

Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune Undersøkelser i 2012-2013



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Region Midt-Norge

Høgskoleringen 9
7034 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune Undersøkelser i 2012-2013	Løpenr. (for bestilling) 6585-2013	Dato 4.11.2013
	Prosjektnr. Undernr. O-12385	Sider 24
Forfatter(e) Thyve, Anette Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard	Oppdragsreferanse Best.nr. 19/2012
---	---------------------------------------

<p>Sammenheng</p> <p>Det er tidligere beregnet at Nordgruvefeltet i Røros kommune bidrar med ca. 60 % av de samlede tilførselene av kobber til Øvre Glåma fra gruvene i Rørosfeltet. I 1992-1996 ble det gjennomført en del tiltak for å sikre ett av deponiene mot økt forurensningsfare. Avrenningen fra området har siden vært fulgt opp med et overvåkingsprogram. Tiltakene har hittil ikke ført til noen reduksjon i metalltilførselene til øvre Glåma av betydning. Siste år var transporten fra området ca. 5 tonn kobber og 16 tonn sink. Transporten varierer en del fra år til år avhengig av klima og nedbør, og var av den grunn noe høyere de tre siste årene som følge av mye nedbør og større avrenning fra Orvas nedbørfelt enn normalnedbøren skulle tilsi.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Tungmetalltransport 3. Vannkvalitet 4. Nordgruvefeltet, Røros 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite mining 2. Transport of heavy metals 3. Water quality 4. Northern Mining Area, Røros
--	---



Anette Thyve
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



Claus Beier
Forskningsdirektør

O-12385

Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune

Undersøkelser i 2012-2013

Forord

Den foreliggende undersøkelsen i Nordgruvefeltet, Røros kommune har hatt som formål å beskrive utviklingen av tungmetall transport etter de siste forurensningsbegrensende tiltakene ble utført i området i 1992-1994. Resultatene gir en oppdatering av tilstanden slik den var ved utgangen av august 2013.

Undersøkelsene har ikke hatt som formål å vurdere effekten av selve tiltakene, men kun å gjøre rede for vannkvalitet og forurensningstransport i Orva som mottar avrenning fra de fleste gruvene i Nordgruvefeltet. Det pågående overvåkingsprogrammet ble startet høsten 1996.

Dr. ing Åse Berg, Miljø og litteratur, Rugeldalen har vært vår faste observatør og prøvetaker i disse årene. Vannføringsmålingene i Orva har vært utført av NVE Region Øst ved felthydrolog Rolf Steinar Olstad.

Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard ved Siw-Christin Taftø har vært oppdragsgiver for undersøkelsene.

Vi takker alle for samarbeidet.

Oppdal, november 2013

Anette Thyve

Innhold

Oversikt figurer og tabeller	5
Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Undersøkelsesopplegg	8
2. Hydrologi og meteorologi	10
2.1 Meteorologi	10
2.2 Hydrologi	10
3. Vannkvalitet	11
4. Forurensningstransport	15
5. Samlet vurdering	18
6. Litteratur	19
Vedlegg A. Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2012-2013	22
Vedlegg B. Analyseresultater. Orva ved veibru ved Litlstugguvollen i 2012-2013	23
Vedlegg C. Forurensningstransport i Orva ved Litlstugguvollen. Hydrologiske år	24

Oversikt figurer og tabeller

Figur 1 Kartskisse av Nordgruvefeltet med markering av prøvetakingsstasjonen i Orva.	8
Figur 2 Kart over Nordgruvefeltet med markering av gruver.	9
Figur 3 Månedlige nedbørhøyder og normaler i året 2012-2013.	10
Figur 4 Døgnmiddelvanneføringer i Orva ved Litlstugguvollen i 2012-2013 med markering av prøvetakingstidspunkter.	10
Figur 5 Tidsveiede årsmiddelverdier for pH. Hydrologiske år 1996-2013.	12
Figur 6 Tidsveiede årsmiddelverdier for jern i Orva. Hydrologiske år 1996-2013.	13
Figur 7 Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink i Orva. Hydrologiske år 1996-2013.	13
Figur 8 Tidsveiede årsmiddelverdier for konduktivitet i Orva. Hydrologiske år 1996-2013.	13
Figur 9 Tidsveiede årsmiddelverdier for sulfat i Orva. Hydrologiske år 1996-2013.	14
Figur 10 Tidsveiede årsmiddelverdier for aluminium i Orva. Hydrologiske år 1998-2013.	14
Figur 11 Døgntransport av kobber og sink i 2012-2013.	15
Figur 12 Transport av kobber og sink i Orva. Hydrologiske år.	15
Figur 13 Transport av jern i Orva. Hydrologiske år.	16
Figur 14 Transport av sulfat i Orva. Hydrologiske år.	16
Figur 15 Transport av aluminium i Orva. Hydrologiske år.	16
Figur 16 Sammenheng mellom årsavrenning og årstransport.	17
Tabell 1 Avrenningstall for de hydrologiske årene fra 1.9.2000 til 1.9.2013.	11
Tabell 2 Orva ved Litlstugguvollen. Tidsveiede middelverdier for hydrologiske år.	11

Sammendrag

Tidligere undersøkelser har vist at Nordgruvefeltet på Røros bidrar med ca. 60 % av de samlede tilførslene av kobber til øvre Glåma fra Rørosfeltet (Iversen, 2001a). De to andre viktigste kildene er Stortwartzfeltet og Røros by, der avrenning fra smeltehytteområdet betyr mye. Øvre Glåma får også betydelige tilførsler fra Follavassdraget som mottar avrenning fra den nedlagte Folldal hovedgruve i Folldal sentrum.

Undersøkelsene i Nordgruvefeltet har pågått i lang tid og startet mens Røros Kobberverk ennå var i drift. I årenes løp har vi fått god kunnskap om betydningen av de enkelte kildene i feltet. Da det var fare for at den gamle slamdammen ved Kongens gruve kunne gli ut og forårsake en forverring av situasjonen, ble det i perioden 1992-1994 gjennomført tiltak for å forsterke denne. Selve dammen, samt noen veltemasser, ble i tillegg overdekket slik at en derved håpet at tiltakene også ville gi en dempende effekt på forurensningstransporten fra området. Den foreliggende rapporten gir en vurdering av utviklingen i forurensningstransporten fra området slik den har utviklet seg etter 1995.

Ved hjelp av månedlige stikkprøver av vannkvaliteten og vannføringsmålinger i Orva, er det gjort beregninger av årstransporten i tonn av metaller i Orva i perioder på hydrologiske år (1.9-31.8). Beregningene tyder på en transporttopp i 2004-2005, med et påfølgende foreløpig minimum i 2006-2007. Transporten har vært svakt økende fra 2006 til i dag. De årlige variasjonene i metalltransport i tonn kan være betydelige som følge av nedbør og klima. I de tre siste årene er det påvist økt forurensningstransport i tonn trolig som følge av mye nedbør. Ved vurdering av forurensningssituasjonen er det viktig å vurdere konsentrasjonene i Orva i tillegg til totaltransporten. Etter 2004-2005 er det en svak reduksjon i metallkonsentrasjonene og pH ser ut til og veldig sakte være økende. Reduksjonen i konsentrasjoner er så lav at variasjonene i nedbør er viktigst for årstransporten. Ved å ta hensyn til årlige variasjoner som følge av naturgitte forhold, ser det ikke ut til at forurensningssituasjonen har endret seg vesentlig i årene etter at tiltakene ble gjennomført. Det er gjort følgende anslag for forurensningstransporten i Orva siden 1.9.1996:

År	SO ₄ tonn/år	Al tonn/år	Fe tonn/år	Cu tonn/år	Zn tonn/år	Cd kg/år	Avrenning m ³
1996-1997	481		47,8	4,7	17,2	28,0	18509558
1997-1998	403		36,2	4,6	14,8	24,1	15107904
1998-1999	486	11,3	42,3	4,5	15,9	23,6	15044227
1999-2000	668	17,8	53,1	6,4	24,0	36,4	21372768
2000-2001	536	14,3	42,1	4,6	17,0	32,6	14860220
2001-2002	579	14,8	57,7	4,7	17,2	27,8	14819208
2002-2003	429	8,5	38,6	2,8	10,6	15,9	9789520
2003-2004	772	18,2	82,8	6,1	21,5	31,6	18377280
2004-2005	861	18,4	76,6	6,9	22,8	36,3	24214464
2005-2006	524	11,6	48,7	4,0	13,5	19,1	13892256
2006-2007	449	9,2	46,4	3,5	11,9	16,7	12915072
2007-2008	554	11,0	59,5	3,7	12,8	17,5	15170976
2008-2009	597	11,4	71,0	4,1	13,8	21,7	16808256
2009-2010	595	11,8	74,2	4,1	14,5	20,5	17656704
2010-2011	645	13,5	56,2	5,4	16,3	22,7	21926592
2011-2012	755	15,4	87,4	6,2	18,4	30,6	23648544
2012-2013	603	12,2	57,1	5,0	15,5	23,3	21601728

