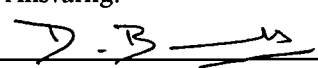


NGU Rapport 96.161

Grunnvannsforurensning fra kisgruver.  
Sluttrapport

Rapport nr.: 96.161		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
TITTEL: GRUNNVANNSFORURENSNING FRA KISGRUVER. SLUTTRAPPORT			
Forfatter: Erik Rohr-Torp, Lars A. Kirkhusmo, Rolf Tore Arnesen		Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn	
Fylke: Hele landet		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 27	Pris: kr 50,00
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført: 30.09 - 02.10.1996	Rapportdato: 11.12.1996	Prosjektnr.: 2688.00	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Statens forurensningstilsyn (SFT) har for 1996 initiert og finansiert et prosjekt som skal vurdere og registrere grunnvannsforkomster som kan være truet av forurensning fra kisgruver. Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA), mens Bergvesenet har deltatt på noen innledende møter. De viktigste forutsetninger i prosjektet er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bare grunnvannsforkomster med påvist eller antatt kapasitet &gt; 1 l/s (250 personer) skal vurderes.</li> <li>• Bare grunnvannsforkomster som i dag benyttes til vannforsyning, eller forkomster som ligger slik til, at de antas aktuelle for fremtidig drikkevannsforsyning skal vurderes.</li> </ul> <p>NIVA utarbeidet en oversikt over ca. 130 norske kisgruver som inkluderer våre mest forurensende. Basert på hydrogeologiske kriterier og relevant geologisk bakgrunnsmateriale, vurderte NGU mulig forurensning av grunnvannsforkomster som definert over, fra disse kisgruvene. Gjennomgangen medførte at størstedelen av gruvene kunne elimineres med tanke på forurensning av grunnvannsforkomster. Totalt var det 9 gruveområder med tilsammen ca. 25 gruver som ble vurdert som mulige forurensere av grunnvannsforkomster som definert i prosjektet. Størsteparten av disse lokalitetene ble oppsøkt under en fellesbefaring med deltakere fra NGU og NIVA. De mulige forurensede forkomster var alle løsmassemagasiner, og av den typen som får tilskudd til nydannelse av grunnvannet fra tilliggende vassdrag. Overflatevannet vil altså kunne påvirke kvaliteten av grunnvannet. NIVAs analyser av overflatevannet som grenser mot de enkelte grunnvannsforkomstene er derfor i rapporten sammenliknet med kvalitetsnormene i «Drikkevannsforskriftene».</p> <p>Avrenningen fra gruveområdene blir så sterkt fortynt i vassdragene som grenser til grunnvannsforkomstene, at overflatevannet tilfredsstillende normene i Drikkevannsforskriftene. <b>Følgelig har vi ingen konflikt mellom avrenning fra kisgruver og grunnvannsforkomster som definert i prosjektet.</b> I gruvers nærområder vil det imidlertid kunne opptre gruveforurensning der det eksisterer grunnvannsbrønner til enkeltvannforsyninger. Vurdering av slike områder inngikk ikke i prosjektet.</p>			
Emneord: Forurensning	Løsavsetning	Grunnvann	
Vannverk stort	Gruve		
		Fagrappport	

## INNHold

1. SAMMENDRAG .....	4
2. INNLEDNING .....	5
3. FORUTSETNINGER.....	6
4. METODER .....	6
5. LITT OM GRUNNVANN.....	7
5.1 Grunnvann i løsavsetninger .....	8
5.2 Grunnvann i fjell .....	8
5.3 Kartlegging og registrering av våre grunnvannsforekomster .....	9
6. RESULTATER ETTER GJENNOMGANG AV BAKGRUNNSMATERIALE .....	10
7. BEFARING.....	10
8. MULIGE PROBLEMOMRÅDER, BEFART UNDER PROSJEKTET.....	11
8.1 Folldal verk.....	11
8.2 Kvikne kobberverk.....	12
8.3 Killingdal, Bjørgåsen og Kjøli gruver .....	13
8.4 Nordgruvefeltet.....	14
8.5 Storwartz feltet .....	15
8.6 Løkken (Fearnley, Wallenberg, Astrup).....	16
9. MULIGE PROBLEMOMRÅDER, IKKE BEFART UNDER PROSJEKTET.....	17
9.1 Bleikvassli gruber .....	17
9.2 Birtavarre kobberverk .....	18
9.3 Knaben molybdengruve.....	19
10. KONKLUSJON.....	20
11. REFERANSER .....	21

## VEDLEGG

Vedlegg 1     NIVAs tabell over forurensede kisgruver i Norge.

## 1. SAMMENDRAG

Statens forurensningstilsyn (SFT) har for 1996 initiert og finansiert et prosjekt som skal vurdere og registrere grunnvannsforekomster som kan være truet av forurensning fra kisgruver. Prosjektet er i første rekke et samarbeidsprosjekt mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA), mens Bergvesenet har deltatt på noen innledende møter.

De viktigste forutsetninger i prosjektet er:

- Bare grunnvannsforekomster med påvist eller antatt kapasitet  $> 1 \text{ l/s}$  (250 personer) skal vurderes.
- Bare grunnvannsforekomster som i dag benyttes til vannforsyning, eller forekomster som ligger slik til, at de antas aktuelle for fremtidig drikkevannsforsyning skal vurderes.

Grunnvann opptrer både i løsmasser og i fjell. Gode løsmasseforekomster er hovedsakelig sorterte sand/grusavsetninger som opptrer langs vassdrag, der vassdraget bidrar til nydannelse av grunnvannet. Avsetninger som dette utgjør en meget liten del av landet vårt, men en rørbønn i en slik forekomst vil kunne dekke vannbehovet for opp til 25 000 personer.

Grunnvann i fjell benyttes til vannforsyning for små enheter. Årlig bores ca. 4000 fjellbrønner i Norge, og vannbehovet for enkelthus og gårdsbruk dekkes i omkring 99 % av tilfellene. En fjellbrønn vil imidlertid svært sjelden kontinuerlig kunne dekke vannbehovet for mer enn ca. 150 personer.

NIVA som har lang erfaring med kisgruvers påvirkning av overflatevann, utarbeidet en oversikt over ca. 130 norske kisgruver. Utvalget inkluderer våre mest forurensende. Basert på hydrogeologiske kriterier og relevant geologisk bakgrunnsmateriale, vurderte NGU mulig forurensning av grunnvannsforekomster som definert over, fra disse kisgruvene. Denne gjennomgangen medførte at størstedelen av gruvene kunne elimineres med tanke på forurensning av grunnvannsforekomster.

Totalt var det 9 gruveområder med tilsammen ca. 25 gruver som ble vurdert som mulige forurensere av grunnvannsforekomster som definert i prosjektet. Størsteparten av disse gruvene og grunnvannsforekomstene ble oppsøkt under en fellesbefaring med deltakere fra NGU og NIVA. For de øvrige (tre områder), ble bakgrunns materialet meget nøye gjennomgått.

Samtlige av de mulige forurensede forekomster var løsmassemagasiner, og av den typen som får tilskudd til nydannelse av grunnvannet fra tilliggende vassdrag. Overflatevannet vil altså kunne påvirke kvaliteten av grunnvannet i slike avsetninger. NIVAs analyser av kjemien i

overflatevannet som grenser mot de enkelte grunnvannsforekomstene er derfor i rapporten sammenliknet med kvalitetsnormene i Sosial- og helsedepartementets forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. av 01. 01. 95 (Drikkevannsforskriftene).

Den konsentrerte avrenningen fra gruveområdene viser seg å bli så sterkt fortynnet i de større vassdragene som grenser til grunnvannsforekomstene, at overflatevannet tilfredsstillende kvalitetsnormene i Drikkevannsforskriftene. Følgelig har vi ingen konflikt mellom avrenning fra kisgruver og grunnvannsforekomster som definert i prosjektet. I tillegg til dette har vi indikasjoner på at løsavsetninger virker som «rensemedium» når avrenning fra gruver og tipper passerer gjennom avsetningene.

I gruvers nærområder vil det imidlertid lokalt kunne opptre gruveforurensning der det eksisterer, eller vil kunne etableres grunnvannsbrønner med tanke på enkeltvannforsyninger. Vurdering av slike områder inngikk ikke i prosjektet, ettersom «grunnvannsforekomster» som gir tilstrekkelig vann til et hus, eller et gårdsbruk fra en borebrønn i fjell, for praktiske formål finnes overalt i Norge. I slike tilfelle vil det også kunne være vanskelig å skille mellom naturlig opptreden av tungmetaller i grunnen, og tungmetallforurensning som følge av gruvedrift.

