

RAPPORT LNR 3787-98

# Vannforurensning fra nedlagte gruver



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 32 88 33

**Akvaplan-NIVA A/S**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel <b>VANNFORURENSNING FRA NEDLAGTE GRUVER</b>	Løpenr. (for bestilling) <b>3787-98</b>	Dato <b>23.01.98</b>
	Prosjektnr. Undernr. <b>O-96100</b>	Sider <b>63</b>
Forfatter(e) <b>Iversen, Eigil Rune</b>	Fagområde <b>Miljøgifter</b>	Distribusjon
	Geografisk område <b>Norge</b>	Trykket <b>NIVA</b>

Oppdragsgiver(e) <b>Statens forurensningstilsyn</b>	Oppdragsreferanse <b>95/3126-32 Gr.B 404.1</b>
--------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

Sammendrag

Det er foretatt en vurdering av vannforurensning i 25 områder der det er drevet gruvedrift etter kismineraler. I to av områdene der virksomheten har vært betydelig, er det foretatt feltundersøkelser over ett år for å beregne tungmetalltransporten. I Konnerudfeltet er sinktransporten beregnet til 3 tonn/år. Transport av øvrige metaller var beskjeden. Transporten i Skauma som mottar avrenning fra Undal Verk, er beregnet til 0,3 tonn kobber og 0,7 tonn sink pr. år. Ved de øvrige områder som ble undersøkt, var avrenningsmengdene beskjedne, men lokale effekter kunne observeres.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. <b>Kisgruve</b>	1. <b>Pyrite mining</b>
2. <b>Forurensningstransport</b>	2. <b>Transport of pollutants</b>
3. <b>Drensvann</b>	3. <b>Acid Rock Drainage (ARD)</b>
4. <b>Tungmetaller</b>	4. <b>Heavy metals</b>

*Eigil Rune Iversen*

**Eigil Rune Iversen**

Prosjektleder

ISBN 82-577-3362-8

*Bente M. Wathne*

**Bente M. Wathne**

Forskningssjef

O-96100

**Vannforurensning fra nedlagte gruver**

Del VI

## Forord

Norsk institutt for vannforskning har i løpet av de siste 20 år foretatt kartlegging av vannforurensninger ved en rekke mindre områder der det er drevet gruvedrift etter kisminaler. Undersøkelsene har hatt som målsetting å beskrive viktigste forurensningskilder, vurdere avrenningsmengder og mulige effekter i nærmeste vassdragsstrekning. Idag har en oversikt over fysisk/kjemisk vannkvalitet ved ca. 500 lokaliteter.

Utviklingen i analysemetodikk, spesielt når det gjelder tungmetallanalyser har i løpet av disse årene vært stor. Dette har gjort det aktuelt å utføre supplerende undersøkelser med mer moderne metoder ved enkelte områder. Den foreliggende rapport beskriver tilstanden ved 25 områder hvorav flere ikke har vært undersøkt tidligere. Ved de fleste områdene i denne undersøkelsen har driften vært forholdsvis beskjeden. Selv om avrenningen fra områdene ikke forurenser større vassdragsstrekninger, har det likevel vist seg viktig å kartlegge tilstanden slik at forurensningstilstanden ikke forverres ved inngrep som masseuttak i avfallstipper etc. Likeledes har det vist seg nyttig å ha informasjon om mindre forurensningskilder ved f.eks. planlegging av vannforsyning i områder med spredt bebyggelse eller i hytteområder.

De kartleggingsprosjekter som hittil har vært gjennomført, har vært finansiert av Næringsdepartementet ved Bergvesenet og Statens forurensningstilsyn. Den foreliggende undersøkelse har vært finansiert av Statens forurensningstilsyn som vi herved vil takke for samarbeidet og for interessen for å øke kunnskapen om denne type forurensningsproblemer.

Fotografiene i rapporten er tatt av forfatteren og av Rolf Tore Arnesen, NIVA som også har deltatt i feltundersøkelsene.

Oslo, 23. januar 1998

*Eigil Rune Iversen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Bakgrunn</b>	<b>8</b>
1.1 Prosjektbeskrivelse	8
1.2 Undersøkellesmetodikk	8
<b>2. Gruveområdene</b>	<b>9</b>
2.1 Konnerudfeltet	9
2.1.1 Lokalisering og virksomhet	9
2.1.2 Forurensningskilder	9
2.1.3 Vannkvalitet	12
2.1.4 Transportberegninger	15
2.2 Undal Verk	18
2.2.1 Lokalisering og virksomhet	18
2.2.2 Forurensningskilder	19
2.2.3 Vannkvalitet i Skauma	19
2.2.4 Transport i Skauma	23
2.3 Tråk sinkgruve	25
2.3.1 Lokalisering og virksomhet	25
2.3.2 Forurensningskilder	25
2.4 Bamle nikkelgruver	26
2.4.1 Lokalisering og virksomhet	26
2.4.2 Forurensningskilder og vannkvalitet	26
2.5 Bøylestad kobberverk	28
2.5.1 Lokalisering og virksomhet	28
2.5.2 Forurensningskilder og vannkvalitet	28
2.6 Knaben Molybdengruver	30
2.6.1 Lokalisering og virksomhet	30
2.6.2 Forurensningskilder og vannkvalitet	30
2.7 Espeland gruve	32
2.8 Raudfjellet kisgruver	34
2.8.1 Lokalisering og virksomhet	34
2.8.2 Forurensningskilder og vannkvalitet	34
2.9 Malmhaug kisgruve	35
2.10 Fossgruva	36
2.11 Oscar II	38
2.12 Fredrik IV	38
2.13 Vingelen	39
2.14 Tronslien	40
2.15 Rødalsgruva	41
2.16 Lovise Hytte	42
2.17 Grimsdalsgruva	43
2.18 Børsjøgrovgruvene	44
2.19 Torsbjørka gruve	45

---

2.20 Malså kobberverk	46
2.21 Gaulstad-Mokk gruveområde	47
2.22 Skrattås sinkgruve	48
2.23 Gressli gruve	49
2.24 Høydalsgruva - Svoraka	50
2.25 Fløttum gruve - Fora	50
<b>3. Referanser</b>	<b>51</b>
<b>Vedlegg A. Forklaring til analyseprogram</b>	<b>53</b>
<b>Vedlegg B. Meteorologiske data fra stasjonene 2689 Drammen og 6673 Berkåk.</b>	<b>55</b>

## Sammendrag

I Norge finnes over 2000 gruver og malmforekomster som er navngitt. Norsk institutt for vannforskning har hittil foretatt vurdering av vannkvalitet ved over 500 lokaliteter i forbindelse med avrenning fra kiskruver. Denne undersøkelsen omfatter vurdering av forurensningssituasjonen ved 25 områder. Det er foretatt supplerende undersøkelser v.h.a. mer moderne analysemetoder for tungmetaller ved noen områder som en har kjennskap til fra tidligere. I tillegg er det også foretatt befaring til noen områder som tidligere ikke er vurdert. Videre er det gjennomført et spesialprogram for kartlegging av tungmetalltransport fra to områder, Konnerudfeltet i Drammen kommune og Undal Verk i Rennebu kommune. Avrenning fra disse to områdene er fulgt opp over en årssyklus. Ved de øvrige områdene er vurderingene foretatt med bakgrunn i en befaring med prøvetaking av dremsvann fra viktigste forurensningskilder eventuelt i nærmeste resipient som mottar dremsvann. Følgende områder er vurdert :

Område	Kommune	Vurdering
Konnerud	Drammen	Verkenselva og Sandevassdraget påvirket. Årstransport ca. 3 tonn Zn
Undal Verk	Rennebu	Skauma sterkt påvirket. Årstransport 0,3 tonn Cu og 0,7 tonn Zn
Tråk	Bamle	Ubetydelig avrenning
Bamle nikkilverk	Bamle	Kun lokale effekter. Meinkjer gruve viktigst. Avrenning herfra bør følges opp i vassdraget nedenfor
Bøylestad	Froland	Lokale effekter. Solheimsvannet noe forurenset med Cu og Zn. Biologiske forhold bør kontrolleres.
Knaben	Kvinesdal	Liten tungmetalltransport fra deponi. Noe partikkeltransport. Tiltak for å begrense partikkeltransporten til Knabetjern bør vurderes
Espeland	Vegårshei	Ubetydelig drift. Avfallet er rikt på metaller og bør fjernes
Raudfjellet	Rana	Kisgruve med ren kis. Liten tungmetallavrenning. Lokale effekter.
Malmhaug	Rana	Ubetydelig drift. Liten tungmetallavrenning. Lokale effekter.
Fossgruva	Os	Lokale effekter. Ingen betydning for Vangrøfta
Oscar II	Os	Lokale effekter. Ingen betydning for Vangrøfta
Fredrik IV	Os	Ikke påvist forurenset dremsvann
Vingelen	Tolga	Ikke påvist forurenset dremsvann. Sporadisk avrenning ved mye nedb. Vannkvalitet i Stormyrbekken bør kontrolleres ved mye nedb.
Tronslien	Alvdal	Noe surt dremsvann fra St. Knuts gr. Ingen betydning for Storbekken
Rødalen	Folldal	Lokale bekker forurenset. Ingen effekter i Marsjøåa påvist.
Grimsdalen	Folldal og Dovre	Kun lokale effekter i Veslgåsåi påvist. Ingen påvirkning av Grimsa
Lovise Hytte	Alvdal	Ingen påvirkning av betydning i Sølva. Prøvetaking under andre nedbørforhold anbefales.
Børsjøhø	Tynset	Liten eller ingen betydning for Gløta. Lokal vannkvalitet bør sjekkes.
Torsbjørka	Meråker	Påvirker Torsbjørka. Eget program for hele feltet igangsatt
Malså	Verdal	Ubetydelig drift. Kun lokale effekter. Oppfølgende undersøkelser igangsatt
Gaulstad-Mokk	Steinkjer	Lokale effekter ubetydelige. Oppfølgende undersøkelser igangsatt.
Skrattås	Steinkjer	Noe transport av sink. Oppfølgende kartlegging igangsatt.
Gressli	Tydal	Avfall sterkt metallholdig. Lokale effekter. Ingen effekter i Nea
Høydal-Svorka	Meldal	Ingen effekter av tilførsler fra Høydalgruva påvist i Svorka

## Summary

Title: Water pollution from abandoned mines

Year: 1998

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3362-8

In Norway more than 2000 mines or ore deposits are reported. However, most of them are very small and have never been in production. Norwegian institute for water research (NIVA) has for the last 20 years collected environmental data at about 100 different mine sites. Informations about physical-chemical water quality at more than 500 locations in these sites are now stored.

In this report the water quality at 25 abandoned mine fields is discussed. After field observations over one year the transport of pollutants is calculated at two sites, the Konnerud mine field and Undal Verk field.

The Konnerud mines is located in the municipality of Drammen and was operating on lead, silver, copper and zinc in periods from 1729 till the last closure in 1913. The main pollution problem in the area is the ore dressing waste produced in the years 1729 - 1777, about 30.000 m<sup>3</sup>. The waste is deposited along the river banks downstream the mine site and is effecting the water quality of the whole river system down to Sande bay which is a part of the Oslo fiord. The waste is not acid producing, but is rich in zinc and contains significant amounts of cadmium and lead as well. The annual transport of zinc from the waste is estimated to 3 tons.

The Undal Verk site is located in the municipality of Rennebu in Sør-Trøndelag county. The mine was opened first time in 1650 as a copper mine. The most important period of production took place in the years 1952-1971. About 300.000 tons of pyrite ore was produced in this period. The ore was transported by rail to Trondheim and was prosessed at the ore dressing plant at the Trondheim fiord. The mine is an underground mine which is completely flooded today. There is little mine waste left at the site. Some waste is deposited near by the shaft. This rock material is acid generating. The annual transport of pollutants in the mine creek Skauma is estimated to 0,3 tons of copper and 0,7 tons of zinc.

The run-off from the other mine sites discussed in this report is of no significance for the water quality in the main streams, but local effects are reported.



# 1. Bakgrunn

## 1.1 Prosjektbeskrivelse

Hvis en tar utgangspunkt i Foslie (1925) og Poulsen (1964), er det her navngitt ca. 2200 gruver og malmforekomster i hele landet. Det vil være et svært omfattende arbeid å kartlegge den forurensningsmessige betydningen av alle disse områdene. NIVA har ialt foretatt undersøkelser ved ca. 100 gruveområder. I et møte som ble holdt hos SFT den 24.10.95 ble det foreslått å foreta supplerende undersøkelser ved noen områder en har manglende kunnskap om når det gjelder vannforurensning, samt å foreta befaring til noen områder som ikke er undersøkt tidligere. I et programforslag av 5. mars 1996 har NIVA foreslått et opplegg for de nye undersøkelsene som har hatt som målsetting å foreta en vurdering av forurensningssituasjonen ved gruveområdene ved å prøveta dremsvann fra avfall og gruver og i nærmeste resipient.

Undersøkelsene har omfattet følgende lokaliteter : Konnerudfeltet, Tråk sinkgruve, Bamle nikkelgruver, Bøylestad kobberverk, Espeland blygruve, Raufjellet kisgruve, Malmhaug kisgruve, Knaben molybdengruver, Undal Verk, Svorka (Høydalsgruva og Åmot gruve), Forå (Fløttum gruve), Nea (Gressli gruve), Fossgruva, Oscar II, Fredrik IV, Tronslien, Rødalsgruva (Folldal), Vingelen, Gløta (Børsjøhøgruvne, Røstvangen), Grimsdalsgruvne, Lovise Hytte, Torsbjørka gruve, Malså kobberverk, Gaulstad-Mokk og Skrattås sinkgruve.

Under feltundersøkelsene er det foretatt vurdering eller måling av vannføring for å gi et anslag over tungmetalltransport fra områder av forurensningsmessig betydning. Feltundersøkelsene er gjennomført i perioden juni 1996 til oktober 1997.

## 1.2 Undersøkelsesmetodikk

Undersøkelsene er basert på stikkprøvetaking for fysisk/kjemisk analyse av dremsvann fra gruver eller gruveavfall og/eller fra nærmeste vassdragsstrekning som mottar slikt dremsvann.

Analyseprogrammet omfatter følgende parametre : pH, konduktivitet, sulfat, kalsium, magnesium, aluminium, samt tungmetaller. Ved analyse av forurenset dremsvann er alle metaller og svovelanalyse utført v.h.a. atomemmisjonsteknikk (ICP). I resipientvann er tungmetaller og arsenanalyser utført v.h.a. ICP-MS (ICP med massespektrometer som detektor). Det er benyttet en "analysepakke" som omfatter 10 elementer. Sistnevnte analyser er utført ved Norsk institutt for luftforskning, NILU. De øvrige analyser er utført ved NIVA.

Undersøkelsene i Konnerudfeltet og ved Undal Verk har vært mer omfattende ved at prøvetakingsprogrammet har løpt over ett år med en månedlig prøvetaking av resipientvann nedenfor gruveområdene. Det er i tillegg fortatt vannføringsmålinger ved hver prøvetaking. Vannføringsmålingen er utført v.h.a. "saltmetoden", der en kjent mengde salt er tilsatt og vannføringen beregnet v.h.a registrering av forløpet av konduktivitetøkningen nedstrøms doseringsstedet. Tungmetalltransporten er deretter beregnet ut fra observasjonsmaterialet.

De øvrige vannføringsobservasjoner som er gjort, er basert på skjønnsmessig vurdering.

## 2. Gruveområdene

### 2.1 Konnerudfeltet

#### 2.1.1 Lokalisering og virksomhet

Gruvevirksomheten i Konnerudfeltet tok til på midten av 1600-tallet ved at det ble drevet på flere jernforekomster. Kisforekomstene var også kjent på den tid, men noen drift kom ikke igang før i 1729 under "Det Jarlsbergske Sølvhaltige Blye- og Kobberverk". I den første driftstiden som tok slutt i 1777, ble det drevet på bly, sølv og kobber. Sinkmalmen var den gang verdiløs og ble kastet. Etter noe drift i kortere perioder på 1800 tallet, ble det ny drift i 1905 etter sink. Driften pågikk fram til siste nedleggelse i 1913 (Rustad, 1931). Det er en rekke gruver som har vært i drift i feltet. Verkets hovedgruver er imidlertid lokalisert under Konnerudkollen og er hovedsaklig underjordsgruver der en rekke dagåpninger er synlige idag.

Figur 1 viser beliggenheten til Konnerudkollen og en del av vassdragsstrekningen nedenfor. Mesteparten av gruveområdet drenerer til Verkenselva som er sideelv til Bremsa som fører til Sandebukta. En del av gruveområdet, i det vesentlige området omkring Kontaktstollen drenerer til et bekkesystem som fører til Drammenselva. Kontaktstollen ble drevet inn i siste driftsperiode og går inn under de gamle gruvene i Konnerudkollen.

Gruveområdet ligger i sin helhet i Drammen kommune (se tabell 1).

**Tabell 1.** Geografiske data om beliggenheten til gruveområdet på Konnerud. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Konnerudkollen	Buskerud	Drammen	Drammen, 1814 III	32VNM 6222,6322, 6320,6420,6419 m.fl.

#### 2.1.2 Forurensningskilder

I området finnes en rekke forurensningskilder av større og mindre betydning. Denne undersøkelsen har i første rekke tatt sikte på å beregne forurensningstransporten fra de avfallsmengder som har størst betydning i forurensningssammenheng og som er lokalisert langs Verkenselva fra Ifferts dam og nedover forbi Svensedammen. De største avfallsmengdene er lokalisert i og ovenfor Svensedammen. Avfallet som er fra den første driftstiden, er spesielt rikt på sink, men inneholder også en del bly og kadmium. NIVA har foretatt en enkel kartlegging av avfallet i 1989 (Iversen og Grande, 1990) og anslått volumene til å være omkring 33.000 m<sup>3</sup>. Anslaget er meget usikkert og er kun basert på skjønn. Prøver som ble tatt av avfallet i 1989, viste sinkinnhold opp til 10 % og blyinnhold opp til 1%. Langs vassdragsstrekningen fra Ifferts dam til Svensedammen var det lokalisert flere pukkverk under den første driftstiden. Pukkverkene fikk driftsvann fra flere dammer i vassdraget. De største avfallsmengdene ligger fortsatt nedenfor der pukkverkene var lokalisert. Den nåværende dam som opprettholder vannspeilet i Svensedammen, ble anlagt i 1939 og ble anlagt kun for å forskjønne området. Avfallet i Svensedammen har således i lang tid vært utsatt for forvitring ved at dammen har vært tørrlagt over lengre tid før den nåværende dammen ble anlagt.



**Figur 1.** Foto av avfall langs Verkenselva ovenfor Svensedammen.



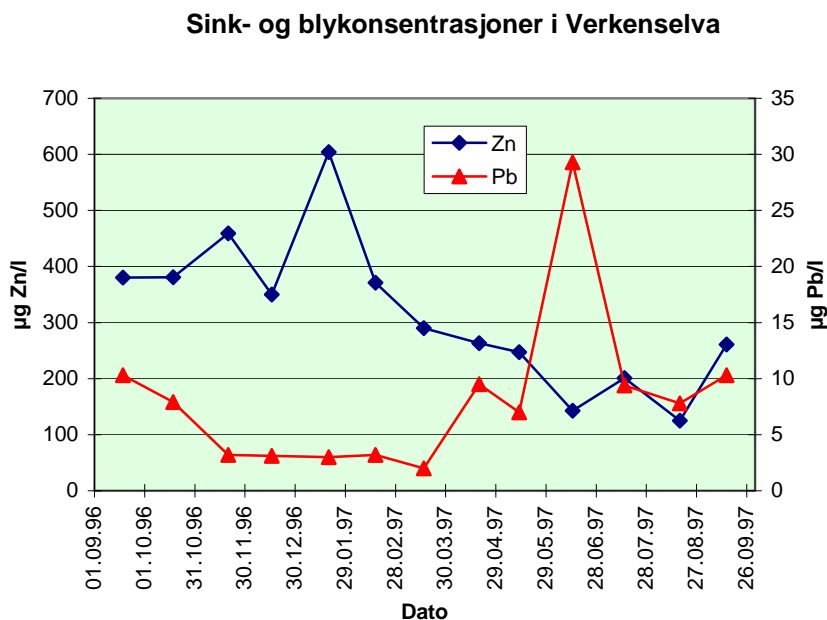


Utenfor gruveåpningene i Konnerudkollen er også deponert en del kisholdig gråberg. Mesteparten av veltemmassene drenerer mot Verkenselva, men noen tydelige sig kan ikke lokaliseres i overflaten nedenfor tippene. Gruvene i Konnerudkollen er drenert ved grunnstollen "Kontaktstollen". Utenfor Kontaktstollen er også noe avfallsberg, sannsynligvis fra utdrivning av selve stollen. Rester av en tipp ved ruinene av oppredningsverket (Vaskeriet) fra siste driftperiode kan også inneholde råmalmsrester. Avgangen fra siste driftperiode ble sannsynligvis ført på Drammenselva ved oppredningsverket på Pukerud.