Summary

Title : Transport of Pollutants from the Northern Mining Area, Municipality of Røros, Norway
 Year : 2013
 Author : Anette Thyve, Eigil Rune Iversen
 Source : Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6320-6

The Northern Mining Area was an important mining area owned by The Røros Copper Mines. Mining operations in the area took place periodically from 1657 to 1977. The mining company closed down in 1978 after 333 years of operation. Several mines in the area were operated during the centuries and a variety of waste types are disposed of in the area such as waste rock dumps and tailing deposits. The area contributes about 60 % of the copper loading from the Røros mining area to the main river system, River Glomma. Downstream the Røros mining area River Glomma receives an additional metal input from the mines in the Folldal valley. Today The Northern Mining area is a part of The Røros World Heritage Site (<http://www.worldheritageroros.no/>) which limits the abatement options in the area. All the sources of pollution are well documented after several monitoring programs started in the 1970's. In 1992-1996 some mitigation projects were carried out covering an old waste rock dump and a tailings deposit with till. The main purpose of these measures were to prevent a collapse of an old tailings pond. However, it was expected that these measures would improve the water quality in the river draining the Northern Mining Area, River Orva as well. A monitoring program for River Orva was established in 1995/1996. Using monthly water samples and water flow measurements in the river, both the concentrations of metals and the total metal transport in tonnes pr year has been evaluated using hydrological years (1.Sept- 31. Aug). The calculations estimates a transport maximum 2004-2005 followed by a minimum in 2006-2007, with a slow increase in the transport in the following years until today. Even though the total transport has increased the last years, the metal concentrations have had a slight decrease together with a very small increase in pH. The high transport values are due to increased precipitations and not increased concentrations. The capacity of the mine waste to produce acid water is probably slightly decreasing, but the precipitation upholds the total metal runoff. The transport of pollutants from the area has been calculated to be:

Year	SO ₄ Tonnes/ year	Al Tonnes/ year	Fe Tonnes/ year	Cu Tonnes/ year	Zn Tonnes/ year	Cd kgs/ year	Run-off m ³
1996-1997	481		47.8	4.7	17.2	28.0	18509558
1997-1998	403		36.2	4.6	14.8	24.1	15107904
1998-1999	486	11.3	42.3	4.5	15.9	23.6	15044227
1999-2000	668	17.8	53.1	6.4	24.0	36.4	21372768
2000-2001	536	14.3	42.1	4.6	17.0	32.6	14860220
2001-2002	579	14.8	57.7	4.7	17.2	27.8	14819208
2002-2003	429	8.5	38.6	2.8	10.6	15.9	9789520
2003-2004	772	18.2	82.8	6.1	21.5	31.6	18377280
2004-2005	861	18.4	76.6	6.9	22.8	36.3	24214464
2005-2006	524	11.6	48.7	4.0	13.5	19.1	13892256
2006-2007	449	9.2	46.4	3.5	11.9	16.7	12915072
2007-2008	554	11.0	59.5	3.7	12.8	17.5	15170976
2008-2009	597	11.4	71.0	4.1	13.8	21.7	16808256
2009-2010	595	11.8	74.2	4.1	14.5	20.5	17656704
2010-2011	640	13.5	55.8	5.3	16.2	22.5	21755520
2011-2012	755	15.4	87.4	6.2	18.4	30.6	23648544
2012-2013	603	12,2	57,1	5,0	15,5	23,3	21601728

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Nordgruvefeltet omfatter en rekke gruver der de viktigste er Kongens/Arvedalens gruver, Christianus Sextus gruve, Lergruvebakken gruve, Muggruva og Rødalsgruva. Alle gruvene drenerer til Orva som er sidevassdrag til Glåma bortsett fra de to sistnevnte som drenerer til Rugla-Gaula og Røa-Glåma. Norsk Institutt for Vannforskning har foretatt undersøkelser i området siden 1966 og har i årenes løp innhentet opplysninger om vannkvalitet i dette området siden den tid. Undersøkelsene som er utført i feltet i årene etter, har hatt forskjellige målsettinger. I kapittel 6 er gitt en oversikt over NIVAs undersøkelser i Nordgruvefeltet.

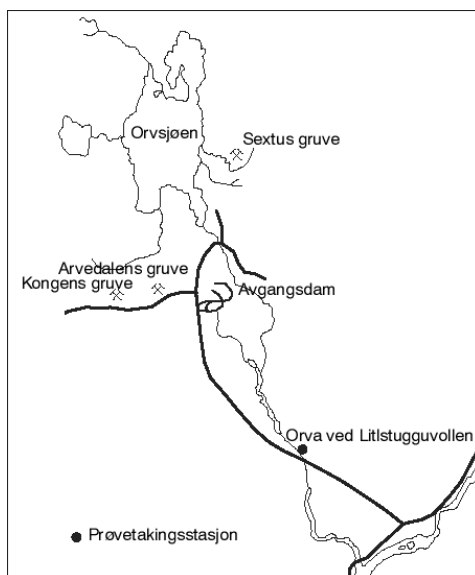
I forbindelse med overdekkings- og sikringstiltakene ved Kongens gruve i 1992-1994 ble det startet et mer systematisk prøvetakingsprogram i desember 1995 og som pågikk til og med 2000. Resultatene fra programmet ble rapportert i sluttrapport av 16. mai 2001 (Iversen et al, 2001). Da det fortsatt pågår forurensningsbegrensende arbeider i området, har en etter pålegg fra Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF) fortsatt prøvetakingene ved stasjonen i Orva som gir uttrykk for samlet avrenning fra feltet. Fra og med august 2001 er undersøkelsene gjennomført i perioder over hydrologiske år (1.9 - 31.8). Denne rapporten gir en oversikt over situasjonen for perioden 1.9.2012 – 31.8.2013

