Helse- og miljøfarlige kjemikalier
.

TA-nummer: 1986/2003
ISBN-nummer: 82-577-4402-6

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn
Utførende institusjon: Norsk institutt for vannforskning

Elvestrekninger påvirket av gruveforurensning

Elvestrekninger påvirket av gruveforurensning

Status for forurensningssituasjonen ved utgangen av 2002

Forord

Denne rapporten gir en oversikt over antall kilometer vassdrag som er påvirket av gruveavrenning og der konsentrasjonene av kopper er over 10 µg/l. Denne konsentrasjonen har hittil vært et mål for vannkvalitet ved gjennomføring av forurensningsbegrensende tiltak. Tiltakene har pågått siden 1985, og pågår ennå i noen områder. Rapporten gir en status for situasjonen ved utgangen av 2002 med hovedvekt på forurensningssituasjonen ved de 10 største gruveområdene med tilstøtende vassdrag. Rapporten har kun benyttet eksisterende datamateriale i vurderingene.

Saksbehandler hos SFT har vært rådgiver Grethe Braastad.

Fra NIVA har Eigil Rune Iversen, Rolf Tore Arnesen og Torulv Tjomsland deltatt med førstnevnte som prosjektleder.

Oslo, 1. oktober 2003

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag **6**

Summary **7**

1. Bakgrunn **8**
1.1 Innledning 8
1.2 Målsetting 9
1.3 Beskrivelse av data og metoder 10

2. Kriterier for klassifisering av vannkvalitet **10**
2.1 Virkninger av gruveavrenning 10
2.2 Historisk utvikling av slike kriterier i Norge 11
2.2.1 SFTs første veileder 11
2.2.2 SFTs veileder av 1997 12
2.3 SFTs saksbehandling i gruvesaker 13
2.4 Hvilket tall skal tilfredsstille kriteriet ? 13

3. De enkelte vassdragene **15**
3.1 Innledning 15
3.2 Gaulavassdraget 17
3.2.1 Geografisk beskrivelse 17
3.2.2 Forurensningsbegrensende tiltak 18
3.2.3 Skurru 18
3.2.4 Rugla 20
3.2.5 Gaula, hovedvassdraget 20
3.3 Glommavassdraget 25
3.3.1 Geografisk beskrivelse 25
3.3.2 Forurensningsbegrensende tiltak 28
3.3.3 Orva 28
3.3.4 Hitterelva 30
3.3.5 Folla 31
3.3.6 Glomma, hovedvassdraget fra Aursunden til Høyegga 33
3.4 Namsenvassdraget 39
3.4.1 Forurensningsbegrensende tiltak 39
3.4.2 Stallvikelva 40
3.4.3 Skorovasselva/Grøndalselva 40
3.5 Orklavassdraget 43
3.5.1 Geografisk beskrivelse 43
3.5.2 Forurensningsbegrensende tiltak 43
3.5.3 Ya 44
3.5.4 Skauma 45
3.5.5 Vorma 45
3.5.6 Orkla, hovedvassdraget 45
3.6 Stjørdalsvassdraget 50
3.6.1 Geografisk beskrivelse 50
3.6.2 Forurensningsbegrensende tiltak 50

3.6.3 Gilsåa/Dalåa 50
3.6.4 Torsbjørka 52
3.6.5 Stjørdalselva, hovedvassdraget 52
3.7 Sulitjelmavassdraget 54
3.7.1 Geografisk beskrivelse 54
3.7.2 Forurensningsbegrensende tiltak 54
3.7.3 Sjønståelva 54