### 2.1.3 Vannkvalitet

I denne undersøkelsen er det gjennomført et prøvetakingsprogram i Verkenselva. Programmet er basert på en månedlig prøvetaking ved utløpet av Svensedammen i perioden september 1996 til september 1997. Ved hver prøvetaking ble det målt vannføring. Det finnes også gruveavfall i elveleiet lenger nedover elva, sannsynligvis ned til Svingen. Når stasjonen likevel ble valgt, har det sammenheng med at stasjonen er benyttet tidligere og at det derved foreligger analysemateriale fra tidligere undersøkelser, samt at Svensedammen brukes som badedam om sommeren.

Analyseresultatene for feltundersøkelsene i 1996/97 er samlet i tabell 3. Resultatene viser at vannkvaliteten i vassdraget er alkalisk med pH-verdier i området 7.5 til 8. Dette har sammenheng med naturgitte forhold ved at berggrunnen i nedbørfeltet består av kalkrike bergarter (Halsen, 1982). Resultatene for sulfat viser betydningen av gruveavfallet som er deponert i vassdraget. Ved utløpet av Svensedammen varierte sulfatkonsentrasjonene i området 11 til 16 mg/l i måleperioden. Tidligere undersøkelser (Iversen og Grande, 1990) har vist at sulfatkonsentrasjonen øker med en faktor på 2 til 3 på strekningen fra Ifferts dam til Svensedammen.



**Figur 3.** Sink-og blykonsentrasjoner i Verkenselva ved utløp av Svensedammen.

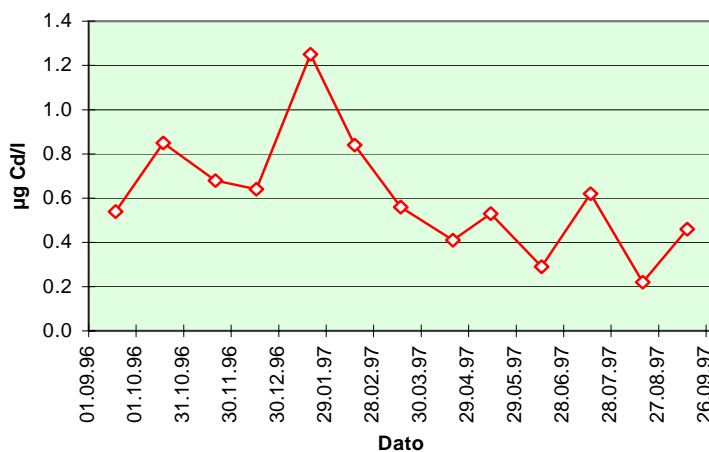
Det er imidlertid tungmetalltilførslene fra gruveavfallet som betyr mest for forurensningssituasjonen i vassdraget. Figur 3 viser variasjonene i observasjonsmaterialet for sink og bly i måleperioden 1996-97. Høyeste sinkkonsentrasjon ble målt til 604  $\mu\text{g/l}$  (19/1-97), mens høyeste blykonsentrasjon ble målt til 29,3  $\mu\text{g/l}$  (14/6-97). Det synes ikke å være noen innbyrdes sammenheng i observasjonsmaterialet for de to elementer. Dette tyder på at en har med forskjellige forurensningskilder å gjøre både når det gjelder sammensetning og beliggenhet. I undersøkelsene foretatt i 1989 ble det tatt stikkprøver av gruveavgang ved noen lokaliteter langs Verkenselva og i Svensedammen. Sinkinnholdet ble funnet å variere i området 1,5 % til 14,1 % (av tørrvekt), mens blyinnholdet varierte fra 0,4 % til 2,8 %. Som i vannprøvene ble det også påvist noe kobber og kadmium.

Høyeste kobberkonsentrasjon i siste undersøkelse ble målt til 10  $\mu\text{g/l}$ , noe som viser at gruveavfallet avgir noe kobber. Kobberkonsentrasjonene i vassdraget er imidlertid ikke så høye at noen akutt toksisk effekt på fisk kan forventes. Undersøkelsene i 1989 konkluderte med at selv om fisk kan overleve i Svensedammen i lange perioder, er næringsgrunnlaget dårlig da store deler av bunnarealet ikke har noe biologisk liv som næringsdyr for fisk. Forurensningssituasjonen i 1996/97 synes ikke å ha endret seg vesentlig siden 1989.

En følge av at avfallet inneholder forholdsvis mye sink, er at det også inneholder kadmium. Ved utløpet av Svensedammen varierte således kadmiumkonsentrasjonene i området 0,2 til 1,3  $\mu\text{g/l}$  i 1996/97 (se figur 4). De høyeste kadmiumkonsentrasjoner ble påvist da vannføringen var lavest om vinteren. Stikkprøver tatt for sølvanalyse viste ingen verdier over deteksjonsgrensen på 0,1  $\mu\text{g/l}$ .

Vannkvaliteten i nedre del av vassdraget (Sandeelva) blir overvåket i forbindelse det nasjonale overvåkingsprogram (PARCOM-prosjektet). Resultater for kontrollprøve tatt høsten 1996 viste følgende konsentrasjoner : 110  $\mu\text{g Zn/l}$ , 1,3  $\mu\text{g Pb/l}$  og 0,16  $\mu\text{g Cd/l}$  (Holtan *et al*, 1997). Resultatene viser at tilførslene fra gruveområdet påvirker vannkvaliteten i hele vassdraget ned til Sandebukta, spesielt når det gjelder sink.

Under befaringen den 6/6-96 ble det også tatt en prøve av gruvevannet fra Kontaktstollen. Vannføringen ble anslått til ca. 0,5 l/s. Analyseresultatene er samlet i tabell 2. Resultatene viser at vannkvaliteten er alkalisk med en pH-verdi på 8,1. Vannkvaliteten er tydelig tungmetallpåvirket, men ved den høye pH-verdien er det bare sink som kan påvises i konsentrasjoner av noen betydning (425  $\mu\text{g/l}$ ). Kontaktstollen drenerer også de gamle gruvene i nivåene over. Med de konsentrasjoner som er påvist i stikkprøven, vurderes metalltransporten fra gruvene å være beskjeden.



**Figur 4.** Kadmiumkonsentrasjoner i Verkenselva ved utløpet av Svensedammen.

**Tabell 2.** Analyseresultater. Gruvevann ved utløpet av Kontaktstollen, Konnerudkollen.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l	Vannf l/s
06.06.96	8.12	42.7	75.4	83.0	5.04	3.6	425	7.4	2.0	15.4	2.5	0.3	0.6	<0.2	1.0	0.5

**Tabell 3.** Analyseresultater. Verkenselva ved utløp av Svensedammen.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	Ag µg/l	As µg/l	Vannf l/s
18.09.96	7.66	22.8	16.0	41.0	1.78	5.4	380.3	10.34	0.54	26.5	1.5	0.4	<0.5	0.2		0.5	56.8
18.10.96	7.52	17.9	13.6	29.0	1.39	4.8	381.2	7.93	0.85	30.7	<0.5	1.4	<0.5	30.7		0.3	1093.0
20.11.96	7.76	20.2	13.4	35.4	1.47	3.8	458.9	3.23	0.68	21.3	2.1	0.4	<0.5	<0.2	<0.1	0.4	409.9
16.12.96	7.71	23.4	14.7	41.9	1.60	4.1	349.7	3.11	0.64	22.2	2.5	0.4	1.0	0.4	<0.1	0.3	214.0
19.01.97	7.62	25.7	16.0	46.7	1.90	4.9	603.9	3.00	1.25	39.8	2.8	0.5	1.2	0.5	<0.1	0.3	38.3
16.02.97	7.59	28.9	16.3	49.8	2.10	4.5	371.4	3.16	0.84	67.9	1.4	0.4	0.7	0.3		0.4	28.2
17.03.97	7.79	23.6	14.5	40.3	1.50	3.6	290.4	2.02	0.56	24.2	2.1	0.5	1.0	0.4		0.4	75.0
19.04.97	8.03	19.1	11.2	34.3	1.22	5.7	262.8	9.45	0.41	18.5	1.7	0.4	0.5	0.3		0.4	137.4
13.05.97	7.95	19.4	12.1	34.3	1.31	4.9	247.2	6.97	0.53	13.1	2.0	0.4	<0.5	0.2		0.4	496.0
14.06.97	7.92	21.6	14.2	39.1	1.77	10.0	143.2	29.27	0.29	40.9	0.1	0.4	<0.5	0.2		0.4	18.6
15.07.97	7.99	22.9	13.5	42.0	1.70	5.8	200.7	9.42	0.62	28.5	<0.2	0.3	<0.5	<0.2		0.3	35.8
17.08.97	7.87	25.8	14.5	47.2	2.04	4.8	124.6	7.82	0.22	31.0	<0.2	0.4	<0.5	<0.2		0.3	12.8
14.09.97	7.70	23.5	15.2	43.1	1.86	5.1	260.7	10.26	0.46	45.3	<0.2	0.4	<0.5	<0.2		0.3	100.3
<b>Middel</b>	<b>7.78</b>	<b>22.7</b>	<b>14.2</b>	<b>40.3</b>	<b>1.66</b>	<b>5.2</b>	<b>313.5</b>	<b>8.15</b>	<b>0.61</b>	<b>31.5</b>	<b>1.3</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>2.6</b>	<b>&lt;0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>208.9</b>
Maks.	8.03	28.9	16.3	49.8	2.10	10.0	603.9	29.27	1.25	67.9	2.8	1.4	1.2	30.7		0.5	1093.0
Min.	7.52	17.9	11.2	29.0	1.22	3.6	124.6	2.02	0.22	13.1	<0.2	0.3	<0.5	<0.2		0.3	12.8
Tidsv. middel			14.0			5.1	293.5	8.00	0.60								217.6

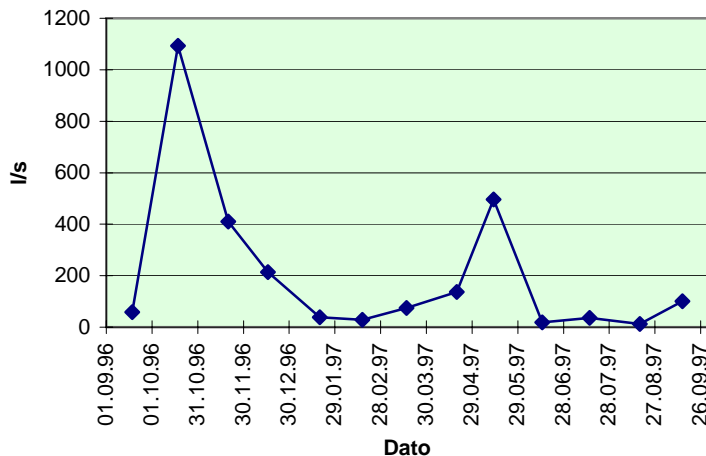
## 2.1.4 Transportberegninger

Transportberegninger er nyttig for å vurdere betydningen av enkeltkilder eller å vurdere samlet avrenning i forhold til tilsvarende tilførsler fra andre gruveområder. I denne undersøkelsen har en tatt sikte på å beregne årstransporten ved utløpet av Svensedammen. Da mesteparten av gruveavfallet er deponert i og ovenfor Svensedammen, vil de beregnede transportverdiene her gi et tilnærmet uttrykk for de samlede tilførsler fra gruveområdet. Som tidligere, nevnt finnes det imidlertid noe avfall deponert i vassdragsstrekningen fra Svensedammen til Svingen, men en antar at betydningen av dette ikke utgjør noe vesentlig bidrag til samlet materialtransport. En bør imidlertid ta hensyn til dette avfallet i eventuelle tiltaksvurderinger.

Transportberegningene i denne undersøkelsen er basert på en månedlig observasjon i løpet av ett år. I mange tilfeller kan en slik prøvetakingsfrekvens være utilstrekkelig for å gi et sant bilde av transporten. Erfaringsmessig er transporttallene for denne type avrenning sterkt avhengig av klima og nedbør. Forvitringen pågår hele året, mens utvasking av forvitringprodukter varierer med nedbør og klima. I ekstreme tilfeller er det påvist at det vesentligste av årstransporten har foregått i relativt korte perioder om våren eller om høsten. Det er derfor av stor betydning for utsagnskraften å ha observasjonsmateriale som dekker forskjellige avrenningssituasjoner.

Figur 5 viser hvordan vannføringen varierte ved de feltobservasjoner som ble gjort i perioden september 1996 til september 1997. Figuren gir inntrykk av at observasjonene er gjort under forskjellige avrenningssituasjoner som inntreffer i løpet av ett år. En regner derfor med at beregnet årstransport er så representativ som en kan få den med et relativt enkelt prøvetakingsprogram.

**Vannføring i Verkenselva 1996-97**



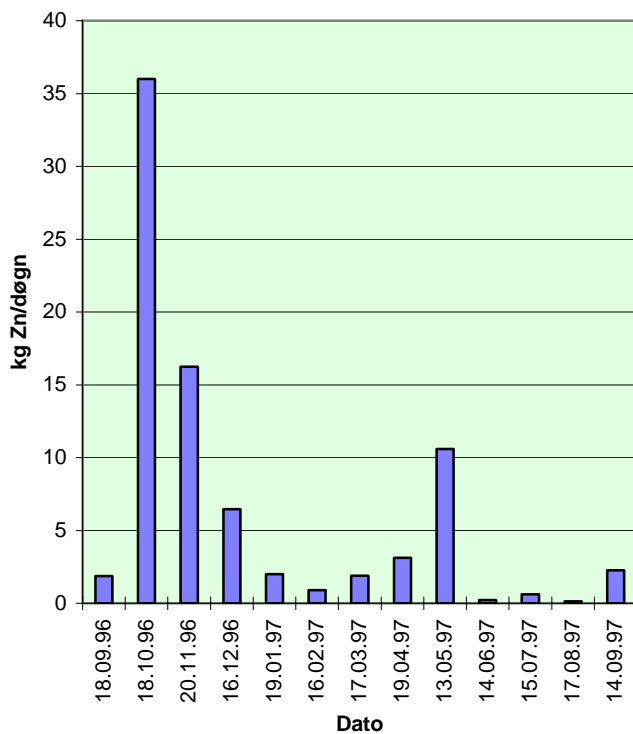
**Figur 5.** Vannføringsobservasjoner i Verkenselva ved utløpet av Svensedammen under måleperioden 1996-97.

I tabell 4 er det gjort en beregning av døgntransport av utvalgte komponenter ved hjelp av målt vannføring ved prøvetakingstidspunktet og tilsvarende analyseverdi. Nederst i tabellen er årstransporten beregnet ved å tidsveie de enkelte transportverdier. Figur 6 viser grafisk hvordan sinktransporten varierte i løpet av perioden. Figuren viser at store deler av sinktransporten foregår i perioder med stor utvasking som i oktober/november 1996 og april/mai 1997. Figur 6 viser tydelig korrelasjon ved vannføringskurven i figur 5.



**Tabell 4.** Transport i Verkenselva.

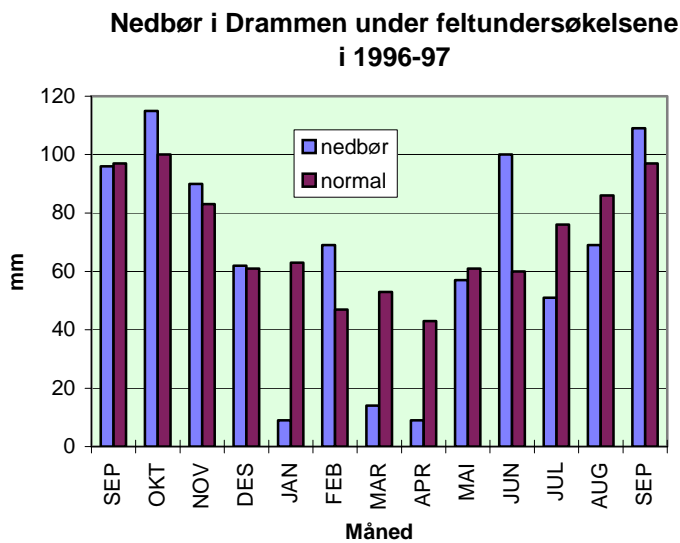
Dato	Cu g/døgn	Zn kg/døgn	Cd g/døgn	Pb g/døgn	SO <sub>4</sub> kg/døgn	Vannmengde m <sup>3</sup> /døgn
18.09.96	26.5	1.87	2.65	50.7	78.5	4908
18.10.96	453.3	36.00	80.27	748.9	1284.3	94435
20.11.96	134.6	16.25	24.08	114.4	474.6	35415
16.12.96	75.8	6.47	11.83	57.5	271.8	18490
19.01.97	16.2	2.00	4.14	9.9	52.9	3309
16.02.97	11.0	0.90	2.05	7.7	39.7	2436
17.03.97	23.3	1.88	3.63	13.1	94.0	6480
19.04.97	67.7	3.12	4.87	112.2	133.0	11871
13.05.97	210.0	10.59	22.71	298.7	518.5	42854
14.06.97	16.1	0.23	0.47	47.0	22.8	1607
15.07.97	17.9	0.62	1.92	29.1	41.8	3093
17.08.97	5.3	0.14	0.24	8.6	16.0	1102
14.09.97	44.2	2.26	3.99	88.9	131.7	8666
Året	<b>32.1 kg</b>	<b>2.40 tonn</b>	<b>4.8 kg</b>	<b>45.9 kg</b>	<b>92.2 tonn</b>	<b>6863472 m<sup>3</sup></b>

**Sinktransport i Verkenselva 1996/97****Figur 6.** Sinktransport i Verkenselva.

Beregningene i tabell 4 viser at Verkenselva er hovedsaklig belastet med sink. Årstransporten av sink utgjorde 2,4 tonn/år i måleperioden. Selv om flere av de øvrige tungmetaller kan påvises i klart høyere konsentrasjoner enn naturlig bakgrunnsnivå, må likevel årstransporten av de øvrige tungmetaller karakteriseres som relativt beskjeden.

Nedbørforholdene har stor betydning for årstransporten. Figur 7 viser hvordan månedlige nedbørhøyder varierte i løpet av observasjonsperioden ved nærmeste nedbørstasjon (Drammen- Marienlyst). Figuren viser en normal fordeling der nedbøren er størst om høsten. I måleperioden var månedene januar, mars og april spesielt tørre. Det var også tørrere enn normalt i juli og august 1997. I perioden september 1996 til og med september 1997 falt det 91,7 % av normal nedbør. Det meteorologiske datamateriale som er innsamlet av Meteorologisk institutt er forøvrig gjengitt i vedlegg B.

Når en tar hensyn til nedbørdata, er det derfor sannsynlig at en samlet årstransport av sink i Verkenselva i et år med normal årsnedbør er omkring 3 tonn når en samtidig også tar hensyn til at noe av gruveavfallet er deponert nedstrøms målestasjonen. I årsrapporten til PARCOM-prosjektet (Holtan *et al*, 1997) er sinktransporten i Sandevassdraget i 1996 beregnet til 9,6 tonn/år. Som grunnlag for beregningen er kun benyttet resultatet for en stikkprøve og generelle avrenningstall. Transportberegningen er av den grunn svært usikker.



