 2006/07 (oktober till och med september) och visar jämförelser med tidigare resultat från samma område. IVL har tidigare rapporterat resultat i ett antal årsrapporter, den senaste Liljergren (2006). IVL har studerat metallflöden i samma område mellan 1986 och 1989. Det projektet ingick i IVLs branschgemensamma forskningsprogram och studiens mål var att beskriva transporten av luftdeponerade metaller genom marksystemet till ytvatten. Betydelsen av de dåvarande utsläppen värderades i förhållande till tidigare metalldeposition under 1900-talet (Westling och Larsson, 1991).

Undersökningarna utförs i ett 240 ha stort avrinningsområde, 17 km SSV Rönnskärsverken, strax söder om sjön Holmsvattnet (figur 1). Den södra delen utgörs av ett flackt parti omgivet av svallade höjder med berg i dagen. Den norra delen består av en nordsluttning mot sjön. Området är beläget på 52 till 145 m. ö. h.

Mineraljorden i området domineras av relativt blockrik morän (45 % av ytan) samt ett svallsandsparti (28 %) i den centrala dalgången genom området. I de södra delarna finns även myrområden (12 %) och hållmarker (15 %). Jordtäcket är i stora partier mäktigt med undantag för övergångszonen till höjder med berg i dagen. Jordmånen på fastmarken består vanligtvis av järnpodsol. Den norra delen av svallsandsområdet domineras av humus-podsol.

Skogsbestånden domineras av frisk barrskog med inslag av hållmarkstallskog, frisk lövskog (björk och asp) samt fuktig till våt barr- och lövskog. I nordslutningen i den norra delen av området finns ett stort bestånd av äldre granskog. På de flacka partierna dominerar gles tallskog med inslag av björk. Skogen i området är konventionellt brukad. Fältskiktet är huvudsakligen av ristyp. Bottenskiktet domineras av vit-, hus- och väggmossa. Området avvattnas både genom naturliga bäckar och grävda diken. Inom området finns två mindre gölar.

Undersökningarna av deposition och markvatten utförs i en skogsyta som även ingår i ett regionalt nät av provytor för övervakning av luftföroreningar som täcker större delen av Sverige. Data presenteras på Krondroppsnetets hemsida (<http://www.ivl.se/miljo/projekt/kron/index.asp>). Provtagningen vid Holmsvattnet har utförts av personal från Boliden Mineral. Övrig provhantering har till största delen utförts av Inger Torbrink och Karol Koos. Ansvarig för undersökningen är Gunilla Pihl Karlsson. Sammanställningen har främst utförts av Ingvar Wängberg samt i viss mån Gunilla Pihl Karlsson, båda vid IVL i Göteborg.



Figur 1 Översiktskarta över Västerbottens kustområde innanför Skelleftebukten med sjön Holmsvattnet (rektangeln) där IVL har undersökt flöden av metaller, svavel och kväve. Sverigekarta med lokalen inlagd i bilden.

2 Metoder

2.1 Deposition

Provtagning skedde dels av nederbörd på öppet fält och dels av krondropp (nederbörd som passerat trädens krontak) i en permanent skogsyta (30*30 m) med äldre granskog (>60 år). Skogen strax NO om skogsytan avverkades hösten 1999. Avverkningen sträcker sig upp till bäcken som rinner tvärs längs sluttningen, cirka 100 m från ytan. Själva beståndet där ytan finns har därmed inte rörts men har blivit exponerat något mera för nordliga vindar. Depositionsinsamlare dubblerades på varje plats för att skilja insamling för analys av metaller från analys av övriga parametrar.

Insamling av krondropp för analys av makrokonstituent

Under sommarhalvåret utnyttjades totalt 10 trattar (Ø 155 mm) för insamling av krondropp. Trattarna monterades på 2 liters dunkar, som var mörklägda med aluminiumfolie. Dunk och tratt, båda av polyeten (PE) placerades på en stolpe ca 50 cm ovanför marken. Insamlarna sattes ut slumpmässigt på ytan. Under vinterhalvåret ersattes trattarna med 5 liters PE plasthinkar (Ø 214 mm) monterade på stolpar för insamling av krondropp i form av snö. Samtliga insamlare tömdes en gång per månad. De tio krondroppsinsamlarna sammanhölls i fält, eller efter upptining inomhus. Volymen bestämdes och ett mindre delprov togs ut och skickades till IVLs laboratorium för analys.

Insamling av nederbörd för analys av makrokonstituent

Över öppet fält provtogs nederbörd med hjälp av en PE tratt med en diameter på 203 mm. Vintertid användes plasthink av PE. Samtliga insamlare tömdes en gång per månad. Den totala volymen bestämdes efter insamling i fält eller efter eventuell upptining inomhus. Ett mindre delprov togs ut och skickades till IVLs laboratorium för analys.

Insamling av krondropp för metallanalyser

Insamling av krondropp för metallanalys skedde med en likartad utrustning som för krondroppsmätningarna beskrivna ovan. Blyfri glasull hade stoppats i trattspetsarnas övre del. De exponerade PE dunkarna/hinkarna inklusive allt prov skickades med allt insamlat vatten till IVLs laboratorium. Proverna volymbestämdes och fixerades med koncentrerad salpetersyra (suprapur). Proverna lagrades i minst två veckor så att eventuella metaller som adsorberats på kärnväggarna frigjordes. Krondropsinsamlarna (10 stycken) sammanhålldes sedan och ett delprov togs ut och skickades till ALS Scandinavia AB i Luleå för analys.

Insamling av nederbörd för metallanalyser

Provtagning av nederbörd för metallanalys skedde genom insamling av ett prov. Likartad utrustning som för nederbördsmätningarna beskrivna ovan användes. Blyfri glasull hade stoppats i trattspetsarnas övre del. De exponerade PE dunkarna/hinkarna inklusive allt prov skickades till IVLs laboratorium. Volymen bestämdes. Proverna fixerades med koncentrerad salpetersyra (suprapur) och lagrades i minst två veckor så att eventuella metaller som adsorberats på kärnväggarna frigjordes. Ett delprov togs ut och skickades till ALS Scandinavia AB för analys.

Tester utförda under 2008 tyder på att en del av de plasthinkar som används vintertid för nederbörd och krondropsprovtagning avger betydande mängder zink. Det verkar som om metallen finns som en förorening i använda plasthinkar och löses ut under provberedningen i samband med analys. Detta har under de senaste åren givit upphov till att zinkhalterna i nederbörds- och krondropsprov insamlade under vinterhalvåret överskattats. Analyserna visade vidare att zinkkontamineringen från hinkarna varierade mycket kraftigt från hink till hink, vilket kan göra att vissa värden som uppmätts med hink kan vara relativt korrekta. En modifierad provtagningsmetod infördes med början 1 september, 2008. Regn och snöprov insamlas sedan dess i plasthink försedd med dubbla plastpåsar så att provet inte kommer i kontakt med plasthinken. Tester visade att metoden ger acceptabla zinkblanker.

Analys

Parametrar som analyseras på makrokonstituentprov är pH, sulfatsvavel (SO₄-S), klorid (Cl), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), konduktivitet (Kond) samt eventuellt alkalinitet (Alk, uppmättes endast om pH högre än 4,5).

Parametrar analyserade på metallprov är sedan 1986, mangan (Mn), kalcium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), arsenik (As), kadmium (Cd), koppar (Cu), bly (Pb) och zink (Zn). Efter hösten 1992 har även järn (Fe), aluminium (Al), barium (Ba), kobolt (Co), krom (Cr) och nickel (Ni) undersökts.

Analys av makrokonstituenten skedde på membranfiltrerat prov (0,8 µm). Alkalimetaller, metaller och arsenik analyserades på ofiltrerat prov, men en viss filtrering skedde direkt i fält under insamlingen, där blyfri glasull hade stoppats i trattspetsarnas övre del, som nämnts ovan.

Depositionsmätningarna gör det möjligt att beräkna depositionen av olika ämnen i skogsytan, uppmätt som krondropp. Krondropp består av våt- och torrdeposition, samt trädens läckage och upptag av olika ämnen. Mätningarna på öppet fält utnyttjades som referens, samt som underlag för att bedöma torrdepositionens bidrag till uppmätta halter i krondropp för vissa ämnen. Grovt räknad utgörs skillnaden mellan öppet fältdeposition och krondropp av torrdepositionsandelen. Årsdepositionen och volymvägda årsmedelkoncentrationer beräknades för hydrologiska år, oktober till och med september.

2.2 Avrinningsvatten

Avrinningsvatten provtogs en gång per månad i huvudfåran av bäcken som avvattnar det 240 hektar stora avrinningsområdet söder om Holmsvattnet. Prover för analys av metaller

fixerades i fält med salpetersyra (suprapur). Analyserade parametrar var pH, vattenfärg (abs f 400/5 med standardkurva Pt/l), Ca, Mg, Na, K, SO₄-S, Cl, NO₃-N, NH₄-N, Mn, As, Cd, Cu, Pb och Zn. Sedan hösten 1992 analyserades även Fe, Al, Ba, Co, Cr och Ni.

2.3 Hydrologi

En hydrologisk mätdamm uppfördes hösten 1986 i utflödet från avrinningsområdet. Vattenståndet i mätdammen har tidigare avlästs manuellt i samband med provtagning. Dammen har inte fungerat tillfredsställande efter 1991. Därför har hydrologiska data från SMHI inhämtats från ett 150.5 km² stort avrinningsområde med vattendrag Storbäcken i Ostvik, som rinner strax norr om Skellefteå. Dessa data (avrinning per månad och ha) för perioden 1986 till och med 2002 har använts vid beräkning av månatliga vattentransporter ut från avrinningsområdet vid Holmsvattnet. I rapporter från före 2001 har data från Sävarån använts och därför kan värden på avrinning i denna rapport avvika något från tidigare rapporterade siffror. Medelavrinningen i de två vattendragen är mycket lika, men fördelningen under året skiljer sig något, med högre känslighet för snabba flödesvariationer i Storbäcken. Storbäcken är betydligt mindre än Sävarån, vilket gör den mer lik bäcken vid Holmsvatten.

Vid beräkningen av arealförluster (transporter ut) har dagliga halter interpolerats fram, som med uppmätta dagliga flöden ger mängder transporterade ämnen. Sedan har dygnsvärden för mängderna summerats för månader och hela det hydrologiska året. En förbättring i rutinen för beräkning av metalltransporter gjordes under 2005. Data från 2003-2005 har därför räknats om, vilket gett små förändringar i resultaten. Detta påverkar dock inte slutsatserna kring avrinning, halter och mängd uttransporterade metaller.

Nederbördsmängderna som redovisas i studien är hämtade från IVLs depositions­mätningar på öppet fält. Årsdata på vatten­mängder avser hydrologiska år (oktober till och med september) för öppet fält, krondropp samt avrinning. Torrdepositionsandelen, som oftast tenderar att fastna i träd­kronan under den kalla årstiden (nov-apr), fångas således i insamlaren under rätt hydrologiskt år men kan samlas in under fel kalenderår om uppdelningen skulle göras kalenderårsvis (jan-dec).