4. Beregning av samlet lengde påvirket vassdrag 57

5. Utslippsmengder 59

6. Sammenfattende diskusjon 61

7. Framtidig tilsyn 64
7.1 Oppdatering av nøkkeltall 64
7.2 Kontroll av tiltak 66

8. Konklusjoner 67

9. Referanser 68

Vedlegg A. Analysegrunnlag 69
Statens forurensningstilsyn (SFT) 81

Sammendrag

Gruvedrift etter kismineraler har pågått over en periode på 500 år i Norge. Denne virksomheten førte etterhvert til betydelige forurensningsproblemer i mange av vassdragene våre. De største miljøproblemene er knyttet til kismineralenes forvitringsegenskaper som medfører at tungmetaller frigjøres under utvikling av syre og vaskes ut med nedbøren. Kildene for slik forurensning er avfallsberg, forskjellige typer prosessavfall (avgang), gruverom og smeltehytter. Problemene økte betydelig i løpet av de siste hundre år da innføring av ny teknologi medførte en betydelig økning i produksjonen. I 1960- og 1970-årene ble etterhvert tungmetallavrenningen fra norske kisgruver svært stor. I 1985 ble det startet et statlig program for opprydding innenfor denne bransjen. Målet var å redusere avrenningen av kopper med 60-90 % innenfor en tiårsperiode. Målet ble nådd idet en foreløpig har oppnådd en reduksjon på 70 %.

Kontrollprogrammer som har vært gjennomført har gjort det mulig å lage en statistikk for avrenningens størrelse og hvordan den har endret seg i løpet av tiltaksperioden. Da det kan være vanskelig å forholde seg til oppgaver over avrenning i tonn metall/år og hva dette innebærer i praksis, har en sett et behov for å beregne et såkalt nøkkeltall for *antall km vassdragsstrekning som er alvorlig påvirket av gruveavrenning*. En av oppgavene i denne undersøkelsen var å definere som menes med alvorlig påvirket. Det ble valgt å benytte et konsentrasjonsnivå for kopper på 10 µg/l. Dette er identisk med det konsentrasjonsnivå som hittil er benyttet som mål ved gjennomføring av tiltak. I mange områder vil et slikt mål være svært ambisiøst. Lavere konsentrasjonsmål, som foreslått i vannkvalitetskriteriene, kan i praksis være uoppnåelige i slike områder og følgelig gi liten motivasjon for tiltak. Å benytte en enkelt kjemisk parameter som grunnlag for å avgjøre påvirkningsgraden innebærer en grov forenkling av problemstillingene. En har imidlertid praktiske erfaringer for at en oppnår en akseptabel forurensningsstilstand ved denne konsentrasjonen.
I beregningene har en lagt mest vekt på forurensningstilstanden ved de 10 mest betydningsfulle gruveområdene. En har dessuten kun beregnet påvirkede elvestrekninger i de viktigste vassdragene med viktige sideelver. Følgende vassdrag omfattes av beregningene: Sulitjelmavassdraget, Namsen, Stjørdalselva, Orkla, Gaula og øvre Glomma. Beregningene er utført for årene 1985, 1992 og 2002. Med utgangspunkt i eksisterende datamateriale har en kommet fram til følgende nøkkeltall :

Elvestrekninger der kopperkonsentrasjonen er over 10 µg/l			Elvestrekninger der middelverdien for kopper er over 10 µg/l		
1985 km	1992 km	2002 km	1985 km	1992 km	2002 km
250	242	231	250	193	182

Det er usikkerheter knyttet til beregningene da eksisterende datamateriale ikke har hatt som formål å beregne berørte vassdragsstrekninger. Det er derfor benyttet skjønn på noen elvestrekninger. I flere av områdene der det er gjennomført tiltak er forurensningstilstanden ikke stabil idet noen tiltak vil ha begrenset varighet. Det vil derfor være nødvendig å følge opp tilstanden med kontrollprogrammer. Det er foreslått å følge opp tilstanden vha. kjemisk analyseprogram og benytte statistiske metoder med bakgrunn i eksisterende analysemateriale. Ved avvik utover definerte mål iverksettes mer omfattende undersøkelser.