**Figur 7.** Månedsnedbør ved Drammen- Marienlyst 1996-97.

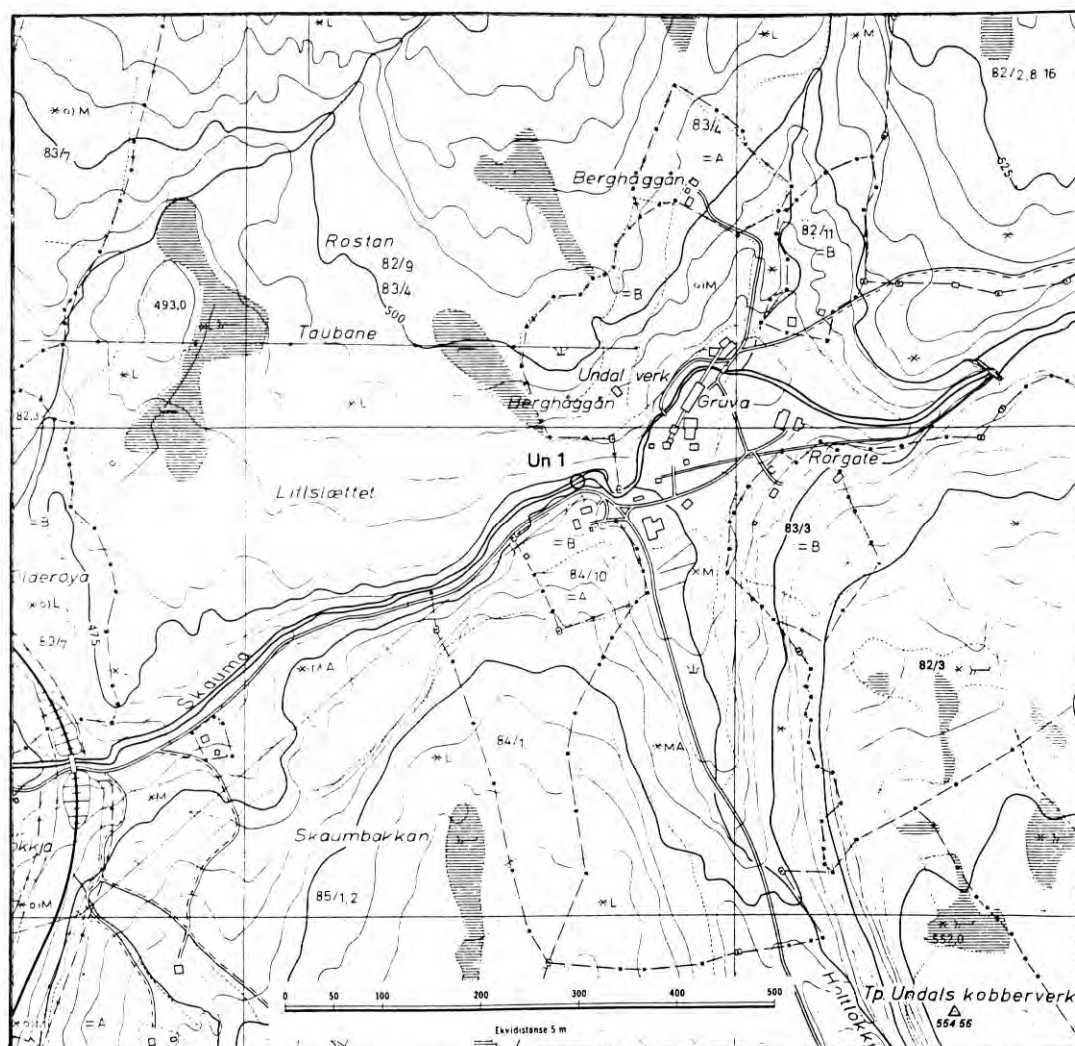
## 2.2 Undal Verk

### 2.2.1 Lokalisering og virksomhet

Undal Verk ligger ved Berkåk i Rennebu kommune i Sør-Trøndelag. Gruveområdet drenerer til elva Skauma som er sideelv til Orkla. Tabell 5 gir en sammenstilling av geografiske data vedrørende gruveområdets beliggenhet. På figur 8, som viser et utsnitt av økonomisk kart over området, er beliggenheten av gruveområdet markert samt tegnet inn en markering av prøvetakingstasjon for vannprøver. Se også foto på omslagssiden som viser sjakt og malmsiloer.

**Tabell 5.** Geografiske data om beliggenheten til Undal Verk. Karthenvisningen gjelder Statens kartverk serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Undal Verk	Sør-Trøndelag	Rennebu	1520 I Rennebu	32 VNQ 5366



**Figur 8.** Kart over gruveområdet ved Undal Verk.

Gruva er forholdsvis gammel og driften tok til allerede omkring 1650 som kobbergruve. Aktiviteten har imidlertid vært størst i moderne tid i årene fra 1952 fram til nedleggelsen i 1971. Råmalmproduksjonen for hele driftsperioden er anslått til ca. 300.000 tonn. Malmen består hovedsaklig av svovelkis som er relativt fattig på kobber og sink. I siste periode ble malmen knust og fraktet til Berkåk stasjon med taubane. Etter opplasting på tog ble malmen transportert videre til Trondheim for oppredning ved verket i Ilsvika ved Trondheimsfjorden.

### 2.2.2 Forurensningskilder

Det er idag lite gruveavfall i området. Noe kisholdig gråberg er trolig deponert ved bygningene i gruveområdet og er lagt opp i fylling mot elva. Eksisterende bygninger i gruveområdet står trolig helt eller delvis på gruveavfallet som også tjener som vern mot elva.

Selve gruva, som er en underjordsgruve, er helt vannfylt. Noe tydelig overløp er ikke synlig. Overløpet skjer trolig diffust gjennom grunnen mot Skauma. Skauma er synlig påvirket av tilførselene fra gruveområdet ved tydelige utfellinger av oker i elveleiet.

### 2.2.3 Vannkvalitet i Skauma

Vannkvaliteten i Skauma er undersøkt ved flere anledninger tidligere (Snekvik, 1969, Grande *et al*, 1979 og Iversen, 1982). Et utdrag av relevante analyseparametre fra disse undersøkelsene samt resultatene fra det foreliggende program som ble gjennomført i perioden september 1996 til august 1997, er samlet i tabell 6, tabell 7, tabell 8 og tabell 9. I tabellene er angitt maks. og min. verdier samt middelveidier.

**Tabell 6.** Analyseresultater. Skauma nedenfor Undal Verk (Snekvik, Fiskeforskningen, notater 1968/69).

Dato	pH	Kond mS/m	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l
04.03.68	6.75	5.45	320	13	70
16.04.68	4.25	16.72	6280	720	1050
06.05.68	6.93	5.02	970	40	70
06.06.68	7.20	4.31	460	70	25
08.07.68	7.63	23.65	2400	100	1420
02.08.68	7.48	4.31	500	12	460
04.09.68	7.42	4.73	200	5	40
08.10.68	7.03	5.68	1500	20	130
05.11.68	5.27	10.34	6400	120	720
06.12.68	7.09	4.90	350	7	230
08.01.69	7.40	6.38	1700	30	350
03.02.69	6.63	5.41	800	15	300
Middel	6.76	8.08	1823	96	405
Maks.	7.63	23.65	6400	720	1420
Min.	4.25	4.31	200	5	25

**Tabell 7.** Analyseresultater. Skauma nedenfor Undal Verk (Grande *et al*, 1979).

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l
21.09.77	7.3	7.81	9.7	12.0	1.30	740	35	110	0.5	0.44
08.11.77	7.2	5.72	6.1	11.0	0.80	290	18	45	5.0	0.45
06.12.77	7.4	4.73	3.7	7.1	0.69	120	21	35	0.5	0.37
11.01.78	7.5	5.17	8.7	7.3	0.71	140	11	250	2.3	0.25
13.02.78	7.2	7.26	20.0	9.5	0.89	2500	160	120	2.0	0.77
07.03.78	7.5	5.39	4.9	7.7	0.76	510	22	40	2.5	0.56
04.04.78	7.3	7.37	7.0	8.8	0.88	420	25	70	1.0	0.35
07.05.78	7.0	7.81	14.0	10.0	1.10	2400	155	165	2.6	0.45
07.06.78	7.2	12.43	27.0	15.0	1.90	2400	90	385	0.5	0.79
02.07.78	7.3	9.24	21.0	13.0	1.50	1800	70	259	1.2	0.62
30.07.78	7.5	5.06	5.9	6.9	0.73	425	17	40	1.5	0.50
08.09.78	7.4	5.50	7.1	7.2	0.74	510	22	60	0.5	0.15
Middel	7.3	6.96	11.3	9.6	1.00	1021	54	132	1.7	0.48
Maks.	7.5	12.43	27.0	15.0	1.90	2500	160	385	5.0	0.79
Min.	7.0	4.73	3.7	6.9	0.69	120	11	35	0.5	0.15

**Tabell 8.** Analyseresultater. Skauma nedenfor Undal Verk (Iversen, 1982).

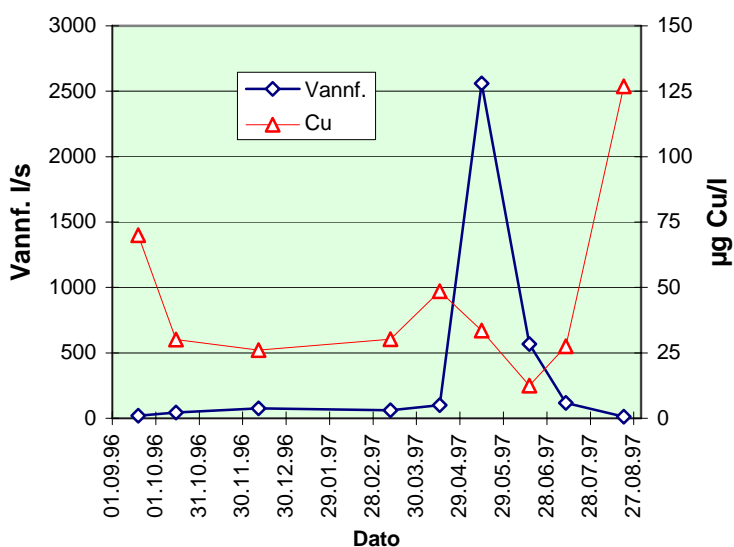
Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l
07.09.80	7.11	5.33	9.0			1300	21.0	64		0.30
22.09.80	6.96	5.79	8.6			950	14.0	60		0.70
11.10.80	7.04	5.39	8.8			850	19.0	70		0.24
02.04.81	6.81	8.19	17.0	10.10	1.12	2590	70.0	160		
29.06.81	6.86	4.29	5.8	6.42	0.59	340	15.5	50	0.75	0.39
25.07.81	7.15	6.69	12.0	9.32	0.91	660	31.5	100	0.85	0.75
29.10.81	6.82	5.41	8.5			870	27.0	90		
Middel	6.96	5.87	10.0	8.61	0.87	1080	28.3	85	0.80	0.48
Maks	7.15	8.19	17.0	10.10	1.12	2590	70.0	160	0.85	0.75
Min	6.81	4.29	5.8	6.42	0.59	340	14.0	50	0.75	0.24

Tabell 9. . Skauma nedenfor Undal Verk 1996-97.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	Si mg/l	As µg/l	Vannf l/s
19.09.96	6.63	11.40	32.0	15.70	1.80		3980	70.0	310.0	<5	<5	30.0		<5					20.3
15.10.96	6.84	7.43	12.7	10.40	1.02	280	1460	30.1	115.3	0.06	0.24	83.0	2.1	2.4	<0.5	<0.2	1.11	0.1	43.2
11.12.96	7.01	6.66	7.3	9.06	0.87	190	850	26.1	74.2	<0.02	0.14	63.8	2.0	2.1	<0.5	<0.2	1.31	<0.1	75.6
12.03.97	7.08	3.79	9.9	9.12	0.92	200	830	30.2	100.6	0.09	0.24	44.6	2.2	1.9	<0.5	<0.2	1.35	<0.1	60.8
15.04.97	6.93	5.72	8.3	7.81	0.85	160	900	48.6	103.4	0.15	0.24	40.5	2.0	2.1	0.7	<0.2	1.20	0.1	100.0
14.05.97	6.75	4.75	6.3	5.84	0.65	160	820	33.5	71.2	0.19	0.25	27.3	1.4	1.1	<0.5	<0.2	1.25	<0.1	2560.0
16.06.97	7.07	4.50	5.1	6.16	0.59	60	410	12.5	35.8	0.25	0.11	18.0	0.7	0.7	<0.5	<0.2	0.51	<0.1	568.0
11.07.97	7.21	6.30	9.6	8.82	0.81	190	1040	27.5	93.6	0.07	0.20	61.3	1.5	1.9	<0.5	<0.2	0.86	<0.1	118.1
20.08.97	6.43	15.40	53.3	20.20	2.23	1060	6860	126.9	537.3	0.36	1.40	276.6	7.0	10.7	<0.5	<0.2	2.30	<0.1	11.1
Middel	6.88	7.33	16.1	10.35	1.08	288	1906	45.0	160	0.15	0.35	71.7	2.4	2.9	<0.5	<0.2	1.24	<0.1	395
Maks	7.21	15.40	53.3	20.20	2.23	1060	6860	126.9	537	0.36	1.40	276.6	7.0	10.7	0.7	<0.2	2.30	0.1	2560
Min	6.43	3.79	5.1	5.84	0.59	60	410	12.5	35.8	<0.02	0.11	18.0	0.7	0.7	<0.5	<0.2	0.51	<0.1	11.1
Tidsv.middel			11.2			222	1271	33.8	112		0.25								314

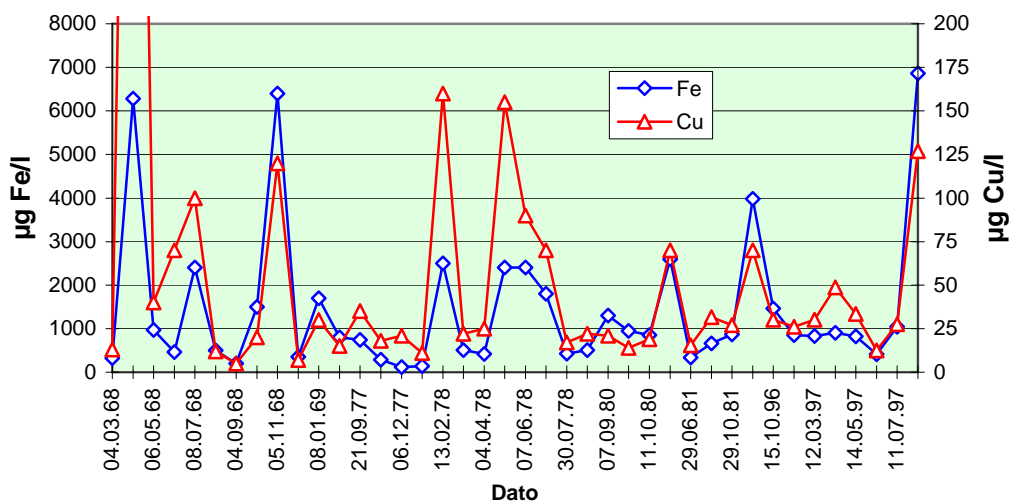
Resultatene viser at tilførslene fra gruveområdet ikke påvirker pH-verdien i Skauma i nevneverdig grad. I undersøkelsesperioden 1996/97 varierte pH i området fra 6,4 til 7,2. Tungmetallkonsentrasjonene varierte imidlertid betydelig i løpet av undersøkelsesperioden og var hele året såvidt høye at de neppe gir grunnlag for noe biologisk liv av betydning. Figur 9 viser observasjonsmaterialet for kobber og vannføringer i måleperioden 1996/97. Kobberkonsentrasjonene varierte i området 13 til 127  $\mu\text{g/l}$ . De høyeste konsentrasjoner ble påvist ved lave vannføringer. Da avrenningen fra et slikt gruveområde er sterkt avhengig av nedbør og klima, vil et så vidt enkelt undersøkelsesprogram som i denne undersøkelsen ikke gi fullstendig informasjon om alle episoder som kan inntreffe. En ser da også ved sammenligning av resultatene fra tidligere års undersøkelser at spredningen i datamaterialet er stor.

**Kobberkonsentrasjoner og vannføring i Skauma 1996-97**



**Figur 9.** Kobberkonsentrasjoner og vannføring i Skauma 1996/97.

**Jern- og kobberkonsentrasjoner i Skauma 1968-97**



**Figur 10.** Jern- og kobberobservasjoner i Skauma i perioden 1968-97.

Resultatene fra de undersøkelser som er utført i perioden 1968-97, tyder ikke på noen vesentlige endringer i vannkvalitet i Skauma i løpet av de 30 siste år. Figur 10 gir en grafisk fremstilling av observasjonsmaterialet NIVA har for jern og kobber i perioden 1968-97.

## 2.2.4 Transport i Skauma

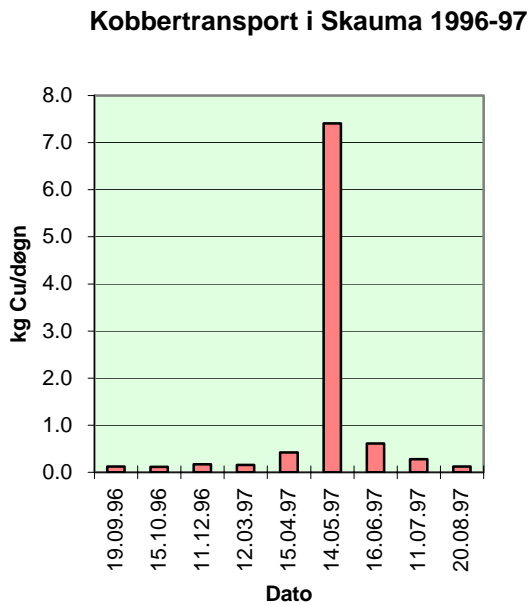
Målsettingen for undersøkelsene i Skauma var å gi en bedre oversikt over forurensningstransporten fra gruveområdet. Transportberegningen i denne undersøkelsen er basert på 9 observasjoner. I tabell 10 er beregnet døgntransport av de viktigste komponenter ut fra analyseresultat og vannføringsobservasjon. Ved å tidsveie døgntransportverdiene er årstransporten beregnet nederst i tabellen. Resultatene viser at det vesentligste av årstransporten i måleperioden foregikk under vårfloppen 1997. Hyppigere observasjoner under vårfloppen ville derfor i dette tilfelle ha gitt et mer presist uttrykk for årstransporten idet varighet av flomtransport samt transportmaksimum betyr mye for beregningen. Vi regner likevel med at beregningene gir et godt uttrykk for hvilke størrelsesordener det dreier seg om. Figur 11 viser grafisk hvordan kobbertransporten varierte.

**Tabell 10.** Transport i Skauma nedenfor Undal Verk 1996/97.

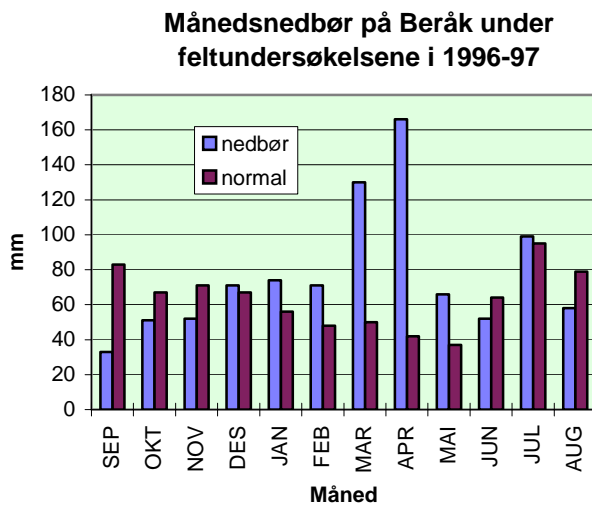
Dato	Kobber kg/døgn	Sink kg/døgn	Jern kg/døgn	Aluminium kg/døgn	Kadmium g/døgn	Sulfat tonn/døgn
19.09.96	0.123	0.544	6.981			0.056
15.10.96	0.112	0.430	5.449	1.045	40.8	0.047
11.12.96	0.170	0.485	5.552	1.241	42.7	0.048
12.03.97	0.159	0.528	4.360	1.051	67.4	0.052
15.04.97	0.420	0.893	7.776	1.382	46.8	0.072
14.05.97	7.410	15.748	181.371	35.389	933.1	1.393
16.06.97	0.613	1.757	20.121	2.945	69.0	0.250
11.07.97	0.281	0.955	10.612	1.939	55.0	0.098
20.08.97	0.122	0.515	6.579	1.017	123.7	0.051
<b>Året, tidsv.</b>	<b>0.301 tonn</b>	<b>0.702 tonn</b>	<b>7.93 tonn</b>	<b>1.52 tonn</b>	<b>46.2 kg</b>	<b>66.3 tonn</b>

Erfaringen fra tilsvarende undersøkelser ved andre lokaliteter er at transportmønsteret kan endre seg betydelig fra år til år avhengig av nedbør og klima. Vinteren 1996/97 var spesiell i dette området ved at det var liten tele og at det kom meget store snømengder på våren 1997. I Skauma førte dette til at vårfloppen kom forholdsvis sent. Flomtoppen var sannsynligvis omkring midten av mai måned. Figur 12 viser variasjonen i månedlige nedbørhøyder ved nedbørstasjonen på Berkåk i måleperioden. Observasjonene viser at det falt betydelig mer nedbør enn normalt i mars, april og mai 1997. I året 1/9-96 til 1/9-97 falt det 122 % av normalen. Det er derfor mulig at beregnet årstransport kan være høyere enn i et normalår.