2.4 Analysmetoder

Elementärt Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb och Zn analyserades på salpetersyra konserverade prov med högupplösande induktivt kopplad plasma masspektrometri (ICP-SFMS) eller induktivt kopplad plasma atom-emission-spektrometri (ICP-AES) på ALS Scandinavia AB i Luleå. Övriga analyser utfördes av IVL. SO₄-S, Cl och NO₃-N analyserades med jonkromatograf. NH₄-N analyserades med FIA och en spektrofotometrisk metod. pH och konduktivitet mättes med elektrod. Samtliga analyser utfördes av ackrediterade laboratorier. Alkalinitet mättes genom titrering ifall pH-värdet på provet var 5,4 eller högre.

Analysmetoder av proverna på 1980-talet avvek från de metoder som användes efter 1991. Oftast fås god överensstämmelse mellan analysresultat för metaller med ICP-SFMS/ICP-AES och den tidigare använda metoden med grafitugn adsorptionsspektrometer (AAS) (Analytica, 2003).

2.5 Kontamineringsrisker

Speciell hänsyn togs till kontamineringsrisker i samband med förväntade låga halter av metaller. Material i kontakt med provvatten var uteslutande av polyeten av livsmedelskvalitet. Diskrutinerna för nytt material följde schemat sköljning med etanol, lakning i 4 M saltsyra (HCl) i två veckor, lakning i 0,1 M HCl i två veckor samt sköljning med MQ-vatten. Återanvänt material lakades med 0,1 M HCl i två veckor samt sköljdes med MQ-vatten.

3 Resultat 2006/07 jämfört med 1986-2005

Årsvärden (hydrologiska år, okt - sep) från undersökningarna av nederbörd, krondropp och avrinning redovisas både som deposition och som volymvägda medelkoncentrationer i bilaga 1 (tabeller 1 - 6). Medelkoncentration är värdefullt vid jämförelser mellan år, i synnerhet för nederbörd och avrinning. Volymen vatten i krondropp, nederbörd och avrinning under de undersökta åren redovisas i bilaga 1, tabell 7 samt i flera av rapportens figurer.

3.1 Deposition

Nedan visas nederbördshalter och deposition av makrokonstituenten och metaller.

Den under främst 80- och 90-talet minskande belastningen i Holmsvattenområdet av svavel, och i mindre utsträckning kväve, är sannolikt ett resultat av en minskad regional bakgrundsbelastning, men lägre svavelutsläpp från Rönnskärsverken kan även ha bidragit. Tabell 1, Tabell 2 och figurerna 2 och 3 visar att variationen i deposition av de redovisade parametrarna har varit måttlig under perioden från början av 1990-talet fram till nu. I Tabell 1 jämförs depositionen över öppet fält mellan Holmsvatten och medeldepositionen från tre inlandslokaler i Norrland (de tre närmaste till Holmsvatten existerande öppetfält lokalerna). I Tabell 2 jämförs depositionen i krondropp mellan Holmsvatten samt medeldepositionen för de tre ovan nämnda inlandslokalerna i Norrland samt medeldepositionen för 2 kustlokaler i närheten av Holmsvatten.

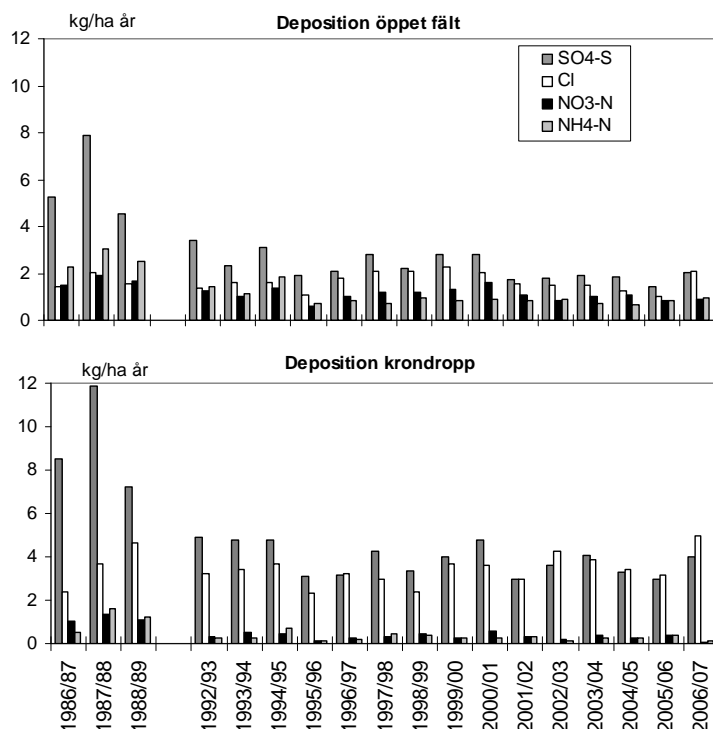
Tabell 1: Jämförelse av de senaste tio hydrologiska årens nederbörds mängder samt deposition på öppet fält vid Holmsvattnet (AC35) med medelvärden från 3 andra mätstationer i Norrland. De övriga stationerna är Högrännan (AC04), Myrberg (BD02) och Storulvsjön (Y07). Deposition av sulfat (utan havssalt), nitrat och ammonium anges som kg/ha svavel respektive kväve.

Lokal	Period	Ned mm	H+ kg/ha	SO ₄ -S _{ex} kg/ha	Cl kg/ha	NO ₃ -N kg/ha	NH ₄ -N kg/ha
Holmsvatten	1997/98	805	0.15	2.74	2.08	1.20	0.71
3 lokaler	1997/98	787	0.09	1.84	1.48	1.16	0.78
Holmsvatten	1998/99	665	0.12	2.13	2.11	1.21	0.95
3 lokaler	1998/99	688	0.07	1.62	1.94	1.03	0.74
Holmsvatten	1999/00	814	0.13	2.68	2.27	1.34	0.86
3 lokaler	1999/00	810	0.07	1.51	1.95	0.96	0.68
Holmsvatten	2000/01	857	0.14	2.74	2.03	1.59	0.89
3 lokaler	2000/01	885	0.12	2.22	1.95	1.56	1.12
Holmsvatten	2001/02	513	0.06	1.67	1.54	1.09	0.82
3 lokaler	2001/02	555	0.05	0.96	1.34	0.82	0.67
Holmsvatten	2002/03	455	0.05	1.71	1.51	0.84	0.87
3 lokaler	2002/03	565	0.07	1.25	1.61	0.99	0.68
Holmsvatten	2003/04	619	0.09	1.87	1.47	1.04	0.70
3 lokaler	2003/04	671	0.07	1.34	1.61	0.99	0.69
Holmsvatten	2004/05	631	0.10	1.78	1.28	1.06	0.63
3 lokaler	2004/05	766	0.08	1.35	2.20	1.01	0.64
Holmsvatten	2005/06	428	0.06	1.41	1.02	0.83	0.84
3 lokaler	2005/06	513	0.06	1.19	1.62	0.96	0.77
Holmsvatten	2006/07	814	0.09	1.95	2.12	0.90	0.94
3 lokaler	2006/07	725	0.07	0.97	1.76	0.86	0.67

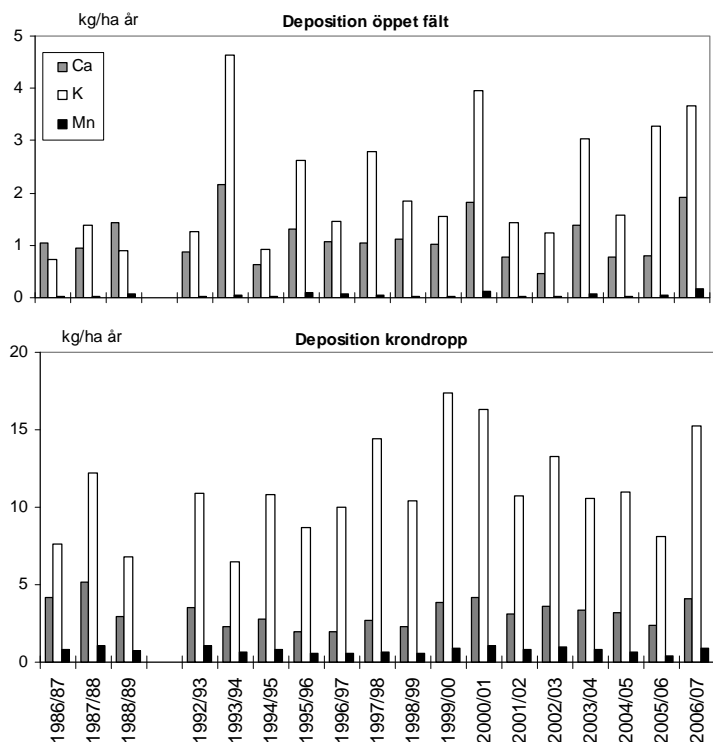
Tabell 2: Jämförelse av de senaste tio hydrologiska årens nederbörds mängder samt deposition i krondropp vid Holmsvattnet (AC35) med medelvärden dels från 2 andra närliggande kustlokaler Bäcksjö, (AC30) och Lakamark (Y03) samt dels från 3 andra mätstationer i Norrland. De övriga stationerna är Högbränna (AC04), Myrberg (BD02) och Storulvsjön (Y07). Deposition av sulfat (utan havssalt) anges som kg/ha svavel.

Lokal	Period	Ned mm	H+ kg/ha	SO ₄ -S _{ex} kg/ha	Cl kg/ha
Holmsvatten	1997/98	560	0.10	4.12	2.98
2 kustlokaler	1997/98	556	0.12	3.38	4.97
3 inlandslokaler	1997/98	534	0.06	1.39	2.48
Holmsvatten	1998/99	447	0.08	3.26	2.41
2 kustlokaler	1998/99	433	0.09	2.91	3.82
3 inlandslokaler	1998/99	451	0.04	1.27	1.98
Holmsvatten	1999/00	528	0.07	3.41	3.67
2 kustlokaler	1999/00	537	0.09	2.53	5.41
3 inlandslokaler	1999/00	518	0.03	0.97	2.80
Holmsvatten	2000/01	649	0.10	4.61	3.64
2 kustlokaler	2000/01	760	0.12	4.13	6.46
3 inlandslokaler	2000/01	622	0.05	2.03	3.60
Holmsvatten	2001/02	336	0.04	2.84	2.98
2 kustlokaler	2001/02	319	0.04	1.85	4.81
3 inlandslokaler	2001/02	372	0.02	0.78	2.31
Holmsvatten	2002/03	310	0.06	3.43	4.23
2 kustlokaler	2002/03	420	0.07	2.11	5.70
3 inlandslokaler	2002/03	373	0.03	0.92	2.80
Holmsvatten	2003/04	417	0.06	3.91	3.85
2 kustlokaler	2003/04	490	0.09	2.38	5.21
3 inlandslokaler	2003/04	412	0.03	0.86	2.15
Holmsvatten	2004/05	368	0.06	3.13	3.42
2 kustlokaler	2004/05	431	0.05	1.97	6.03
3 inlandslokaler	2004/05	447	0.03	0.79	2.31
Holmsvatten	2005/06	297	0.06	2.86	3.18
2 kustlokaler	2005/06	343	0.06	2.07	3.95
3 inlandslokaler	2005/06	366	0.03	1.00	2.40
Holmsvatten	2006/07	631	0.07	3.75	4.95
2 kustlokaler	2006/07	600	0.09	1.92	5.70
3 inlandslokaler	2006/07	590	0.05	0.74	2.99

Depositionen av svavel och klorid är genomgående något högre via krondropp än i deposition vilket förklaras av att dessa ämnen i högre grad torrdeponeras på de stora ytor som trädskronorna utgör än på öppet fält. När det regnar tvättas de ut och når marken via krondropp. Samma sak gäller även för kväve (NO₃⁻ och NH₄⁺) men eftersom kvävet kan tas upp som näringsämnen av träden blir därför bidraget via krondropp till marken mindre än till öppet fält. Å andra sidan är deposition av kalcium, kalium och mangan klar större via krondropp än via nederbörd till öppet fält vilket beror på att kväveupptaget i trädskronan balanseras av ett läckage av dessa föreningar.