Summary

Title: Rivers affected by acid rock drainage in Norway
Year: 2003
Authors: Eigil Rune Iversen and Rolf Tore Arnesen
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4402-6

Mining for pyrite minerals in Norway has been carried out since the end of 15th century. In the first centuries, copper was the only metal of interest. During the last hundred years concentrates of copper, zinc, cadmium, lead, nickel, molybdenium and pyrite have been the main products. At some mines precious metals like silver and gold were also important. Introduction of new technology around 1900 resulted in a considerable rise in the production and in waste material as well. Consequently, the pollution problems caused by acid rock drainage also increased substantially. In the 1960ies and 70ies the drainage caused severe effects on several important river systems.

In the period 1985-1995 a governmental clean up programme was accomplished. The objective was to reduce loadings of copper on Norwegian streams with 60-90 % within the period. The obtained result was 70 %. At the end of 2002 the mitigative measures are proceeded at some mining areas. This report presents an estimate of the total river distances with copper concentrations above 10 µg/l. Estimates are made for the years 1985, 1992 and 2002.

River distances with copper concentrations above 10 µg/l			River distances with annual mean concentrations of copper above 10 µg/l.		
1985	1992	2002	1985	1992	2002
km	km	km	km	km	km
250	242	231	250	193	182

At some mine sites with unstable pollution situations, follow-up programmes are recommended. Based on experience data and statistical methods, a future monitoring programme has been designed.

1. Bakgrunn

1.1 Innledning

Gruvedrift etter kismineraler startet trolig i 1490-årene i Norge. Nylig ble den siste gruva, Nikkel og Olivin AS i Ballangen, lagt ned. Dermed er en epoke som har vart i sammenhengende 500 år slutt. I de første århundrene var det bare kopper som var av økonomisk betydning. Etter hvert ble det også drevet på svovelkis, bly, sink, kadmium, nikkel og molybden. Ved noen av gruvene hadde også edelmetallene gull og sølv stor økonomisk betydning. Etter hvert som produksjonen økte, medførte denne virksomheten også økende forurensningsproblemer knyttet til utslipp av tungmetaller. Der det ble drevet smeltehytter hadde også utslippene til luft stor betydning ved noen lokaliteter. Bergindustriens forurensningsproblemer er mangesidige. De største problemene er knyttet til kismineralenes forvitringsegenskaper og frigjøring av tungmetaller fra avfall og gruver. Ved noen områder har det også vært problemer knyttet til utslipp av partikulært materiale. Når det gjelder effekter i vassdrag, er det utslipp av tungmetaller som er av størst miljømessig betydning i Norge. Kildene for slik forurensning fordeler seg i hovedsak på:

- Avrenning fra gruverom, såkalt gruvevann.
- Avrenning fra avfallsberg (bergvelter eller berghalder). Slikt avfall kan være håndskeidet materiale fra tidligere tider som kan ha et relativt høyt innhold av sulfidmineraler, eller såkalt gråberg med mindre mengder sulfidmineraler.
- Deponert prosessavfall. Nedmalt avfall fra oppredningsprosesser. I tidligere tider ble slikt avfall som regel deponert tørt i nærheten av oppredningsverket. I 1968 ble deponering i vanndekkede deponier introdusert i Norge.
- Avrenning fra områder med røsteplasser og smeltehytter. Grunnen i slike områder kan ofte være sterkt forurenset. Normalt er det relativt liten tungmetallavrenning fra deponert slagg fra smelteprosessene.

Selv om det foreligger skriftlig dokumentasjon om miljøproblemer allerede på begynnelsen av 1800-tallet, var det først i løpet av de siste hundre år at tungmetallutslippene økte betydelig fra norske kisgruver. Dette har sammenheng med kraftig økning i produksjonen da innføring av ny teknologi i begynnelsen av forrige århundre gjorde dette mulig.

I 1960 og 1970-årene var tungmetallutslippene fra norske kisgruver svært store og en rekke betydningsfulle vassdrag var sterkt berørt. Kunnskapen om hvordan en skulle begrense utslippene var på den tid mangelfull. For å begrense omfanget av forvitringsprosessene i avgangsdeponier ble deponering av sulfidholdig avgang under vann introdusert i Norge i 1968 ved bygging av avgangsdammen på Hjerkinn (Folldal Verk A/S). Etter hvert ble denne teknikken tatt i bruk ved alle de norske kisgruvene, også for avgang med høyt svovelinnhold (over 30 %). I ettertid har det vist seg at denne deponeringsteknikken bidro sterkt til å redusere tungmetallutslippene.