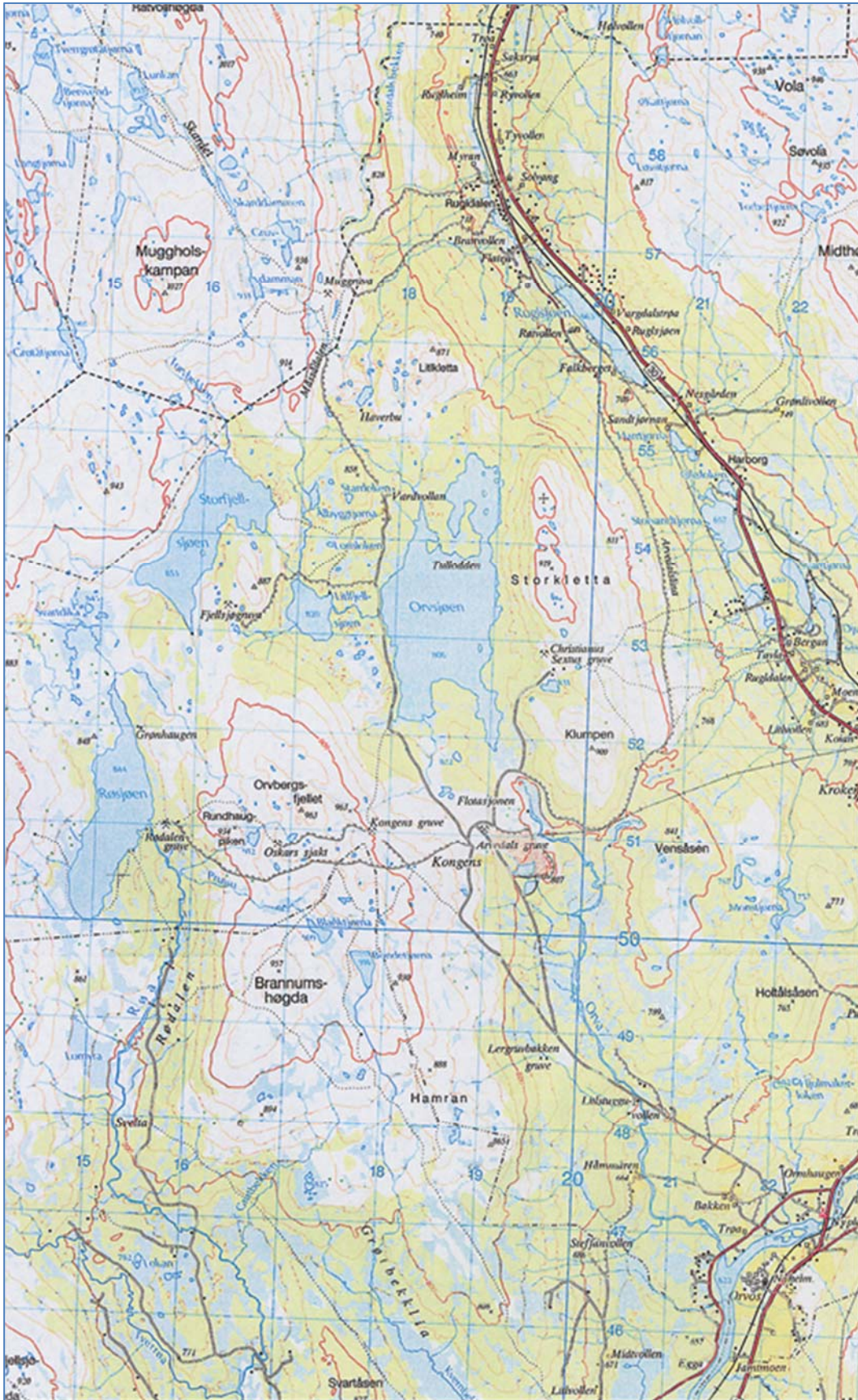
1.2 Undersøkelsesopplegg

Feltundersøkelsene i året 2012-2013 har vært månedlig prøvetaking ved stasjonen i Orva ved veibru ved Litlstugguvollen omkring den 15. i hver måned. Prøvene er i alle år tatt av Dr. ing. Åse Berg, Miljø og litteratur, Rugeldalen, Røros. Figur 1 og Figur 2 viser kartskisser over Nordgruvefeltet med lokalisering av prøvetakingsstasjon og gruveområder. Fra og med 15. september 2002 ble de kontinuerlige vannføringsobservasjonene i Orva gjenopptatt. Målingene er utført av NVE v/ felthydrolog Rolf Steinar Olstad etter oppdrag fra NIVA.

Prøvene er analysert av NIVA. Prøvene har ikke blitt filtrert, men alt av partikler har blitt løst opp før analyse for å få totale verdier. Metallanalysene er utført vha. akkreditert induktivt koblet plasma-teknikk (ICP-teknikk).

Figur 1 Kartskisse av Nordgruvefeltet med markering av prøvetakingsstasjonen i Orva.



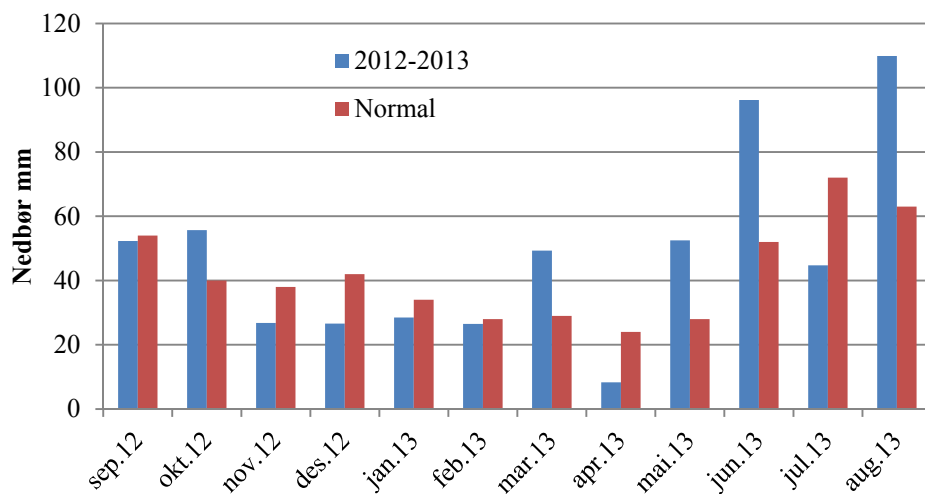


Figur 2 Kart over Nordgruvefeltet med markering av gruver.

2. Hydrologi og meteorologi

2.1 Meteorologi

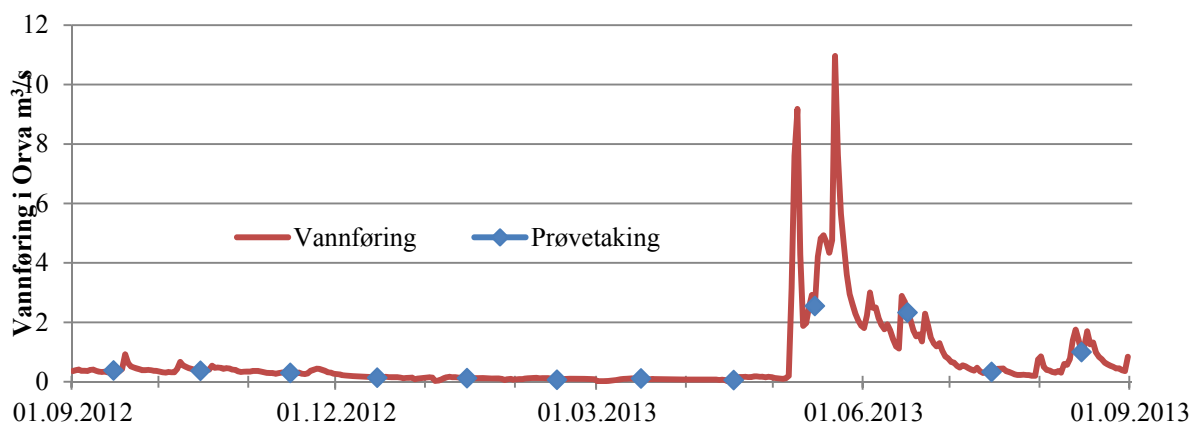
Meteorologiske data som er benyttet er samlet inn av Det norske meteorologiske institutt (DNMI) ved målestasjonen 10380 Røros Lufthavn. Figur 3 gir en grafisk fremstilling av månedlige nedbørhøyder for året 2012-2013. Det hydrologiske året 2012 - 2013 var i likhet med de to foregående årene nedbørrikt ved at det falt 115 % nedbør i forhold til årsnormalen, selv om avviket var mindre siste år. Nedbørsåret var likevel langt fra normalen i spredning fordi i fem måneder falt det veldig mye mer regn enn normalen. De resterende syv månedene var litt under normalen bortsett fra i april hvor det kun regnet 35 % av normalen, noe som var 8,3 mm. Lite regn på vinteren, mens periodevis mye regn resten av året. I Vedlegg A er månedlige nedbørhøyder og normaler samlet for det hydrologiske året 1. september 2012 - 31. august 2013.



Figur 3 Månedlige nedbørhøyder og normaler i året 2012-2013.

2.2 Hydrologi

Figur 4 viser døgnmiddelvannføringer i måleperioden 2012-2013. Prøvetakingene i perioden er markert på figuren. Vårflommen startet 6.mai.



Figur 4 Døgnmiddelvannføringer i Orva ved Litlstugguvollen i 2012-2013 med markering av prøvetakingstidspunkter.

Ved hjelp av døgnmiddelvanntføringer kan årsavrenningen beregnes. For årene 2000-2001 og 2001-2002 ble det ikke gjennomført vannføringsmålinger. For disse årene er årsavrenningen beregnet ved hjelp av nedbørfeltets areal på 25,5 km² og en avrenningskoeffisient på 17 l/s.km² og korrigert for årsnedbøren. Total avrenning pr år fra og med 1.9.2000 er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Avrenningstall for de hydrologiske årene fra 1.9.2000 til 1.9.2013.