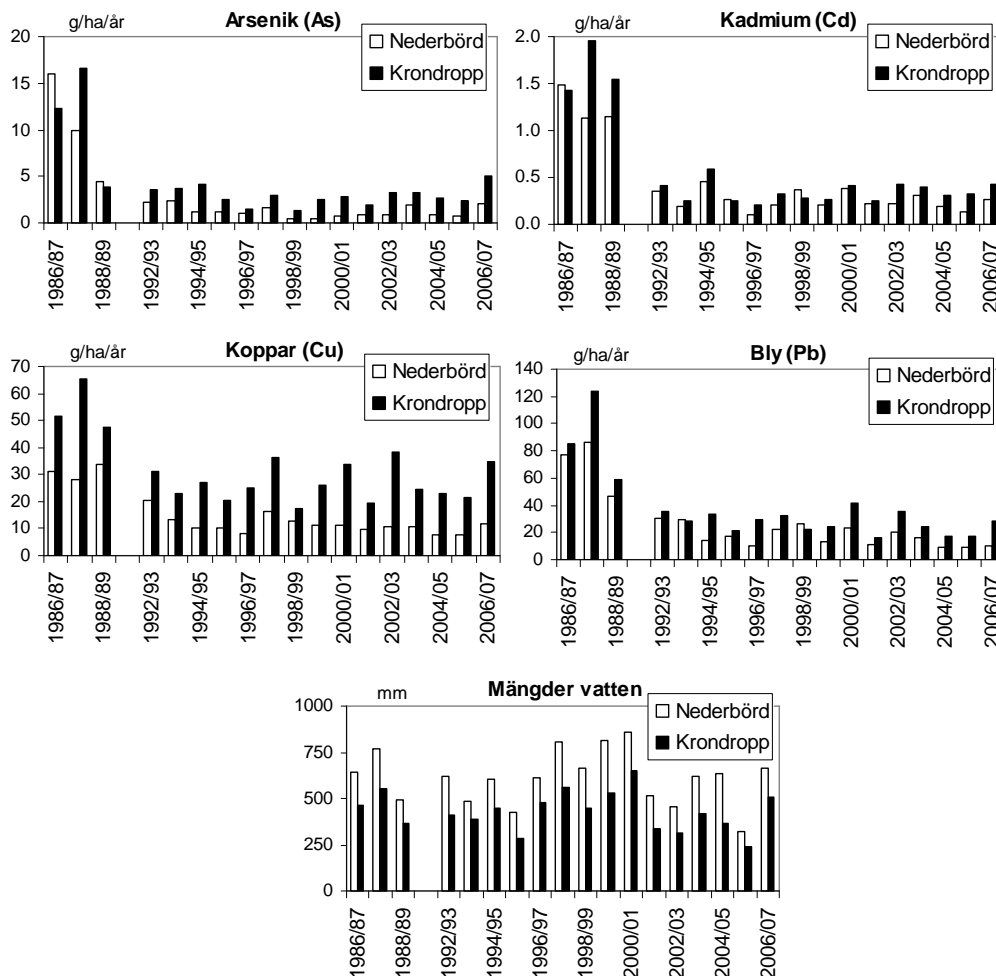
Figur 2 Deposition av svavel, klorid och kvävekomponenter över öppet fält och i krondropp vid Holmsvattnet för hydrologiska åren 1986/87 till och med 2006/07. Ett mätavbrott skedde under åren 1989-92.



Figur 3 Deposition av i trädkronan interncirkulerande ämnen kalcium (Ca), kalium (K) och mangan (Mn) över öppet fält och i krondropp vid Holmsvattnet för hydrologiska åren 1986/87 till och med 2006/07. Notera att olika skalor används. Ett mätavbrott skedde under åren 1989-92.

I figur 4 visas depositionen av arsenik, kadmium, koppar och bly samt den totala nederbörden per hydrologiskt år. Av figurerna framgår att depositionen av dessa metaller var betydligt högre i slutet på 1980-talet än under senare tid. Under 1990-talet och fram till idag har depositionen

varit mer eller mindre konstant. Dock visar figurerna att depositionen av koppar inte minskat i samma grad som de övriga metallerna. Skillnaden mellan nederbörd och krondropp visar att torrdeposition i trädskronorna också är betydande för dessa metaller på liknande sätt som för sulfat och klorid.



Figur 4 Deposition av arsenik och metallerna kadmium (Cd), koppar (Cu) och bly (Pb) vid Holmsvattnet mellan oktober 1986 och september 2007. Ett mätavbrott skedde åren 1989-92.

På grund av problemen med provutrustningen som användes vintertid (okt-april), vilket diskuterats i kapitel 2.1, redovisas zinkdepositionen för sig i Figur 5A-E. Ett problem har varit att under perioden 1998-2003 mättes depositionen endast under 4 månader per år, januari, april, juli samt oktober. Sedan 2004 mäts depositionen under årets samtliga månader. I Figur 5A visas depositionen i krondropp samt öppet fält för samtliga månader för vilka vi har data.

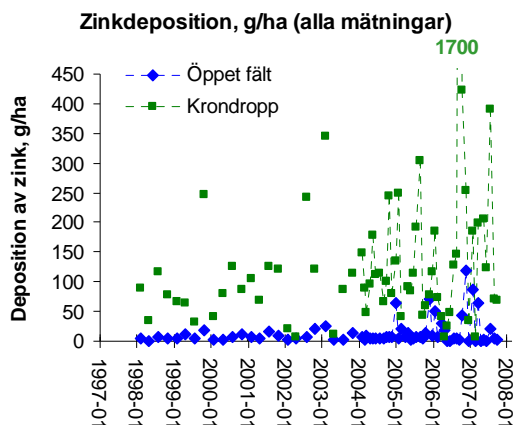
Under september 2006 var zinkdepositionen i krondropp mycket hög ca 1,7 kg/ha. Detta höga värde är klart anmärkningsvärt men i dagsläget har vi hittills inte funnit något skäl att anta att detta värde är felaktigt, varvid det finns med förlöpande. Man bör dock beakta att under våren och försommaren 2006 var nederbörden låg samtidigt som det under denna period rådde enorma skogsbränder i Ryssland. På grund av ett kraftigt högtryck över Ryssland rörde sig dessa förorenade luftmassor åt väst och nordväst och orsakade episoder av höra luftföroreningsnivåer på olika håll i norra Europa (Whitham, C. & Manning, A. 2007) samt även på Island och Svalbard (Stohl m. fl., 2007). Dessa förorenade luftmassor påverkade även olika parametrar i krondropp och öppet fält i synnerhet i norra Sverige (Pihl Karlsson & Karlsson, 2008). Nederbörden är ofta lokal vilket gör att på relativt små avstånd kan regnmängden variera relativt kraftigt. En ackumulering av zinkhalter i granarnas kronor som torrdeposition, som sedan sköljdes ut under regnen i september skulle kunna bidra till en förklaring av denna höga halt. Zinkhalten var relativt låg över öppet fält under samma period

är inte förvånande då det inte finns någon torrdeposition i nederbörden. Dock var andra uppmätta halter relativt låga vilket skulle kunna tala emot denna teori.

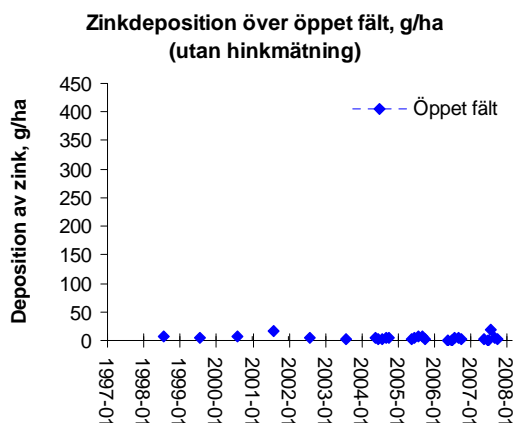
Figur 5B visar depositionen över öppet fält när alla mätningar med hinkutrustningen tagits bort. Här ser man en förhöjd deposition under juli 2007 något som också syns för flertalet övriga ämnen i undersökningen. Mätningar av andra ämnen (t.ex. NH₄) visar samma förhöjning i juli 2007 i Jämtland. Figur 5C visar depositionen i krondropp när alla mätningar med hink tagits bort.

Eftersom det under många år endast provtogs under 4 månader per år så visas i Figur 5D alla mätningar under enbart dessa månader. Slutligen visas i Figur 5E depositionen över öppet fält samt som krondropp under juli månad för perioden 1998-2007.

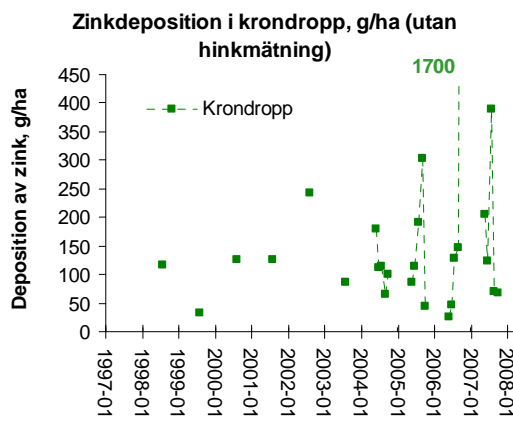
A.



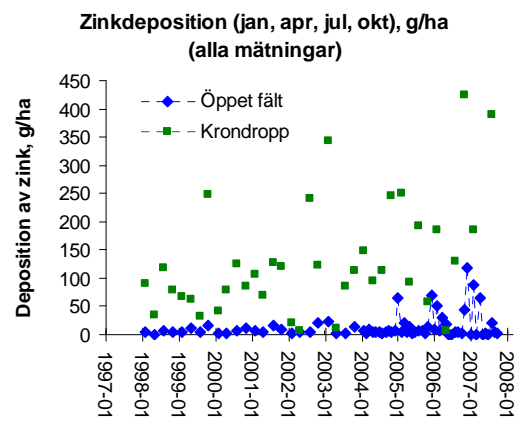
B.