**Figur 11.** Transportobservasjoner for kobber i måleperioden 1996/97.



**Figur 12.** Månedsnedbør ved nedbørstasjon 66730 Berkåk-Lyngholt i observasjonsperioden.

## 2.3 Tråk sinkgruve

### 2.3.1 Lokalisering og virksomhet

Tråk gruvefelt ligger i Bamle kommune (se tabell 11) under Tråkfjell rett over for anleggene til Hydro Rafnes.

**Tabell 11.** Geografiske data om beliggenheten til Tråk gruvefelt. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Tråk	Telemark	Bamle	Kilebygd, 1713 III Porsgrunn, 1713 II	32VNL 3350, 32VNL 3450

Gruvedriften i Tråkfeltet har hatt beskjedent omfang. Drift etter sølv tok første gang til på begynnelsen av 1500-tallet under Christian 3.'s regjeringstid (1536-59). Driften ble oppgitt i 1549.

Gruvedriften ble gjenopptatt i 1905 ved hjelp av engelsk kapital (Traag Mines Ltd.). Det ble drevet på sink og bly. Det ble bygget bane fra gruvene til oppredningsverket som i sin tid lå på området til Hydro Rafnes. Driften ble også denne gang kortvaring og ble nedlagt i 1908. Gruvene ble drevet som underjordsgruver. Gruva på Kvernhusåsen var trolig største gruve og ble drevet til et dyp av 60 m.

### 2.3.2 Forurensningskilder

Det er idag lite gruveavfall synlig i området. Avgangen fra oppredningsverket ble i sin tid trolig ført på Frierfjorden. Da driftstiden var så kort er det lite sannsynlig at avfallet har noen forurensningsmessig betydning i dag. Det er også lite avfall i selve gruveområdet. Noe avfall er trolig benyttet i veiene i området. Under befaringen den 6.6.96 ble det tatt et prøve av brunfarget sigevann i veigrøft ved bensinstasjonen ved innkjøringen til Hydro Rafnes. Analyseresultatene er samlet i tabell 12. Resultatene viser at det er kisminerale i veifyllingen. Vannkvaliteten må likevel karakteriseres som lite forurenset. Vannet i grøfta var nærmest stillestående.

**Tabell 12.** Analyseresultater. Sig i veigrøft ved bensinstasjon.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l
6.06.96	7.12	70.7	15.5	62.0	4.53	1.04	<0.01	0.12	<0.05	<0.0005	0.12	<0.01

## 2.4 Bamle nikkelgruver

### 2.4.1 Lokalisering og virksomhet

I følge Helland (1900) ble de fleste av gruvene i Bamle nikkelgruvefelt drevet under Bamle Nikkelværk. Driften foregikk vesentlig i perioden 1859-1884. Det er i alt utfordret omkring 104000 tonn malm fra gruvene som inneholdt omkring 1,4 % Ni og 0,4 % Cu. Verket hadde smeltehytte ved Kragerø i det tidligere Skåtø herred. Det ble produsert pulvernikkel med inntil 70 % Ni og nikkeloksid med 50-60 % Ni (Helland, 1900). I denne undersøkelsen ble det ikke foretatt noen befaring til hytteområdet. Gruvefeltet består av følgende gruver: Meinkjer, Stoltz, Vissestad, Nystein, Hansås og Skauen. Beliggenheten til de enkelte gruver er gjengitt i tabell 13.

**Tabell 13.** Geografiske data om beliggenheten til gruvene i Bamle nikkelgruvefelt. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Meinkjer, Stoltz	Telemark	Bamle	1712 IV, Kragerø	32VNL 3036
Vissestad	Telemark	Bamle	1712 IV, Kragerø	32VNL 3339
Nystein, Hansås, Skauen	Telemark	Bamle	1712 IV, Kragerø 1712 I, Langesund	32VNL 3439

### 2.4.2 Forurensningskilder og vannkvalitet

Det ble foretatt en befaring til gruveområdene den 6.6.96. Ut fra vår vurdering synes aktiviteten i feltet å ha vært størst ved Meinkjer-Stoltz gruver. Disse gruvene drenerer mot en bekk som fører til Ringsjøen og videre til Grummestadvannet som har avløp til Fossingfjorden. Det er forholdsvis mye avfall i området. Avfallet er imidlertid for en stor del er benyttet til veibygging. Dette har bidratt til å forverre forurensningssituasjonen.

Under befaringen ble det tatt prøve av sig fra veien til Meinkjer ved kartref. 315367 (prøvested 1). Siget er tydelig brunfarget og fører mot et lite tjern som har avrenning mot Haukedalsvannet som har avløp til sjøen og Trosbyfjorden. Siget er ubetydelig i forurensningssammenheng men er tydelig påvirket av forvitring av kismaterialer (tabell 14).

Det ble deretter tatt prøve i bekken nedenfor gruveområdet Meinkjer-Stoltz (prøvested 2). Ved prøvestedet (kartref. 310365) er tilnærmet all overflateavrenning samlet. Vannføringen i bekken ble anslått til ca. 0,5 l/s. pH i bekken var så lav som 4,5 og det ble påvist en nikkelkonsentrasjon på 2,48 mg/l og en kobberkonsentrasjon på 0,72 mg/l (tabell 14). Dersom man benytter en vannføring på 0,5 l/s som årsmiddel, blir årstransporten ca. 40 kg nikkel. Tungmetalltransporten fra Meinkjer-Stoltz gruveområdet må derfor karakteriseres som beskjedne. Vi anbefaler likevel at det foretas en orienterende prøvetaking ved utløpene av Ringsjøen og Grummestadvannet som en kontroll på forurensningstilstanden i resipientene.

Ved Vissestad gruve (kartref. 337391) var mesteparten av den opprinnelige bergvelten borte. Det ble tatt prøve av samlet sig fra området (prøvested 3). Vannkvaliteten er tydelig påvirket av avrenning fra gruveavfallet som er igjen, men tungmetallkonsentrasjonene er relativt lave (tabell 14). Vannføringen var også beskjedne. Siget fører mot bekken fra Skogstadvannet som fører til Nysteintjern og videre mot Åbyelva og Åbyfjorden.

Ved Nystein og Hansås gruver var situasjonen den samme som ved Vissestad ved at mesteparten av en større tipp var fjernet og sannsynligvis benyttet som fyllmasser i årenes løp. Noe forurenset sig fra området kan fortsatt observeres. Et samlet sig fra tippområdet som går mot Nysteintjern ble prøvetatt

(prøvested 4, tabell 14). Vannkvaliteten var omtrent den samme som ved Vissestad med en nikkelskonsentrasjon på 0,83 mg/l. Vannføringen var meget beskjeden slik at forurensningstransporten av den grunn også er beskjeden. Vi anbefaler likevel at det tas en oppfølgende prøve for kontroll av vannkvaliteten i Nysteintjern eller Åbyelva.

Prøvetakingsstasjoner for feltundersøkelsene ved Bamle nikkelfelt :

1. Sig fra vei ved Meinkjer. Sig mot tjern ved Øygården.
2. Bekk. Samlet sig fra Meinkjer
3. Vissestad, sig fra tippområde
4. Nystein/Hansås, sig fra tippområde

**Tabell 14.** Analyseresultater. Prøvetaking i gruveområdene ved Bamle nikkelfelt.

Prøvested	Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l
1	6.06.96	6.32	11.4	21.9	12.0	1.36	2.05	<0.01	<0.005	<0.05	<0.005	0.07	0.07
2	6.06.96	4.55	20.5	75.7	10.1	5.53	0.46	0.72	0.04	<0.05	<0.005	0.29	2.48
3	6.06.96	6.29	10.4	21.6	7.47	2.16	0.29	0.12	<0.005	<0.05	<0.005	0.08	0.76
4	6.06.96	7.07	20.1	57.8	18.8	3.28	0.73	0.06	<0.005	<0.05	<0.005	0.10	0.83

## 2.5 Bøylestad kobberverk

### 2.5.1 Lokalisering og virksomhet

Bøylestad kobberverk ligger i Froland kommune. Det daværende Bøylestad Kobberværk ble etablert i 1866, men driften ble kortvarig idet verket ble nedlagt allerede i 1885. Verket drev to gruver, Bøylestad gruve og Skytmyr gruve. Verket hadde også smeltehytte som var lokalisert ved Bøylestad gruve.

**Tabell 15.** Geografiske data om beliggenheten til Bøylestad kobberverk. Karthensvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Bøylestad gruve	Aust-Agder	Froland	1612 III, Nelaug	32VMK 8292
Skytmyr gruve	Aust-Agder	Froland	1612 III, Nelaug	32VMK 8290

Bøylestad gruve (kartref. 829927) drenerer til Nidelva like nedenfor Bøylestad. Skytmyr gruve (kartref. 823906) drenerer til Solheimsvannet som har avløp til Nidelva.

### 2.5.2 Forurensningskilder og vannkvalitet

NIVA har tidligere foretatt befaring til gruveområdet i 1992 (Iversen, 1994). Det ble da tatt prøver av drenevann fra forskjellige kilder. Ved Bøylestad gruve er det veltemmassene som er viktigste forurensningskilde. Selve gruva er delvis et dagbrudd og delvis en underjordsgruve. I perioder med nedbør er det mulig å prøveta overflateavrenning. Mesteparten av avrenningen fra området går gjennom grunnen ned til Nidelva. Under befaringen den 7.6.96 ble det tatt prøve av Nidelva et stykke nedenfor tilførselene fra gruveområdet (ved kartref. 826925) for kontroll av tungmetallnivå (se tabell 16). På prøvetakingstidspunktet var det meget tørt og det var ingen synlige overflatesig i gruveområdet.

Skytmyr gruve er en underjordsgruve som idag er helt vannfylt. Gruva er drevet ned til en dybde av 167 m. Det er ikke noe synlig overløp fra den vannfylte gruva. Opprinnelig var det en større tipp utenfor gruveåpningene, med mye av avfallet er sannsynligvis benyttet som fyllmasser i veien gjennom området. Avrenning fra vei og gjenværende veltemmasser går til Solheimsvannet. I strandkanten ved gruveområdet kan også observeres noe avgang fra en vaskeprosess som ble benyttet. Avløpet fra Solheimsvannet går videre til Horvedalstjern som igjen har avløp til Nidelva ved Horvenes. Ved befaringen den 7.6.97 ble det tatt prøve av utløpet av Solheimsvannet ved kryssing under skogsbilvei (kartref. 823891) for kontroll av tungmetallnivå (se tabell 16).

**Tabell 16.** Analyseresultater for prøvetaking ved Bøylestad kobberverk den 7.6.96.

Prøvested	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Mn µg/l	As µg/l
Nidelva	5,36	1,76	2,9	0,97	0,22	0,8	6,4	0,09	0,34	0,7	15,5	0,3
Solheimsv.	5,94	3,85	6,1	2,28	0,65	12,8	35,8	0,20	0,45	1,7	13,2	0,3

Resultatene tyder ikke på at avrenningen fra Bøylestad gruve har noen vesentlig betydning for forholdene i Nidelva. Det er mulig at det kan spores et forhøyet sinknivå nedstrøms gruveområdet som eventuelt kan kartlegges nærmere ved fornyet prøvetaking under andre nedbørforhold.

Solheimsvannet er merkbart påvirket av tilførselene fra Skytmyr gruve ved forhøye verdier for spesielt kobber og sink. Kobbernivået er imidlertid ikke høyere enn at vannkvaliteten kan gi grunnlag for å opprettholde en fiskebestand. Forurensningstilstanden kan eventuelt kartlegges nærmere ved biologiske undersøkelser av fiskebestand og næringsdyr for fisk.





**Figur 13.** Velter ved Bøylestad gruve



**Figur 14.** Velter ved Skytmyr gruve.

## 2.6 Knaben Molybdengruver

### 2.6.1 Lokalisering og virksomhet

Molybdenforekomstene i Knabeheia har vært kjent siden slutten av 1700-årene (Christensen, 1957). Drift etter primitive metoder ved en rekke mindre forekomster pågikk i perioder fram til 1885 da Knaben I ble skjerpet og satt i drift. Noen rasjonell drift ved Knaben I kom ikke igang før i 1912. Driften ved Knaben I opphørte i 1917. Knaben II har vært av størst betydning når det gjelder produksjon og har vært feltets hovedgruve. Knaben II ble skjerpet i 1890 og driften igangsatt i 1918. Regelmessig drift kom igang i 1923 og driften var igang med mindre avbrudd fram til nedleggelsen i 1970. I alt er tatt ut ca. 8 mill. tonn råmalm i feltet. Gruvefeltet ligger i sin helhet i Kvinesdal kommune (tabell 17).

**Tabell 17.** Geografiske data om beliggenheten til Knaben molybdengruver. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Knaben I	Vest-Agder	Kvinesdal	1412 III, Fjotland	32VLL 8807
Knaben II	Vest-Agder	Kvinesdal	1412 III, Fjotland	32VLL 8803

### 2.6.2 Forurensningskilder og vannkvalitet

De miljøundersøkelser som er gjort tidligere har vært konsentrert om hovedgruva Knaben II, deponiet ved Knabetjern og vassdraget nedenfor ned til sjøen og Fedafjorden. Selve gruva Knaben II er delvis dagbrudd og underjordsgruve. Gruva er vannfylt og vannstanden er synlig i dagbruddet. Overløpet går gjennom en sprekkzone og videre til en bekk gjennom deponiområdet til Store Knabetjern. Det opprinnelige Lille Knabetjern er gjenfylt med avgangsmassene som også fyller opp deler av Store Knabetjern. Da oppredningsverket var i drift, var det en betydelig transport av avgangspartikler til vassdraget nedenfor. Idag kan en observere at avgangen danner banker i roligere elvepartier helt ned til sjøen. Store deler av deponiet oppe i Knaben er deponert over grunnvannsspeilet. Det pågår fortsatt en transport av avgangsslam ned til Store Knabetjern som også trolig vil bli gjenfylt med tiden dersom ikke tiltak mot slamflukt iverksettes. Transport av avgangspartikler til vassdraget nedenfor kan virke negativt på fiskebestanden i vassdraget ved at gyteområder blir ødelagt (Kroglund *et al*, 1993).

NIVA har tidligere prøvetatt vannkvaliteten i dagbruddet (Iversen og Arnesen, 1990). Viktigste tungmetall var molybden som ble påvist i en konsentrasjon på 1,7 mg/l. De øvrige tungmetallkonsentrasjoner som ble påvist var relativt beskjedne. pH-verdien var også forholdsvis høy (7,2).

Det er imidlertid avgangsdeponiet som er av størst betydning i forurensningssammenheng. Deponiet inneholder ca. 8 mill. tonn avfall. Store deler av deponiet er utsatt for forvitring ved at det ligger over grunnvannsspeilet. NIVA har prøvetatt overløpet av dammen ved utløpet av Store Knabetjern ved noen anledninger for kontroll av tungmetallnivå. Ved prøvetakingene i 1992 og 1996 er tungmetallanalysene utført v.h.a. ICP-MS teknikk. Et utvalg av viktigste tungmetaller er gjengitt i tabell 18. En ser at vannkvaliteten er merkbart påvirket av tungmetalltilførsler fra avgangen. Nivåene er likevel relativt beskjedne tatt i betraktning de store mengder avgang som er deponert. Dette har delvis sammenheng med at tungmetallinnholdet i den opprinnelige malm var lavt.

NIVA har foretatt en resipientundersøkelse av hele Kvina-vassdraget i 1990-91 (Kroglund *et al*, 1993). Tungmetallkonsentrasjonene nedover i vassdraget som ble påvist i denne undersøkelsen er imidlertid noe usikre da metoden som ble benyttet ikke gir resultater av samme kvalitet som i tabell 18. Vannkvaliteten i nedre del av Kvina overvåkes for tiden innenfor PARCOM-prosjektet som SFT er oppdragsgiver for (Holtan *et al* 1997). I tabell 19 er gjengitt tungmetallanalysene som er utført i

perioden 1992-96 for prøvetakingsstasjonen som er lokalisert nederst i vassdraget. Tungmetallanalysene er utført v.h.a. ICPMS. Tabellen viser lave tungmetallkonsentrasjoner. Det er vanskelig å si noe om betydningen av de avgangsmasser som er deponert i vassdraget uten å foreta nye undersøkelser ved stasjoner nedover vassdraget der en benytter moderne analyseteknikk for tungmetallanalyse.

**Tabell 18.** Analyseresultater. Utløp Store Knabetjern.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mo µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l
20.10.89	5.76	2.68	6.4	2.03	0.21	208	14.9	20.0	1.0		24.6			
13.10.92	5.75	3.03	6.0	3.07	0.24		15.5	14.7	0.97	0.20	43.0	83.0	1.3	0.47
08.05.96	5.37	2.02	3.2	1.24	0.19	186	11.2	10.5	0.91	0.11	13.2	48.9	0.7	0.20

**Tabell 19.** Analyseresultater. Kvina ved utløpet i Fedafjorden (fra PARCOM-prosjektet)

Dato	Mo µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Ni µg/l
15.10.92	0.10	0.4	6.7	0.69	0.060	
15.10.93	0.11	0.2	6.6	0.86	0.010	
15.10.94		0.2	6.6	0.86	0.010	
10.12.96	0.11	0.5	10.3	0.68	0.022	0.3

**Figur 15.** Avgangsdeponiet nedenfor Knaben II.



## 2.7 Espeland gruve

Espeland gruve eller Ettetdalsgruva er en forekomst som inneholder bly, sink og sølv. Det var forsøksdrift på forekomsten i perioden 1882-92 (Helland, 1904). Det er anslått at det er tatt ut ca. 1000 m<sup>3</sup> råmalm. Gruva ligger i Vegårdshei kommune og området drenerer til en bekk som fører til Songedalselva som fører til Ubergsvann (tabell 20).

**Tabell 20.** Geografiske data om beliggenheten til Espeland gruve. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Espeland	Aust-Agder	Vegårdshei	1612 III, Nelaug	32VML 8709

Selve gruva er gjenfylt ved at den nåværende vei går over gruva, men en del avfall fra oppredningen ligger fortsatt igjen i veikanten. Avfallet er sterkt forvitret. NIVA har tidligere tatt prøve av bekken nedenfor gruveområdet (Iversen, 1994). Det ble da bl.a. påvist at bekken inneholdt relativt mye bly. Dette var bakgrunnen for en ny befaring til området som ble foretatt den 7.6.96. Under denne befaringen ble det tatt prøve av bekken ved samme sted som i 1992 (kartref. 877096). I tillegg ble også bekken prøvetatt lenger ned ved bru ved Fosse ( st.2) etter at den er en del fortynnet (kartref. 878086). Ved denne stasjonen ble det observert at det lå en plastslange for vannuttak fra bekken. Ved befaringen den 7.6.96 var vannføringen i bekken liten (se figur 16) da det hadde vært lite nedbør i perioden forut.



**Figur 16.** Sig fra avfall ved Espeland gruve (bildet er tatt ved prøvetakingsstedet, st.1).

**Tabell 21.** Analyseresultater. Prøver tatt ved Espeland gruve, Vegårdshei kommune.

<b>Prøvested</b>	<b>pH</b>	<b>Kond mS/m</b>	<b>SO<sub>4</sub> mg/l</b>	<b>Ca mg/l</b>	<b>Mg mg/l</b>	<b>Cu µg/l</b>	<b>Zn µg/l</b>	<b>Cd µg/l</b>	<b>Pb µg/l</b>	<b>As µg/l</b>
St.1 13.10.92	5,46	3,41	5,0	2,28	0,38	2,5	454	2,3	151	0,3
St.1 07.06.96	5,55	2,59	4,6	1,77	0,28	2,7	536	2,0	23,5	0,7
St.2 07.06.96	5,68	3,32	7,2	2,15	0,43	2,2	200	1,7	79,3	0,3

Blykonsentrasjonene som ble påvist i 1996, var noe lavere enn i 1992. Da det fortsatt vurderes som betenkelig at bekken benyttes som vannkilde, ble Vegårdshei kommune varslet i brev fra SFT. Det vurderes som forholdsvis enkelt å fjerne avfallet og sørge for en tilfredsstillende deponering.

## 2.8 Raudfjellet kisgruver

### 2.8.1 Lokalisering og virksomhet

Gruveområdet under Raudfjellet ved Store Raudvatnet i Rana kommune (tabell 22).

**Tabell 22.** Geografiske data om beliggenheten til Raudfjellet kisgruver. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Raudfjellet	Nordland	Rana	2027 IV Storforshei	33WVP 7652

Gruveområdet drenerer til et bekk som fører inn i Tverråga i utløpsosen nedenfor Storaven nedenfor Store Raudvatnet.