Periode	Avrenning m ³
2000-2001	14860220
2001-2002	14819208
2002-2003	9659520
2003-2004	18377280
2004-2005	24214464
2005-2006	13892256
2006-2007	12915072
2007-2008	15170976
2008-2009	16808256
2009-2010	17656704
2010-2011	21755520
2011-2012	23648544
2012-2013	21601728

3. Vannkvalitet

Tabell 2 Orva ved Litlstugguvollen. Tidsveiede middelverdier for hydrologiske år.

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
1996-1997	4,98	7,68	26,0		2582	252	928	1,51
1997-1998	4,68	7,68	26,7		2394	302	982	1,60
1998-1999	4,62	9,28	32,3	753	2811	301	1060	1,57
1999-2000	4,53	9,40	31,3	832	2482	298	1122	1,70
2000-2001	4,45	10,52	36,1	961	2834	308	1143	2,20
2001-2002	4,23	11,42	39,1	998	3895	318	1163	1,88
2002-2003	4,21	13,49	43,8	871	3943	291	1086	1,62
2003-2004	4,18	12,50	42,0	988	4506	331	1172	1,72
2004-2005	4,30	10,05	35,5	759	3163	286	941	1,50
2005-2006	4,25	11,74	37,7	836	3509	289	973	1,37
2006-2007	4,36	10,23	34,8	715	3593	270	919	1,29
2007-2008	4,42	10,41	36,5	724	3919	242	842	1,15
2008-2009	4,51	9,77	35,5	679	4224	242	821	1,29
2009-2010	4,60	9,35	33,7	670	4200	235	824	1,16
2010-2011	5,01	8,20	29,4	615	2564	245	743	1,03
2011-2012	4,74	9,52	31,9	650	3696	260	780	1,29
2012-2013	5,15	7,89	27,9	567	2645	230	717	1,08 ¹

¹ Seks månedsverdier under deteksjonsgrensen på 1 µg/l i løpet av året, og dermed er estimatet usikkert. I beregningen er månedsverdiene satt til 0,5 µg/l hvor de er under deteksjonsgrensen. Snittet vil være mellom 0,83 og 1,33. Grensene er beregnet ved å sette verdiene under deteksjon til 0(min) eller 1(maks).

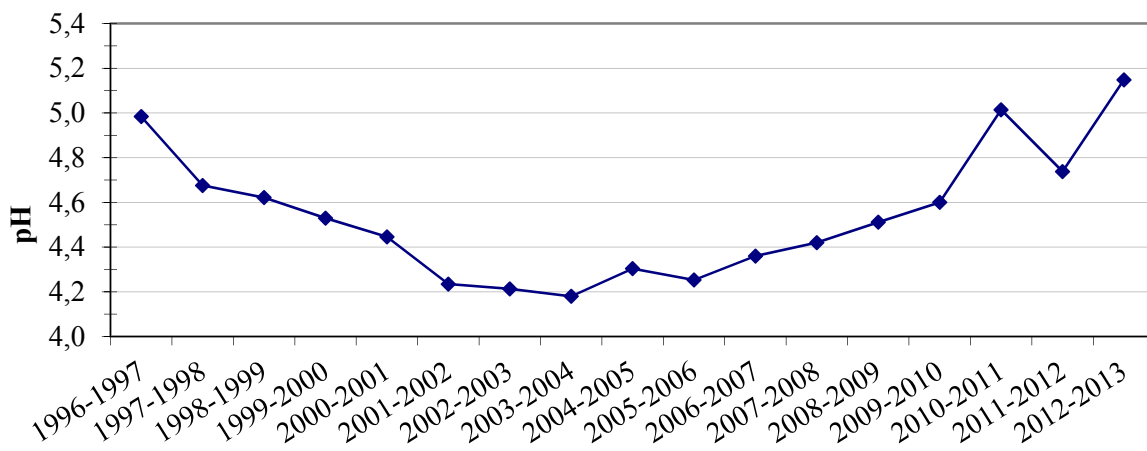
Tidligere ble undersøkelsene i Nordgruvefeltet foretatt over kalenderår. Fra og med 1.9.2001 var undersøkelsesprogrammene løpende over hydrologiske år, eller såkalte vannår. Vannkjemiresultatene for året 2012-2013 er samlet i Vedlegg B bak i rapporten.

I Tabell 2 er det utført en beregning av tidsveiede årsmiddelverdier for viktige komponenter for hydrologiske år etter at den systematiske prøvetakingen i Orva startet. Metallverdiene er totalverdier. Dette innebærer at partikler i vannprøvene har blitt løst opp før analysen ble gjennomført. Valgte analysemetode fører til at totaltransporten av metaller fra gruveområdet blir målt.

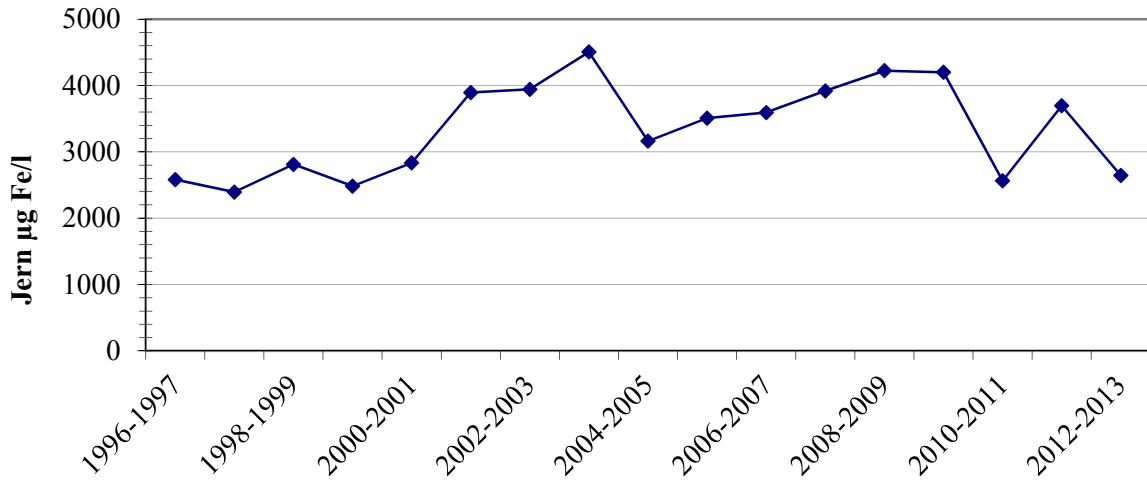
Middelverdiene viser følgende utvikling i årene etter 1996:

- pH-verdiene var synkende fram til 2003-2004, men har siden vist en svakt stigende tendens som støttes av målingene i 2012-2013
- Konduktiviteten økte fram til 2002-2003, men har vært svakt avtagende siden.
- Sulfatkonsentrasjonene viser samme variasjon som for konduktiviteten. Dette er naturlig da innholdet av kalsium og sulfat betyr mye for konduktiviteten.
- Aluminiumkonsentrasjonene økte fram til omkring 2003-2004, men har senere vist en avtakende tendens.
- Jernkonsentrasjonene økte fram til året 2003-2004. Det er relativt stor variasjon i jernmålingene, men det er mulig at det er en veldig svakt avtakende tendens for jern, som for de andre metallene. Endringer i jernkonsentrasjonene kan være vanskelig å tolke da plutselige endringer i vannføring kan medføre resuspensjon av utfelt jern i elveleiet. Treverdig jern er utfelt i vannmassene ved de pH-verdiene en har ved Litlstugguvollen. Observasjoner over flere år vil likevel gi et brukbart inntrykk av trender.
- Svak økning i kobber- og sinkkonsentrasjoner fram til 2003-2004 og avtakende tendens i årene etter.