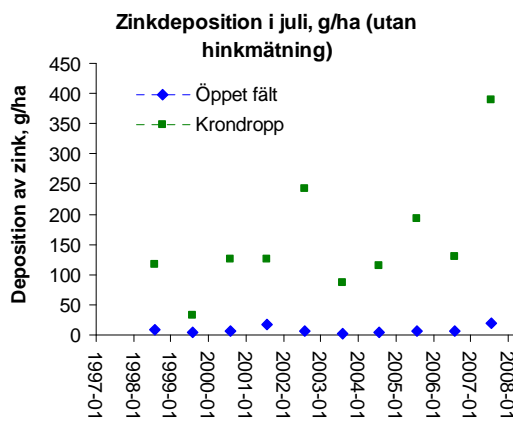
C.



D.



E.

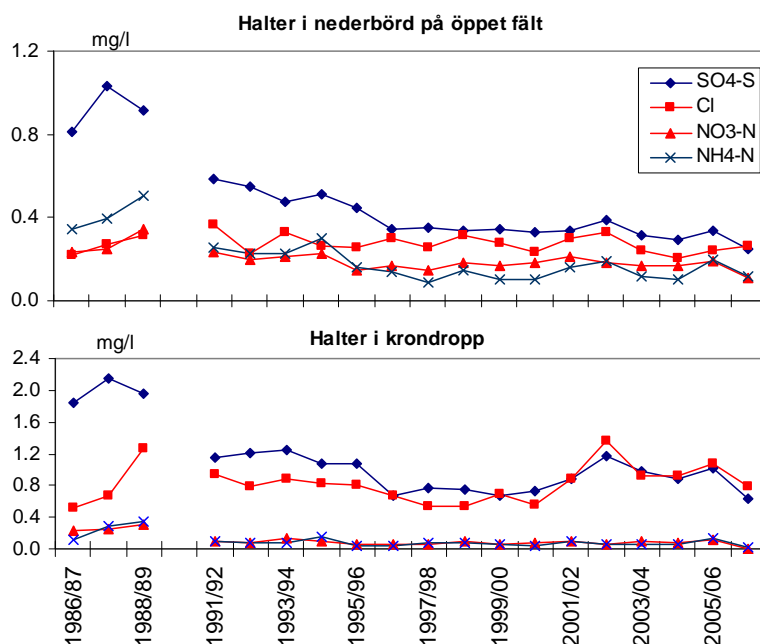


Figur 5 A-E. Zinkdeposition, g/ha i krondropp respektive nederbörd uppmätt över öppet fält under 1998-2007 i Holmsvattnet.

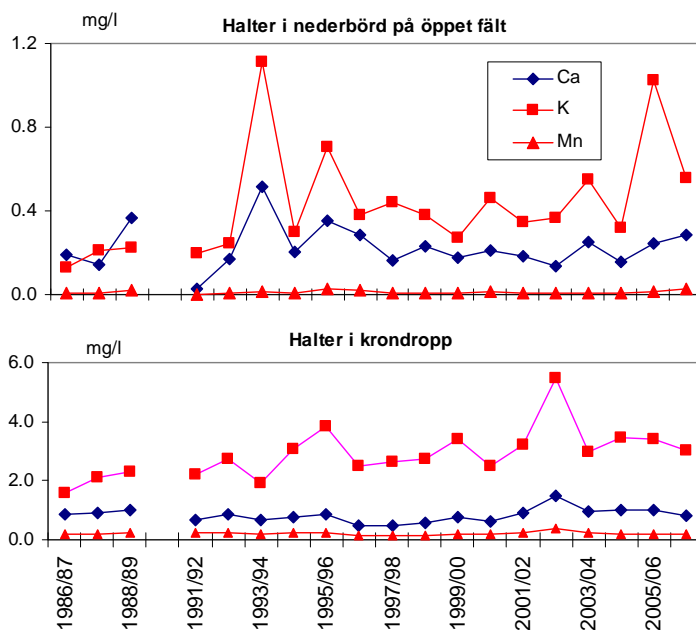
Att depositionen i krondropp är högre än i öppet fält kan förklaras av torrdepositionen. Under åren ser man att depositionen i juli ökat i krondroppet medan man inte ser motsvarande tendens för julidepositionen i öppet fält om man utesluter de mätningar som skett med hinkutrustningen.

3.2 Haltvariation

Svavelhaltarna (Figur 6) har minskat successivt mellan 1986 och 1996, både i nederbörd och i krondropp. Sedan 1996 har haltarna av svavel och kväve i nederbörd legat på ungefär samma nivå. I stort sett gäller det samma även för krondropp. Figur 7 visar halter av olika katjoner i nederbörden över öppet fält samt i krondroppet. Värt att notera är att kaliumhaltarna varierar relativt kraftigt i krondropp mellan åren vilket kan förklaras av den interncirkulation i trädskronorna som sker av bl.a. kalium. Figuren visar även på en variation av kalium i nederbörden över öppet fält, (OBS att skalorna skiljer sig åt), det kan ev. förklaras av viss kontaminering av pollen eller annat biologiskt material.

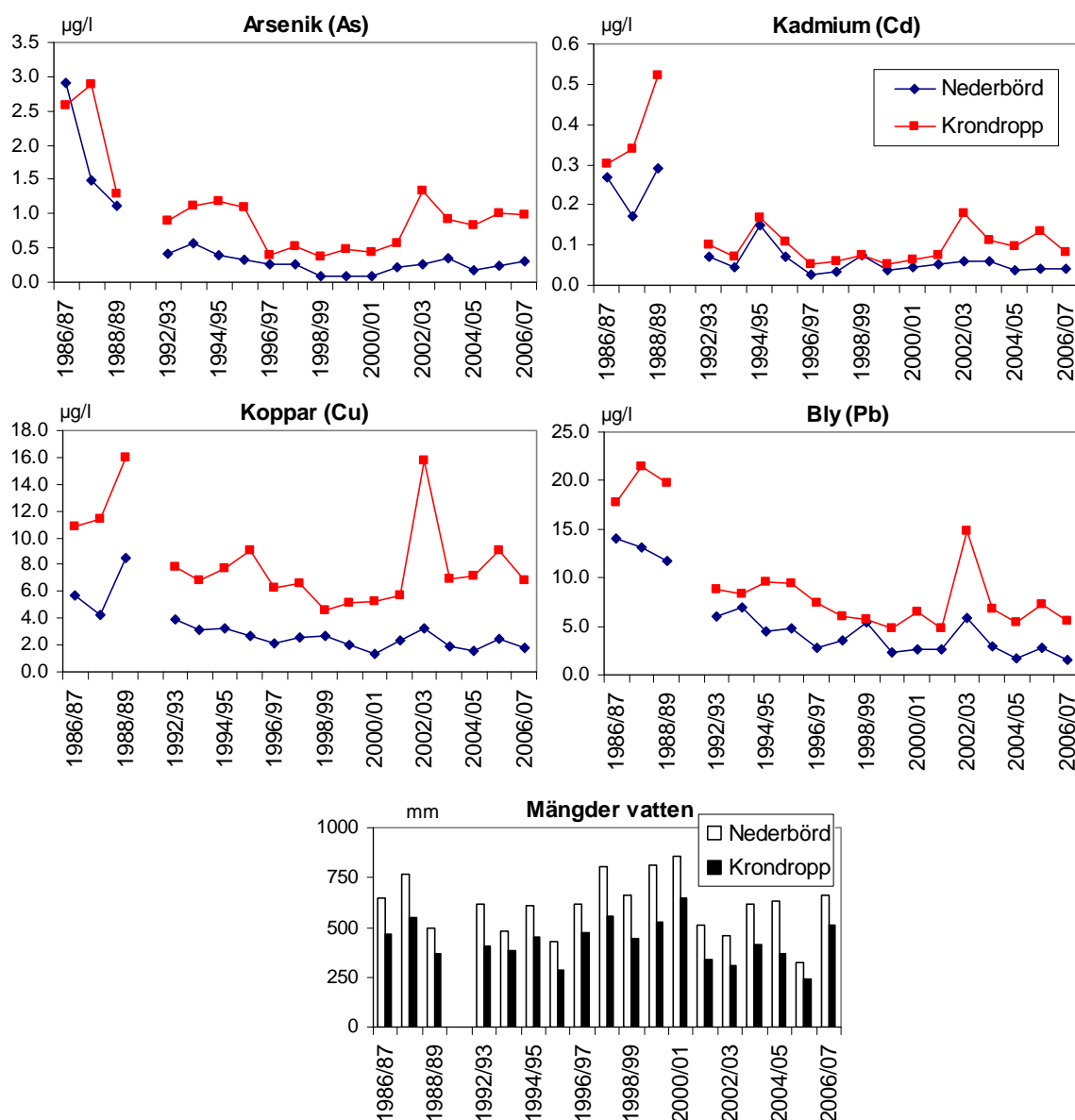


Figur 6 Volymvägda medelhalter av svavel, klorid och kvävekomponenter över öppet fält och i krondropp vid Holmsvattnet för hydrologiska åren 1986/87 till och med 2006/07. Notera att olika skalor används. Ett mätavbrott skedde under åren 1989-92.



Figur 7 Volymvägda medelhalter av kalcium (Ca), kalium (K) och mangan (Mn) över öppet fält och i krondropp vid Holmsvattnet för hydrologiska åren 1986/87 till och med 2006/07. Notera att olika skalor används. Ett mätavbrott skedde under åren 1989-92.

Metallhalterna i krondropp är vanligen något högre än de i nederbörd, beroende på avdunstning i trädkronan och inverkan av torrdeposition, som nämnts ovan. Nederbörds- och krondroppshalter i Figur 8 illustrerar tydligt detta fenomen. Sedan början av 1990-talet har halterna av de undersökta metallerna inte varierat särskilt mycket mellan åren. De årsvisa variationer vi ser i öppetfälthalterna torde till övervägande del kunna förklaras av meteorologiska förhållande som variationer i nederbörd och långväga transport.