## **2. INNLEDNING**

I henhold til Statens forurensningstilsyns (SFT)s handlingsplan for kisgruver, delmål 3, skal det registreres eventuelle grunnvannsforekomster som kan være truet av forurensning fra gruver, og som har interesse for nåværende eller fremtidig vannforsyning. På bakgrunn av dette tok SFT kontakt med Norges geologiske undersøkelse (NGU) for å initiere et prosjekt der det gjennomføres en slik registrering og vurdering av grunnvannsforekomster som kan være truet av forurensning fra kisgruver. Det ble forutsatt at prosjektet skulle gjennomføres i nært samarbeid med kompetansmiljøene ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Bergvesenet.

NGUs prosjektplan av 06.12.95 ble akseptert av SFT som i brev av 21.12.95 ga tilsagn om midler til prosjektet. Deltakere i prosjektet har vært: Fra NGU, Erik Rohr-Torp, Lars A. Kirkhusmo og Helge Skarphagen. Fra NIVA, Rolf Tore Arnesen og Eigil R. Iversen. Fra Bergvesenet var Harald Ese med på noen innledende møter.

### 3. FORUTSETNINGER

I møter med SFT, NIVA og Bergvesenet ble det enighet om følgende forutsetninger:

- Bare grunnvannsforekomster med påvist eller antatt kapasitet  $> 1$  l/sek. (250 personer beregnet etter 350 l/person pr. døgn) skal vurderes. Dette innebærer at områder der enkeltbrønner er forurenset, ikke faller inn under rammen av prosjektet.
- Bare grunnvannsforekomster som i dag benyttes til drikkevannsforsyning, eller forekomster som ligger slik til at de antas aktuelle for fremtidig drikkevannsforsyning skal vurderes.
- Slike forekomster vil kunne opptre både i løsmasser og i fjell, selv om så høy stabil kapasitet, meget sjelden vil kunne oppnås i en borebrønn i fjell, og spesielt ikke i bergarter som vanligvis assosieres med våre kisforekomster.
- Eventuelle konfliktområder skal i denne omgang ikke rangeres mht. behov for undersøkelser/tiltak.

### 4. METODER

NIVA har tidligere sammen med SFT og Bergvesenet utført en rekke undersøkelser av kisgruvers påvirkning av overflatevann. Basert på disse undersøkelsene utarbeidet NIVA som en start på prosjektet, en oversikt med UTM - koordinatfesting av ca. 130 kisgruver i Norge, og oversendte denne til NGU. Utvalget inkluderer våre mest forurensende gruver. Oversikten er gjengitt i vedlegg 1.

For flesteparten av de aktuelle vassdragene har NIVA vannanalyser fra målepunkter nedstrøms for gravene. I en del tilfeller er vannkjemien fulgt over flere år, mens det andre steder er mer sporadisk analysert. Analyserte parametere kan også variere fra sted til sted. Som et minimum er det analysert på Cu og Zn, men oftest er også konsentrasjoner av andre parametere, spesielt metaller målt.

Basert på tilgjengelig bakgrunnsmateriale har NGU utfra hydrogeologiske kriterier vurdert eventuell forurensning av grunnvannsforekomster  $> 1$  l/s fra disse kisgruvene. Mengden og detaljeringsgraden av bakgrunnsmateriale varierte fra sted til sted, men i hovedsak er tilgjengeligheten av følgende undersøkt og gjennomgått for hver lokalitet:

- Geologiske kart, rapporter og publikasjoner (grunnvann, løsmasser, berggrunn, og grusregister).
- Diverse NIVA rapporter som inneholder overflatevannkjemi nedstrøms for kisgruver.

- NGUs brønnboringsarkiv som har opplysninger om ca. 15 000 grunnvannsbrønner i Norge.
- NGUs malmregistreringskart, 1:250 000, og landsomfattende kart, 1: 2 000 000, over Norges malmbeforekomster.
- Topografiske kart, Hovedserie M 711, M 1:50 000.
- GIN-rapporter, NGU. Samtlige kommuner som inngikk i GIN-prosjektet (Grunnvann i Norge) fikk sin egen kommunerapport. Prosjektet er nærmere beskrevet i kapittel 5.3.
- DOP rapporter, Folkehelsa. I Folkehelsas prosjekt «Driftsoppfølging av vannverk», er det utarbeidet fylkesrapporter der samtlige vannverk > 100 personer er beskrevet kommunevis.
- Drikkevannsforskriftene. Forskriftene er fastsatt av Sosial- og helsedepartementet 1. Januar 1995.
- Personlig kjennskap til ulike områder

## 5. LITT OM GRUNNVANN

Under et visst nivå - som kalles grunnvannsspeilet - er alle sprekker og hulrom fylt med vann. Grunnvannsspeilet skiller mellom mettet og umettet sone. Grunnvannet dannes ved infiltrasjon av overflatevann - det vil si at vann direkte fra nedbør eller med tilskudd fra vassdrag trenger ned gjennom umettet sone til grunnvannssonen (mettet sone).

Grunnvannsspeilets helling og dyp under jordoverflaten er avhengig av en rekke faktorer knyttet til bl.a. terrengformasjoner, nedbørsforhold, fordampning, grunnens beskaffenhet, infiltrasjon fra vassdrag osv. I løsmasser med god forbindelse via hulrommene mellom kornene vil det opptre et sammenhengende grunnvannsspeil. I fjell, hvor vannet finnes i sprekker, vil grunnvannsspeilet være brutt av mellomliggende tette fjellpartier, og dypet ned til grunnvannet kan variere fra sprekk til sprekk. Der terrengoverflaten skjærer grunnvannsspeilet vil grunnvann komme frem i dagen, og vi får en kilde (ile, olle, oppkomme etc.). Kilder forekommer både i løsmasser og fjell.

Fritt grunnvann beveger seg fra høyere- til lavere liggende nivå under påvirkning av tyngdekraften. I en åpen fjellsprekk vil vannet kunne bevege seg nesten like raskt som i et rør, i en grovkornet løsavsetning noen få meter pr. døgn og i en finkornet jordart bare få millimeter pr. døgn.

Grunnvannsforkomster vil vanligvis være bedre beskyttet mot forurensning, for eksempel fra gruver, enn overflatevann. Beskyttelsen ligger i løsmassenes evne til å filtrere, binde til seg, bryte ned og utveksle stoff med det vann som passerer gjennom avsetningen.

## 5.1 Grunnvann i løsavsetninger

Grunnvann i løsmasser forekommer i hulrommene (porene) mellom de partikler løsavsetningene er bygget opp av. Partiklenes form, størrelse og fordeling er medbestemmende for en avsetnings:

- Porøsitet, et mål for hvor mye vann avsetningen kan inneholde.
- Effektiv porøsitet, et mål for hvor mye uttagbart vann avsetningen kan inneholde.
- Permeabilitet, et mål for avsetningens evne til å slippe vann gjennom.

Gunstig effektiv porøsitet og god permeabilitet finnes først og fremst i avsetninger som er transportert og avsatt av rennende vann. En elv har ved en bestemt hastighet og vannføring evne til å transportere materiale opptil en viss kornstørrelse. Avtar hastigheten, f.eks. ved at elva renner ut i en innsjø, får vi en sortering ved at det grove, gunstige materialet avsettes først, mens finstoffet svever med strømmen videre ut i vannet.

For at en avsetning skal kunne utnyttes med permanente grunnvannsuttak må det kunne dannes nytt grunnvann til erstatning for det som brukes. Vi snakker her om to typer magasiner:

- Selvmatende magasiner, hvor nydannelsen skjer ved nedbøren alene. Eksempel på et stort selvmatende magasin er Romeriksområdet.
- Infiltrasjonsmagasiner, hvor grunnvannet kommuniserer med tilliggende vann og vassdrag, og nydannelsen kan få tilskudd ved infiltrasjon fra disse. Eksempler på slike infiltrasjonsmagasiner er mange løsavsetninger langs hovedvassdragene våre.

Spesielt langs Glomma, Gudbrandasdalslågen, Numedalslågen og Hallingdalselva har de fleste tettstedene grunnvannsforsyning basert på rørbrønner anlagt i infiltrasjonsmagasiner. Vanlig kapasitet på en rørbrønn i løsmasser er 10 - 100 l/s. En slik brønn kan forsyne 2500 - 25000 personer ved et forbruk på 350 l/person pr. døgn. Prosjektets forutsetninger viste seg å medføre at det var slike selvmatende grunnvannsmagasiner som ble aktuelle å vurdere nærmere med tanke på forurensning fra kisser.