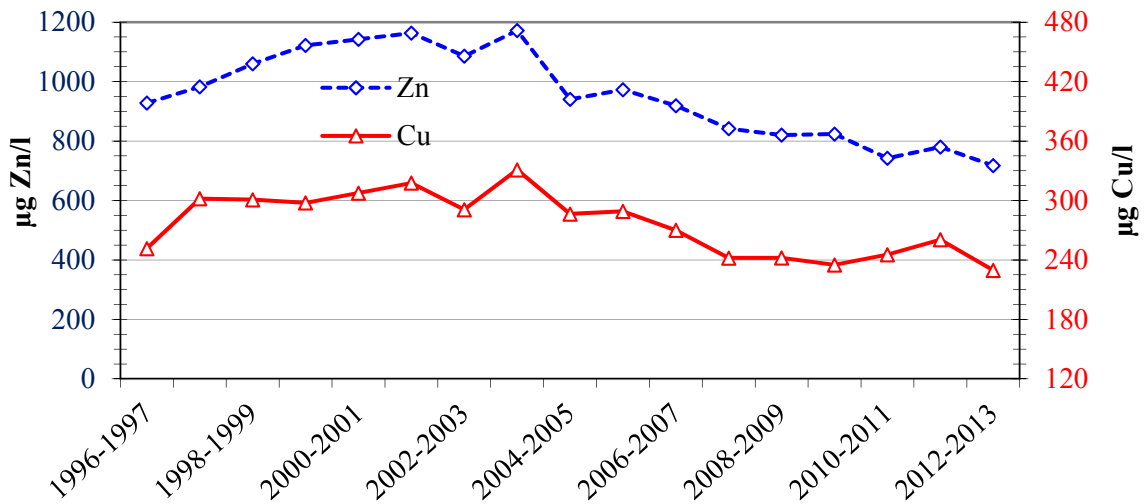
Målingene for 2012-2013 sammenfaller helt med trendene observert i 2011-2012. Antydningen etter 2003-2004 viser at forholdene i Orva ser ut til å sakte forbedre seg når det gjelder metallkonsentrasjoner. pH-verdiene viser en økende tendens samtidig som de øvrige konsentrasjoner faller. Dette betyr at enten har forurensningstilførslene fra feltet avtatt, eller har mer nedbør ført til større fortykning i forhold til foregående år. I de to siste år har det vært betydelig mer nedbør enn normalt. Figur 5 viser tidsveide årsmiddelverdier for pH i Orva for hydrologiske år fra 1.9.1996. Figur 6, Figur 7, Figur 8, Figur 9 og Figur 10 viser det tilsvarende observasjonsmaterialet for jern, kobber, sink, konduktivitet, sulfat og aluminium.



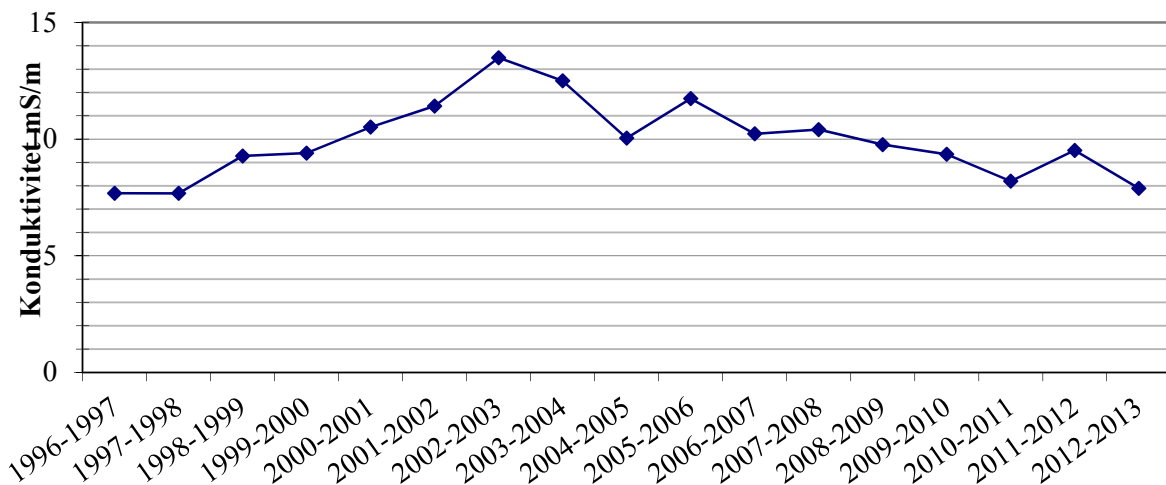
Figur 5 Tidsveiede årsmiddelverdier for pH. Hydrologiske år 1996-2013.



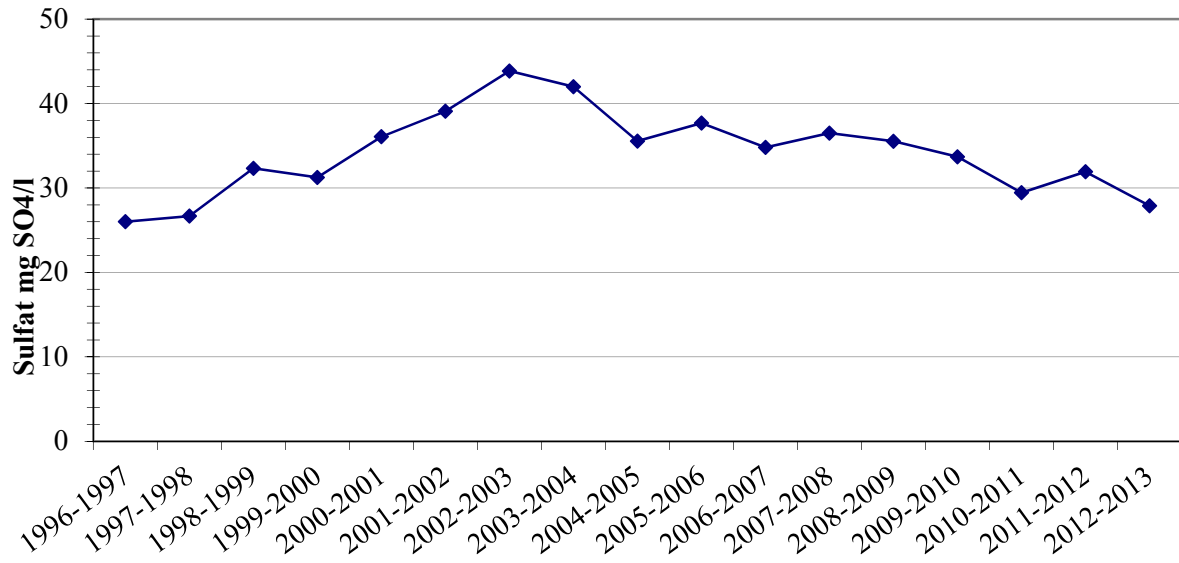
Figur 6 Tidsveiede årsmiddelverdier for jern i Orva. Hydrologiske år 1996-2013.



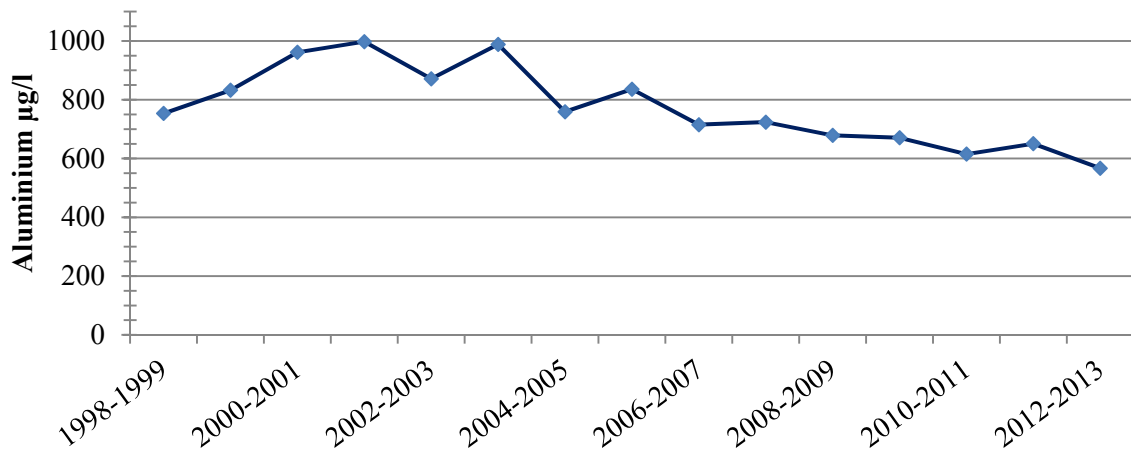
Figur 7 Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink i Orva. Hydrologiske år 1996-2013.