Undersøkelsene ved forekomsten startet i 1909 og undersøkelsesdrift av selskapet A/S Rødfjellet Kisgruber ble satt igang i 1910. Produksjonsdriften i Mossgruven startet i 1911. Elektrokjemisk A/S overtok aksjemajoriteten i 1915 og drev gruva fram til nedleggelsen i 1919. I alt ble produsert ca. 53000 tonn eksportkis av en meget ren kvalitet (Coldevin). Kisen ble fraktet til Mo for utskipning.

### 2.8.2 Forurensningskilder og vannkvalitet

I selve gruveområdet er det forholdsvis lite avfall deponert. Gruveåpningene er gjenfylt med avfall. Utenfor gruveåpningene ligger fortsatt noe avfall fra driften. Avfallet er tildels sterkt forvitret. Sigevannet fra området fører til en bekk som løper inn i et myrområde før den løper inn i Tverråga. Bekkefaret er synlig påvirket av avrenningen. Det er også benyttet noe gruveavfall i veien opp til området der det idag er et hytteområde. NIVA har foretatt befaring til området tidligere og prøvetatt gruvebekken (Iversen, 1990). Det ble foretatt ny befaring den 25.06.96 for å kartlegge vannkvaliteten i Tverråga etter innblanding av gruvebekken. Det ble også tatt ny prøve av gruvebekken. Resultater for begge prøvetakinger i gruvebekken er samlet i tabell 23, mens resultatene for Tverråga er samlet i tabell 24.

**Tabell 23.** Analyseresultater. Prøver av bekk fra Raudfjellet kisgruve like nedenfor gruveområdet.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l
12.07.90	3.47	26.62					11.7	0.24	0.11	<0,01
26.06.96	3.94	10.3	21.6	1.65	0.86	0.51	5.1	0.12	0.06	<0,005

**Tabell 24.** Analyseresultater. Tverråga ved Kvannlia.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	As µg/l
26.06.96	6.85	3.09	3.1	51	1.8	1.5	0.09	0.06	3.9	0.5	0.2

Vannkvaliteten i gruvebekken er sterkt påvirket av tilførslene fra gruveområdet. pH ligger i området 3,5 til 4. Innholdet av kobber og sink er forholdsvis lavt noe som er i samsvar med at malmen var fattig på andre kismineraler enn svovelkis. Vannkvaliteten i Tverråga synes ikke å være merkbart påvirket av tilførslene fra gruveområdet.

## 2.9 Malmhaug kisgruve

Malmhaug kisgruve ligger i Rana kommune i Plurdalen (kartref. 787570) og all avrenning fra området drenerer til Plura som er sideelv til Ranaelva (se tabell 25).

**Tabell 25.** Geografiske data om beliggenheten til Malmhaug kisgruve. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Malmhaug	Nordland	Rana	2027 IV Storforshei	33WVP 7857

Gruva ble drevet som appendiks til Båsmo gruve av Norske Svovlkisgruber A/S. Etter undersøkelser i årene 1916-23 var det kortvarig drift i perioden høsten 1936 til våren 1937.

Det ligger idag en tipp utenfor gruveåpningen. Tippen produserer en del sur avrenning. Likeledes renner det noe surt gruvevann ut av grunnstollen. NIVA har prøvetatt sigevann fra gruva i 1990. Den 25.6.96 ble det foretatt ny befaring til området da det også ble tatt prøve av Plura for kontroll av vannkvalitet etter innblanding av sigene fra gruveområdet (kartref. 768586). Analyseresultatene for prøver som er tatt ved NIVA's befaringer er samlet i tabell 26.

**Tabell 26.** Analyseresultater. Gruvevann fra Malmhaug kisgruve ved passering over tipp.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l
12.07.90	3.43	71.21					17.2	0.04	0.92	<0.01
26.06.96	3.02	92.6	323	54	14.3	3.54	48.8	0.17	1.28	<0.005

**Tabell 27.** Analyseresultater. Plura ved veibru etter innblanding av bekk fra Malmhaug.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	As µg/l
26.06.96	7.41	5.34	2.2	61	0.8	1.0	0.04	<0.01	1.7	1.0	<0.1

Sigevannet fra gruveområdet er sterkt forurenset. Tungmetallanalysene viser imidlertid at drens vannet er forholdsvis lite belastet med andre tungmetaller enn jern. Dette har sin årsak i at kisen i forekomsten var meget ren og var nesten fri for bl.a. kobber.

Tilførselene fra gruveområdet synes ikke å ha noen merkbar påvirkningen på vannkvaliteten i Plura.

## 2.10 Fossgruva

Fossgruva ligger i Os kommune i Vangrøftas nedbørfelt (se tabell 28). Vangrøfta er sideelv til Glåma. Gruva er en underjordsgruve som ble drevet i årene 1907-20 på en kobberholdig svovelkis. Råmalmproduksjonen er anslått til ca. 20.000 tonn.

I gruveområdet ligger fortsatt en del kisholdige veltemasser som er spredt over et forholdsvis stort område. Avfallet produserer betydelig sur avrenning som hovedsaklig sprer seg gjennom grunnen ned mot en bekk som løper inn i Vangrøfta ca. 500 m ovenfor brua ved Vangsvollen. Gruvesjakten ble gjenfylt med gruveavfall i 1980-årene som et sikringstiltak. I underkant av gruveområdet og i nærheten av bekken er det drevet inn en ny stoll. Utenfor stollen ligger en tippmasser fra stollutdrivningen. Massene inneholder lite kismineraler. Ved befaringen den 15.10.96 ble det ikke påvist noe forurenset vann av betydning ved utløpet av stollen.

**Tabell 28.** Geografiske data om beliggenheten til Fossgruva. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Fossgruva	Hedmark	Os	1620 II Dalsbygda	32 VNQ 0038

Avfallet som ligger igjen på overflaten oppe i øvre gruveområde, er største forureningskilde. Bekken som mottar denne avrenningen, drener stort sett hele gruveområdet og prøvetakingspunktet som er valgt (se tabell 29) er representativt for tilnærmet samlet avrenning fra området. En liten del av øvre gruveområde drenerer også mot Grubekken. Bekken har sannsynligvis alltid vært noe tungmetallpåvirket ved at den mottar metallholdig avrenning fra berggrunnen der malmen har sitt utgående. Noe skjerpning i dette området kan også være årsak til tungmetallavrenning.

Under befaringen den 15.10.96 ble det tatt prøver av den mest forurensete bekk fra Fossgruva (tabell 29), Grubekken (tabell 30) og av sig fra avfall i øvre gruveområde (tabell 31). I tabell 29 er også samlet resultater fra tidligere prøvetakinger i denne bekken.

Sigevannet fra gruveavfallet er sterkt surt og har et betydelig metallinnhold. Resultatene tyder på at avfallet i området hovedsaklig består av en forholdsvis ren svovelkis da konsentrasjonene av kobber og sink er relativt lave i forhold til jern- og sulfatkonsentrasjonen. Vannføringen i den mest forurensete bekken ble anslått til ca. 5 l/s ved prøvetakingen den 15.10.96. Med en kobberkonsentrasjon på 0,5 mg/l vil årstranstransporten av kobber utgjøre mindre enn 100 kg dersom en legger en middelvannføring på 5 l/s til grunn. De resultatene som foreligger for vannkvaliteten i bekken, tyder på at kobbertransporten, som er av størst betydning i forureningsssammenheng, er relativt beskjeden slik at den neppe har noen betydning for vannkvaliteten i Vangrøfta. Lokale effekter i området der bekken fra gruveområdet blander seg inn kan trolig påvises, men er ikke vurdert i denne undersøkelsen. NIVA har imidlertid tatt en stikkprøve for kontroll av tungmetallnivå i Vangrøfta ved en tidligere anledningen. Prøven er tatt ved riksvei 30 og hvor tilførsler fra øvrige gruver i nedbørfeltet er innblandet. Resultatene som er samlet i tabell 32 viser at tungmetallkonsentrasjonene i Vangrøfta er meget lave.

Resultatene i tabell 30 viser at Grubekken også er tungmetallbelastet, men i mindre grad enn den andre bekken. Grubekken er uegnet som kilde for drikkevann.

**Tabell 29.** Analyseresultater. Bekk fra Fossgruva ved kartref. 007391.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Si mg/l
17.07.79	4.88	10.2	40				1.50	0.48	0.35	0.8	1.6				
03.07.80	4.41	10.7	38				2.11	0.46	0.35	1.1	1.9				
13.07.81	4.59	9.7	38				1.40	0.41	0.29	0.5	1.6				
09.09.81	5.15	13.1	52				0.86	0.40	0.32	1.1	1.3				
06.10.83	3.49	29.2	80				10.5	0.89	0.70						
15.10.96	4.33	12.9	46	8.4	2.63	2.22	2.78	0.49	0.22	<50	<5	200	30	10	2.34

**Tabell 30.** Analyseresultater. Grubbekken, Fossgruva ved kartref. 013390.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Si mg/l
15.10.96	6.52	8.62	27.6	11.5	1.44	1.24	0.28	0.16	0.06	<50	<5	140	20	10	1.61

**Tabell 31.** Analyseresultater. Sig fra avfall i øvre gruveområde ved kartref. 008385.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
15.10.96	2.18	608	5922	172	106	110	1710	70	30.1	<50	86	8.38	1.11	1.3	44.6

**Tabell 32.** Analyseresultater. Vangrøfta ved riksvei 30. Prøve tatt 21.09.95.

pH	Kond mS/m	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	V µg/l	As µg/l
7.65	10.79	0.4	0.8	<0.01	0.05	7.2	0.9	<0.1	<0.2	<0.1

## 2.11 Oscar II

Oscar II gruve eller Mosenggruva er drevet på en kobberholdig svovelkis i perioden 1889 til 1916. Gruva ble åpnet første gang i 1882 og det var størst aktivitet i årene 1889-91. Gruva ligger i Os kommune (tabell 33) og drenerer til en mindre bekk som fører til Vangrøfta ved Henningsmoen.

**Tabell 33.** Geografiske data om beliggenheten til Oscar II gruve. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Oscar II	Hedmark	Os	1619 I Tynset 1620 II Dalsbygda	32 VPQ 0930

En anslår at råmalproduksjonen har vært ca. 10.000 tonn. I området ligger igjen en del avfall som forvitrer sterkt. Drensvannet blir delvis tatt opp i grunnen før det når et lite bekkefar som fører til en bekk som igjen løper inn i Vangrøfta. Det er bare i perioder med mye nedbør og snøsmelting at det er noen synlig overflateavrenning som når fram til innløpsbekken til Vangrøfta. I tørre perioder kan en følge det tørrlagte bekkefare med okerutfelling opp til gruveområdet. NIVA har tidligere prøvetatt bekken fra gruveområdet (Iversen, 1990). Ved befaringen den 15.10.96 var bekken tørr. Det ble derfor tatt prøver av sigevann nedenfor nederste tipp.

**Tabell 34.** Analyseresultater. Samlet drensvann fra Oscar II gruve.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
15.10.96	2.67	327	2240	174	124	121	202	63.0	12.8	<0.05	0.01	5.7	0.34	0.46	43.1

Av tabellen ser en at avfallet er sterkt syreproduserende. I forhold til avfallet ved Fossgruva synes dette avfallet å være mer rikt på kobber idet kobberkonsentrasjonen er forholdsvis høy i forhold til jernkonsentrasjonen. Gruveområdet ligger høyt i et lite nedbørfelt. Vannføringen i bekken fra området er av den grunn liten. Selv om sigevannet er kraftig forurenset, blir likevel tungmetalltransporten fra området til Vangrøfta forholdsvis beskjeden. En må også regne med at vesentlige deler av avrenningen holdes igjen i løsmassene i grunnen nedover mot Vangrøfta. Avrenningen fra området vurderes som for beskjeden til å ha noen betydning for vannkvaliteten i Vangrøfta.

## 2.12 Fredrik IV

Fredrik IV gruve eller Vangrøftgruva ligger i Os kommune på toppen av Gruvåsen (se tabell 35). Gruveområdet drenerer nordover mot Storflotjørna som har avløp til Blæstertjørna og videre til Vangrøfta.

**Tabell 35.** Geografiske data om beliggenheten til Fredrik IV gruve. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Fredrik IV	Hedmark	Os	1620 II Dalsbygda	32 VPQ 0434

Kobberforekomsten ble oppdaget i 1707 og den første driften under Røros Kobberverk foregikk fram til 1727. Malmen ble kjørt til Tolga hytte for smelting. Senere var det drift i 1890-91 av Os-Hommelvig's Kobberverk. Siste driftperiode var i 1907-08 av Røros Kobberverk. Hovedsynken er drevet ned



til 123 m. Gruva er vannfylt men noe overløpsvann kunne ikke observeres under befaringen til området som ble foretatt 15.10.96. Utenfor gruveåpningene er også deponert en del gråberg i tipper. Gråbergstippene syntes å være fattige på kismineraler og noen forurensende sig var ikke synlig.



Figur 17. Velter ved Fredrik IV gruve.

## 2.13 Vingelen

Gruvene i Vingelen ligger i Tolga kommune under Kletten (se tabell 36). Gruveområdet drenerer mot Stormyra og Stormyrbekken som fører videre til Glåma. Området består av flere mindre gruver som har vært i drift i årene 1800-50 og 1914-20. Aktiviteten har sannsynligvis vært størst i siste driftsperiode. Det er anslått at det i alt er tatt ut ca. 30.000 tonn råmalm fra gruvene.

Tabell 36. Geografiske data om beliggenheten til Vingelen gruver. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Vingelen	Hedmark	Tolga	1619 I Tynset	32 VPQ 9624-25

Det ble foretatt en befaring til området den 15.10.96. Det ble da kun foretatt vurdering av den antatt største gruva (kartref. 968248). Denne gruva er en underjordsgruve. Det var under befaringen ikke noe synlig gruvevann som kom ut av gruva. Utenfor stollen er deponert en større tipp som er sterkt forvitret og som fortsatt produserer surt, metallholdig sigevann. Vegetasjonen nedenfor er avsvidd, med siget synes å forsvinne i grunnen nedover mot Stormyra. Det ble ikke observert noe sigevann i overflaten under befaringen. Totalt vurderes forurensningstransporten til vassdraget som meget beskjeden. Eventuelle effekter vil derfor bare være av lokal karakter. Vannkvaliteten i Stormyrbekken bør følges opp i en periode med større utvasking.



## 2.14 Tronslien

Tronslien gruvefelt ligger i Alvdal kommune under Tronfjellet. En mindre forekomst ligger også på den andre siden av Tronfjellet (ved Lille Tron, Tynset kommune) og drenerer til Tysla. Denne forekomsten er ikke vurdert i denne undersøkelsen. Driften i området har pågått før 1875 og i perioden 1881-85. Det anslått at det er tatt ut ca. 20.000 tonn råmalm i området.

**Tabell 37.** Geografiske data om beliggenheten til Tronslien gruver. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Tronslien	Hedmark	Alvdal	1619 III Alvdal	32 VNP 8690
		Tynset	1619 II Tynset	32 VNP 9192

Gruvene ved Trondsvangen er lokalisert i to områder som ligger forholdsvis nær hverandre. Området drenerer til Nordre Tronåna og videre til Storbekken som løper inn i Glåma ved Jordamoen.

I øvre gruveområde ved Gruvvangen (kartref. 860910) er tippene delvis dekket av vegetasjon på overflaten og det var intet gruvevann synlig ved befaringen som ble gjennomført den 14.10.96. Det var heller ingen synlig skade på vegetasjonen nedenfor tippene. I nedre gruveområde (St. Knuts gruve) er gruvne vannfylte. Det ble ikke observert noe synlig overløp under befaringen. Tippene er trolig rikere på kisminerale enn i øvre område siden grunnen nedenfor tippene er svartbrent av det sure drens vannet. Sigene er samlet i en drengrøft som er anlagt og som fører til Nordre Tronåna.



**Figur 18.** Velter ved St. Knuts gruve, Tronslien.

Under befaringen ble det tatt prøve i drenggrøfta ca. 100 m nedenfor tippene ved St. Knuts gruve. Videre ble det tatt prøve av Storbekken der den krysser under veien til Auma (kartref. 848896). Analyseresultatene er samlet i tabell 38. Utvasking av forvittringsprodukter varierer strekt med nedbørforholdene. Da befaringen ble foretatt, var det meget tørt og i drenggrøften som samler opp sigene var vannet nesten stillestående. Utfellinger i drenggrøfta tyder på vesentlig større transport fra området i perioder med mye regn eller snøsmelting. Transporten av forvittringsprodukter fra området vurderes likevel som beskjedne sett på årsbasis. Det ble ikke påvist noen effekter på vannkvaliteten i Storbekken.

**Tabell 38.** Analyseresultater. Prøver tatt ved Tronslien gruve 14.10.96.

Stasjon	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	As µg/l
Samlet sig	5,88	41,6	189	58,0	8,40	1,61	10	7690	4240	20	670	140	110	-
Storbekken	7,44	5,30	3,3	7,32	1,49	-	-	1,2	0,7	<0,01	<1	0,3	<0,1	<0,1

## 2.15 Rødalsgruva

Rødalsgruva ligger i Folldal kommune under Gruvkletten på nordsiden. Gruveområdet drenerer til to bekker som begge fører til Marsjøåa som er sideelv til Einunna. Einunna er regulert med overføring til Savalen.

**Tabell 39.** Geografiske data om beliggenheten til Rødalsgruva. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Rødalen	Hedmark	Folldal	1619 IV Kvikneskogen	32 VNQ 6806

Rødalsgruva ble drevet av Folldal Verk i perioden 1911-15. Gruva er et dagbrudd. Utenfor bruddet ligger fortsatt en del veltemasser med et relativt stort innhold av kismaterialer. Bruddet ble igjenfylt med veltemateriale som et sikringstiltak i 1983. Denne operasjonen medførte et støtutslipp av forurenset gruvevann fra bruddet med følge av fiskedød i Marsjøåa. NIVA har prøvetatt det mest forurensete sigevannet tidligere (Iversen og Arnesen, 1990). Denne prøvetakingen viste at sigevannet inneholdt relativt store konsentrasjoner av kobber. Under befaringen til området den 14.10.96 ble det tatt prøver av begge bekkene fra området og av Marsjøåa som en kontroll på mulige effekter i resipienten. Analyseresultatene er samlet i tabell 40.

**Tabell 40.** Analyseresultater. Prøver tatt ved Rødalsgruva 14.10.96.

Stasjon	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	As µg/l
Gruvebekken	4.64	14.4	63.2	11.4	3.65	2.24	30	1370	180	<50	<5	230	40	20	
Bekk	6.82	5.33	10.1	6.84	1.23	0.02	40	50	30	<50	<5	20	<10	<5	
Marsjøåa	7.05	4.16	4.8	5.18	1.02			2.6	1.1	0.05	<0.01	8.9	2.8	<0.1	<0.1

Prøven av Gruvebekken er tatt ved Einabusetra like før bekken løper inn i bekken fra Ulvdalen (kartref. 686074). Det er også noe avrenning fra tippene som fører til et myrområde ved Marsjøåa og videre til en liten bekk som krysser under seterveien til Einabusetra. Prøve av bekken er tatt ved kartreferanse 691071. Prøven av Marsjøåa er tatt ved veibru like før elva løper inn i Einunna.

Prøven av Gruvebekken viser som tidligere at sigevannet fra Rødalsgruva er spesielt rikt på kobber. Mesteparten av avrenningen går mot Gruvebekken. Tilførslene fra Rødalsgruva er for beskjedne til å ha noen effekt på vannkvaliteten i Marsjøåa. I dagene før prøvetakingen var det kommet en del våt snø på tippene og som antatt førte til en viss utvasking fra gruveområdet.

## 2.16 Lovise Hytte

Lovise Hytte ligger ved Hyttemoen ved nedre delen av Sølna like før den munner ut i Folla. Det har vært smeltehytte på området siden 1650. Den første driften under "Det Elvedalske Verk" opphørte i 1680-årene. Lovise Hytte ble anlagt i 1748. Smeltehytta tok imot kobbermalm fra flere gruver som Rødalen, Tron, Baugsberget, Vingelen og fra Røros. Hytta ble sist drevet av Røros Kobberverk i perioden 1826 til 1879. Hytta tok kraft fra en foss like ovenfor området. På området er deponert en del slagg langs etter Sølna. Langs elvebredden var tidligere en tømmerforbygning som ble ødelagt av stormflommen i 1995. Det planlegges å restaurere denne i 1998. I den anledning ble det foretatt en befaring til området med prøvetaking i Sølna før og etter smeltehytteområdet. Befaringen ble foretatt den 4.11.97. Analyseresultatene er samlet i tabell 42.