## 5.2 Grunnvann i fjell

Nyttbart grunnvann i fjell i Norge finnes i sprekker. Volumet av de porer (hulrom) som finnes er uten betydning med tanke på praktisk grunnvannsutnyttelse. Større, dyptgående sprekker i fjellet er hovedsakelig dannet for lang tid tilbake. Bergartenes evne til å holde sprekke åpne kaller vi kompetanse. En kompetent bergart, f.eks. gneis eller granitt, vil kunne holde sprekker



åpne ned til flere hundre meters dyp. I inkompetente bergarter f.eks. fyllitt eller glimmerskifer, er det derimot sjelden å finne åpne sprekker under 40-50 meters dyp.

I tillegg til bergartstype og oppsprekkingsgrad, er størrelsen av nedbørsfeltet og årsnedbøren, graden av løsmasseoverdekning og overflateavrenning, samt topografi og landskapsformer viktige faktorer med tanke på tilførsel av vann til fjellsprekkene.

Borebrønner i fjell benyttes vanligvis som vannforsyning til enkelthus, gårdsbruk og mindre boligkonsentrasjoner. Vanlig kapasitet i en borebrønn er 0,03 - 0,6 l/s. En slik brønn, med en stabil kapasitet ved pumping 24 timer i døgnet mot et utjevningssjø, vil kunne forsyne fra 7 - 150 personer ved et forbruk på 350 l/person pr. døgn. De færreste fjellbrønner opprettholder imidlertid sin opprinnelige kapasitet ved slik kontinuerlig pumping over lang tid.

### **5.3 Kartlegging og registrering av våre grunnvannsforekomster**

Av større kartleggingsprosjekter kan nevnes NGUs serie Vannressurskart «Grunnvann i løsavsetninger» M 1:50 000. I denne serien ble tilsammen 42 kart (M 711), med beskrivelse utgitt i perioden 1976-1987. Videre ble grunnvannskartlegging for samtlige kommuner i fylkene Oppland og Finnmark gjennomført i perioden 1987-1989 i M 1:50 000.

Kartleggingsprosjektet «Grunnvann i Norge» (GIN) ble i 1989 initiert av Miljøverndepartementet. Prosjektet ble koordinert og gjennomført av NGU, mens SFT hadde det overordnede ansvaret fra prosjektstart i 1990 til -slutt i 1992. Prosjektet innebar grunnvannskartlegging i alle landets fylker uten Oppland og Finnmark, der kartlegging allerede var gjennomført, og Oslo, der grunnvannskartlegging med tanke på vannforsyning til byen var uaktuelt.

For å gjennomføre GIN innenfor budsjett- og tidsrammene ble kommunene delt inn i A- og B-kommuner av fylkeskommunen. I A - kommunene ble kartleggingen basert på befaring av prioriterte områder i tillegg til gjennomgang av eksisterende relevant bakgrunnsmateriale, mens den i B - kommunene bare ble basert på gjennomgang av slikt bakgrunnsmateriale.

NGU gjennomførte altså en løpende grunnvannskartlegging over en seksten års periode før kartleggingen opphørte i 1992. De ulike grunnvannskartene har bl. a. vært av stor betydning for vurdering av mulig forurensning av grunnvannsforekomster fra kisser.

## **6. RESULTATER ETTER GJENNOMGANG AV BAKGRUNNSMATERIALE**

For å vurdere eventuell grunnvannsforurensning ble samtlige av de 130 gruvene fra oversikten som NIVA har utarbeidet, og mulige grunnvannsforekomster nedstrøms for disse, gjennomgått i henhold til forutsetninger og metoder som beskrevet i kapitlene 3 og 4. Denne gjennomgangen viste at størstedelen av kisgruvene kunne elimineres med tanke på forurensning av grunnvannsforekomster som definert i prosjektet.

Ingen av kisgruvene ble vurdert å kunne skape konflikt med grunnvannsforekomster i fjell. Dette fordi det kreves helt spesielle bergarter og strukturer for å oppnå en varig stabil kapasitet større enn 1 l/s fra en borebrønn i fjell. De 130 vurderte gruvene ligger ikke i slike bergarter/strukturer. Tvert imot opptrer de aller fleste i kaledonske bergarter som i hovedsak er meget dårlige vanngivere som grønnskifere, glimmerskifere og fyllitter.

Etter denne teoretiske gjennomgangen var det totalt 9 gruveområder med tilsammen ca. 25 gruver som ble vurdert som mulige forurenser av grunnvannsforekomster med påvist eller antatt ytelse  $> 1$  l/s, og som benyttes eller kan ventes å bli benyttet til grunnvannsnett. Samtlige var løsmasseforekomster, og alle var såkalte infiltrasjonsmagasiner, som ved grunnvannsuttak får tilskudd til nydannelse av grunnvannet fra vassdrag nedstrøms for gruvene.

## **7. BEFARING**

Etter den teoretiske gjennomgangen ble størsteparten av de mulige forurensende gruvene og de mulige truede grunnvannsforekomstene befart i uke 40, 1996. Med på befaringen var Rohr-Torp og Kirkhusmo fra NGU, og Arnesen fra NIVA.

Under befaringen, og senere i møter og samtaler, er NIVAs vannanalyser av vassdragene som grenser mot grunnvannsforekomstene nedstrøms for gruvene gjennomgått. I mange tilfelle er det flere av de mulig forurensende gruvene som drenerer mot en og samme grunnvannsforekomst.

Fellesbefaringen sammen med gjennomgang av vannanalysene var meget avklarende for prosjektets problemstilling, og i neste avsnitt gjennomgås de enkelte gruvene og de mulig truede grunnvannsforekomstene i lys av dette.

## **8. MULIGE PROBLEMOMRÅDER, BEFART UNDER PROSJEKTET**

Etter gjennomgangen av bakgrunns materialet, var det altså bare et fåtall grunnvannsføremønstre som i utgangspunktet syntes å kunne bli forurenset fra kisgruver. Som tidligere bemerket, var samtlige av disse føremønstrene såkalte infiltrasjonsmagasiner, der infiltrert vann fra tilgrensende vassdrag bidrar til nydannelse av grunnvann i føremønstret.

Overflatevannets kvalitet i vassdraget vil således kunne påvirke kvaliteten av grunnvannet i slike avsetninger. I det følgende er derfor vannkjemien i overflatevannet som grenser mot de enkelte grunnvannsføremønstrene sammenliknet med kvalitetsnormene i Drikkevannsforskriftene.

### **8.1 Folldal verk**

Foruten Tverrfjellet ved Hjerkin i Oppland, som ikke er vurdert til å skape noen grunnvannskonflikt, ligger gruvene i Folldal kommune i Hedmark. Folldal verk og nordre og søndre Geitryggen ligger nord for dalen, mens Grimsdalsgruva og Nygruva ligger syd for dalen. Alle drenerer via ulike bekker til Folla i Follalsområdet.

Folldal var en såkalt A - kommune i GIN prosjektet. Det vil si at kommunen prioriterte tettsteder med utilfredsstillende vannforsyning, der det var behov for å få vurdert mulighetene for grunnvannsforsyning. NGU fortok deretter gjennomgang av bakgrunns materiale og befaring av de prioriterte områdene.

Folldal verk var et slikt prioritert område og i NGU rapport 91. 009 (1) anses elveslettene langs Folla uegnet på grunn av liten vannførende mektighet, mens områder på Grimsmoen anbefales. Lenger ned i dalen ved Grimsbu var allerede et område med dødistjern valgt med tanke på videre grunnvannsundersøkelser.

Hverken området på Grimsmoen eller dødislandskapet ved Grimsbu kommuniserer med Folla, slik at Folldal verk ikke påvirker føremønstrene. Generelt kan sies at avsetningene i dalen langs Folla består av bresjøsedimenter som er for finkornete for større grunnvannsuttak.

Alvdal var også en A - kommune i samme GIN undersøkelse. Her ble en avsetning ved Gulløymoen (UTM 32W 5840 68884) undersøkt og anbefalt (NGU rapport 91. 031) (2). Den er basert på infiltrasjon fra Folla. Alvdal har senere etablert sin vannforsyning herfra. Avsetningen forsyner ca. 1500 personer med vann av antatt god kvalitet. Det er imidlertid ikke analysert på tungmetaller.

NIVA har en stasjon for vannprøvetaking i Folla ved Gjelten bro (UTM 32W 5820 68900), drøyt 2 km opp for grunnvannsanlegget. Nedenfor er middelveidier for 7 prøver fordelt over året 1987 gjengitt (R.T.Arnesen, pers. komm.) sammen med Drikkevannsforskriftenes veiledende verdi og største tillatte konsentrasjon (3).