I 1985 satte SFT tungmetallutslippene fra kisgruvene på dagsorden. Det ble et politisk mål å redusere utslippene av kopper fra norske kisgruver med 60-90 % i løpet av 10-årsperioden 1985-1995. Samtidig tok SFT, i samarbeid ved Norges Industriforbund, initiativet til en internasjonal konferanse der en satte søkelyset på tiltak for å redusere miljøproblemene innenfor bergverksindustrien (1988). I tiden etter har det vært en rivende utvikling på feltet.

Ved tiltakene som er gjennomført i Norge har en foreløpig oppnådd en reduksjon på ca. 70 % i koppertilførslene. Den tiltaksstrategien en normalt velger for å redusere tungmetallavrenning kan deles i tre hovedkategorier :

1. Begrense omfanget av forvitringsprosessene
2. Forhindre utvasking av forvitringsprodukter
3. Behandle drensvann

Selv om det tidligere har vært foretatt behandling av drensvann ved noen gruver, har en i Norge hittil valgt å gå inn for tiltak som faller inn under de to førstnevnte kategoriene. Av slike tiltak kan nevnes : deponering av avfall under vann, vannfylling av gruverom, overdekking med plastmembraner eller med egnede løsmasser. I noen tilfeller vil tiltak under første kategori være tilstrekkelig. Når en har med gammelt, forvitret avfall å gjøre, vil en kombinasjon av begge førstnevnte kategorier være nødvendig. Dersom en ser det som ønskelig f.eks. å redusere avrenningen av kopper ytterligere ut over det som er oppnådd hittil, kan behandling av drensvannet fra noen områder være den eneste effektive løsningen.

Oppryddingsarbeidene pågår fortsatt i noen områder. I Norge har slik forurensning stort sett lokal karakter. Dette betyr at det fortsatt er en rekke lokaliteter der avrenningen er forholdsvis stor. I andre områder er ikke tiltakene endelige, dvs. det vil være behov for ettersyn og kontroll for å avgjøre behov for nye tiltak, eller vedlikehold av eksisterende tiltak. Selv om vi med god grunn kan være fornøyd med resultatet på landsbasis, spesielt når vi ser på avrenning av tungmetaller fra gruveområder, vil det alltid være slik at nye tider vil stille nye krav. For å begrunne eventuelle supplerende eller nye tiltak har en sett det ønskelig å gjøre opp en status for hva som er oppnådd, og å fremskaffe såkalte ”nøkkeltall” til bruk i det videre planarbeidet. I denne forbindelse har en også sett det nødvendig å forsøke å beregne hvor lange vassdragsstrekninger som er berørt, dvs. strekninger der kopperkonsentrasjonen er høyere enn gitte grenseverdier. Dette setter spesielle krav til datamaterialet og overvåkingsstrategien. Prosjektets omfang ble drøftet på et møte hos SFT i januar 2003.

1.2 Målsetting

Etter anmodning fra Statens forurensningstilsyn ble det laget et programforslag for det foreliggende prosjektet. Følgende hovedmålsetting ble foreslått i NIVAs program av 20. januar 2003 :

Beregne antall kilometer elvestrekning i Norge som er alvorlig påvirket av avrenning fra kisgruver ved utgangen av 2002. I tillegg skal arbeidet i den grad det er mulig også angi utviklingstrender så langt det foreligger data.