**Tabell 41.** Geografiske data om beliggenheten til Lovise Hytte. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Lovise hytte	Hedmark	Alvdal	1619 II Alvdal	32 VNP 8188

**Tabell 42.** Analyseresultater. Prøver tatt i Sølna 4.11.97.

	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	As µg/l
Sølna ved dam	6,73	2,23	2,1	2,66	0,39	0,7	0,6	0,03	<0,01	6,3	0,2	<0,1	<0,1
Sølna nedenfor området	6,91	2,23	2,1	2,85	0,39	0,7	1,9	<0,02	<0,01	6,3	<0,2	<0,1	<0,1

Resultatene tyder ikke på at tilførslene fra hytteplassen påvirker vannkvaliteten i Sølna i nevneverdig grad. Det kan påvises en økning i sinkverdien nedenfor området, men økningen er ikke større enn at forholdet kan ha andre årsaker enn tilførsler fra hytteområdet. Det var imidlertid kaldt med frost i grunnen da prøvene ble tatt. Vannkvaliteten i Sølna bør eventuelt følges opp under andre nedbør- og klimaforhold.

## 2.17 Grimsdalsgruva

Gruvene i Grimsdalen ligger i Dovre og Folldal kommuner. Gruvene ligger på linje i 1000 meters høyde på begge sider av en fjellrygg som ligger omtrent på kommunegrensa mellom de to kommuner.

**Tabell 43.** Geografiske data om beliggenheten til Grimsdalsgruvene. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Grimsdalen	Oppland Hedmark	Dovre Folldal	1519 II Folldal	32 VNP 4186 og 4286

Gruvene ble drevet av Folldal Verk. Det var noe drift før 1875, i 1920 og i 1950. De fleste gruvene drenerer mot Grimsa. Gruvene på nordsiden av fjellryggen drenerer til Veslgåsåi som løper inn i Gåsåi som er sideelv til Folla. De fleste gruvene er drevet som dagbrudd. Gruvene som drenerer mot Veslgåsåi er underjordsgruver. Utenfor den nordligste gruva (trolig drevet i siste periode) er en liten tipp som er sterkt forvitret. Det var intet synlig sivevann fra gruva eller tippen, men drenevannet sprer seg i grunnen mot Veslgåsåi. I alt er tatt ut ca. 10.000 tonn råmalm i området.

**Tabell 44.** Analyseresultater. Prøver tatt ved Grimsdalsgruvene.

	Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	As µg/l
Grimsa	06.05.92	7.31	6.12	4.0	7.19	0.83	50	0.31	1.1	<0.02	<0.01	0.5	1.5	-
Veslgåsåa	16.10.96	7.57	15.9	14.8	27.1	1.71	-	0.90	17.8	0.07	<0.01	3.2	1.1	0.4



**Figur 19.** Velt ved den nordligste av Grimsdalsgruvene.

I tabell 44 er samlet analyseresultater for prøver som er tatt av Grimsa og av Veslgåsa. Prøven av Grimsa er tatt ved en tidligere anledning og er tatt ved veibrua der riksvei 27 krysser Grimsa. Prøven av Veslgåsa er tatt i i et lite stryk nord for den nordligste av Grimsdalsgruvene ved kartref. 432870. Det er mulig å følge et sig fra gruvene som drenerer mot Grimsa et stykke før alt forsvinner i grunnen. Tungmetalltransporten fra dette området vurderes som meget beskjeden. Prøven som ble tatt av Grimsa tyder ikke på noen tungmetalltilførsler av betydning. Veslgåsa er svakt påvirket av tilførsler fra gruveområdet. Effekten av tilførslene kan spores i sulfat-, kalsium- og sinkverdiene.

## 2.18 Børsjøgrovne

Børsjøgrovne ligger under Store Børsjøg i Tynset kommune ca. 1100-1200 m.o.h. Gruvne ble drevet av Røstvangen gruver i perioden 1913-21. Malmen ble fraktet v.h.a. taubane til gruveområdet ved Midthøg og derfra videre med taubane til oppredningsverket nede ved Allmannryan. Det er ialt tatt ut ca. 50.000 tonn kobberholdig svovelkis fra Børsjøgrovne. Området består av to gruvefelter, Børsjøggruva og Hamndalsgruva. Områdene drenerer til to bekker som begge fører til Gløta.

**Tabell 45.** Geografiske data om beliggenheten til Børsjøgrovne. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Børsjøggruva	Hedmark	Tynset	1619 IV	32 VNQ 6620
Hamndalsgruva	Hedmark	Tynset	Kvikneskogen	32 VNQ 6519 6619

Som en kontroll av mulige tilførsler fra gruveområdet ble det den 10.10.97 tatt en stikkprøve av Gløta ca. 2 km nedenfor Gløtlisetra. Resultatene i tabell 46 viser lave tungmetallkonsentrasjoner. Kobber- og sinkkonsentrasjonene er imidlertid på et nivå som antyder at det kan være tilførsler fra Børsjøgrovne som påvirker vannkvaliteten i Gløta. Forholdet bør kontrolleres ved fornyet prøvetaking av Gløta lenger opp, samt å foreta en befaring til selve gruveområdet med prøvetaking i bekkene fra området.

**Tabell 46.** Analyseresultater. Gløta ved kartref. 729162.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	As µg/l
10.10.97	7.20	5.25	5.6	6.72	0.96	3.9	6.8	<0.02	0.04	2.9	3.8	<0.1

## 2.19 Torsbjørka gruve

Torsbjørka gruve ligger i Meråker kommune og i Meråker gruvefelt. Gruva ble drevet i årene 1750 til 1907. Sivevannet fra gruveområdet fører til Grubekken som løper inn i Torsbjørka like nedenfor gruveområdet. Torsbjørka er sideelv til Stjørdalselva.

**Tabell 47.** Geografiske data om beliggenheten til Torsbjørka gruve. Karthensvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Torsbjørka	Nord-Trøndelag	Meråker	1721 IV Flornes	32 VPR 3226

Gruva er en underjordsgruve drevet på kobberholdig svovelkis. Selve gruveåpningene er igjenfylt. I området er deponert en del forskjellige avfallstyper. Det er foretatt røsting og smelting i området og noe avfall fra denne prosessen ligger igjen. Deler av veltene inneholder forholdsvis mye kismaterialer og produserer betydelig sur avrenning. Under befaringen til området som ble foretatt den 10.10.96, ble det tatt prøver av to sig fra veltene som fører til Grubekken, av selve Grubekken like før den løper inn i Torsbjørka, av Torsbjørka etter innblanding av Grubekken og av Stjørdalselva etter innblanding av Torsbjørka ved Flåen bru. Resultatene er samlet i tabell 48.

**Tabell 48.** Analyseresultater. Prøvetakinger ved Torsbjørka gruve 10.10.96.

Prøve	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
Sig 1	6,80	3,52	6,0	4,08	0,42	0,14	0,26	70	180	<5	<50
Sig 2	2,60	284	1949	86,0	35,3	53,0	429	41700	95000	390	<500
Grubekken	6,00	4,71	12,3	4,45	0,57	0,35	1,34	230	600	<5	<50
Torsbjørka	6,80	2,76	3,0	3,01	0,42	-	0,21	27,0	75,2	0,35	0,12
Stjørdalselva	6,95	3,05	1,9	3,51	0,55	-	0,16	6,2	13,7	0,02	0,15

Sig 1 ble prøvetatt da det ble antatt at eventuelt overløp fra gruva ville ta denne vei. Siget er noe tungmetallpåvirket. De vannmengder som strømmer ut i underkant av tippet kan skyldes inntrengning av vann fra en uforurenset bekk lenger opp. Sig 2 er meget surt og er meget synlig nedenfor tippet. Vannmengdene var på prøvetakingstidspunktet forholdsvis beskjedne, men tippet inneholder betydelige mengder kismaterialer. Grubekken er tydelig påvirket av avrenningen fra gruva, men pH-verdien er likevel såvidt høy som 6,0. Dersom man anslår en vannføring på 100 l/s, blir kobbertransporten ca. 2 kg/døgn eller 700 kg/år dersom vannføringsanslaget er representativt for middelverdien. Anslaget er svært unøyaktig og gir kun informasjon om størrelsesorden. Prøven som er tatt i Torsbjørka viser at elva er tydelig påvirket av tungmetalltilførsler. En konsentrasjon på 27 µg Cu/l ligger i et område hvor en kan forvente skadelige effekter på fisk ved den kalsiumkonsentrasjon som elva har. Også vannkvaliteten i Stjørdalselva er påvirket av tungmetalltilførsler i nedbørfeltet. Forholdene vil bli fulgt opp i et etterfølgende prosjekt.



## 2.20 Malså kobberverk

Malså kobberverk ligger i Verdal kommune. Området drenerer til Malsåa som er sideelv til Helgåa/Verdalselva.

**Tabell 49.** Geografiske data om beliggenheten til Malså kobberverk. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Malså kobberverk	Nord-Trøndelag	Verdal	1722 I Vuku	33 VUL 5689

Gravedriften i feltet var kortvarig og pågikk i årene 1876-82. Driften ble lagt relativt stort opp med bl.a. anlegging av smeltehytte. Det er anslått at råalmproduksjonen var ca. 1000 tonn. Gruva kom egentlig ikke igang med normal produksjon. I området finnes i tillegg til en del velter som forårsaker sur avrenning. Omkring smelteovnen ligger også noe slagg. Gruvene er delvis dagbrudd, delvis underjordsgruver. Avfallet drenerer til to bekker. Den nordre bekken som kommer fra Fiskeløystjern er navngitt med Malsåa på kartet. Den søndre bekken er her for enkelhets skyld kalt Gruvebekken. Begge bekkene samles i ett løp før Malsåa løper inn i utløpet av Vetringen.

Under befaringen den 10.10.96 ble det tatt prøver av begge bekkene nedenfor gruveområdet og av Malsåa der den krysser under veien til området i Sagdalen. Analyseresultatene er samlet i tabell 50.



**Figur 20.** Velter og slagg ved Malså kobberverk.

**Tabell 50.** Analyseresultater. Prøver tatt ved Malså kobberverk 10.10.96.

Prøve	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
Nordre bekk	6,77	3,15	3,2	3,27	0,52	29,2	8,1	230	<0,01	0,15
Søndre bekk	6,28	4,54	10,1	4,29	1,00	179	62	430	0,30	0,19
Malsåa, Sagdalen	6,33	2,42	1,8	2,03	0,43	8,7	5,6	-	0,03	0,19

Resultatene viser at begge bekkene fra området er betydelig påvirket av tilførselene fra området. Vannføringen i den nordre bekken, Malsåa var på prøvetakingstidspunktet vesentlig større enn i Gruvebekken. Transporten fra området fordeler seg derfor forholdsvis jevnt på de to bekkene. En kan også spore tungmetalltilførsler i Malsåa nedenfor Vetringen, men konsentrasjonene er her så lave at noen skadelige effekter neppe kan forventes. Området vil imidlertid bli fulgt opp i en ny undersøkelse.

## 2.21 Gaulstad-Mokk gruveområde

Gaulstad og Mokk gruver ligger i Steinkjer kommune under Gruvfjellet som ligger i Stortjønnfjellet. Området drenerer delvis til Badstubekken som løper inn i Mokkaelva og delvis til Kvernhuselva som også fører til Mokkaelva. Mokkaelva drenerer fram til Ognå. Gaulstad og Mokk gruver ble drevet av forskjellige eiere uavhengig av hverandre. Gruvene hadde hver sin smeltehytte. Mokk gruver hadde sin smeltehytte ved gården Rokt kartref. (459992), mens Gaulstad gruver hadde hytte litt lenger ned i vassdraget ved Hyttfossen. Gaulstad hovedgruve ligger lengst mot nord og drenerer mot Kvernhuselva. Mokk gruver med Kjørergruva drenerer mot Badstubekken.

**Tabell 51.** Geografiske data om beliggenheten til Gaulstad-Mokk gruvefelt. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Gaulstad-Mokk	Nord-Trøndelag	Steinkjer	1722 I Vuku	33 VUL 5996

Gravedriften i feltet har hatt beskjedent omfang og det er lite avfall deponert i området. De avfallstipper som finnes, synes å ha et beskjedent innhold av kisminerale. Under befaringen den 11.10.96 ble det tatt prøve av bekk (G-1) som samler samlet avrenning fra Gaulstad hovedgruve. Bekken fører mot Kvernhuselva. Videre ble det tatt prøve av bekken nedenfor Kjørergruva (M-1) og av Badstubekken ved Mokk gård (M-2). Analyseresultatene er samlet i tabell 52.

**Tabell 52.** Analyseresultater. Prøver fra Gaulstad-Mokk gruveområde tatt 11.10.96.

Prøve mrk.	pH	Kond mSm	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Mn µg/l	Co µg/l
G-1	5,52	3,22	7,8	2,34	0,51	187	61,0	0,39	0,09	1,0	23	4,0
M-1	6,11	2,56	5,1	1,94	0,44	77,8	16,5	0,07	0,08	0,7	13	1,2
M-2	6,97	2,78	1,4	3,30	0,33	4,0	2,7	<0,01	0,10	0,4	4,3	<0,1

Prøvene som er tatt av bekkene nær gruveområdene viser en tydelig påvirkning, spesielt av kobber. Vannføringene er imidlertid beskjedne slik at tungmetalltransporten fra områdene av den grunn også blir beskjeden. Vannkvaliteten i Badstubekken er lite påvirket av tilførselene fra Mokk gruver. Det vil bli foretatt supplerende undersøkelser i området.



## 2.22 Skrattås sinkgruve

Skrattås sinkgruver ligger i Steinkjer kommune. Området drenerer til et lite vassdrag som fører til Fossemvatnet som hører med til Snåsavassdraget. Fossemvatnet har avløp via Reinsvatnet og Byaelva som fører til Beitstadfjorden som er en del av Trondheimsfjorden.

**Tabell 53.** Geografiske data om beliggenheten til Skrattås gruver. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Skrattås	Nord-Trøndelag	Steinkjer	1723 III Steinkjer	32WPS 2507

Gruvedriften pågikk i årene 1889-1906 etter sink. Det er anslått at det er tatt ut ca 10.000 tonn råmalm i området. I området er flere gruver : Bjørnåsen (kartref. 256074), Skrattåsen (kartref. 258077) og Marken (kartref. 267077). Det er bare ved Skrattåsen at det har vært noe drift av betydning. Gruvene i Skrattåsen er delvis dagbrudd og delvis underjordsgruver. Det ligger en del avfall utenfor gruveåpningene som sannsynligvis er viktigste kilde for tungmetallavrenning fra området.

Under befaringen den 11.10.96 ble det tatt prøve av bekken fra området og som mottar samlet avrenning fra gruvene. Prøven ble tatt ved Marka (kartref. 269075). Analyseresultatene er samlet i tabell 54.

**Tabell 54.** Analyseresultater. Prøve av bekk fra gruveområdet tatt 11.10.96 ved Marka.

pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
7,23	8,36	7,1	10,4	0,95	15,0	453	1,6	5,0

Resultatene viser at bekken i det vesentligste er belastet med sink. På prøvetakingstidspunktet var vannføringen i bekken stor. Da vann fra bekken brukes som vannkilde for dyr på beite, bør vannkvaliteten i bekken følges opp med prøvetaking under andre avrenningsforhold. Dette vil bli gjort i et annet prosjekt utført av NIVA.

## 2.23 Gressli gruve

Gressli gruve ligger i Tydal kommune. Området ligger på sørsiden av Nea ved Gresslimoen og har avrenning til Nea via en liten bekk.

**Tabell 55.** Geografiske data om beliggenheten til Gressli gruve. Karthenvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Gressli	Sør-Trøndelag	Tydal	1721 III Tydal	32VPQ 2493

NIVA har tidligere foretatt befarings til området og foretatt vurdering av forurensningssituasjonen (Iversen, 1994). Det ble da funnet at en del av avfallet i gruveområdet inneholdt mye kisminaler. Sigevannet fra en av tippene inneholdt spesielt mye sink og kadmium. Dette var bakgrunnen for at det ble tatt supplerende prøve for kontroll av vannkvaliteten i Nea nedstrøms gruveområdet. Befaringen ble foretatt den 29.08.96. Resultatene i tabell 56 tyder ikke på at tilførselene fra gruveområdet har noen effekt på vannkvaliteten i Nea.

**Tabell 56.** Analyseresultater. Prøve tatt av Nea nedstrøms Gressli gruve 29.08.96.

pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Fe µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Co µg/l
7,13	2,81	1,7	3,41	0,51	0,6	0,4	<0,01	57	0,03	0,4	<0,1



**Figur 21.** Velter ved Gressli gruve.

## 2.24 Høydalsgruva - Svorka

NIVA har i perioden 1994-95 foretatt kartlegging av forurensningstilførslene fra Høydalsgruva (Iversen, 1996). Avrenningen herfra går til en bekk som fører til Svorka. Da en ikke har tungmetallanalyser fra Svorka der en har benyttet moderne metoder, ble det tatt en stikkprøve av nedre del for å kontrollere nivået. Prøven ble tatt den 18.09.96.

**Tabell 57.** Analyseresultater. Svorka nedre del.

pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Co µg/l
7,58	8,88	3,5	13,2	1,03	1,1	1,6	0,01	<0,02	0,5	<0,1

Resultatene i tabell 57 tyder ikke på at tilførslene fra Høydalsgruva har noen betydning for vannkvaliteten i Svorka.

## 2.25 Fløttum gruve - Fora

Fløttum gruve ligger i Fordalen i Midtre Gauldal kommune. Området drenerer til Fora som er sidevassdrag til Gaula.

**Tabell 58.** Geografiske data om beliggenheten til Fløttum gruve. Karthensvisningen gjelder Statens Kartverks serie M711.

Gruveområde	Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Fløttum	Sør-Trøndelag	Midtre Gauldal	1620 I Haltdalen 1620 IV Budal	32VNQ 8775

Området er tidligere vurdert av NIVA (Iversen et al, 1990). Det ble da tatt prøve av dreinsvann fra området og av Sandåa som mottar dreinsvannet og som fører til Fora. For å kontrollere vannkvaliteten i Fora ble det tatt stikkprøve nedenfor tilløp av Sandåa den 18.09.96. Prøven ble tatt ved bru der veien opp Fordalen krysser over elva (kartref. 839802). I tillegg ble også Sandåa prøvetatt der den krysser under veien. Analyseresultatene er samlet i tabell 59.

**Tabell 59.** Analyseresultater. Prøver tatt ved Fløttum gruve i Fordalen 18.09.96.

Prøvested	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Fe µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Mn µg/l
Sandåa	6,95	5,62	10,2	6,60	0,87	40	610	<5	1370	<5	<10	31
Fora	7,30	4,15	3,6	5,77	0,55	0,5	2,6	0,02	-	<0,02	0,8	1,2

Sandåa er som tidligere observert, sterkt påvirket av tilførslene fra gruveområdet. Sink og jern er viktigste tungmetaller. Resultatene for Fora tyder på at tilførslene fra Fløttum gruve er for beskjedne til å ha noen betydning for vannkvaliteten i hovedvassdraget.

### 3. Referanser

- Christensen, Aa, 1957. A/S Knaben Molybdængruber. Bergverkenes Landssammenslutning gjennom 50 år. 1907-1957. Oslo 1957.
- Coldevin, A. Rana Bygdebok. Bd.2. Mo prestegjeld etter 1850.
- Foslie, S., 1925. Syd-Norges Gruber og Malmforekomster. Norges Geologiske Undersøkelse nr. 126. 67 pp.
- Grande, M., Traaen, T, Tjomsland, T, Nygård, J.J., Kristoffersen, T., Arnesen, R.T. og Alsaker Nøstdal, B., 1979. Vannkvalitet og hydrobiologiske forhold i Orklavassdraget. NIVA-rapport. O-75122. L.nr. 1154. 144 pp.
- Halsen, O., 1981. Turer i Drammenstraktene. Drammen Geologiforening. ISBN 82-990769-0-0, 120 pp.
- Helland, A. 1900. Norges land og folk. Topografisk-statistisk beskrevet. VIII Bratsberg Amt.
- Helland, A. 1904. Norges land og folk. Topografisk-statistisk beskrivelse over Nedenes Amt. Første del. 870 s.
- Holtan, G., Berge, D., Holtan, H. og Hopen, T., 1997. Paris Convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1996. Report 715/97. SFT. NIVA-report, O-90001. S.nr.3740-97. 138 pp.
- Iversen, E.R., 1982. Vannforurensninger fra nedlagte gruver i Orklas nedbørfelt. Dragset Verk, Undal Verk, Kvikne Kobberverk. NIVA-rapport, O-80071, L.nr. 1369. 47 pp.
- Iversen, E.R. og Grande, M., 1990. Tiltaksrettede undersøkelser i Verkenselva. NIVA-rapport, O-89235, L.nr. 2415, 27 pp.
- Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., 1990. Vannforurensning fra nedlagte gruver. Del II. NIVA-rapport, O-89106. L.nr. 2363, 51 pp.
- Iversen, E.R. 1990. Vannforurensning fra nedlagte gruver. Del III. NIVA-rapport, O-90138, L.nr. 2531. 20 pp.
- Iversen, E.R., 1994. Vannforurensning fra nedlagte gruver. Del IV. NIVA-rapport, O-92152, L.nr. 3045. 36 pp.
- Iversen, E.R., 1994. Vannforurensning fra nedlagte gruver, øvre Gauldal - Tydal. NIVA-rapport, O-94011, Lnr. 3151. 31 pp.
- Iversen, E.R., 1996. Dragset Verk og Høydalsgruva. Kartlegging av forurensningstilførsler. NIVA-rapport, O-94153. L.nr. 3577-96. 38 pp.
- Johannessen, M. og Iversen, E.R., 1984. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-rapport, O-82068, L.nr. 1621, 68 pp.
- Kroglund, F., Brettum, P. og Lie, M., 1993. Kvinavassdraget - resipientundersøkelser. NIVA-

rapport, O-91161. L.nr. 2853. 45 pp.