	<b>Folla v. Gjelten</b>	<b>Drikkevannsforskriftene</b>	
	Middelveidier	Veiledende	Største tillatte
<b>Cu (µg/l)</b>	<b>10,8</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>300</b>
<b>Zn (µg/l)</b>	<b>37</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>300</b>
<b>SO<sub>4</sub><sup>=</sup> (mg/l)</b>	<b>22,3</b>	<b>&lt; 25</b>	<b>100</b>
<b>Fe (mg/l)</b>	<b>0,182</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>0,2</b>
<b>Cd (µg/l)</b>	<b>0,16*</b>		<b>5</b>
<b>Pb (µg/l)</b>	<b>0,92*</b>		<b>20</b>

**\* = Middelveidi av 7 prøver fordelt over året 1982. Ikke tilgjengelige data fra senere år.**

Vannanalysene tilfredsstillir drikkevannsforskriftene for samtlige parametere. I forbindelse med flom i elva vil partikulært bundet jern rives med fra elvebunnen, slik at drikkevannsnormene overskrides. Konklusjonen blir likevel at det ikke er noen konflikt mellom Follidal verk og grunnvannsforsyningen til Alvdal.

## **8.2 Kvikne kobberverk**

Kvikne kobberverk ligger i Kvikne kommune i Hedmark. Avrenning fra gruveområdet drenerer via Ya til Orkla ved Yset. Yset har sin vannforsyning basert på grunnvann fra rørbrønner på en øy (UTM 32W 5675 69381) umiddelbart nedstrøms for Yas samløp med Orkla. I følge Folkehelsas «Driftsoppfølging av vannverk» (DOP), fylkesrapport for Hedmark (4), forsyner vannverket 200 personer med vann av tilfredsstillende kvalitet.

NIVA har en stasjon for vannprøvetaking i Ya, der elva krysser riksveien i Yset ( UTM 32W 5685 69378). Analyser herfra viste høyere konsentrasjoner av tungmetaller etter kraftverksutbygging i vassdraget, på grunn av vanligvis sterkt redusert vannføring. Nedenfor er gjennomsnittsverdier av 12 analyser fordelt over året 1993, etter kraftutbyggingen, (NIVA rapport 31. 05. 94) (5), sammenliknet med drikkevannsforskriftene (3).

	Ya ved Yset	Drikkevannsforskriftene	
	Middelverdier	Veiledende	Største tillatte
<b>Cu (µg/l)</b>	<b>38,7</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>300</b>
<b>Zn (µg/l)</b>	<b>7</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>300</b>
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>	<b>10,7</b>	<b>&lt; 25</b>	<b>100</b>
<b>Fe (mg/l)</b>	<b>0,146</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>0,2</b>
<b>Cd (µg/l)</b>	<b>&lt; 0,10</b>		<b>5</b>
<b>Pb (µg/l)</b>	<b>&lt; 0,5</b>		<b>20</b>

Til tross for redusert vannføring i Ya, tilfredsstilles drikkevannsforskriftenes veiledende verdier med gode marginer for Cu, Zn. og SO<sub>4</sub><sup>-</sup>. Fe, Cd og Pb er godt under største tillatte. For de to siste er det ikke gitt noen veiledende verdi. Med en meget vesentlig uttynning etter samløpet med Orkla, er det overhodet ingen konflikt mellom avrenning fra Kvikne kobberverk og grunnvannsforsyningen til Yset.

### 8.3 Killingdal, Bjørgåsen og Kjøli gruver

Gruvene ligger i Holtålen kommune i Sør-Trøndelag, og alle drenerer via forskjellige bekker til Gaula oppstrøms for en påvist grunnvannsförekomst ved Bjørnli (UTM 32W 6192 69683). Forekomsten er påvist av NGU (NGU rapport 96 058) (6), og er vurdert som en mulig vannkilde for Ålen. I følge Folkehelsas DOP fylkesrapport for Sør-Trøndelag, er det 1100 personer knyttet til dagens overflatevannverk som sporadisk er bakteriologisk forurenset..

NIVA har en stasjon G4, Reitan for prøvetakning av vannet i Gaula (UTM 32W 6197 69668). Stasjonen fanger opp de samlede tilførsler fra gruveområdene. Her ble 17 vannprøver analysert på Cu, Zn og sulfat i perioden 8. februar - 15. desember 1994 (NIVA rapport 22. 06. 95) (7). Nedenfor er høyeste og laveste verdier i måleperioden angitt sammen med drikkevannsforskriftene (3).

	Gaula		Drikkevannsforskriftene	
	Lavest	Høyest	Veiledende	Største tillatte
<b>Cu (µg/l)</b>	<b>4,4</b>	<b>18,2</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>300</b>
<b>Zn (µg/l)</b>	<b>10,0</b>	<b>80,0</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>300</b>
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup>(mg/l)</b>	<b>0,9</b>	<b>8,2</b>	<b>&lt; 25</b>	<b>100</b>

Som det fremgår av tabellen, representerer tilførselen av Cu, Zn og sulfat fra gruveområdene ingen konflikt med grunnvannsforekomsten ved Bjørnli. Selv de høyest målte konsentrasjonene er godt under drikkevannsforskriftenes veiledende verdier.

#### 8.4 Nordgruvefeltet

De vurderte gruvene i Nordgruvefeltet, Kongens grube, Christianus Sextus, Lergruvebakken og Fjellsjøgruva, ligger alle i Røros kommune i Sør-Trøndelag. Sextus og Fjellsjøgruva drenerer via Orvsjøen til Orva. Det samme gjelder Kongens, men den drenerer også direkte til Orva. Lergruvebakken drenerer til Orva, men avgang i form av pyritmalm er deponert i Orvsjøen. Orvsjøen er sterkt forurensset og fisketom. Området er bl. a. beskrevet i NIVA rapportene 02.05.84 (8) og 25.04.95 (9).

Orva renner ut i Glomma ved Orvos, og Orvas vifte ut i Glomma (UTM 32W 6216 69469) er av NGU vurdert som en mulig grunnvannsforekomst med tanke på fellesvannforsyning til Orvos-Glåmos (NGU rapport 91 123) (10). Et slikt vannverk ville måtte forsyne ca. 700 personer. Rapporten er en såkalt GIN-rapport. I GIN prosjektet var Røros en B - kommune. Det vil si at rapporten er basert på gjennomgang av bakgrunnsmateriale, uten feltbefaring.

NIVA har en stasjon for prøvetaking av vannet i Orva ved veibru, Listuvollen (UTM 32W 6207 69486), drøyt 2 km opp for Orvos. Stasjonen fanger opp tilførselen fra gruveområdene. Fordelt over perioden 1992-1993 ble 14 vannprøver analysert på Cu, Zn, sulfat og Fe. I samme periode ble 3 prøver analysert på Cd og Pb (NIVA rapport 25.04.95) (9). Nedenfor er middelverdiene i måleperioden angitt sammen med drikkevannsforskriftene (3).

	Orva	Drikkevannsforskriftene	
	Middelverdier -92-93	Veiledende	Største tillatte
<b>Cu (µg/l)</b>	<b>550</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>300</b>
<b>Zn (µg/l)</b>	<b>1 800</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>300</b>
<b>SO<sub>4</sub><sup>=</sup> (mg/l)</b>	<b>35,3</b>	<b>&lt; 25</b>	<b>100</b>
<b>Fe (mg/l)</b>	<b>3,2</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>0,2</b>
<b>Cd (µg/l)</b>	<b>4,8</b>		<b>5</b>
<b>Pb (µg/l)</b>	<b>10,7</b>		<b>20</b>

Tabellen viser at innholdet av Cu, Zn og Fe er vesentlig høyere enn både veiledende- og største tillatte konsentrasjon i drikkevannsforskriftene, mens sulfat, Cd og Pb er lavere enn største tillatte konsentrasjon. For de to siste er det ikke gitt noen veiledende verdi.

Langs Orva opptrer ikke grunnvannsforekomster som definert i prosjektet utenom den mulige grunnvannsforekomsten ved Orvos. Denne ble vurdert under fellesbefaringen, og forekomsten som er Orvas vifte ut i Glomma består i hele øvre del av kisavgang fra gruvene. Elveviften er følgelig ødelagt som grunnvannsressurs med tanke på drikkevannsforsyning til Orvos-Glåmos. Dette gjelder både for tungmetallinnholdet i selve viften, og for infiltrasjonsvannet i Orva.