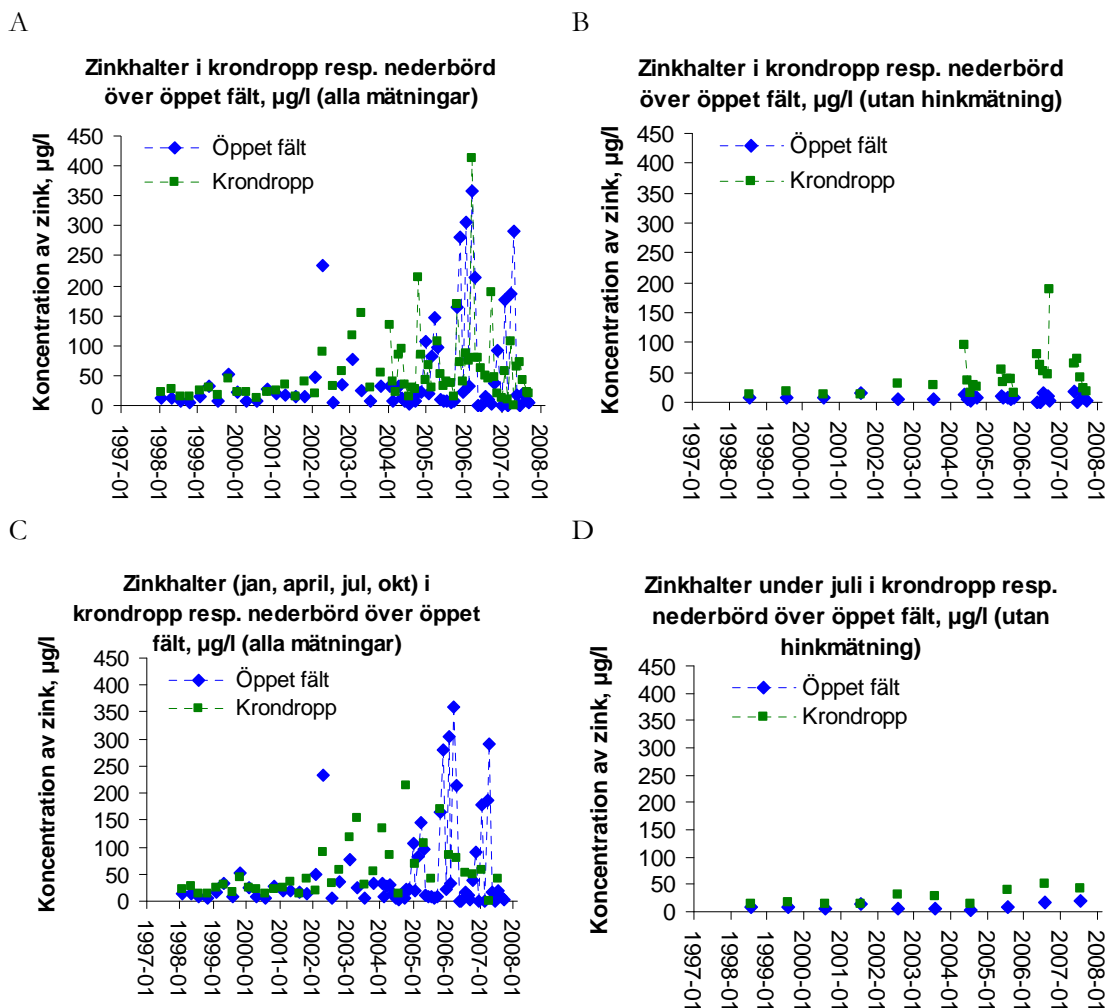


Figur 8 Volymvägda medelkoncentrationer av arsenik (As) och metallerna kadmium (Cd), koppar (Cu) och bly (Pb) i uppmätt nederbörd över öppet fält och kronddropp vid Holmsvattnet mellan oktober 1986 och september 2007. Ett mätavbrott skedde åren 1989-92.

Som tidigare diskuterats i kapitel 2.1 har det varit problem med den provutrustning som används vintertid. Ett ytterligare problem var att under perioden 1998-2003 mättes endast depositionen under 4 månader per år, januari, april, juli samt oktober, varvid man mätte med vinterutrustning vid tre av dessa tillfällen, januari, april och oktober. Sedan 2004 mäts koncentrationen dock under årets samtliga månader. I Figur 9A visas koncentrationen av zink i kronddropp samt öppet fält för samtliga månader som vi har data och i Figur 9B visas koncentrationen för alla de mätningar som gjorts med sommarutrustningen.

Figur 9C respektive 9D visar uppmätta zinkhalter i nederbörd över öppet fält samt kronddropp för januari, april, juli samt oktober respektive endast julimätningar som skett med sommarutrustning.

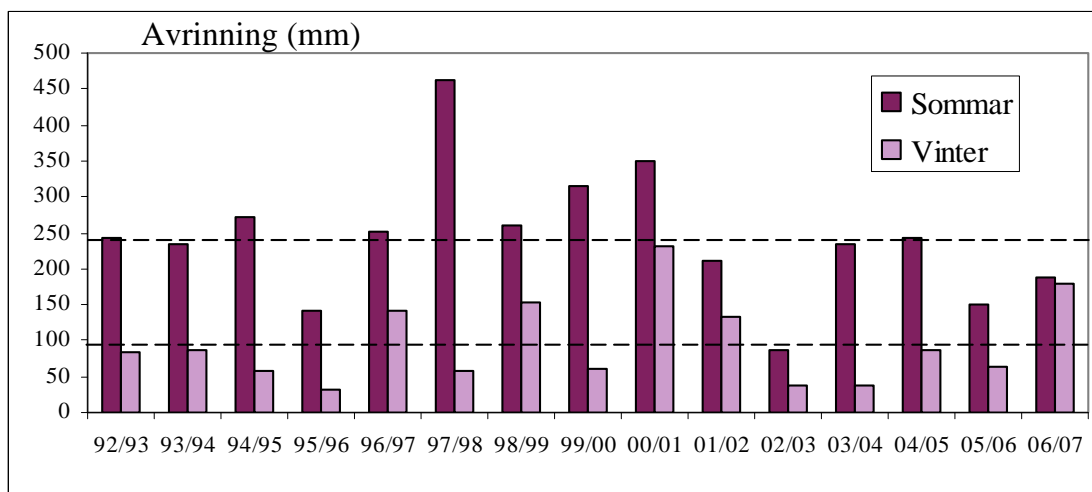
Precis som för depositionen ser man att zinkhalterna är högre i kronddropp än i nederbörd uppmätt över öppet fält. Under åren ser man att zinkhalterna i juli ökat både i kronddroppet samt i nederbörden uppmätt över öppet fält.



Figur 9 A-D. Uppmätta zinkhalter, µg/l i kronddropp respektive nederbörd uppmätt över öppet fält under 1998-2007 i Holmsvattnet.

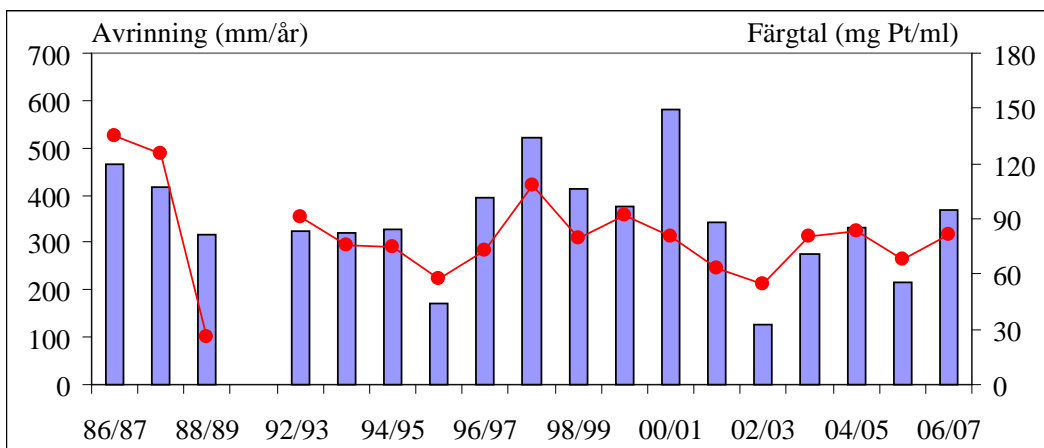
3.3 Avrinning

Figur 10 visar den uppskattade avrinningen i Holmsvattnet (uttryckt i mm) uppdelat på sommar och vinterhalvår. Normalt är avrinningen större på sommaren än på vintern, dock var skillnaden obetydlig under det senaste hydrologiska året, 2006/07. Figur 9 visar årsvis avrinning samt färgtal. Vattenfärgen är ett grovt mått på hur mycket organiskt material (humus) som transporteras i bäcken. Hög vattenföring kan medföra att humusskiktet lakas ut i avseende på organiskt material varvid färgtalet ökar. Höga färgtal innebär också större läckage av metaller eftersom dessa i stor utsträckning är bundna till humus.



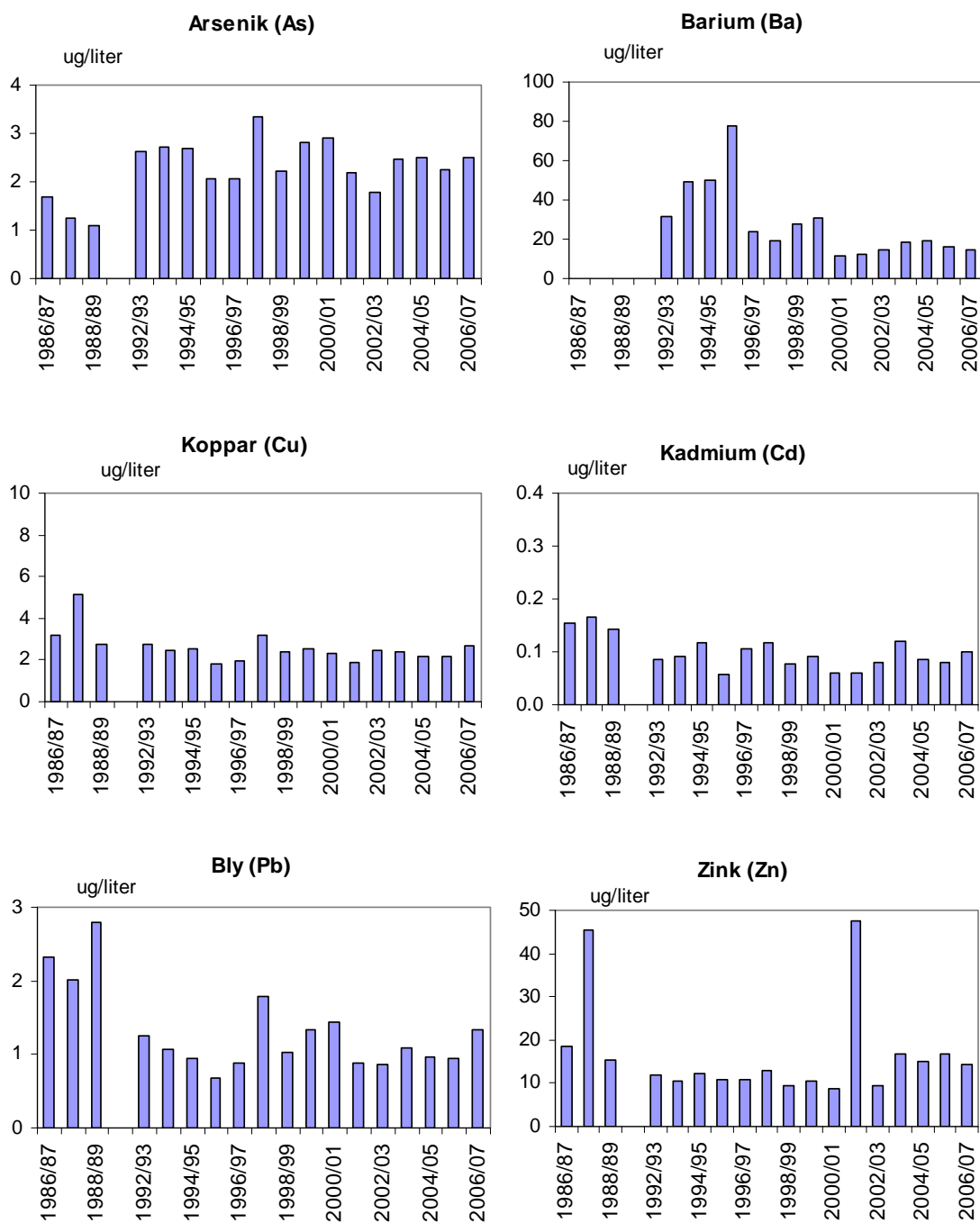
Figur 10 Fördelning av mängder avrinning vid Ostvik (Storbäcken) mellan sommar- (apr. t o. m. sep) och vinterhalvåret (okt. t o m. mars) för perioder mellan 1992 och 2007. Streckade linjer indikerar sommar (254 mm) resp. vintermedelvärdet (92 mm) för samtliga år.