Figur 8 Tidsveiede årsmiddelverdier for konduktivitet i Orva. Hydrologiske år 1996-2013.



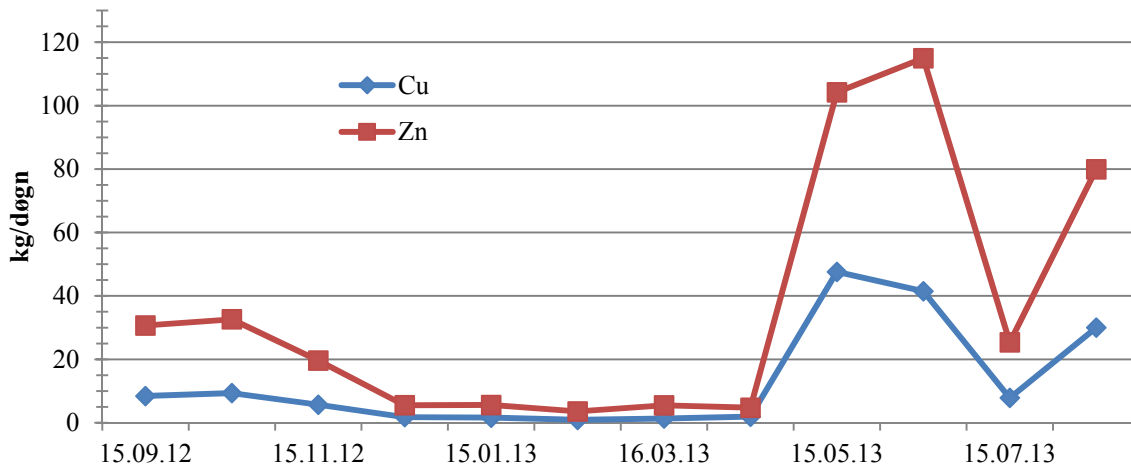
Figur 9 Tidsveiede årsmiddelverdier for sulfat i Orva. Hydrologiske år 1996-2013.



Figur 10 Tidsveiede årsmiddelverdier for aluminium i Orva. Hydrologiske år 1998-2013.

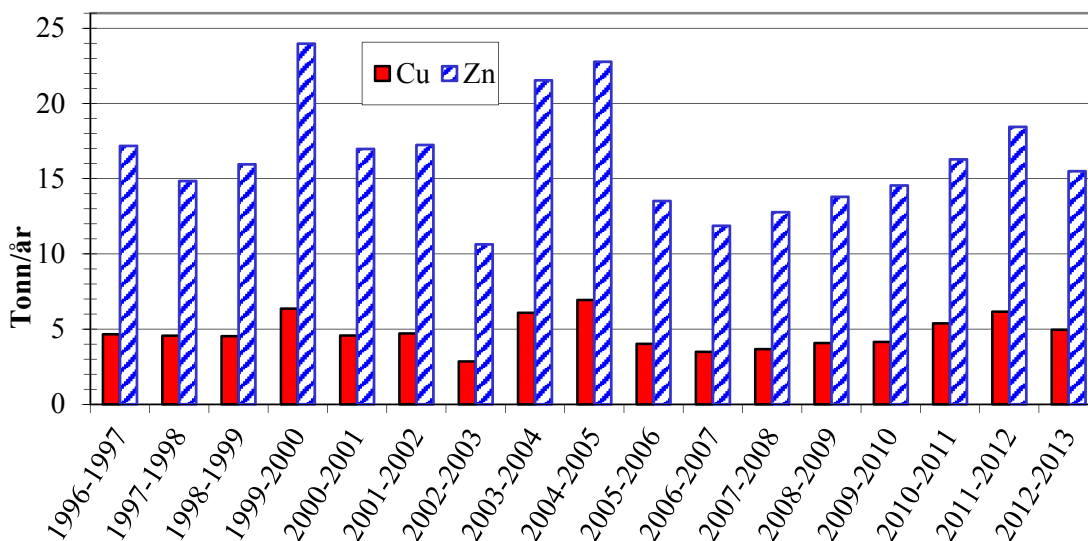
4. Forurensningstransport

Prøvetakingsprogrammet på Røros er basert på en stikkprøve per måned. Med så lav prøvehyppighet vil den beregnede årstransporten ha en høy usikkerhet og må kun sees på som et mulig estimat av situasjonen. Usikkerheten er i veldig stor grad knyttet til variasjoner av nedbør og hvilken fortykning/utlekking som er akkurat ved prøvetakingstidspunktet. Trender over flere år vil være noe sikrere enn ved vurdering av tilstanden et gitt år. Figur 11 viser døgntransporten for kobber og sink i måleperioden.

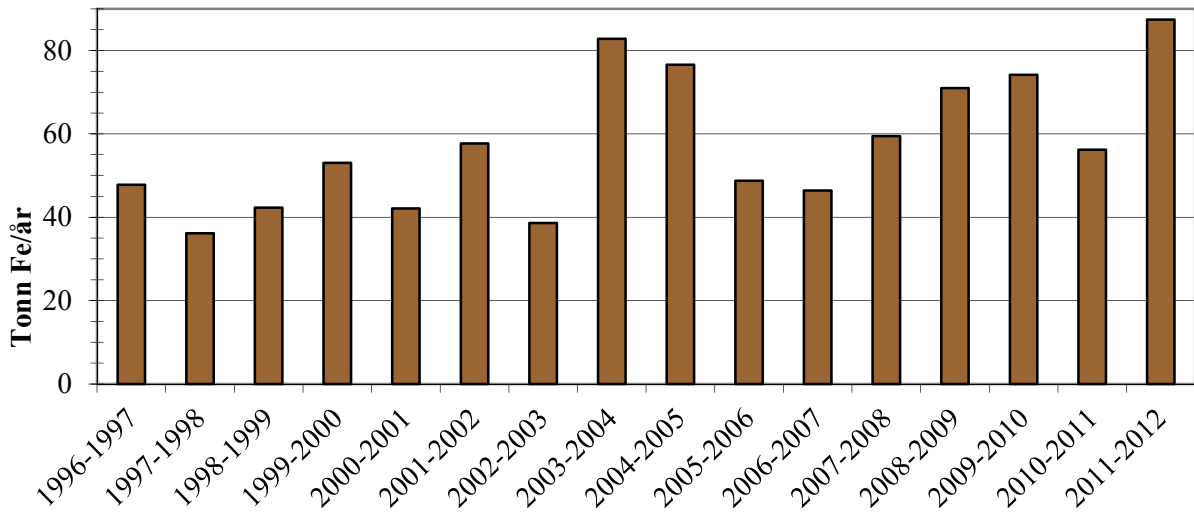


Figur 11 Døgntransport av kobber og sink i 2012-2013.

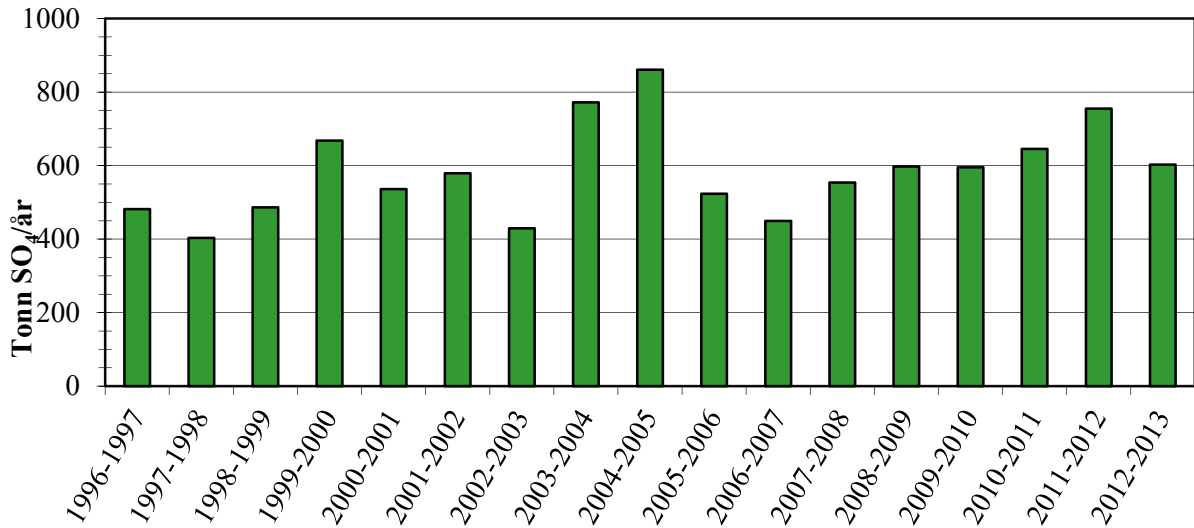
Den største delen av årstransporten foregikk under snøsmeltingen om våren, samt noe om sommeren. Tettere prøvetakingsprogram når avrenningen er størst, typisk vårflom og sommer/høst, vil øke sikkerheten i estimatet. Erfaringsmessig viser det seg at kombinasjonen av daglige vannføringsobservasjoner og prøvetaking både ved lave og høye vannføringer gir en relativt pålitelig årstransport. Årstransporten kan da beregnes ved å multiplisere tidsveiet årsmiddelverdi for analyseverdi med årsavrenningen. Vedlegg C gjengir beregnet årstransport fra og med 1.9.1996 sammen med årsavrenning. Årlige tall for transport er vist i Figur 12, Figur 13, Figur 14 og Figur 15 for kobber, sink, jern, sulfat og aluminium i Orva.