Imidlertid opptrer en rekke andre like sentralt beliggende potensielle grunnvannsforekomster som kan benyttes til vannforsyning til Orvos/Glåmos langs Glomma, oppstrøms for Orvos. Disse er angitt i GIN rapporten for Røros kommune (10), og de ble vurdert som gode forekomster under fellesbefaringen. Selv om avrenningen fra Nordgruvefeltet skaper en konflikt med grunnvannsforekomsten ved Orvas vifte, skaper den altså ikke konflikt med en eventuell grunnvannsforsyning til Orvos-Glåmos.

## 8.5 Storwartz feltet

Storwartzfeltet som ligger i Røros kommune i Sør-Trøndelag, omfatter Gamle- og nye Storwartz, Quintus, Solskinn og Olavsgruva. Alle drenerer via ulike bekker til Djupsjøen/Hittervassdraget. Klart mest forurensende er selve Storwartz. Lenger ut i vassdraget har Røros sin grunnvannsforsyning fra en esker i Hittersjøen. Herfra forsynes ifølge Folkehelsas DOP rapport for Sør-Trøndelag (11), ca. 3 500 personer med vann av tilfredsstillende kvalitet.

Avrenningen fra Storwartz følger Prestbekken som har bygget ut en vifte der den når Djupsjøen ved Djupsjølia. NIVA rapport 25.04.95 (9) inneholder analyser fra Prestbekken, som viser verdier vesentlig høyere enn det som er angitt i drikkevannsforskriftene. Det er ikke grunnvannsforekomster langs Prestbekken, men bekkeviften ved Djupsjølia representerer en potensiell grunnvannsforekomst som ble oppsøkt under fellesbefaringen av Storwartzfeltet. Viften består i overflaten av kisavgang på samme måte som viften ved Orvos, og eventuelt infiltrert vann fra Prestbekken vil sammen med kisavgangen gjøre avsetningen ubrukelig som en drikkevannsforekomst. Det er imidlertid intet behov for et felles vannverk i det meget spredt bebygde området, slik at den direkte gruveavrenningen ikke representerer noen konflikt med denne avsetningen .

NIVA har også en stasjon for prøvetaking av vann ved utløpet av Djupsjøen (UTM 32W 6279 69436). Stasjonen fanger opp de samlede tilførsler fra Storwartz feltet. Nedenfor er gjengitt middelverdier av tilsammen 23 vannprøver fordelt over perioden sept. 94 - sept. 95 (NIVA rapport 15.05.96) (12). Verdiene er sammenliknet med drikkevannsforskriftene (3).

	Utløp Djupsjøen	Drikkevannsforskriftene	
	Middelverdier	Veiledende	Største tillatte
Cu (µg/l)	28,7	< 100	300
Zn (µg/l)	123	< 100	300
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	9,6*	< 25	100
Cd (µg/l)	0,2		5
Pb (µg/l)	0,7		20
Hg (µg/l)	< 0,002 og 0,002**		0,5

\* = en analyse, \*\* = to analyser

Analyseresultatene viser at fortynningen i vassdraget gir verdier som ligger godt innenfor det som er angitt i drikkevannsforskriftene, og således ikke representerer noen konflikt med grunnvannsforsyningen til Røros lenger ut i vassdraget.

Det kan også nevnes at en teknisk rapport fra Det norske Veritas rapp. Nr.96-3235 (13) viser at tungmetallinnholdet i Hittersjøen er sammenliknbart med det ved utløpet av Djupsjøen, mens grunnvannet som forsyner Røros fra eskeren i sjøen har et betydelig lavere tungmetallinnhold.

## 8.6 Løkken (Fearnley, Wallenberg, Astrup)

Løkken gruveområde ligger i Meldal kommune i Sør-Trøndelag. Hele gruveområdet drenerer til Raubekken som renner ut i Orkla ved Svorkmo. En drøy kilometer nedstrøms for samløpet ligger en grunnvannsføremst (UTM 32W 5381 70058) som vil kunne benyttes til et eventuelt grunnvannsanlegg for Svorkmo. En prøveboring og føremsten er beskrevet i NGUs «Vannressurskart 1521 II, Hølonda» (14). Gruveområdet og den påviste grunnvannsføremsten ble oppsøkt under fellesbefaringen. Raubekken går i dag i tunnel til Svorkmo kraftstasjon, og slippes ut i Orkla ved lokalitet UTM 32W 5392 70078, nedstrøms for grunnvannsføremsten.

NIVA har to stasjoner for vannprøvetaking i området. En i Raubekken ca. 1 km nord for Løkken sentrum (UTM 32W 5359 70014), og en i Orkla ved Vormstad (UTM 32W 5390 70084), nedstrøms både for føremsten ved Svorkmo og utløpet fra kraftverket. Fra de to stasjonene foreligger regelmessige analyser fra 1974 og fremover. I samme periode har NIVA gjennomført en rekke tiltak i gruveområdet, slik at analysene jevnlig viser en bedring av vannkvaliteten. Nedenfor er gjennomsnittsverdier for 1995 for de to målestedene sammenliknet med Drikkevannsforskriftene (3). Verdiene er tatt fra NIVA rapport 30. 04. 96 (15).



	Raubekken	Orkla	Drikkevannsforskriftene	
	Middelverdier 1995		Veiledende	Største tillatte
<b>Cu (µg/l)</b>	670	7,4	< 100	300
<b>Zn (µg/l)</b>	2370	23	< 100	300
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>	166	5,5	< 25	100
<b>Fe (mg/l)</b>	7,67	0,151	< 0,05	0,2
<b>Cd (µg/l)</b>	5,23	0,06		5

Tabellen viser at samtlige verdier fra Raubekken overskrider største tillatte konsentrasjon i henhold til drikkevannsforskriftene, mens fortynningen som skjer etter samløpet med Orkla, gir en vannkvalitet som tilfredsstillende forskriftene. Langs Raubekken som delvis er lagt i tunnel finnes ikke grunnvannsføremster som definert i prosjektet, og på grunn av fortynningen i Orkla, skaper ikke avrenningen fra Løkkenområdet noen konflikt med eventuelle grunnvannsføremster. Når det gjelder den påviste føremsten ved Svorkmo ligger denne dessuten oppstrøms for utløpet fra kraftstasjonen.

## 9. MULIGE PROBLEMOMRÅDER, IKKE BEFART UNDER PROSJEKTET

### 9.1 Bleikvassli gruber

Bleikvassli gruber ligger i Hemnes kommune i Nordland. Dreneringsmønsteret fra gruveområdet er komplisert. Dette skyldes dels at avgangsdeponeringen fra gruveområdet i senere tid foregikk i Kjøkkenbukta i Store Bleikvann, mens selve gruveområdet og den tidligere deponeringsdammen drenerer via Lille Bleikvann til Moldåga. I tillegg til dette, opptrer karstfiserne kalksteiner i området. Det vil si at avrenning muligens også kan foregå i ukjente underjordiske karstkanaler.

Det eneste stedet i området der det kan være behov for et felles vannverk er for tettstedet Bleikvassli. Dette ligger ved Moldåga ved UTM 33W 4460 73104. Uten befaring, og uten at grunnvannsundersøkelser er foretatt i området, antas elveslettene langs Moldåga å kunne representere en føremst med tanke på grunnvannsvannforsyning til Bleikvassli. I følge Folkehelsas DOP fylkesrapport for Nordland (16), har Bleikvassli et overflatevannverk som forsyner 450 personer med vann som tidvis er bakteriologisk forurenset.

NIVA har flere stasjoner for vannprøvetaking i området. Stasjon 5 ligger i Moldåga nær kirken i Bleikvassli (UTM 33W 4457 73104), etter innblanding av vann fra Lille Bleikvann. Nedenfor

er middelværdier for analyseresultatene fordelt over året 1992 sammenliknet med drikkevannsforskriftene(3). Verdiene og ytterligere analyseresultater samt områdebeskrivelser finnes i NIVA rapport 01. 02. 93. (17).

	<b>Moldåga st. 5</b>	<b>Drikkevannsforskriftene</b>	
	Middelværdier -92	Veiledende	Største tillatte
<b>Cu (µg/l)</b>	1,1	< 100	300
<b>Zn (µg/l)</b>	73	< 100	300
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>	4,6	< 25	100
<b>Pb (µg/l)</b>	1,6		20

Bortsett fra et noe forhøyet sinkinnhold, er verdiene sammenliknbare med normale bakgrunnsverdier i grunnvann. Avrenningen fra Bleikvassli gruber representerer altså ingen konflikt med mulige grunnvannsføremøster ved tettstedet Bleikvassli.