Figur 11 visar årsvis avrinning samt färgtal. Vattenfärgen är ett grovt mått på hur mycket organiskt material (humus) som transporteras i bäcken. Hög avrinning kan medföra att humusskiktet lakas ut i avseende på organiskt material varvid färgtalet ökar. Höga färgtal innebär också större läckage av metaller eftersom dessa i stor utsträckning är bundna till humus. Av figur 11 framgår att det finns en viss korrelation mellan hög avrinning och höga färgtal.



Figur 11 Årlig (hydrologiska år) avrinningsmängd (staplar) i mm/år och medelvattenfärg (kolor förbundna med linje) angivet som mg Pt/l i bäcken vid Holmsvattnet.

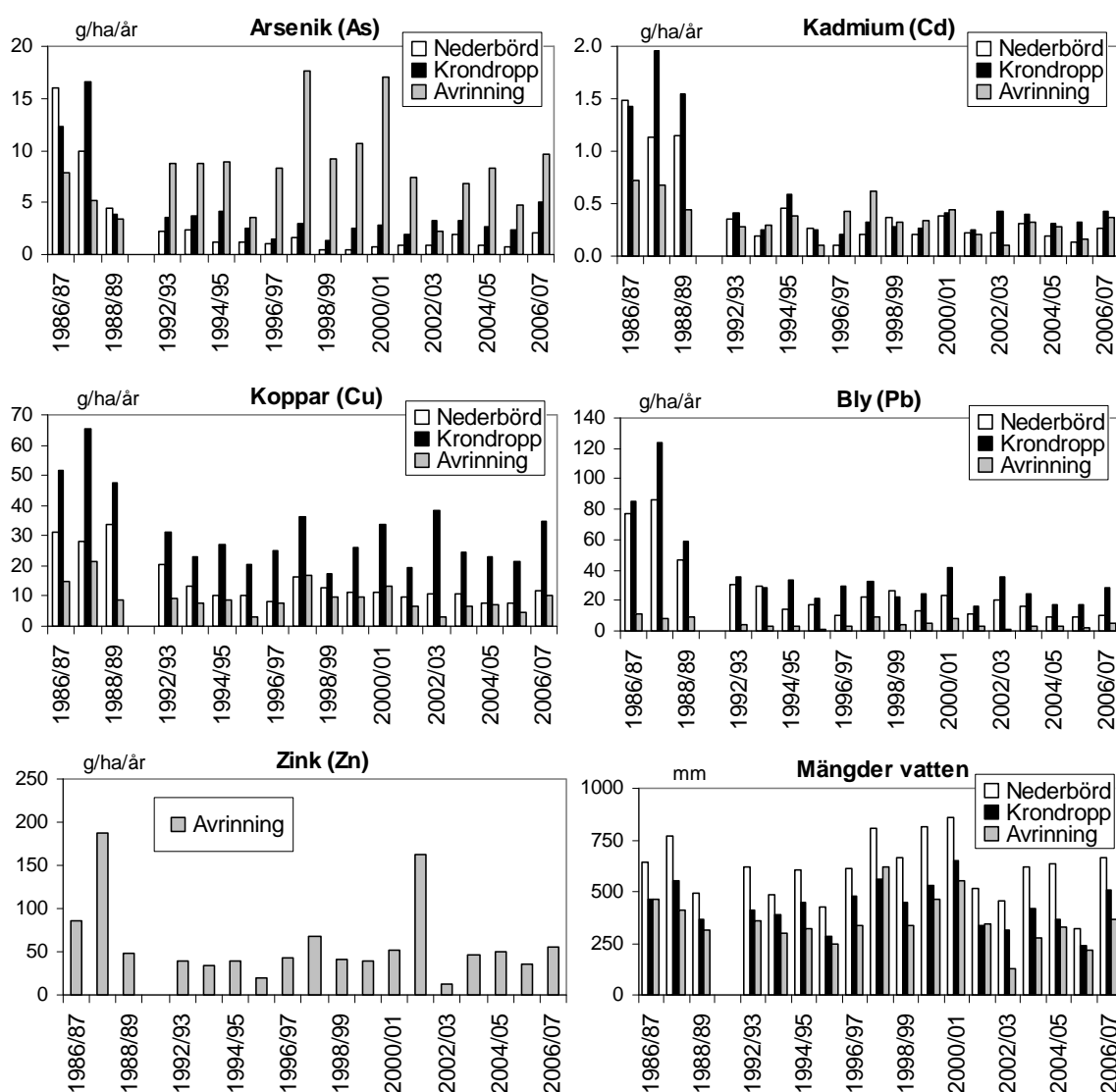
Figur 12 visar metallhalter i bäckvattnet i Holmsvattnet. Som framgår av figuren har (med få undantag) variationen i metallhalter mellan enskilda år varit liten sedan början av 1990-talet och fram till nu. En jämförelse mellan figur 10 och 9 visar att det relativt höga färgtalet som noterades under 1997/98 (se figur 9) åtföljdes av svagt förhöjda halter av arsenik, bly och möjligen även koppar. Den höga zinkhalten som uppmättes under 2001/02 tycks däremot inte ha berott på hög avrinning och medföljande humusläckage.



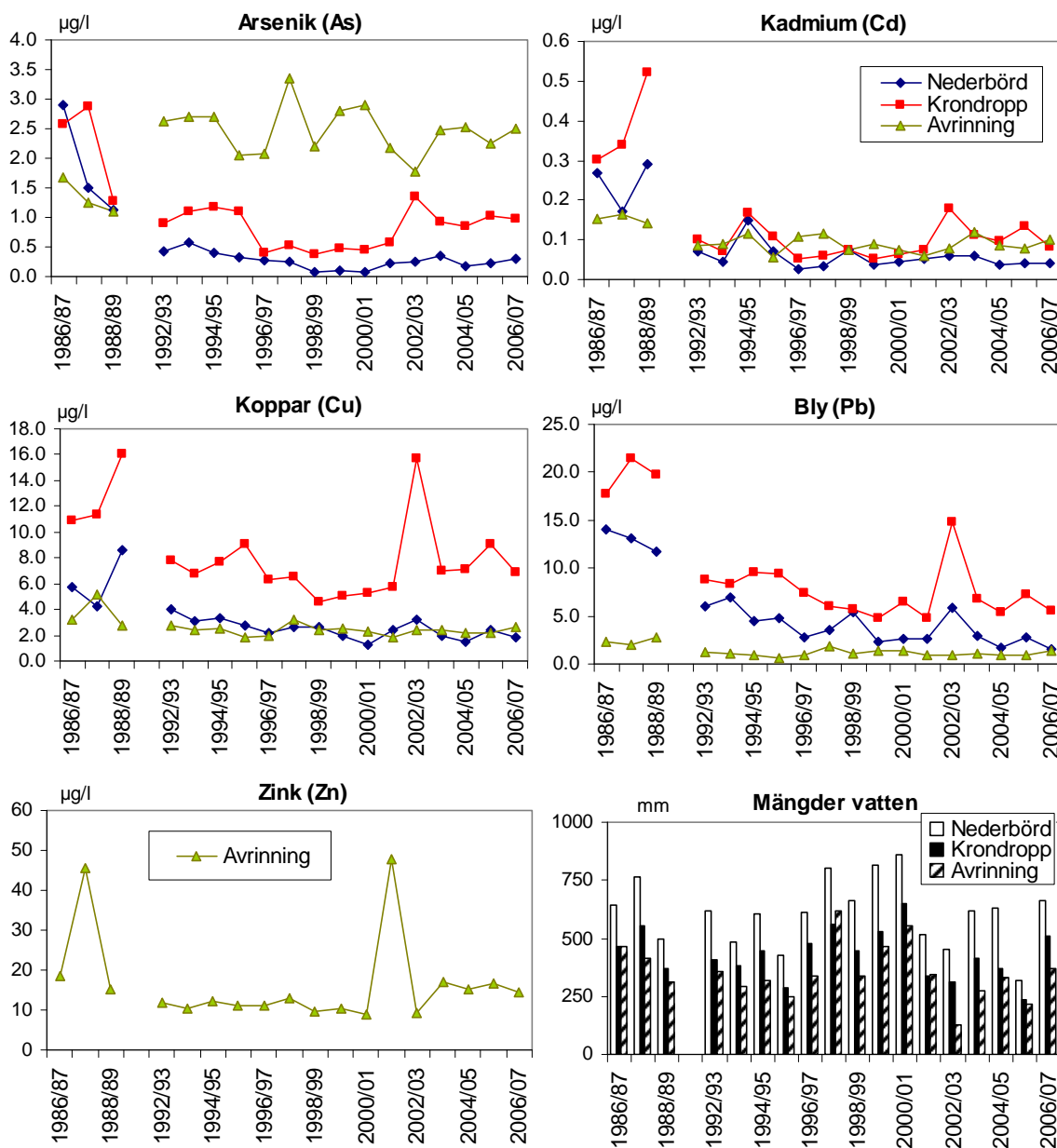
Figur 12 Volymvägda årsmedelvärden av halter av arsenik och metaller i avrinning från Holmsvattenområdet nära Rönnskärsverken för hydrologiska åren 1986/87 t.o.m. 2006/07.

3.4 Jämförelse mellan deposition, halter och avrinning

I figur 13 och 14 jämförs deposition via nederbörd, krondropp och avrinning samt respektive halter. För många av metallerna utgör inflödet i form av deposition och krondropp det största flödet. Arsenik är dock ett undantag för vilken utflödet i form av avrinning överväger. Under perioden 1992 - 2007 har uttransporten av arsenik via avrinning i genomsnitt varit dubbelt så stor som inflödet via deposition och krondropp. Det beror delvis på att arsenik under oxiska förhållanden i huvudsak uppträder som arsenit (AsO_3^{3-}) en jon med hög mobilitet i markvattensystem (Löfgren, 2003). Det betyder att arsenik bundet i marken utlakas via avrinningen.