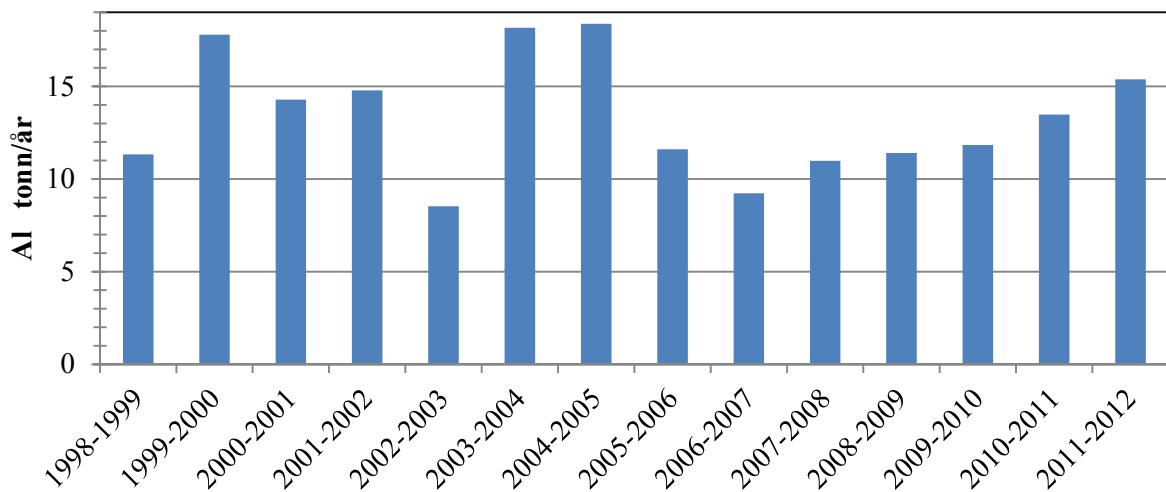
Figur 12 Transport av kobber og sink i Orva. Hydrologiske år.



Figur 13 Transport av jern i Orva. Hydrologiske år.

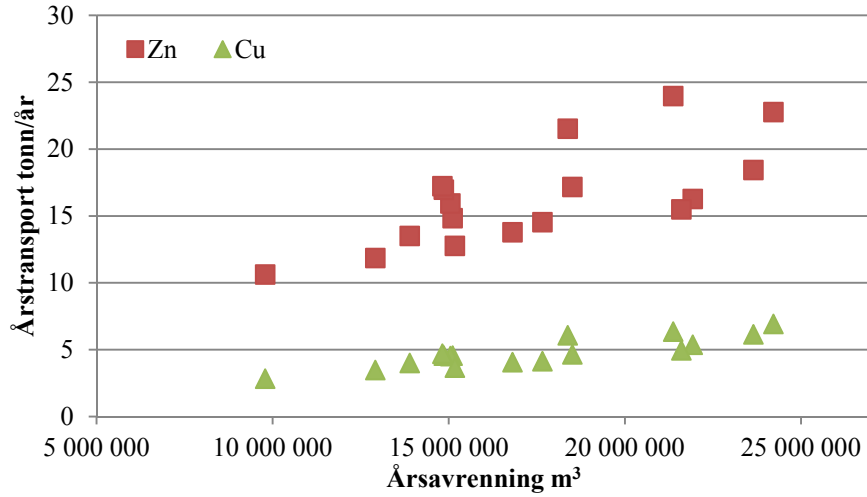


Figur 14 Transport av sulfat i Orva. Hydrologiske år.



Figur 15 Transport av aluminium i Orva. Hydrologiske år.

Avrenningen i 2012-2013 var ca. 21,6 mill. m³ som er på samme nivå som i 2010-2011 og godt over normalavrenningen som er beregnet til ca. 14 mill. m³. En høy årstransport opprettholdes fra 2010-2011 til nå som følge av mye nedbør i tre år. Figur 16 viser hvordan årstransport av Cu og Zn følger årsavrenningen, med økt årstransport i år med mye avrenning.



Figur 16 Sammenheng mellom årsavrenning og årstransport

5. Samlet vurdering

Det er hittil gjennomført systematiske undersøkelser av forurensningssituasjonen og materialtransporten i Orva over en periode på 17 år. Overvåkingsopplegget har hele tiden vært det samme bortsett fra noen år da det ikke ble utført vannføringsmålinger. Tidligere undersøkelser har vist at det er tre hovedkilder for forurensningstransporten i Orva:

- Avløp fra selve Orvsjøen er sterkt belastet med tilførsler fra Christianus Sextus gruve, samt litt overflateavrenning fra Kongens gruve og litt avrenning av sink fra Fjellsjøgruva via Naustebekken. I Orvsjøen er et avgangsdeponi i det dypeste området som var i drift de to siste driftsårene til Røros kobberverk. Det er mulig at avgangen avgir noe sink til vannmassene over sedimentet.
- Gruvevann fra Kongens/Arvedalen gruve
- Avrenning fra den gamle slamdammen ved Kongens gruve, samt noe diffus overflateavrenning fra Kongens/Arvedalens gruve.

Tiltakene som Direktoratet for mineralforvaltning gjennomførte i området i 1992-1994 hadde som hovedmålsetting å sikre den gamle slamdammen mot utglidning, samt å forhindre støvtransport fra overflaten på dammen. I tillegg var det ønskelig at tiltakene skulle redusere forurensningstransporten fra området.

Situasjonen ved utgangen av august 2013 viser at forurensningstilførslene til Orva var økende fram til 2004-2005. Det er sannsynlig at den økende forurensningstransporten fra 1992-1994 fram til 2004-2005 kommer av at forholdsvis store mengder avfall med betydelig innhold av forvittringsprodukter ble flyttet på under tiltakene i 1992-1994. Under en feltbefaring sommeren 2002 ble det påvist at tilførsler fra gruveavfall i dagen ved Kongens gruve (overdekket tipp og avgangsdam) var største forurensningskilde i området (Iversen, 2002). Erfaringer fra andre områder som ved Kjøli gruve og delvis også ved Killingdal gruve har vist at flytting av avfall kan medføre stor forurensningsfare i flere år i ettertid. For hvert enkelt år, så er det tydelig at årsnedbøren er vesentlig for den totale utlekkingen fra området. Selv om årstransporten varierer veldig med årsnedbøren, så er det viktig å legge merke til at pH er svakt stigende, og at metallkonsentrasjonene sakte ser ut til å reduseres. Forhåpentligvis vil denne reduksjonen fortsette og forurensningspotensialet over tid avta. Dette samsvarer med forventningen om at det etter noen år vil innstille seg en ny likevekt etter flyttingen av masser som forhåpentligvis er lavere enn før flyttingen.

I Rørosområdet med Nordgruvefeltet kan nedbørmengdene variere betydelig fra år til år, noe vannføringsobservasjonene i Orva viser. I de tre siste årene, 2010-2011, 2011-2012 og 2012-2013, var årsavrenningen betydelig høyere enn det som er normalt for nedbørfeltet og dermed også årstransporten av metaller. Med denne bakgrunn er for tidlig å si om tiltakene som ble gjennomført i 1992-1994 har ført til noen endringer i forurensningstransporten til Glåma.