## 9.2 Birtavarre kobberverk

Gruvene ligger i Kåfjord kommune i Troms. De betydeligste gruvene drenerer via Ørnedalselva til Kåfjordelva, og ved utløpet i Kåfjordelva ligger smeltehytta. De er ikke befart i forbindelse med dette prosjektet, men i NGU rapport 91.027 (18) antas gode grunnvannsmuligheter fra løsmasser en rekke steder langs Kåfjordelva fra samløpet med Ørnedalselva og utover, og at muligheter for grunnvannsforsyning til Kåfjorddalen er tilstede. Rapporten er utarbeidet under prosjektet «Grunnvann i Norge» (GIN), der Kåfjord var en såkalt A - kommune. Det vil si at kommunen anså Kåfjorddalen som et prioritert område med tanke på et eller flere mulige fellesvannverk basert på grunnvann, og at NGU rapportens vurderinger er basert på befaring av området. I Folkehelsas DOP fylkesrapport for Troms (19), beskrives tre eksisterende fellesvannverk i Kåfjorddalen som tilsammen forsyner ca. 1800 personer med vann av ikke tilfredsstillende kvalitet.

NIVA har ikke systematisk prøvetatt overflatevann i området, men under en felles befaring med SFT i august 1985 ble det tatt vannprøve ved fire lokaliteter. Beskrivelse av gruvene og analyseresultatene er gjengitt i NIVA rapport 18. 01. 90 (20). Med tanke på eventuell grunnvannspåvirkning er det analysen fra Kåfjordelva, ca. 1 km nedstrøms for samløpet mellom Ørnedalselva og Kåfjordelva (Ankerlia UTM 34W 4986 77028) som er av interesse. Nedenfor er analyseresultatet sammenliknet med drikkevannsforskriftene (3).

	Kåfjordelva	Drikkevannsforskriftene	
	Enkeltprøve	Veiledende	Største tillatte
<b>Cu (µg/l)</b>	5,5	< 100	300
<b>Zn (µg/l)</b>	< 10	< 100	300
<b>SO<sub>4</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>	6,4	< 25	100
<b>Fe (mg/l)</b>	< 0,005	< 0,05	0,2
<b>Cd (µg/l)</b>	< 10*		5
<b>Pb (µg/l)</b>	1,1		20

\* = Begrensningen skyldes analysenøyaktigheten

Selv om en enkelt vannprøve er lite, er verdiene her så lave, at de er å sammenlikne med naturlige bakgrunnsverdier. Konklusjonen blir derfor at avrenningen fra Birtavarreområdet ikke er i noen konflikt til grunnvannsforkomstene i Kåfjorddalen.

### 9.3 Knaben molybdengruve

Knaben Molybdengruve ligger i Kvinesdal kommune i Vest-Agder. Avrenningen fra hele gruveområdet drenerer til de to Knabentjernene, der også avgang fra oppredningsverket er deponert. Tjernene renner ut i Knabeåni som løper sammen med Kvina ved Risnes.

I følge Folkehelsas DOP rapport for Vest- Agder (21), har Kvinesdal og Storekvina grunnvannsforsyning basert på rørbrønner i løsmasser ved Kvina. Begge har tilfredsstillende vannkvalitet, og det forsynes henholdsvis 3 000 og 120 personer. I tillegg vurderes i GIN sammenheng, grunnvannsforsyning til Træland-Rafoss som mulig fra løsmasser langs Kvina. Dette er beskrevet i NGU rapport 92.067 (22), der Kvinesdal var en A - kommune med befaringsområde.

Træland-Rafoss som har et vannbehov tilsvarende 300 personer, ligger mellom Kvinesdal og Storekvina, og alle de tre stedene ligger mer enn 40 km nedstrøms for Knaben. Mellom Knaben og disse forekomstene opptrer ikke grunnvannsforkomster som definert i prosjektet.

NIVA rapport 18. 01. 90 (20) gir analyseresultatet fra en vannprøve tatt i oktober 1989 i utløpet fra Store Knabentjern, UTM 32W 3870 65050. Resultatet er nedenfor sammenliknet med Drikkevannsforskriftene (3).

	Utløp st. Knabentj.	Drikkevannsforskriftene	
	Enkeltprøve	Veiledende	Største tillatte
Mo (µg/l)	24,6	< 70*	
Cu (µg/l)	14,9	< 100	< 300
Zn (µg/l)	20	< 100	< 300
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	6,4	< 25	< 100
Pb (µg/l)	1,0		20

\* = World Health Organization, guideline value. Ikke angitt i drikkevannsforskriftene.

Analysematerialet representerer en enkelt prøve, og er således svært spinkelt. Prøven er imidlertid tatt umiddelbart ned for gruveområdet, og de analyserte parametere viser likevel konsentrasjoner langt under drikkevannsforskriftenes veiledende verdier. Vassdraget utsettes for en vesentlig fortynning videre nedover, slik at det er helt usannsynlig at Knaben gruver kan skape noen konflikt til grunnvannsforkomstene i Kvinesdal-Storekvinaområdet.

## 10. KONKLUSJON

Etter en gjennomgang av omkring 130 kisgruver, som inkluderer våre mest forurensende, var det ca. tjuefem gruver innenfor ni avgrensede områder som i utgangspunktet ble vurdert som mulige forurensere av grunnvannsforkomster med kapasitet større enn 1 l/s, og som benyttes-, eller som antas aktuelle å benytte til vannforsyning.

Seks av de ni områdene ble befart av NGU og NIVA, mens de tre andre ble grundig vurdert ut fra tilgjengelig bakgrunnsmateriale. Ved å sammenlikne NIVAs analyser av det elvevann som infiltrerer de aktuelle grunnvannsforkomstene med Sosialdepartementets Drikkevannsforskrifter, fremgår at elvevannet tilfredsstillende forskriftene, i de fleste tilfelle med meget god margin.

**Følgelig har vi ingen konflikt mellom avrenning fra kisgruver og grunnvannsforkomster som definert i prosjektet.**

Vannkjemien i våre større vassdrag nedstrøms for kisgruver, viser en så stor grad av fortynning, at det sannsynligvis er minimale konflikter også med grunnvannsforkomster større enn 1 l/s som ligger avsides til, og dermed ikke forventes å bli tatt i bruk til fellesvannverk. Dessuten har vi indikasjoner på at løsavsetninger virker som «rensemedium» når bl. a. avrenning fra gruver og tipper passerer gjennom avsetningene.

I gravers nærrområder vil det imidlertid lokalt kunne være påvirkning av gruveforurensning, der det eksisterer, eller vil kunne etableres grunnvannsbrønner med tanke på enkeltvannforsyninger. Vurdering av slike områder inngikk ikke i prosjektet, ettersom «grunnvannsforekomster» som gir tilstrekkelig vann til et hus eller et gårdsbruk fra en borebrønn i fjell for praktiske formål finnes over alt i Norge. I slike tilfelle vil det også kunne være vanskelig å skille mellom naturlig opptreden av tungmetaller i grunnen, og tungmetallforurensning som følge av gruvedrift.

## 11. REFERANSER

1. Grunnvann i Folldal kommune. *NGU Rapport 91.009, 1991.*
2. Grunnvann i Alvdal kommune. *NGU Rapport 91.031, 1991.*
3. Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Fastsatt av Sosial- og helsedepartementet, 1. januar 1995. *Nr. 68*
4. Driftsoppfølging av vannverk. Fylkesrapport Hedmark. *Folkehelsa Rap. nr. 94, 1994.*
5. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1993. *NIVA-rapport 31.05, 1994.*
6. Oppfølgende grunnvannsundersøkelser i Haltdalen og Ålen, Holtålen kommune, *NGU Rapport. 96.058, 1996.*
7. Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og biologiske undersøkelser. *Årsrapport 1994, NIVA-rapport 22.06.1995.*
8. Vannforsyning fra nedlagte gruver. *NIVA-rapport O-82068, 02.05.1984*
9. Transport av tungmetaller fra norske kisgruver. *NIVA-rapport O-94021, 25.04.1995.*
10. Grunnvann i Røros kommune. *NGU Rapport. 91.123, 1991.*
11. Driftsoppfølging av vannverk. *Fylkesrapport Sør-Trøndelag. Folkehelsa Rap. nr. 86, 1993.*
12. Storwartz-prosjektet. Dokumentasjon av gruvedriftens påvirkning av miljøet. Del 1: vannkjemiske undersøkelser. *NIVA-rapport 15.05.1996.*
13. Storwartz-prosjektet. Dokumentasjon av gruvedriftens påvirkning av miljøet. Del 4: Oppfølgende undersøkelser av drikkevann. *Det Norske Veritas Rap. 96.3235, 1996.*
14. Beskrivelse til vannressurskart "Grunnvann i løsavsetninger" Blad 1521 II, Hølonda, *NGU Spesiell rapport nr. 34. 1983.*
15. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1995. *NIVA-rapport 30.04.1996.*