Pihl, K., 1976. Konnerudgrubene. Byplankontoret i Drammen, 1976. 28 pp.

Poulsen, A.O., 1964, Norges gruver og malmforekomster, II, Nord Norge. NGU Nr. 204, 101 pp.

Rustad, A.B., 1931. Skogerboken, Herredets historie m.v. Drammen 1931.

## Vedlegg A. Forklaring til analyseprogram

Ved utarbeidelse av analyseprogram for denne undersøkelsen har en valgt å legge mest vekt på de komponenter som betyr mest for forurensningssituasjonen i gruveområdene med bakgrunn i den kjennskap en har til de enkelte gruver og forekomstenes malmsammensetning. Vi vil her gi en kortfattet forklaring til de fysiske/kjemiske symboler som forekommer i tabellene for analyseresultatene.

### Konsentrasjonsangivelser.

Konsentrasjonene i denne rapporten er angitt i mg/l eller µg/l. 1 mg/l = 1000 µg/l.

**pH, Surhetsgrad.** Nøytralt vann har pH 7. Høye pH-verdier viser overskudd av alkali, mens lave pH-verdier viser innhold av syre. Ved forvitring av kismineraler produseres syre (svovelsyre). I primærvannet, d.v.s. i det vannet som står i direkte kontakt med gruveavfallet, kan en i områder der avfallet er sterkt syreproduserende, ofte måle pH-verdier omkring 2,5 eller lavere. Innholdet av basiske bergarter i avfallet bidrar til å redusere de sure prosessene. Innholdet av sulfidmineraler og type mineraler i avfallet har også stor betydning for sigevannets surhetsgrad og kjemiske sammensetning forøvrig.

**Konduktivitet.** Konduktiviteten angis i millisiemens pr. meter (mS/m) ved 25<sup>0</sup> C og er et mål for vannets innhold av oppløste salter (ioner). I forurenset sigevann fra kisgruver er det hovedsaklig innholdet av kalsium- og sulfationer som bidrar mest til konduktivitetsverdiene. Konduktiviteten benyttes også som en kvalitetskontroll på en del av de øvrige analyser og gir informasjon om generell vannkvalitet.

**Sulfat SO<sub>4</sub>.** Sulfatinnholdet i sigevann fra kisgruver har sin årsak i oksidasjon av kismineraler (sulfider). Sulfatanalysene gir informasjon om forvittringshastighet og materialtransport av forvittringsprodukter fra gruveområdet.

**Metaller.** Under forvittringsprosessene som foregår i gruverom og avfallsdeponier, løses metallene kalsium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al) og silisium (Si) ut fra bergartsmineralene i det sure miljøet som oppstår. Konsentrasjonene av disse komponenter har liten forurensningsbetydning i seg selv da det i første rekke er innholdet av tungmetaller i sigevannet som er av størst betydning i forurensningssammenheng. Konsentrasjonene av disse metaller gir i noen grad uttrykk for innholdet av bergartsmineraler i avfallet som virker buffrende på forvittringsprosessene. Innholdet av disse metaller i sigevannet kan også ha betydning i forbindelse med valg av prosesser for behandling av sigevann. Det er også et naturlig bakgrunnsnivå av disse komponenter i vassdragene og som varierer avhengig av nedbørfeltens geologi. Høye konsentrasjoner av kalsium og magnesium i vassdragene reduserer dessuten giftvirkningen av en del giftige metaller.

**Tungmetaller.** Jern (Fe), kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), bly (Pb) og nikkel (Ni) er de viktigste tungmetallene i sigevann fra norske kisgruver. Konsentrasjonsnivåene for de enkelte metaller avhenger av malmtyper, avfallstyper og deponeringsforhold. Metallene jern, kobber og sink er vanligvis de metaller som forekommer i de høyeste konsentrasjoner. Kobber er som regel det metall som har størst betydning i forurensningssammenheng p.g.a. kobberets sterkt giftige egenskaper over for laksefisk (ørret, røye, laks). I Norge er det erfaringer for skadelige virkninger på fiskebestanden allerede ved et konsentrasjonsnivå på 10 µg/l for kobber. I f.eks. primærvannet fra en avfallstipp ved en kobbergruve kan en finne kobberkonsentrasjoner opp til størrelsesorden 100 mg/l. I sigevann fra gruveområder kan jern forekomme i to tilstandsformer, som toverdig eller treverdig jern. I primærvannet kan ofte jernet være toverdig. Vannet er da fargeløst og ofte sterkt surt (pH<3). Etterhvert som

sigevannet fortynnes i bekken nedenfor, øker pH-verdien og jernet oksideres til treverdig. Dette er synlig ved at bekken ser brun ut på grunn av jernutfellinger (okeravsetninger).

Til grunn for valg av analyseprogram er benyttet et fast program eller analysepakke som laboratoriet tilbyr og som omfatter de vanligste tungmetaller (ICP-teknikk). Analysepakken omfatter også en del elementer en tidligere ikke har utført rutinemessige analyser av, delvis på grunn av antatt lave konsentrasjoner og mindre betydning i forurensningssammenheng. Av slike metaller kan nevnes kobolt (Co), krom (Cr), vanadium (V) og arsen (As). Tungmetallenes naturlige bakgrunnsnivå i norske ferskvannsføremøster varierer en del avhengig av geologiske forhold i nedbørfeltene. I denne undersøkelsen kan en viss informasjon om bakgrunnsnivåene fås ved å studere resultatene for de elver som er lite påvirket av avrenning fra gruveavfall.

**Vedlegg B. Meteorologiske data fra stasjonene 2689  
Drammen og 6673 Berkåk.**



DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
KLIMAAVDELINGEN

Nedbørstasjon:  
26890  
DRAMMEN - MARIENLYST

Obs.periode:  
1966.05 -

Stasjons høyde:  
3 m o.h.

Koordinater:  
59°44'N, 10°12'Ø

Fylke:  
BUSKERUD

Kommune:  
DRAMMEN

DØGNNEDBØR MÅLEENHET: MILLIMETER  
1996

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	.	.	.	.	3.4	4.6	2.9	.	6.2	.	8.0	.
2	2.2	.	.	.	4.0	.	3.0	2.0	.	.	0.5	11.0
3	.	.	.	.	7.2	.	12.6	.	.	.	.	2.7
4	.	.	.	.	11.4	.	2.1	.	.	10.0	1.0	7.1
5	0.9	.	.	.	11.0	.	25.6	.	.	4.0	13.0	21.5
6	0.8	2.1	.	.	14.0	.	1.4	.	.	2.0	12.0	.
7	10.1	1.6	.	.	1.0	2.2	0.6	.	.	1.0	9.0	.
8	12.1	0.9	.	.	.	.	1.7	.	.	0.5	.	.
9	0.4	0.7	.	0.5	.	1.3	.	20.2	.	.	7.0	3.9
10	9.3	2.1	.	0.1	.	.	.	0.7	.	.	0.5	.
11	4.3	2.2	.	.	1.5	.	.	0.2	.	.	1.0	.
12	12.0	2.4	0.4	.	0.5	3.5	.	.	12.1	.	.	0.8
13	2.1	0.6	.	.	0.4	6.0	.	.	9.9	0.1	4.0	0.4
14	11.9	.	.	.	3.2	.	0.7	.	14.7	0.1	.	.
15	.	.	1.2	.	17.5	0.5	.	.	.	0.8	.	1.7
16	.	.	0.6	0.4	1.3	.	0.7	.	.	3.0	0.5	.
17	.	9.1	.	.	.	.	.	.	.	12.0	.	.
18	.	.	.	.	.	0.4	.	.	.	25.0	12.0	11.4
19	1.2	.	.	.	10.2	6.0	.	.	.	0.5	5.0	1.6
20	.	.	.	.	2.1	.	.	.	.	6.0	2.0	.
21	.	.	.	2.4	.	.	.	.	.	.	9.0	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.0	.	.
23	.	.	0.7	0.6	.	3.1	.	.	.	.	0.5	.
24	2.4	.	0.0	0.4	1.1	0.5	.	.	.	.	.	.
25	1.1	.	.	.	3.9	.	.	28.0	.	.	2.0	.
26	0.6	22.1	.	5.4	0.4	.	.	1.6	.	1.0	2.0	.
27	.	.	.	.	.	11.5	.	.	0.6	10.0	0.5	0.0
28	.	.	.	1.2	10.1	3.0	.	.	40.1	20.0	.	0.0
29	.	.	.	1.5	.	.	.	.	4.2	7.0	.	0.0
30	.	.	.	0.3	4.1	1.0	.	15.1	8.5	10.0	0.5	0.0
31	.	.	.	.	.	.	.	10.5	.	.	.	.

STATISTIKK

Sum	71	44	3	13	108	44	51	78	96	115	90	62
Norm61-90	63	47	53	43	61	60	76	86	97	100	83	61
Avvik i %	113	93	5	30	178	73	68	91	99	115	108	102
Laveste Dag	1	1	1	1	8	2	9	1	2	1	3	1
Høyeste Dag	12	22	1	5	18	12	26	28	40	25	13	22
	8	26	15	26	15	27	5	25	28	18	5	5

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
KLIMAAVDELINGEN

Nedbørstasjon:  
26890  
DRAMMEN - MARIENLYST

Obs.periode:  
1966.05 -

Stasjonshøyde:  
3 m o.h.

Koordinater:  
59°44'N, 10°12'Ø

Fylke:  
BUSKERUD

Kommune:  
DRAMMEN

DØGNNEDBØR MÅLEENHET: MILLIMETER  
1997

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	.	.	.	.	0.0	.	14.1	13.3	.	.	*	*
2	.	.	.	.	.	.	6.5	13.6	16.1	11.5	*	*
3	.	0.4	.	.	.	.	.	8.5	45.5	.	*	*
4	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	*	*
5	.	.	.	.	9.6	.	.	0.4	22.8	.	*	*
6	.	.	.	.	7.9	.	.	.	2.6	2.8	*	*
7	.	.	.	.	7.1	.	.	.	.	0.4	*	*
8	.	0.3	.	0.3	0.4	.	.	.	.	30.6	*	*
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*
10	.	0.4	.	.	4.6	.	.	0.4	.	2.4	*	*
11	.	6.5	.	.	1.5	.	.	.	.	7.4	*	*
12	5.2	.	.	.	5.2	.	.	.	4.4	.	*	*
13	0.5	.	.	.	2.9	.	.	.	11.1	*	*	*
14	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	*	*	*
15	.	.	.	.	0.7	5.3	.	.	.	.	*	*
16	.	.	.	.	.	2.6	.	.	1.3	*	*	*
17	.	.	.	.	.	.	.	.	0.4	*	*	*
18	0.6	22.1	.	.	.	0.9	.	.	.	*	*	*
19	.	17.5	.	.	.	1.2	.	.	.	.	*	*
20	.	5.5	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*
21	.	1.1	.	.	0.5	3.4	.	.	.	.	*	*
22	.	.	.	.	.	24.3	.	2.3	.	.	*	*
23	3.1	.	.	.	7.0	21.0	.	4.0	.	.	*	*
24	.	1.0	0.3	0.3	5.1	5.6	.	2.4	.	.	*	*
25	.	4.9	0.9	5.4	.	1.6	2.3	.	.	.	*	*
26	.	8.5	3.0	.	.	1.6	3.2	15.2	.	.	*	*
27	.	.	10.0	.	0.4	.	4.2	.	.	.	*	*
28	.	0.6	.	.	1.5	.	3.2	8.5	.	.	*	*
29	.	.	.	2.8	0.5	32.1	1.1	0.6	.	.	*	*
30	.	.	.	.	0.0	.	.	.	3.5	.	*	*
31	.	.	.	.	.	.	16.2	.	.	.	.	*

STATISTIKK

Sum	9	69	14	9	57	100	51	69	109	*	*	*
Norm61-90	63	47	53	43	61	60	76	86	97	*	*	*
Avvik i %	15	146	27	20	94	166	67	80	112	*	*	*
Laveste Dag	1	1	1	1	2	1	3	4	1	*	*	*
Høyeste Dag	5	22	10	5	10	32	16	15	46	*	*	*
Dag	12	18	27	25	5	29	31	26	3	*	*	*

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
KLIMAAVDELINGEN

Værstasjon:  
26890  
DRAMMEN - MARIENLYST

Obs.periode:  
1966.05 -

Stasjonshøyde:  
3 m o.h.

Koordinater:  
59°44'N, 10°12'Ø

Fylke:  
BUSKERUD

Kommune:  
DRAMMEN

DØGNETS MIDDELTEMPERATUR MÅLEENHET: GRADER CELSIUS  
1996

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	-9.5	-11.5	2.1	-0.3	7.1	12.7	14.7	13.8	16.6	*	*	-6.5
2	-14.5	-9.5	-2.3	-0.7	6.3	14.3	13.6	15.1	15.1	*	*	-2.5
3	-17.9	-10.9	-1.3	0.8	5.3	13.0	15.1	17.1	16.8	*	*	-0.4
4	-16.6	-10.9	-0.5	1.2	6.0	14.3	13.0	16.9	15.5	*	*	3.6
5	-17.1	-12.5	-1.1	3.0	7.4	15.2	14.5	18.2	11.1	*	*	3.3
6	-13.0	-9.7	1.0	2.6	7.6	15.7	13.7	18.8	10.4	*	*	-5.8
7	-0.2	-11.7	-1.2	6.3	8.1	16.8	13.3	20.4	11.5	*	*	-7.3
8	0.3	-12.8	-4.3	6.6	9.4	19.3	14.4	17.1	12.9	*	*	2.7
9	0.7	-11.4	-2.2	3.8	8.1	18.8	18.4	17.0	10.7	*	*	1.8
10	0.6	-7.9	-3.3	6.3	9.9	16.8	19.7	20.0	10.2	*	*	0.1
11	1.1	-5.7	-1.9	1.6	9.7	18.3	19.8	20.3	7.9	*	*	-1.3
12	1.3	-5.9	-3.4	3.3	16.3	14.4	21.0	21.1	8.4	*	*	-2.8
13	1.2	-9.6	-0.9	4.4	18.9	16.5	15.7	18.7	7.5	*	*	-7.4
14	0.9	-11.0	1.1	6.6	15.2	14.0	17.5	18.5	10.4	*	*	-8.0
15	0.8	-0.8	0.6	2.5	5.1	16.3	17.9	19.8	9.4	*	*	-12.7
16	0.0	-2.7	0.7	5.4	5.6	16.3	18.0	20.6	9.3	*	*	-8.7
17	-3.2	-6.0	0.5	6.7	5.9	14.8	17.5	20.3	10.1	*	*	-7.5
18	-2.2	-14.3	-1.4	6.7	2.7	12.8	16.7	18.0	10.5	*	*	-6.7
19	-1.5	-9.7	-4.3	9.9	5.0	15.0	16.9	21.0	9.6	*	*	-14.7
20	-0.9	-5.1	-2.0	6.0	10.4	13.9	16.6	20.3	9.7	*	*	-15.0
21	-7.3	-10.4	-1.3	7.5	12.9	17.4	16.9	20.7	9.9	*	*	-12.6
22	-7.2	-11.2	-2.9	9.3	12.1	21.5	16.8	20.0	9.2	*	*	-13.5
23	-6.1	-11.0	-1.8	11.0	9.8	16.0	18.9	20.4	7.9	*	*	-12.6
24	-4.7	-2.9	-0.1	7.4	10.6	16.6	20.7	18.4	7.0	*	*	-11.8
25	-6.9	-5.1	0.9	6.5	13.3	19.9	21.7	16.7	5.4	*	*	-7.7
26	-11.4	0.6	0.7	10.5	12.2	15.3	17.5	16.0	6.3	*	*	-7.2
27	-13.7	1.8	2.4	8.2	10.5	17.1	18.2	18.1	8.4	*	*	-1.8
28	-11.4	-0.5	1.3	7.8	11.7	14.5	15.8	16.4	9.4	*	*	-7.3
29	-8.2	1.1	-0.4	5.5	10.2	15.2	14.6	15.9	8.2	*	*	-2.3
30	-10.4		0.5	5.8	14.1	13.1	14.9	16.7	8.0	*	*	-5.9
31	-11.5		1.0		13.6		13.6	15.2		*		-13.1

STATISTIKK

Middel	-6.1	-7.5	-0.8	5.4	9.7	15.9	16.7	18.3	10.1	*	*	-6.2
St.avv.	6.3	4.7	1.8	3.1	3.8	2.2	2.4	2.0	2.8	*	*	5.5
Norm61-90	-5.6	-5.1	-0.1	4.8	11.0	15.6	16.8	15.5	11.1	*	*	-4.1
Avvik	-0.5	-2.4	-0.7	0.6	-1.3	0.3	-0.1	2.8	-1.0	*	*	-2.1
Laveste Dag	-17.9	-14.3	-4.3	-0.7	2.7	12.7	13.0	13.8	5.4	*	*	-15.0
Høyeste Dag	3	18	8	2	18	1	4	1	25	*	*	20
Høyeste Dag	1.3	1.8	2.4	11.0	18.9	21.5	21.7	21.1	16.8	*	*	3.6
Dag	12	27	27	23	13	22	25	12	3	*	*	4

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
KLIMAAVDELINGENVærstasjon:  
26890  
DRAMMEN - MARIENLYSTObs.periode:  
1966.05 -Stasjonshøyde:  
3 m o.h.Koordinater:  
59°44'N, 10°12'ØFylke:  
BUSKERUDKommune:  
DRAMMENDØGNETS MIDDELTEMPERATUR  
1997 MÅLEENHET: GRADER CELSIUS

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	-11.9	-7.7	4.8	9.0	12.6	17.8	19.5	17.8	19.1	5.7	*	*
2	-10.6	-4.8	5.9	7.4	13.6	19.5	19.0	16.9	18.2	7.8	*	*
3	-15.2	-1.6	5.6	5.8	7.5	18.3	17.2	19.0	16.2	7.1	*	*
4	-16.1	-0.5	5.4	4.5	5.2	16.7	19.8	21.5	15.4	8.6	*	*
5	-14.0	-2.6	2.6	1.7	3.2	15.1	20.3	20.5	15.7	7.4	*	*
6	-14.5	0.6	5.0	2.6	5.0	17.1	20.6	22.3	15.9	9.0	*	*
7	-14.4	3.7	4.2	1.4	7.1	18.6	20.5	22.3	15.1	10.6	*	*
8	-14.3	2.8	5.3	3.6	7.8	19.8	18.6	20.9	14.7	11.0	*	*
9	-15.1	2.8	2.7	6.4	8.1	18.9	20.0	22.2	13.1	5.9	*	*
10	-14.9	2.2	0.8	9.5	7.1	19.2	21.3	23.3	12.8	6.6	*	*
11	-12.8	3.7	6.1	7.1	8.3	19.7	22.5	23.3	13.6	6.5	*	*
12	-2.3	1.8	4.7	5.2	11.2	20.2	22.0	23.3	12.7	*	*	*
13	2.2	-2.2	4.4	8.8	10.7	20.2	21.2	23.5	10.8	*	*	*
14	1.1	-6.5	0.4	6.3	10.3	17.7	20.9	22.7	10.9	*	*	*
15	1.1	-9.8	-0.7	6.0	12.8	16.7	19.9	22.0	7.5	*	*	*
16	-0.1	-14.8	-0.6	6.4	12.6	16.1	18.5	21.2	11.0	*	*	*
17	-0.1	-7.0	-2.4	7.7	12.7	14.7	18.4	19.9	13.9	*	*	*
18	0.4	-0.2	-3.5	6.0	15.1	13.3	18.6	21.6	7.9	*	*	*
19	-3.9	0.1	-1.4	3.8	10.6	15.5	19.8	21.5	10.1	*	*	*
20	-5.6	1.2	-2.4	4.4	9.5	15.9	22.6	22.1	9.8	*	*	*
21	-5.6	0.7	-2.1	4.6	9.3	14.2	24.0	20.6	12.3	4.6	*	*
22	-4.4	4.8	-2.0	4.1	9.1	13.2	24.0	19.2	12.7	5.7	*	*
23	-5.3	3.9	-0.2	2.7	9.2	14.2	22.6	17.5	13.7	0.6	*	*
24	-8.4	3.8	0.6	1.6	10.0	16.0	21.6	17.1	12.5	1.2	*	*
25	-6.7	2.7	0.4	6.5	11.6	13.4	19.2	18.9	11.3	-0.8	*	*
26	-5.2	3.6	2.9	5.8	8.9	15.0	17.9	21.6	10.1	-1.9	*	*
27	-0.7	2.5	7.2	7.0	10.2	16.2	17.1	17.1	8.9	-2.9	*	*
28	1.3	3.8	6.6	7.1	12.7	13.9	17.0	19.8	9.9	-1.6	*	*
29	-2.1		4.2	9.3	12.4	18.1	19.4	21.1	9.8	-0.2	*	*
30	1.7		5.0	9.4	12.8	18.0	18.8	17.9	10.0	0.5	*	*
31	-0.9		9.9		15.8		17.9	18.4		0.8		*

## STATISTIKK

Middel	-6.4	-0.5	2.6	5.7	10.1	16.8	20.0	20.5	12.5	*	*	*
St.avv.	6.4	4.9	3.5	2.4	2.9	2.2	1.9	2.1	2.9	*	*	*
Norm61-90	-5.6	-5.1	-0.1	4.8	11.0	15.6	16.8	15.5	11.1	*	*	*
Avvik	-0.8	4.6	2.7	0.9	-0.9	1.2	3.2	5.0	1.4	*	*	*
Laveste	-16.1	-14.8	-3.5	1.4	3.2	13.2	17.0	16.9	7.5	*	*	*
Dag	4	16	18	7	5	22	28	2	15	*	*	*
Høyeste	2.2	4.8	9.9	9.5	15.8	20.2	24.0	23.5	19.1	*	*	*
Dag	13	22	31	10	31	13	22	13	1	*	*	*

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
KLIMAAVDELINGEN

Nedbørstasjon:  
66730  
BERKÅK - LYNHOLT

Obs.periode:  
1982.07 -

Stasjons høyde:  
475 m o.h.