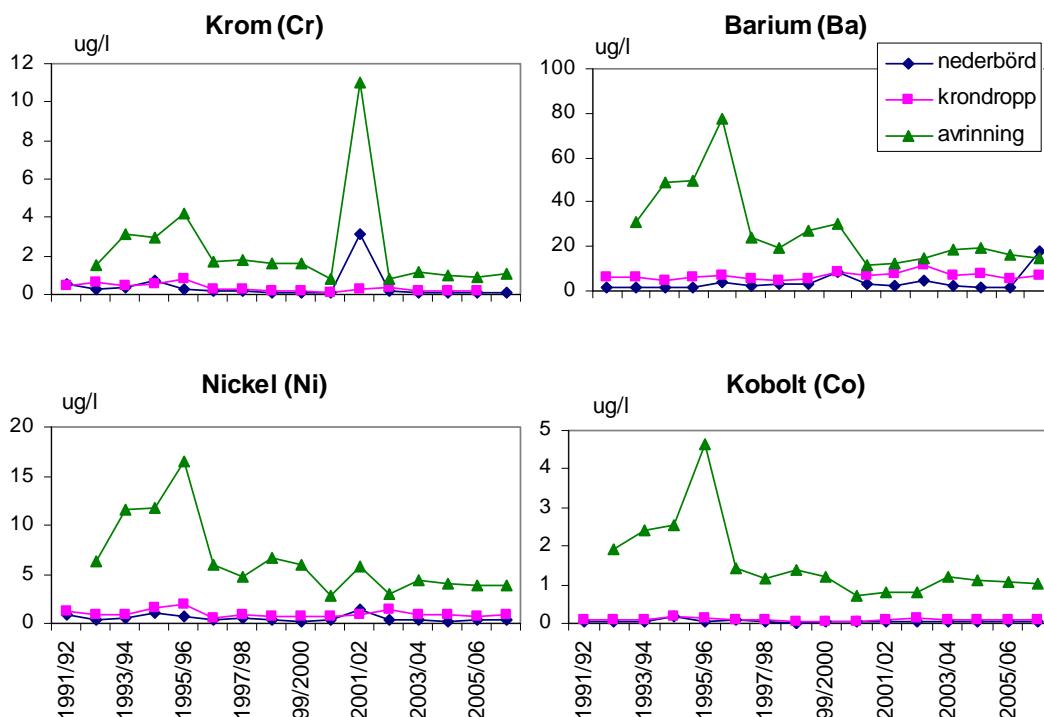


Figur 13 Metalltransporter (g/ha och hydrologiskt år) i nederbörd, krondropp och avrinning vid Holmsvattnet. Mängder vatten (mm/år) anges som referens.



Figur 14 Volymvägda årsmedelvärden av halter i nederbörd på öppet fält och i krondropp samt avrinning av arsenik och metaller vid Holmsvattnet (hydrologiska år).

Tillsammans med arsenik är krom nickel och kobolt exempel på metaller där utlakningen (via avrinning) ofta är större än tillflödet via deposition och krondropp. Metallerna i figur 15, barium, kobolt, krom och nickel började mätas 1991. Dessa metaller är troligen inte direkt kopplade till utsläpp från Rönnskärsverken och kan därför visa på en generell utveckling av metallhalter i nederbörd, krondropp och bäcken vid Holmsvattnet. Mätningar visar på en minskning i belastningen, både med avseende på deposition och på avrinning.



Figur 15 Haltvariationer (hydrologiska årsmedelvärden) av krom, barium, nickel och kobolt i nederbörd, krongropp och avrinning från Holmsvattenområdet.

4 Referenser

- IVL Svenska Miljöinstitutet, 2004. <http://www.ivl.se/miljo/> Datavärdskap för miljödata.
- Nettelbladt A. 2007. Nederbördskemisk undersökning av tungmetaller på Visingsö 2006. Uppdragsrapport åt Vätternvårdsförbundet, IVL Göteborg.
- Löfgren Stefan, Ranneby Bo, Ekström Magnus, Yu Jun. 2003. Naturliga bakgrundshalter av bly, zink och arsenik i svenska ytvatten baserat på metallernas haltvariation i morän och sedimentära jordar – implikationer för EU:s ramdirektiv för vatten och nationella miljömål”
http://www.sgu.se/dokument/fou_extern/lofgren-et-al.pdf
- Pihl Karlsson & Karlsson, 2008. Depositionsmätningar på hög höjd i Jämtlands län 2007. IVL Rapport B 1775.
- Stohl, A., Berg, T., Burkhardt, J.F., Fjaeraa, A.M., Forster, C., Herber, A., Hov, Ö., Lunder, C., McMillan, W.W., Oltmands, S., Shiobara, n M., Simpson, D., Solberg, S., Stebel, K., Ström, J., Törseth, K., Treffeisen, R., Vitkunen, K., Yttri, K.E. 2007. Atmos. Chem. Phys., 7, 511-534.
- Whitham, C. & Manning, A. 2007. Impacts of Russian biomass burning on UK air quality. Atmospheric Environment 41, 8075–8090.

Bilaga 1. Årlig deposition, avrinning och medelhalt

Tabell 1: Deposition i form av nederbörd på öppet fält vid Holmsvattnet.

Hydrologiska år		06/07	05/06	04/05	03/04	02/03	01/02	98/01	95/98	92/95	86/89
								medel	medel	medel	medel
H ⁺	kg/ha	8,14	0,060	0,098	0,095	0,050	0,061	0,13	0,10	0,13	0,18
Ca	kg/ha	1,91	0,79	0,78	1,39	0,57	0,77	1,31	1,14	1,22	1,14
Mg	kg/ha	1,04	0,46	0,25	0,59	0,26	0,33	0,62	0,64	0,45	0,20
Na	kg/ha	1,32	0,67	1,08	2,13	0,97	1,45	1,87	1,62	1,22	0,89
K	kg/ha	3,67	3,28	1,58	3,04	1,68	1,44	2,45	2,29	2,28	0,99
SO ₄ -S	kg/ha	2,05	1,46	1,84	1,94	1,78	1,74	2,62	2,27	2,93	5,89
Cl	kg/ha	2,12	1,02	1,28	1,47	1,51	1,54	2,14	1,67	1,53	1,68
NO ₃ -N	kg/ha	0,90	0,83	1,06	1,04	0,84	1,09	1,38	0,95	1,22	1,70
NH ₄ -N	kg/ha	0,94	0,84	0,63	0,70	0,87	0,82	0,90	0,76	1,45	2,60
Fe	kg/ha	0,04	0,07	0,08	0,09	0,09	0,16	0,10	0,10	0,10	
Mn	kg/ha	0,16	0,05	0,03	0,07	0,03	0,03	0,05	0,07	0,03	0,04
Al	kg/ha	0,05	0,12	0,08	0,07	0,18	0,08	0,08	0,09	0,08	
As	g/ha	2,03	0,76	0,89	1,87	1,02	0,90	0,54	1,30	1,92	10,11
Ba	g/ha	120	9,55	7,76	12,5	17,3	10,4	28,2	13,7	7,12	
Cd	g/ha	0,26	0,13	0,19	0,31	0,24	0,22	0,32	0,19	0,34	1,25
Co	g/ha	0,23	0,20	0,15	0,30	0,21	0,23	0,16	0,24	0,31	
Cr	g/ha	0,72	0,31	0,37	0,43	0,64	13,06	0,48	1,07	1,59	
Cu	g/ha	11,9	7,73	7,70	10,6	11,6	9,88	11,8	11,6	14,5	31,1
Ni	g/ha	2,13	1,57	1,19	2,27	1,38	5,70	1,95	2,41	2,63	
Pb	g/ha	9,92	9,03	8,68	16,6	20,5	10,6	20,7	16,9	24,5	69,9
Zn	g/ha				<i>82,5</i>	<i>102</i>	<i>140</i>	<i>107</i>	<i>57,8</i>	<i>54,8</i>	<i>112</i>

Zink depositionen i italic är osäker några värden borttagna pga kontaminering

Tabell 2: Volymvägda medelhalter i nederbörd på öppet fält vid Holmsvattnet.

Hydrologiska år		06/07	05/06	04/05	03/04	02/03	01/02	98/01	95/98	92/95	86/89
								medel	medel	medel	medel
pH		4,96	4,85	4,81	4,82	4,96	4,93	4,75	4,70	4,75	4,55
Ca	mg/l	0,29	0,25	0,16	0,25	0,15	0,19	0,19	0,23	0,36	0,23
Mg	mg/l	0,16	0,14	0,05	0,11	0,07	0,08	0,09	0,11	0,16	0,04
Na	mg/l	0,20	0,21	0,22	0,39	0,25	0,35	0,36	0,30	0,37	0,17
K	mg/l	0,55	1,02	0,32	0,55	0,43	0,35	0,37	0,40	0,71	0,19
SO ₄ -S	mg/l	0,25	0,34	0,29	<i>0,313</i>	0,39	0,34	0,34	0,34	0,48	0,92
Cl	mg/l	0,26	0,34	0,20	0,24	0,33	0,30	0,26	0,29	0,28	0,27
NO ₃ -N	mg/l	0,11	0,19	0,17	0,17	0,18	0,21	0,18	0,17	0,20	0,27
NH ₄ -N	mg/l	0,11	0,195	0,10	0,114	0,19	0,16	0,10	0,12	0,23	0,42
Fe	mg/l	0,006	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	2,75	0,02	0,03	
Mn	mg/l	0,024	0,02	0,01	0,01	<i><0,01</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Al	mg/l	0,007	0,04	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02	
As	ug/l	0,31	0,24	0,18	0,34	0,26	0,22	0,09	0,20	0,43	1,84
Ba	ug/l	18,2	2,98	1,56	2,26	4,41	2,51	4,48	2,82	2,32	
Cd	ug/l	0,04	0,13	0,04	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,09	0,24
Co	ug/l	0,03	0,20	0,03	0,05	0,05	0,06	0,03	0,04	0,09	
Cr	ug/l	0,11	0,31	0,07	0,08	0,16	3,14	0,05	0,18	0,45	
Cu	ug/l	1,80	2,41	1,55	1,91	2,96	2,37	1,65	2,46	3,05	6,16
Ni	ug/l	0,32	0,49	0,24	0,41	0,35	1,37	0,24	0,43	0,79	
Pb	ug/l	1,50	2,82	1,74	3,00	5,22	2,56	2,49	3,90	5,40	12,9
Zn	ug/l				<i>14,9</i>	<i>26,0</i>	<i>33,7</i>	<i>18,1</i>	<i>10,6</i>	<i>16,9</i>	<i>21,0</i>