6. Litteratur

- Arnesen, R.T., 1973. A/S Røros Kobberverk. En undersøkelse av Orvsjøen 1973. NIVA-rapport, O-73101, L.nr. 0507, 9s.
- Arnesen, R.T., Tjomsland, T., 1980. Røros Kobberverk. Vannforurensning fra gruver. NIVA-rapport, O-78050. L.nr. 1206, ISBN 82-577-0271-4, 45 s.
- Arnesen, R.T., 1989. Vannforurensning i Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport, O-87043. L.nr. 2207. ISBN 82-577-1499-2, 23 s.
- Arnesen, R.T., 1990. Vannforurensning i Nordgruvefeltet – Røros. Undersøkelser i 1989. NIVA-rapport, O-87043. L.nr. 2413. ISBN 82-577-1713-4
- Arnesen, R.T., 1991. Avrenning fra velter – Arvedalen gruve, Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport. O-91156. L.nr. 2715. ISBN 82-577-2074-7. 10 s.
- Arnesen, R.T., 1991. vannforurensning i Nordgruvefeltet – Røros. Arbeidet 1990. NIVA-rapport. O-87043. L.nr. 2602. ISBN 82-577-1906-4. 40 s.
- Arnesen, R.T., Iversen, E., 1994. Virkninger av øket tilførsel av gruvevann til Orvsjøen – Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport. O-94017. L.nr. 3130. ISBN 82-577-2602-8. 33 s.
- Arnesen, R.T., Berg, Å., 1996. Muggruva, Holtålen kommune. Kartlegging av forurensningstransport. NIVA-rapport. O-94158. L.nr. 3450. ISBN 82-577-2987-6. 23 s.
- Arnesen, R.T., 1996. Christianus Sextus gruve – Nordgruvefeltet, Røros. Kartlegging av forurensningstransport. NIVA-rapport. O-94159. L.nr. 3562. ISBN 82-577-3112-9. 30 s.
- Arnesen, R.T., Bakken, T. H., Iversen, E., 1999. Forurensningstransport i Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport. O-99095. L.nr. 4081. ISBN 82-577-3687-2. 36 s.
- Iversen, E., 1994. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-rapport. O-92152. L.nr. 3045. ISBN 82-577-2496-3. 36 s.
- Iversen, E., 1998. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-rapport. O-96100. L.nr. 3787. ISBN 82-577-3362-8. 63 s.
- Iversen, E., Arnesen, R.T., 2001. Undersøkelse av forurensningssituasjonen i øvre Glåma. NIVA-rapport. O-20074. L.nr. 4389. ISBN 82-577-4029-2. 35 s.
- Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., 2001. Forurensningstransport i Nordgruvefeltet, Røros. Undersøkelser i 1999 og 2000. NIVA-rapport, O-99095 og 20071. L.nr. 4372-2001. 42 s.
- Iversen, E.R., 2002. Befaring til Nordgruvefeltet foretatt den 18.6.2002. NIVA-notat, O-22064, 15.7.2002, 11 s.
- Iversen, E.R., 2009. Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune. Undersøkelser i 2008-2009. NIVA-rapport, O-28379, L.nr.5871-2009. 21 s.

Iversen, E.R., 2010. Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune. Undersøkelser i 2009-2010. NIVA-rapport, O-29440, L.nr.6061-2010. 21 s.

Iversen, E.R., 2011. Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune. Undersøkelser i 2010-2011. NIVA-rapport, O-10406, L.nr. 6223-2011. 24s.

Iversen, E.R., 2012. Avrenning fra Nordgruvefeltet, Røros kommune. Undersøkelser i 2011-2012. NIVA-rapport, O-10406, L.nr. 6223-2011. 24s.

Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2012-2013

Måned	Nedbør mm	Normal mm	Nedbør i % av normalår
sep.12	52,3	54	97
okt.12	55,7	40	139
nov.12	26,8	38	71
des.12	26,6	42	63
jan.13	28,5	34	84
feb.13	26,5	28	95
mar.13	49,3	29	170
apr.13	8,3	24	35
mai.13	52,5	28	188
jun.13	96,2	52	185
jul.13	44,7	72	62
aug.13	109,9	63	174
Hyd. år	577,3	504	115

Vedlegg A. Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2012-2013

Måned	Nedbør mm	Normal mm	Nedbør i % av normalår
sep.12	52,3	54	97
okt.12	55,7	40	139
nov.12	26,8	38	71
des.12	26,6	42	63
jan.13	28,5	34	84
feb.13	26,5	28	95
mar.13	49,3	29	170
apr.13	8,3	24	35
mai.13	52,5	28	188
jun.13	96,2	52	185
jul.13	44,7	72	62
aug.13	109,9	63	174
Hyd. år	577,3	504	115

Vedlegg B. Analyseresultater. Orva ved veibru ved Litlstugguvollen i 2012-2013

Dato	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Mn	Co	Pb	Ni	Si	Vannf	Tot-S
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	l/s	mg/l
15.09.2012	4,4	10,2	36,2	5,95	1,88	777	3480	256	934	2	220	6	<10	6	1,96	380	12,1
15.10.2012	4,6	10,1	39,2	5,94	1,95	853	4220	292	1020	1	218	6	<10	8	1,98	370	13,1
15.11.2012	4,7	8,33	28,7	5,41	1,58	598	2950	219	757	2	163	4	<10	5	1,86	300	9,6
15.12.2012	6,1	2,56	13,5	5,15	1,10	180	600	147	455	<1	84	2	<10	<4	1,61	140	4,5
15.01.2013	6,5	5,94	18,9	5,38	1,29	244	927	153	539	<1	114	3	<10	<4	1,64	120	6,3
15.02.2013	6,4	6,37	21,0	6,23	1,43	196	996	146	588	1	140	3	<10	4	1,70	70	7,0
16.03.2013	6,2	6,12	21,0	5,59	1,39	346	1370	140	577	<1	146	3	<10	<4	1,65	110	7,0
17.04.2013	4,2	17,6	65,9	13,4	3,46	1250	5010	365	912	2	712	7,1	<10	10	2,18	60	22,0
15.05.2013	4,7	5,10	15,0	3,22	0,91	560	5490	216	473	<1	117	3	<10	<4	1,23	2550	5,0
16.06.2013	5,3	4,84	16,2	3,50	0,980	379	1170	206	571	<1	96	4	<10	<4	1,32	2330	5,4
15.07.2013	4,5	8,80	30,5	5,51	1,66	672	3140	275	889	<1	206	5	<10	6	1,78	330	10,2
15.08.2013	4,4	9,21	30,5	4,61	1,55	780	2610	347	925	2	137	6	<10	5	1,75	1000	10,2

Vedlegg C. Forurensningstransport i Orva ved Litlstugguvollen. Hydrologiske år

År	SO ₄	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Avrenning
	tonn/år	tonn/år	tonn/år	tonn/år	tonn/år	kg/år	m ³
1996-1997	481		47,8	4,7	17,2	28,0	18509558
1997-1998	403		36,2	4,6	14,8	24,1	15107904
1998-1999	486	11,3	42,3	4,5	15,9	23,6	15044227
1999-2000	668	17,8	53,1	6,4	24,0	36,4	21372768
2000-2001	536	14,3	42,1	4,6	17,0	32,6	14860220
2001-2002	579	14,8	57,7	4,7	17,2	27,8	14819208
2002-2003	429	8,5	38,6	2,8	10,6	15,9	9789520
2003-2004	772	18,2	82,8	6,1	21,5	31,6	18377280
2004-2005	861	18,4	76,6	6,9	22,8	36,3	24214464
2005-2006	524	11,6	48,7	4,0	13,5	19,1	13892256
2006-2007	449	9,2	46,4	3,5	11,9	16,7	12915072
2007-2008	554	11,0	59,5	3,7	12,8	17,5	15170976
2008-2009	597	11,4	71,0	4,1	13,8	21,7	16808256
2009-2010	595	11,8	74,2	4,1	14,5	20,5	17656704
2010-2011	640	13,4	55,8	5,3	16,2	22,5	21755520
2011-2012	755	15,4	87,4	6,2	18,4	30,6	23648544
2012-2013	603	12,2	57,1	5,0	15,5	23,3	21601728

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no