Koordinater:  
62°49'N, 10°1'Ø

Fylke:  
SØR-TRØNDELAG

Kommune:  
RENNEBU

DØGNNEDBØR MÅLEENHET: MILLIMETER  
1996

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	.	.	24.8	1.5	0.3	0.1	3.2	4.0	11.6	4.2	1.3	0.2
2	.	3.3	10.0	0.1	0.4	.	6.9	3.1	.	2.0	6.0	.
3	.	2.7	1.6	0.2	1.5	.	8.4	6.0	0.6	.	2.0	.
4	.	7.4	0.1	0.1	16.5	.	2.5	0.6	1.2	8.1	8.0	.
5	.	0.4	1.1	.	2.2	1.4	0.1	0.1	.	1.0	.	0.2
6	.	.	1.0	.	2.9	0.1	0.6	.	.	0.2	1.4	0.1
7	.	.	4.0	.	3.1	2.7	2.4	.	.	0.1	0.2	.
8	0.6	0.3	0.1	.	3.0	0.6	10.5	.	1.6	3.1	15.1	0.2
9	.	.	.	.	1.6	5.2	0.3	.	2.2	.	1.5	0.4
10	.	.	.	.	0.2	.	.	.	5.0	1.4	.	1.3
11	.	.	.	.	.	0.1	1.0	.	5.0	2.0	.	2.4
12	.	.	.	.	.	3.1	9.0	.	1.6	.	.	0.6
13	.	0.1	.	.	.	0.6	0.5	.	2.0	3.1	.	6.0
14	.	2.6	.	.	2.2	0.1	5.4	.	.	.	.	1.0
15	.	1.1	.	.	7.6	2.0	2.5	.	.	.	1.6	.
16	.	14.5	.	.	7.2	4.9	6.5	.	.	.	1.5	14.0
17	0.1	3.0	.	0.1	0.2	0.3	1.4	.	.	.	1.5	7.0
18	0.1	0.1	.	.	.	24.2	3.2	.	.	5.7	0.4	.
19	.	1.3	.	.	.	18.5	.	0.1	.	.	.	1.0
20	.	1.2	0.1	0.1	.	5.6	.	.	.	.	2.6	0.3
21	.	0.1	2.6	.	.	11.4	0.1	.	.	.	.	7.5
22	.	1.5	.	0.7	.	9.2	0.4	.	.	0.1	0.2	5.2
23	.	1.5	.	4.5	.	2.0	3.8	3.0	.	.	6.0	1.6
24	.	.	.	0.4	.	0.2	.	.	1.3	0.1	2.7	14.0
25	.	.	1.6	.	3.5	0.2	0.7	0.3	.	.	.	2.5
26	.	0.2	5.1	.	2.6	.	.	0.2	.	.	.	0.2
27	.	.	27.6	.	0.3	8.3	14.8	0.4	.	.	.	.
28	.	4.0	1.6	4.5	0.5	0.7	3.4	18.0	0.1	0.5	.	0.6
29	0.2	10.0	1.1	2.9	.	.	4.9	4.0	0.5	3.0	.	3.9
30	.	.	.	.	0.1	1.6	0.3	1.0	0.6	15.0	.	0.3
31	0.6	.	.	.	.	.	.	0.3	.	1.6	.	.

STATISTIKK

Sum	2	55	82	15	56	103	93	41	33	51	52	71
Norm61-90	56	48	50	42	37	64	95	79	83	67	62	67
Avvik i %	3	115	165	36	151	161	98	52	40	76	84	105
Laveste Dag	1	1	9	5	11	2	10	6	2	3	5	2
Høyeste Dag	1	15	28	5	17	24	15	18	12	15	15	14
Dag	31	16	27	28	4	18	27	28	1	30	8	24

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
KLIMAAVDELINGEN

Nedbørstasjon:  
66730  
BERKÅK - LYNHOLT

Obs.periode:  
1982.07 -

Stasjons høyde:  
475 m o.h.

Koordinater:  
62°49'N, 10°1'Ø

Fylke:  
SØR-TRØNDELAG

Kommune:  
RENNEBU

DØGNNEDBØR MÅLEENHET: MILLIMETER  
1997

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	0.6	5.0	.	8.8	4.3	.	6.0	.	8.6	.	0.9	*
2	3.5	0.1	0.6	11.2	2.1	.	0.2	.	0.2	4.5	7.6	*
3	.	0.1	3.7	6.6	5.1	.	11.0	17.0	3.3	2.6	8.9	*
4	.	.	23.6	11.7	4.6	.	0.1	4.6	.	9.0	0.2	*
5	0.3	2.1	2.0	11.0	0.1	.	3.0	.	0.1	10.6	0.1	*
6	0.7	3.5	1.0	11.6	0.2	.	.	.	.	0.1	0.1	*
7	.	3.1	0.1	0.6	3.3	.	.	5.0	7.0	2.0	.	*
8	4.0	8.1	1.6	1.6	8.6	.	2.6	.	6.0	.	.	*
9	2.5	11.5	0.1	0.8	.	.	0.3	.	11.4	5.1	1.7	*
10	2.0	5.4	.	1.7	5.2	.	1.0	0.8	40.4	.	.	*
11	0.2	2.1	.	37.0	9.5	0.5	.	.	2.2	.	.	*
12	0.3	3.7	2.0	3.0	.	.	.	.	1.9	0.4	.	*
13	0.5	4.3	2.5	3.8	0.5	.	1.0	0.4	0.4	14.5	.	*
14	1.7	0.6	6.6	8.1	.	.	2.7	.	26.8	8.8	.	*
15	.	.	3.2	11.6	3.0	15.6	.	.	3.9	0.5	.	*
16	7.2	.	14.9	5.0	.	5.6	.	.	.	.	.	*
17	2.2	.	5.6	0.5	.	0.8	.	.	1.3	0.2	.	*
18	.	.	0.1	2.4	.	0.8	.	.	7.6	6.7	.	*
19	2.5	1.0	.	5.6	.	.	28.5	.	16.5	2.5	*	*
20	0.3	0.1	.	1.6	.	0.7	.	0.2	5.3	21.0	*	*
21	.	.	0.1	.	0.1	1.9	.	.	4.4	13.2	*	*
22	.	0.3	0.1	18.0	0.2	.	3.0	0.1	1.3	7.0	*	*
23	0.8	6.6	.	1.0	0.6	0.8	27.5	6.9	11.0	7.1	*	*
24	3.6	.	.	.	0.2	14.6	0.1	2.6	7.0	22.0	*	*
25	.	.	.	0.5	.	0.7	0.2	1.7	.	6.4	*	*
26	.	.	0.2	2.1	.	3.2	.	5.0	.	4.5	*	*
27	0.2	12.0	1.1	.	0.5	0.6	2.2	.	.	1.6	*	*
28	20.6	1.0	6.1	0.1	4.5	0.2	7.6	0.3	.	0.1	*	*
29	4.0	.	19.4	0.1	6.9	0.7	1.4	.	.	.	*	*
30	0.1	.	6.5	.	6.3	5.3	0.8	0.2	5.0	0.1	*	*
31	16.5	.	28.5	.	.	.	.	13.2	.	0.1	.	*

STATISTIKK

Sum	74	71	130	166	66	52	99	58	172	151	*	*
Norm61-90	56	48	50	42	37	64	95	79	83	67	*	*
Avvik i %	133	147	259	395	178	81	104	73	207	225	*	*
Laveste	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	*
Dag	3	4	1	21	9	1	6	1	4	1	*	*
Høyeste	21	12	29	37	10	16	29	17	40	22	*	*
Dag	28	27	31	11	11	15	19	3	10	24	*	*

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
KLIMAAVDELINGEN

Værstasjon:  
66730  
BERKÅK - LYNGHOLT

Obs.periode:  
1982.07 -

Stasjons høyde:  
475 m o.h.

Koordinater:  
62°49'N, 10°1'Ø

Fylke:  
SØR-TRØNDELAG

Kommune:  
RENNEBU

DØGNETS MIDDELTEMPERATUR MÅLEENHET: GRADER CELSIUS  
1996

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	-19.0	-3.4	-2.4	-4.0	0.2	11.2	10.5	11.2	10.8	4.9	0.3	-7.4
2	-18.6	-4.2	-2.5	-5.6	1.1	10.3	11.0	9.0	12.1	2.1	1.2	-2.6
3	-17.0	-3.1	0.3	2.3	0.0	9.7	8.8	9.7	10.0	2.2	0.0	-1.1
4	-8.6	-9.5	1.1	4.3	1.5	8.5	10.7	12.1	7.1	3.8	-2.7	0.5
5	-6.5	-17.2	-0.1	2.1	0.9	9.5	10.2	15.0	6.7	4.8	0.6	0.1
6	-6.9	-12.4	-0.3	4.8	-0.7	12.5	8.9	17.0	6.3	7.3	-1.3	-6.9
7	-3.2	-13.8	-1.9	2.9	0.8	9.9	10.6	16.3	8.0	11.9	-1.5	-8.0
8	-1.3	-10.1	-1.6	7.2	2.3	12.9	9.8	15.2	6.9	5.2	-3.5	3.2
9	2.1	-12.3	3.1	3.6	-0.5	10.6	9.9	14.0	4.9	4.9	-9.5	3.2
10	1.2	-11.2	1.2	1.6	1.7	13.0	11.6	17.0	2.7	0.4	-11.8	1.5
11	1.1	-9.0	-2.2	-2.0	5.1	11.7	9.6	16.9	2.4	5.5	-12.8	0.5
12	0.7	-9.6	-4.2	-2.0	12.1	9.0	8.9	17.0	3.0	4.1	-11.4	-1.9
13	0.8	-8.1	-4.8	-0.4	9.2	5.6	7.4	17.9	4.1	0.1	-11.5	-11.4
14	0.6	-2.6	-4.1	-1.2	2.7	5.9	8.8	15.3	4.4	3.6	-2.7	-21.5
15	-2.1	-0.4	-2.8	1.7	-0.2	7.3	7.4	12.2	5.7	6.8	1.4	-14.3
16	-0.9	-1.7	-4.4	6.0	0.2	8.7	8.1	14.6	7.8	7.0	-1.2	-5.3
17	-2.5	-10.9	-3.2	9.1	0.8	9.2	7.4	10.9	7.9	5.5	-2.3	-10.9
18	1.6	-10.0	-3.9	6.5	2.3	7.3	8.1	13.9	7.4	4.2	-11.3	-16.2
19	-2.9	-16.3	-4.1	6.4	4.2	4.5	10.4	16.9	5.6	5.1	-9.0	-13.6
20	-5.0	-7.6	-4.1	5.0	8.4	5.1	12.3	18.6	5.8	5.1	-6.0	-7.8
21	-10.4	-9.2	-1.2	4.4	9.6	8.2	14.7	15.4	4.7	1.7	-4.2	-3.7
22	-6.9	-7.1	-5.1	1.5	9.0	8.3	14.9	16.0	3.9	2.1	-3.3	-6.1
23	-7.0	-6.9	-3.6	4.3	9.5	8.2	16.0	16.5	5.3	5.1	-3.2	-5.4
24	-9.1	-5.1	-0.5	4.5	9.2	8.7	13.6	16.1	5.7	7.8	-8.7	-3.7
25	-10.2	-4.9	-1.1	5.7	4.9	11.5	11.1	16.4	4.4	7.3	-11.8	-9.9
26	-12.8	-1.1	-5.0	6.0	4.8	11.4	11.1	15.7	5.8	5.8	-15.5	-3.7
27	-11.0	-2.3	-2.1	5.3	4.1	8.5	11.2	10.6	7.4	5.7	-14.6	-6.8
28	-0.1	-3.4	-3.6	-0.9	3.1	9.4	9.3	12.7	6.1	4.9	-12.6	0.0
29	-6.3	-3.7	-6.0	-3.0	6.4	11.1	7.7	13.2	4.8	1.5	-12.4	-4.5
30	-4.6		-4.9	-1.5	8.4	11.1	10.2	14.6	2.9	-1.5	-9.5	-12.9
31	-8.1		-8.3		9.7		7.8	8.8		-4.1		-13.3

STATISTIKK

Middel	-5.6	-7.5	-2.7	2.5	4.2	9.3	10.3	14.4	6.0	4.2	-6.4	-6.1
St.avv.	6.0	4.5	2.4	3.7	3.9	2.2	2.2	2.7	2.3	3.0	5.4	6.1
Norm61-90	-6.1	-5.4	-2.7	0.7	6.6	10.1	11.4	10.7	6.5	3.0	-2.6	-5.2
Avvik	0.5	-2.1	0.0	1.8	-2.4	-0.8	-1.1	3.7	-0.5	1.2	-3.8	-0.9
Laveste	-19.0	-17.2	-8.3	-5.6	-0.7	4.5	7.4	8.8	2.4	-4.1	-15.5	-21.5
Dag	1	5	31	2	6	19	13	31	11	31	26	14
Høyeste	2.1	-0.4	3.1	9.1	12.1	13.0	16.0	18.6	12.1	11.9	1.4	3.2
Dag	9	15	9	17	12	10	23	20	2	7	15	9

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
KLIMAAVDELINGEN

Værstasjon:  
66730  
BERKÅK - LYNHOLT

Obs.periode:  
1982.07 -

Stasjonshøyde:  
475 m o.h.

Koordinater:  
62°49'N, 10°1'Ø

Fylke:  
SØR-TRØNDELAG

Kommune:  
RENNEBU

DØGNETS MIDDELTEMPERATUR MÅLEENHET: GRADER CELSIUS  
1997

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1	-2.5	-4.3	0.5	0.2	5.9	8.7	18.4	15.8	14.1	4.1	1.5	*
2	-9.4	-4.9	4.5	-1.2	2.4	9.4	18.8	13.6	15.1	2.9	-3.5	*
3	-8.0	-2.8	-1.2	-2.3	-1.4	5.9	14.9	12.4	12.5	2.6	-4.8	*
4	-1.2	-1.7	-0.6	-3.8	-1.1	7.1	11.9	13.7	14.1	2.9	-6.0	*
5	-1.1	-5.0	2.4	-5.9	-0.4	11.5	11.2	14.4	12.9	1.1	-2.2	*
6	-3.6	-3.5	-0.1	-4.8	2.5	12.5	13.4	17.3	10.3	0.5	-1.6	*
7	0.4	1.5	3.9	-5.8	3.5	14.6	10.2	16.8	9.2	5.4	-0.5	*
8	-3.5	-1.6	1.7	0.0	5.3	19.2	8.3	18.5	8.0	6.9	1.4	*
9	-10.0	-0.9	1.8	2.5	4.1	16.3	7.9	16.6	5.0	3.9	1.7	*
10	-8.5	0.1	3.2	1.2	2.3	8.4	11.7	11.6	5.7	4.3	0.9	*
11	-16.6	0.0	1.3	-1.7	5.3	10.5	15.6	14.6	6.9	2.9	3.1	*
12	-4.5	-0.5	3.1	-0.3	6.4	15.7	16.8	14.5	8.5	0.9	3.7	*
13	2.5	-7.6	-3.6	2.7	6.5	16.7	16.2	14.8	4.4	1.5	0.8	*
14	1.5	-15.3	-4.0	-3.8	7.4	14.3	17.2	12.0	5.8	0.3	-1.8	*
15	3.6	-14.9	-6.4	-0.7	4.7	6.6	16.5	15.3	4.9	-1.7	-0.6	*
16	0.3	-12.4	-6.0	3.0	6.0	5.1	17.1	15.3	10.6	-1.5	3.3	*
17	-4.0	-7.9	-7.3	-0.4	7.0	4.7	17.2	16.9	4.6	2.5	3.1	*
18	-3.5	-5.1	-12.0	-3.3	2.6	9.4	13.6	15.3	3.1	4.6	1.8	*
19	-0.1	-3.3	-7.4	-3.1	2.3	10.3	15.3	15.6	2.4	-0.3	*	*
20	-5.1	-1.0	-11.0	-1.1	2.4	11.1	15.8	17.1	5.2	-2.4	*	*
21	4.6	-3.4	-7.5	0.7	1.8	12.4	17.1	17.9	6.5	-0.3	*	*
22	-0.5	0.2	-5.6	-3.6	2.6	11.8	15.9	14.7	7.1	-1.1	*	*
23	-2.6	3.6	-7.7	-5.4	3.4	9.1	15.7	10.1	5.2	-3.6	*	*
24	-7.0	0.1	-4.9	-4.2	3.3	7.2	15.2	10.9	10.6	-3.9	*	*
25	-5.2	-0.4	-2.3	-1.9	5.7	7.8	16.2	10.8	10.1	-4.5	*	*
26	-5.4	-5.5	0.7	0.4	6.4	6.9	15.2	15.3	7.0	-4.6	*	*
27	-0.9	-4.7	1.7	1.1	4.4	11.6	12.1	13.2	4.6	-5.2	*	*
28	-1.2	1.5	-0.7	2.3	4.6	15.7	11.8	17.1	5.1	-3.1	*	*
29	3.7		-1.8	3.7	3.2	14.3	11.0	18.7	6.8	0.6	*	*
30	0.7		1.4	2.9	7.1	14.6	13.6	15.8	4.9	1.2	*	*
31	-4.3		3.0		10.8		14.6	13.2		1.9		*

STATISTIKK

Middel	-2.9	-3.6	-2.0	-1.1	4.1	11.0	14.4	14.8	7.7	0.6	*	*
St.avv.	4.6	4.7	4.6	2.8	2.6	3.8	2.8	2.3	3.5	3.2	*	*
Norm61-90	-6.1	-5.4	-2.7	0.7	6.6	10.1	11.4	10.7	6.5	3.0	*	*
Avvik	3.2	1.8	0.7	-1.8	-2.5	0.9	3.0	4.1	1.2	-2.4	*	*
Laveste	-16.6	-15.3	-12.0	-5.9	-1.4	4.7	7.9	10.1	2.4	-5.2	*	*
Dag	11	14	18	5	3	17	9	23	19	27	*	*
Høyeste	4.6	3.6	4.5	3.7	10.8	19.2	18.8	18.7	15.1	6.9	*	*
Dag	21	23	2	29	31	8	2	29	2	8	*	*