Zinkhalter i italic är osäker några värden borttagna pga kontaminering

Tabell 3: Deposition i form av kronddropp i granskog vid Holmsvattnet,

Hydrologiska år	06/07	05/06	04/05	03/04	02/03	01/02	98/01	95/98	92/95	86/89	
							medel	medel	medel	medel	
H ⁺	kg/ha	0,071	0,064	0,061	0,062	0,055	0,039	0,08	0,09	0,11	0,23
Ca	kg/ha	4,10	2,35	3,21	3,38	3,62	3,39	3,41	2,21	2,85	4,10
Mg	kg/ha	1,54	0,77	1,16	1,31	1,56	1,29	1,41	0,95	1,19	1,22
Na	kg/ha	2,48	1,52	1,85	2,29	1,63	3,26	2,67	2,45	1,71	2,10
K	kg/ha	15,3	8,10	11,0	10,58	13,31	16,74	14,70	11,04	9,39	8,89
SO ₄ -S	kg/ha	3,98	3,00	3,29	4,09	3,63	2,98	3,91	3,51	4,83	9,19
Cl	kg/ha	4,95	3,18	3,42	3,85	4,23	2,98	3,24	2,84	3,43	3,58
NO ₃ -N	kg/ha	0,059	0,37	0,29	0,36	0,19	0,32	0,41	0,25	0,41	1,15
NH ₄ -N	kg/ha	0,15	0,4	0,23	0,27	0,15	0,34	0,31	0,27	0,42	1,14
Fe	kg/ha	0,16	0,11	0,14	0,14	0,29	0,13	0,18	0,14	0,14	
Mn	kg/ha	0,87	0,44	0,68	0,80	0,97	0,85	0,78	0,65	0,88	0,87
Al	kg/ha	0,16	0,13	0,15	0,15	0,27	0,13	0,19	0,19	0,15	
As	g/ha	4,98	2,40	2,68	3,25	3,25	1,94	2,38	2,73	4,55	10,88
Ba	g/ha	34,2	17,8	24,4	24,8	35,8	25,7	31,4	18,9	21,7	
Cd	g/ha	0,42	0,32	0,31	0,40	0,43	0,25	0,34	0,35	0,32	1,64
Co	g/ha	0,37	0,24	0,30	0,36	0,42	0,25	0,34	0,41	0,33	
Cr	g/ha	1,43	0,53	0,62	0,63	0,98	0,77	0,95	1,63	1,88	
Cu	g/ha	34,9	21,6	22,7	24,5	38,2	19,3	29,1	24,2	30,0	54,8
Ni	g/ha	4,32	2,60	2,87	3,33	4,46	3,05	3,83	3,99	3,79	
Pb	g/ha	28,0	17,2	17,3	23,9	35,8	15,9	32,1	28,0	34,3	89,0
Zn	g/ha				<i>136</i>	<i>169</i>	<i>105</i>	<i>107</i>	<i>99,1</i>	<i>96,5</i>	<i>209</i>

Zink depositionen i italic är osäker några värden borttagna pga kontaminering

Tabell 4: Volymvägda medelhalter i kronddropp i granskog vid Holmsvattnet,

Hydrologiska år	06/07	05/06	04/05	03/04	02/03	01/02	98/01	95/98	92/95	86/89	
							medel	medel	medel	medel	
pH		4,95	4,67	4,78	4,82	4,75	4,94	4,80	4,57	4,63	4,32
Ca	mg/l	0,81	0,99	1,01	0,96	1,49	0,92	0,66	0,62	0,78	0,92
Mg	mg/l	0,30	0,32	0,36	0,37	0,64	0,41	0,27	0,28	0,33	0,27
Na	mg/l	0,49	0,64	0,58	0,65	0,67	0,56	0,52	0,65	0,47	0,50
K	mg/l	3,00	3,41	3,45	3,00	5,48	3,20	2,89	3,00	2,57	2,01
SO ₄ -S	mg/l	0,63	1,01	0,89	0,98	1,17	0,89	0,72	0,84	1,17	1,98
Cl	mg/l	0,78	1,07	0,93	0,92	1,37	0,89	0,60	0,67	0,83	0,82
NO ₃ -N	mg/l	0,009	0,12	0,08	0,09	0,06	0,09	0,08	0,06	0,10	0,25
NH ₄ -N	mg/l	0,02	0,13	0,06	0,06	0,05	0,10	0,06	0,06	0,10	0,25
Fe	mg/l	0,03	0,05	0,04	0,04	0,09	0,04	0,03	0,04	0,04	
Mn	mg/l	0,17	0,19	0,21	0,23	0,40	0,25	0,16	0,17	0,24	0,20
Al	mg/l	0,03	0,05	0,05	0,04	0,09	0,04	0,05	0,06	0,04	
As	ug/l	0,98	1,01	0,84	0,92	1,34	0,58	0,43	0,67	1,06	2,25
Ba	ug/l	6,73	7,52	7,67	7,04	11,56	7,64	5,55	5,71	5,53	
Cd	ug/l	0,08	0,14	0,10	0,11	0,18	0,07	0,06	0,07	0,11	0,39
Co	ug/l	0,07	0,10	0,09	0,10	0,13	0,08	0,05	0,09	0,13	
Cr	ug/l	0,28	0,22	0,20	0,17	0,32	0,23	0,12	0,45	0,51	
Cu	ug/l	6,86	9,11	7,14	6,96	15,7	5,75	4,95	7,30	7,46	12,7
Ni	ug/l	0,85	1,10	0,90	0,95	1,44	0,91	1,45	0,97	1,11	
Pb	ug/l	5,51	7,27	5,44	6,78	14,7	4,74	5,63	7,59	8,92	19,7
Zn	ug/l				<i>38,6</i>	<i>69,5</i>	<i>31,2</i>	<i>21,3</i>	<i>29,5</i>	<i>28,5</i>	<i>48,5</i>

Zinkhalter i italic är osäker några värden borttagna pga kontaminering

Tabell 5: Transporterade mängder i avrinningen vid Holmsvattnet,

Hydrologiska år		06/07	05/06	04/05	03/04	02/03	01/02	98/01	95/98	92/95	86/89
								medel	medel	medel	medel
Avrin	mm	368	214	330	274	126	342	461	366	327	397
H ⁺	kg/ha	0,021	0,003	0,006	0,010	0,002	0,004	0,020	0,010	0,010	0,010
Ca	kg/ha	8,02	6,41	8,74	7,37	3,96	7,66	9,66	9,67	7,74	10,75
Mg	kg/ha	3,48	2,78	3,77	3,20	1,60	3,27	4,20	4,23	3,42	4,67
Na	kg/ha	6,09	4,92	6,27	5,14	2,75	6,20	7,48	6,84	5,51	7,00
K	kg/ha	2,24	1,7	2,03	1,66	0,83	1,71	2,50	2,45	1,82	2,59
SO ₄ -S	kg/ha	6,43	5,46	7,74	7,57	3,50	5,96	8,14	9,32	7,41	11,28
Cl	kg/ha	3,28	2,51	3,51	3,17	1,69	3,17	3,67	3,76	3,33	3,26
NO ₃ -N	kg/ha	0,15	0,26	0,20	0,19	0,12	0,22	0,24	0,09	0,20	0,19
NH ₄ -N	kg/ha	0,05	0,06	0,09	0,08	0,02	0,06	0,05	0,04	0,15	0,07
Fe	kg/ha	2,47	2,08	2,60	1,85	0,78	2,61	3,70	2,91	2,07	2,58
Mn	kg/ha	0,08	0,06	0,07	0,08	0,03	0,07	0,09	0,09	0,07	0,39
Al	kg/ha	1,95	0,87	1,47	1,27	0,37	1,15	2,20	1,81	1,41	2,26
As	g/ha	9,64	4,80	8,30	6,78	2,24	7,43	12,30	9,82	8,80	5,46
Ba	g/ha	53,6	35,1	54,5	50,6	18,5	41,7	100,2	111,2	142,9	
Cd	g/ha	0,37	0,17	0,29	0,33	0,10	0,20	0,37	0,38	0,32	0,61
Co	g/ha	3,74	2,34	3,62	3,35	1,03	2,71	5,15	6,66	7,57	
Cr	g/ha	4,22	1,89	3,13	3,27	0,97	37,60	6,75	7,92	8,30	
Cu	g/ha	10,2	4,59	7,08	6,57	3,10	6,41	11,00	9,32	8,45	14,92
Ni	g/ha	14,3	8,26	13,1	11,9	3,82	20,0	23,0	25,7	32,4	
Pb	g/ha	5,07	2,02	3,19	2,98	1,08	3,06	5,94	4,69	3,57	9,30
Zn	g/ha	54,7	35,8	49,9	46,4	11,8	162,7	44,1	43,5	37,4	107,4

Tabell 6: Volymvägda medelhalter i avrinningen vid Holmsvattnet.

Hydrologiska år		06/07	05/06	04/05	03/04	02/03	01/02	98/01	95/98	92/95	86/89
								medel	medel	medel	medel
pH		5,38	5,89	5,74	5,43	6,36	5,91	5,82	6,00	5,99	6,00
Ca	mg/l	2,22	2,99	2,65	2,69	3,14	2,24	2,11	2,81	2,36	2,73
Mg	mg/l	0,96	1,30	1,14	1,17	1,27	0,96	0,91	1,22	1,04	1,19
Na	mg/l	1,70	2,30	1,90	1,87	2,18	1,81	1,63	1,98	1,67	1,81
K	mg/l	0,60	0,79	0,61	0,61	0,65	0,50	0,53	0,67	0,55	0,67
SO ₄ -S	mg/l	1,88	2,55	2,35	2,76	2,78	1,75	1,77	2,67	2,25	2,87
Cl	mg/l	0,98	1,17	1,06	1,16	1,34	0,93	0,79	1,11	1,01	0,86
NO ₃ -N	mg/l	0,04	0,12	0,06	0,07	0,10	0,07	0,05	0,02	0,06	0,05
NH ₄ -N	mg/l	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,02
Fe	mg/l	0,68	0,97	0,79	0,68	0,62	0,76	0,77	0,81	0,63	0,65
Mn	mg/l	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,09
Al	mg/l	0,52	0,41	0,44	0,46	0,29	0,34	0,48	0,45	0,43	0,57
As	ug/l	2,50	2,24	2,51	2,47	1,78	2,17	2,64	2,49	2,68	1,34
Ba	ug/l	14,6	16,4	16,5	18,5	14,6	12,2	22,2	40,4	43,4	
Cd	ug/l	0,10	0,08	0,09	0,12	0,08	0,06	0,08	0,09	0,10	0,15
Co	ug/l	1,01	1,09	1,09	1,22	0,81	0,79	1,11	2,41	2,30	
Cr	ug/l	1,08	0,88	0,95	1,19	0,77	11,01	1,45	2,59	2,53	
Cu	ug/l	2,65	2,14	2,14	2,40	2,46	1,88	2,40	2,34	2,57	3,69
Ni	ug/l	3,82	3,86	3,97	4,33	3,03	5,85	5,04	9,05	9,85	
Pb	ug/l	1,34	0,94	0,97	1,09	0,86	0,89	1,27	1,11	1,09	2,38
Zn	ug/l	14,4	16,7	15,1	16,9	9,36	47,6	9,67	11,59	11,38	26,42

Tabell 7: Nederbörd, krondropp och avrinning (mm/år) vid Holmsvattnet. Avrinningsdata är tagna från SMHI referensvattendrag Storbäcken strax norr om Skellefteå. Kvoten mellan nederbördsmängden och avrinningen används för att tolka förutsättningar för vattentransporter.

Hydrologiska år	2006/07	2005/06	2004/05	01-04	98-01	95-98	92-95	86-89
				medel 3 år				
Nederbörd	814	428	631	529	761	550	624	635
Krondropp	631	297	368	354	512	403	431	461
Avrinning	368	214	330	247	442	366	327	397
Nedb/avrin kvot	2,2	2,0	1,9	2,5	1,7	1,5	1,9	1,6