Prosjektet tar utgangspunkt i eksisterende datamateriale. Det skal ikke innhentes nye data ut over det som foreligger ved utgangen av 2002. En av oppgavene blir å definere hva som er ”alvorlig” påvirket, og å drøfte bakgrunnen for de prioriteringer og valg som må gjøres i denne sammenheng. Når det gjelder kriterier for alvorlig påvirkning, vil vi drøfte vannkvalitetskriteriene (Holtan og Rosland 1992, Bratli 1997), men vil i hovedsak ta utgangspunkt i SFTs konsesjonskrav på 10 µg/l som er stilt mht. kopperkonsentrasjon i vassdrag ved gjennomføring av tiltak. Det er mest naturlig å benytte dette kravet som generell

grense, selv om det ved noen lokaliteter kan påvises alvorlige effekter ved lavere konsentrasjoner.

Det gis en oversikt over datamaterialet en har over effekter av gruvedrift etter kismineraler i Norge mht. lokalisering, berørte vassdrag, kommuner og avrenning. Det gis en samlet oppdatering av tungmetalltransporten fra de viktigste kisgruvene i Norge, inkludert en utviklingstrend for de viktigste områdene. I prosjektet legges det mest vekt på situasjonen ved de såkalte ”10 store” kisgruvene (Løkken, Folldal, Røros-området (2 områder), Sulitjelma, Skorovatn (2 områder), Grong, Kjøli og Killingdal) der det foreligger et omfattende datamateriale. Det gis en beskrivelse av datamaterialet, og hvilken metode som er benyttet for innhenting og behandling av datamaterialet for å komme fram til den vassdragsstrekningen som er berørt. I tillegg til sammenstilling av beregninger i tabeller presenteres også resultatene grafisk på kartskisser over berørte vassdrag.

1.3 Beskrivelse av data og metoder

Vurdering av vannkvalitet i forhold til klassifiseringskriteriene er stort sett gjort med utgangspunkt i tidsveiede middelverdier for kalenderår. Det ville vært ønskelig å gjøre dette med utgangspunkt i middelverdier for hydrologiske år (1. september til 31. august.), men dette er ikke gjort fordi det sjelden finnes data som gjør det mulig å gjennomføre en slik beregningsmåte konsekvent. Denne rapporten behandler i tillegg vannkvaliteten i form av konsentrasjonen av kjemiske komponenter, spesielt kopper, der forskjellene over året er betydelig mindre enn når beregningene gjelder materialtransport (variasjonsbredde 3 – 4 ganger i forhold til 10 – 50 ganger for materialtransport). Forskjellen mellom de to beregningsmetodene er at middel over kalenderår ikke ”tar hensyn til” snømengdene som ligger igjen fra foregående år.

Datamaterialet fra de store vassdragene er stort sett innsamlet i forbindelse med overvåking innenfor ”Statlig program for forurensningsovervåking”. En del data er også innsamlet i forbindelse med kontrollprogrammer som den enkelte bedrift er pålagt å gjennomføre av SFT. I tillegg er det foretatt spesialundersøkelser som har hatt til hensikt å kvantifisere avrenningen fra en del nedlagte gruveområder. Spesielt gjelder dette siste sideelver og mindre vassdrag.

2. Kriterier for klassifisering av vannkvalitet

2.1 Virkninger av gruveavrenning

Med gruveavrenning menes i denne rapporten avrenning fra gruver som er drevet for utvinning av metallene kopper, sink, bly og nikkel, samt svovelkis. Sammen med sink vil det nesten alltid være mindre mengder kadmium, slik at også forekomst av dette metallet i avrenningen må vurderes. I gruver som har vært drevet på andre metaller, kan de nevnte metallene forekomme i mindre mengder i malmen og føre til vannforurensning. For mange akvatiske organismer er kopper svært giftig, og ofte er det forekomsten av dette metallet som avgjør betydningen av avrenningen fra et gruveområde.

For å måle betydningen av en forurensningspåvirkning er det naturlig å se på hvordan den endrer bruksegenskapene for en vannforekomst. Dette gjelder en rekke egenskaper som f.eks. vannforsyning, fiske, bading og rekreasjon. Som regel er det biologiske virkninger av forurensninger som er avgjørende for en slik vurdering. Giftvirkninger for dyr og mennesker, eller fisk og andre akvatiske organismer, er de mest vanlige forurensningseffekter som skyldes avrenning fra gruver av den typen som behandles her.