16. Driftsoppfølging av vannverk. Fylkesrapport Nordland. *Folkehelsa Rap. nr. 87, 1993.*
17. A/S Bleikvassli Gruber. Kontroll- og overvåkingsundersøkelser 1992. NIVA-rapport 01.02. 93.
18. Grunnvann i Kåfjord kommune. *NGU Rapport 91.027, 1993*
19. Driftsoppfølging av vannverk. Fylkesrapport Troms. *Folkehelsa Rap. nr. 89, 1993.*
20. Vannforurensning fra nedlagte gruver. Del II. *NIVA-rapport 18.01.1990.*
21. Driftsoppfølging av vannverk. Fylkesrapport Vest-Agder. *Folkehelsa Rap. nr. 84, 1993*
22. Grunnvann i Kvinesdal Kommune. *NGU Rapport 92.067, 1992*

GRUVE	FYLKE	KOMMUNE	KARTBLAD	RUTE
<b>Allergot (Alltid Godt Gruve)</b>	Sør-Trøndelag	Tydal	Alen 1720 IV	32V PQ 348 825
<b>Alta Kobberverk:</b>				
<i>Kåfjord</i>	Finnmark	Alta	Alta 1834 I	34W EC 78 61
<i>Raipas</i>	"	"	"	34W EC 904 610
<b>Bamble nikkilverk:</b>				
<i>(Meinkjær, Nystein, Hansås Skogen og Vissestad)</i>	Telemark	Bamble	Langesund 1712 I, Kragerø 1712 IV Porsgrunn 1713 II, Kilebygd 1713 III	32V NL 33 38/39 + 34 38/39
<b>Bidjovagge</b>	Finnmark	Kautokeino	Mållejus 1833 IV	34W EB 58 85/86/87
<b>Bindal gullgruve</b>	Nordland	Bindal	Majafjellet 1825 II	33W UN 9729
<b>Birtavarre kobberverk:</b>				
<i>Gruve 117</i>	Troms	Kåfjord	Manndalen 1633 I	34W DC 953 009
<i>Gruve 115</i>	"	"	"	34W DC 963 003
<i>Gruve 111</i>	"	"	"	34W DC 971 000
<i>Smeltehytte</i>	"	"	"	34W DC 988 017
<b>Bjørkåsen</b>	Nordland	Ballangen	Evenes 1331 IV	33W WR 73 80/84 + 74 80/81
<b>Blåberg (Årdals kobberverk)</b>	Sogn & Fjordane	Årdal	Hurrungane 1517 IV	32V MN 344 985
<b>Blåfarveverket:</b>				
<i>Skuterud gruvene</i>	Buskerud	Modum	Hokksund 1714 I	32V NM 48 48/49
<i>Oppredningsverk</i>	"	"	"	32V NM 49 42
<b>Bleikvassli Gruber</b>	Nordland	Hemnes	Røssvatnet 1926 I	33W VP 48 11
<b>Bossmo gruver</b>	Nordland	Rana	Mo i Rana 1927 I	33W VP 59 57
<b>Bygmesterås gruve ved Kong.b.</b>	Buskerud	Kongsberg	Kongsberg 1714 II	32V NM 386 172
<b>Bøylestad Kobberverk:</b>				
<i>Bøylestad gruve</i>	Aust-Agder	Froland	Nelaug 1612 III	32V MK 832 929
<i>Skytmyr</i>	"	"	"	32V MK 823 908
<b>Eidsvoll Gullverk</b>	Akershus	Nord-Odal	Eidsvoll 1915 I	32V PN 293 022
<b>Eiker Kobberverk</b>	Buskerud	Øvre Eiker	Hokksund 1714 I	32V NM 460 261
<b>Ringerike Nikkelverk:</b>				
<i>Ertelien gruveområde</i>	Buskerud	Modum	Hønefoss 1815 III	32V NM 58 59
<i>Langdalsgruvene</i>	"	Ringerike/Modum	"	32V NM 56 70
<b>Espedalen Nikkelgruver:</b>				
<i>Stangsgruva</i>	Oppland	Sør-Fron/Gausdal	Espedalen 1717 IV	32V NP 306 099
<i>Evansgruva</i>	"	Gausdal	"	32V NP 309 102
<i>Veslegruva</i>	"	"	"	32V NP 34 03

## Sheet1

<i>Bjellkugruva</i>	"	"	"	32V NP 309 088
<i>Andreasberg</i>	"	"	"	32V NP 352 060
<i>Smeltehytte</i>	"	Sør-Fron	"	32V NP 265 120
<b>Espeland blygruve</b>	Aust-Agder	Vegårshei	Nelaug 1612 III	32V ML 880 098
<b>Fløttorp</b>	Aust-Agder	Audnedal	Bjelland 1411 I	32V MK 051 835/833
<b>Fløttum gruve</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Haltdalen 1620 I	32V NQ 875 758
<b>Flåt Nikkelgruve</b>	Aust-Agder	Evje og Hornnes	Evje 1512 III	32V MK 34 96
<b>Folldalsgruva</b>	Sør-Trøndelag	Tydal	Ålen 1720 IV	32V PQ 261 726
<b>Folldal Verk (F.s.):</b>	Hedmark	Folldal	Folldal 1519 II	32V NP 51 90
<i>Nygruva</i>	"	"	"	32V NP 473 869
<i>Grimsdal</i>	"	"	"	32V NP 431 869
<i>N. Geiteryggen</i>	"	"	"	32V NP 568 917
<i>S. Geiteryggen</i>	"	"	"	32V NP 573 897 + 577 899
<i>Rødalsgruva</i>	"	"	Kvikneskogen 1619 IV	32V NQ 682 069
<i>Baugberget</i>	"	Alvdal	Alvdal 1619 III	32V NP 817 870
<b>Folldal Verk (Hje.):</b>	Oppland	Dovre	Hjerkinn 1519 III	32V NP 26 99 + 32V NP 27 99
<i>Tverrfjellet gruver</i>	"	"	"	32V NP 270 998
<b>Fossgruva</b>	Hedmark	Tolga-Os	Dalsbygda 1620 II	32V PQ 009 388
<b>Fredrik IV</b>	Hedmark	Tolga/Os	Dalsbygda 1620 II	32V PQ 046 343
<b>Fromgruva</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 151 661
<b>Fådalen / Klettvingen</b>	Hedmark	Tynset	Kvikneskogen 1619 IV	32V NQ 83 10/11/12
<b>Gaulstad/Mokk:</b>				
<i>Gaulstad</i>	Nord-Trøndelag	Steinkjer	Vuku 1722 I	33V UL 59 96
<i>Tjerngruben</i>	"	"	"	"
<b>Glomsrudkollen</b>	Buskerud	Modum	Lier 1814 IV	32V NM 550 390
<b>Gresli</b>	Sør-Trøndelag	Tydal	Tydal 1721 III	32V PQ 245 938
<b>Grong Gruber:</b>				
<i>Joma</i>	Nord-Trøndelag	Røyrvik	Jomafjell 1924 I	33W VM 457 945
<i>Gjersvika</i>	Nord-Trøndelag	Røyrvik	Limingen 1924 IV	33W VM 258 935
<b>Gravdals gruve (Bergedals)</b>	Hordaland	Kvam/Kvinnherad	Varaldsøyna 1215 II	32V LM 27/28 68
<b>Grønskar gravene</b>	Sør-Trøndelag	Tydal	Ålen 1720 IV	32V PQ 362 792/796
<b>Guldals gruve (Gauldal)</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 300 705
<b>Hadelands bergverk:</b>				
<i>Nysetergruva</i>	Oppland	Lunner	Gran 1815 I	32V NM 939 819
<i>Oppredningsverk</i>	"	"	"	32V NM 915 807
<b>Hesjedalsgruva (Pålsgruva)</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Haltdalen 1620 I	32V PQ 113 642



<b>Hosanger Nikkelverk:</b>				
<i>Nunnås</i>	Hordaland	Osterøy	Stanghelle 1216 III	32V LN 082 168
<i>Litland</i>	"	"	"	32V LN 071 182
<b>Innset gruve (Nyberget)</b>	Sør-Trøndelag	Rennebu	Innset 1520 II	32V NQ 560 534
<b>Kilingdal gruver:</b>				
<i>Øvre område</i>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 26 65
<i>Bjergåsen</i>	"	"	"	32V PQ 23 65
<b>Kjøli gruver</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 339 736
<b>Knaben Molybdengruve</b>	Vest-Agder	Kvinesdal	Fjotland 1412 III	32V LL 87/88 04 + 88 03
<b>Konnerudfeltet</b>	Buskerud	Drammen	Drammen 1814 III	32V NM 62/63 22 + 63 20 + 64 19/20
<b>Kvikne kobberverk</b>	Hedmark	Tynset	Kvikne 1620 III	32V NQ 73 36
<b>Kårslått gruve</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 196 731
<b>Løkken gruver</b>				
<i>Fearnley, Wallenberg og Astrup</i>	Sør-Trøndelag	Meldal	Løkken 1521 III	32V NQ 33 99, 34 99, 35 99
<i>Dragset gruva</i>	"	"	"	32V NR 273 011
<i>Viktoriagruva</i>	"	"	Hølonda 1521 II	32V NQ 369 926
<i>Kong Karls gruve</i>	"	"	"	32V NQ 373 921
<i>Åmot</i>	"	"	"	32V NQ 418 004
<i>Høydalsgruva</i>	"	"	"	32V NQ 378 988
<b>Malmhaug gruber</b>	Nordland	Rana	Storforshei 2027 IV	33W VP 788 572
<b>Menna (Svenske-Menna)</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 286 691
<b>Meråkerområdet:</b>				
<i>Lillefjell gruve</i>	Nord-Trøndelag	Meråker	Meråker 1721 I	32V PR 390 168
<i>Gilså gruve</i>	"	"	Essandsjøen 1721 II	32V PR 395 129
<i>Dronningens gruve</i>	"	"	"	32V PR 42 14
<i>Langsund</i>	"	"	Meråker 1721 I	32V PR 387 270
<i>Mannfjell</i>	"	"	Flornes 1721 IV	32V PR 325 294
<i>Fonnfjellet gruver</i>	"	"	"	32V PR 340 348 + 337 345 + 333 335
<i>Smeltehytta</i>	"	"	Meråker 1721 I	32V PR 406 212
<b>Midtgruva (Jensgruva)</b>	Sør-Trøndelag	Tydal	Ålen 1720 IV	32V PQ 361 779
<b>Muttagravene</b>	Akershus	Lunner	Gran 1815 I	32V NM 90 81
<b>Nikkel og Olivin AS</b>	Nordland	Ballangen	Skjomen 1331 I	33W WR 80 81
<b>Oscar II (Mosenggruva)</b>	Hedmark	Tolga-Os	Tynset 1619 I	32V PQ 08 30
<b>Repparfjord</b>	Finnmark	Kvalsund	Repparfjorden 1935 I	35W LU 97 16
<b>Rogngruva</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 143/147 675
<b>Rødfjell</b>	Nordland	Rana	Storforshei 2027 IV	33W VP 761 526

<b>Rødhammer kisgruve</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 225 813
<b>Røros Kobberverk, Nordgr.feltet:</b>				
<i>Kongens</i>	Sør-Trøndelag	Røros	Røros 1720 III	32V PQ 18 51
<i>Arvedalen</i>	"	"	"	32V PQ 17 51
<i>Rødalen</i>	"	"	"	32V PQ 158 511
<i>Fjellsjøgruva</i>	"	"	"	32V PQ 163 535
<i>Sextus</i>	"	"	"	32V PQ 191 531
<i>Lergruvebakken</i>	"	"	"	32V PQ 18 49
<i>Mugg</i>	"	Holtålen	"	32V PQ 17 56
<b>Røros Kobberverk-Storwartz:</b>				
<i>Gamle Storwartz</i>	Sør-Trøndelag	Røros	Røros 1720 III	32V PQ 292 468
<i>Nye Storwartz</i>	"	"	"	32V PQ 300 469
<i>Quintus</i>	"	"	"	32V PQ 310 472
<i>Solskinnsgruva</i>	"	"	"	32V PQ 315 473
<i>Olavsgruva</i>	"	"	"	"
<i>Hestkletten</i>	"	"	"	32V PQ 302 470
<i>Klasberget</i>	"	"	"	32V PQ 319 502
<i>Klinkenberg</i>	Sør-Trøndelag	"	"	32V PQ 360 589
<i>Abrahams</i>	"	"	"	32V PQ 295 560
<b>Røros-Menna</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 291 698
<b>Røstvangen Gruber:</b>				
<i>Øvre område (Midthø)</i>	Hedmark	Tynset	Kvikneskogen 1619 IV	32V NQ 71 17
<i>Børsjøhøgruvene</i>	"	"	"	32V NQ 65 19/20 + 66 19/20
<i>Nedre område</i>	"	"	"	32V NQ 72 17
<b>Sauda Grubekompani</b>	Rogaland	Sauda	Sauda 1314 III	32V LM 578 157
<b>Sel Kobberverk:</b>				
<i>Rosten</i>	Oppland	Sel	Otta 1718 IV	32V NP 29 48/49
<i>Åsoren</i>	"	"	"	32V NP 23 51
<b>Sivilvangen</b>	Hedmark	Tynset	Alvdal 1619 III	32V NQ 81 00
<b>Skorovas Gruber</b>	Nord-Trøndelag	Namsskogan	Skorovatn 1824 II	33W VM 09 69
<b>Stordø Kisgruber</b>	Hordaland	Stord	Fitjar 1114 I	32V KM 99 33
<b>Storhøgdgruva</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Ålen 1720 IV	32V PQ 167 648
<b>Storvoll gruve</b>	Sør-Trøndelag	Holtålen	Haltdalen 1620 I	32V PQ 125 641 + 128 642
<b>Sulitjelma, Bergverk:</b>				
<i>Mons-Petter 1 og 2</i>	Nordland	Fauske	Sulitjelma 2129 II	33W WQ 47 46
<i>Giken 1 og 2</i>	"	"	"	33W WQ 47 47

## Sheet1

<i>Ny-Sulitjelma</i>	"	"	"	33W WQ 49 47
<i>Charlotta 1 og 2</i>	"	"	"	"
<i>Jakobsbakken</i>	"	"	"	33W WQ 43 42
<i>Hankabakken 1</i>	"	"	"	"
<i>Bursi</i>	"	"	"	33W WQ 43 49
<i>Sagmo</i>	"	"	"	33W WQ 44 45
<b>Tronslien gruve</b>	Hedmark	Alvdal	Alvdal 1619 III	32V NP 86 91
<b>Tråk</b>	Telemark	Bamble	Porsgrunn 1713 II og Kilebygd 1713 III	32V NL 34 50
<b>Tårstad kisgruver (Tørrestad)</b>	Nordland	Evenes	Evenes 1331 IV	33W WR 67 96/97
<b>Ulriksdal</b>	Sør-Trøndelag	Trondheim	Trondheim 1621 IV	32V NR 70 21
<b>Undal Verk</b>	Sør-Trøndelag	Rennebu	Rennebu 1520 I	32V NQ 536 661
<b>Vaddas</b>	Troms	Skjervøy	Nordreisa 1734 IV	34W EC 22 44/45 + 23 43
<b>Varaldsøy gruvefelt:</b>				
<i>Valaheien</i>	Hordaland	Kvinnherad	Varaldsøyna 1215 II	32V LM 34 72
<i>Nygruva</i>	"	"	"	32V LM 33 70
<i>Seltevikfjell</i>	"	"	"	32V LM 36 71
<b>Vigsnes Kobberverk</b>	Rogaland	Karmøy	Haugesund 1113 I	32V KL 85 85
<b>Vingelen</b>	Hedmark	Tolga/Os	Tynset 1619 I	32V NQ 96 24/25 + 94 21 + 93 16
<b>Vårstigen</b>	Sør-Trøndelag	Oppdal	Snøhetta 1519 IV	32V NQ 32 11
<b>Ytterøya (Hokstad Kisgruber)</b>	Nord-Trøndelag	Levanger	Verran 1622 I	32V PR 06 76 + 07 76
<b>Ølve Gruveområde:</b>				
<i>Dyråsen</i>	Hordaland	Kvinnherad	Fusa 1215 III	(mangler kart)
<i>Attramadalen (Chr.gav. kobb.v)</i>	"	"	Varaldsøyna 1215 II	32V LM 25/26 59
<b>Åmdal Verk</b>	Telemark	Tokke	Dalen 1513 IV	32V ML 45 82