Ved å utføre biologiske tester i vann fra aktuelle resipienter kan virkningen av forurensninger fastlegges ganske presist. Virkningene er ikke bare avhengige av konsentrasjoner av forurensning i resipienten, men også av den opprinnelige vannkvalitet. Slike biologiske tester er meget nyttige og til dels nødvendige i konkrete utslippssaker. De er imidlertid tids- og ressurskrevende og dermed kostbare. Dessuten kan de være vanskelige å sammenlikne fordi det ofte har vært ulike forsøksbetingelser ved gjennomføring av de biologiske testene.
Det har derfor vært viktig å komme fram til brukbare kriterier for slike virkninger basert på kjemiske analyseresultater. Slike kriterier kan benyttes i mer generell planlegging og klassifisering av vannforekomster ved prioritering av tiltak.

Gjennom årene er det gjort en rekke forsøk og observasjoner som til sammen har gitt et relativt solid grunnlag for å etablere et sett av slike kriterier for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Spesielt gjelder dette tungmetaller, der erfaringene med gruveforurensninger har hatt en stor betydning.

Kjemiske analyser er ofte billigere og mer reproduserbare enn biologiske tester. Følsomheten og reproduserbarheten for tungmetallanalyser er dessuten nå utviklet til et nivå som var nesten utenkelig for noen tiår siden. Resultatene er derfor mer sammenliknbare og mer relevante for en gitt situasjon enn tidligere. Som nevnt er det ikke bare konsentrasjonen av en enkelt forurensning som har betydning, men hele spektret av kjemiske og fysiske parametere som er avgjørende for de biologiske effektene.

Etter hver er det samlet inn et meget stort erfaringsmateriale som beskriver virkningene av en del påvirkningstyper i ulike vanntyper. Vi har derfor valgt kjemiske konsentrasjoner som utgangspunkt for klassifisering av forurensningsgrad i denne rapporten. Vi har gjennomgått flere ulike systemer for slik klassifisering, og i det følgende er det gitt et kort sammendrag av den historiske utviklingen på dette feltet her i landet. Vi har ikke gått inn på tilsvarende klassifiseringssystemer i andre land, men det har vært store forskjeller fra land til land, og også ulike syn på hvor egnet kjemiske parametre er for slike vurderinger.

2.2 Historisk utvikling av slike kriterier i Norge

2.2.1 SFTs første veileder

Etter flere års forarbeid og en midlertidig utgave av kriterier for vannkvalitet *(SFT, 1989)*, utga SFT veiledningen ”Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann” (Holtan og Rosland 1992). Veiledningen inneholder en generell klassifisering av tilstand, samt en rekke klassifiseringer av vannets egnethet for ulike formål som drikkevann, bading, rekreasjon, fiske osv. Det vil føre for langt å se på de ulike klassifiseringene for egnethet i denne rapporten, og det er først og fremst den generelle klassifiseringen av tilstand som må legges til grunn for vurderingene her. I tabell 1 finnes en oversikt over de kjemiske kriteriene som er

lagt til grunn for klassifiseringen når det gjelder tungmetaller, som er de mest aktuelle parametrene i forbindelse med gruveforurensninger. Kriteriene førte til en betydelig diskusjon om hvordan disse kriteriene skulle oppfattes. I noen sammenhenger kunne kravene til vannkvalitet oppfattes som for strenge i forhold til eksisterende tilstand, mens de i sammenheng med utslipp av forurensninger ved etablering av ny virksomhet, kunne oppfattes som for milde.

Tabell 1. *Klassifisering av tilstand, "Miljøgifter" (Holtan og Rosland 1992).*

Parameter	**Tilstandsklasser**				
	I	II	III	IV	V
	"God"	"Mindre god"	"Nokså dårlig"	"Dårlig"	"Meget dårlig"
Kopper µg Cu/l	< 2	2 - 5	5 - 15	15 - 50	> 50
Sink µg Zn/l	< 10	10 - 30	30 - 60	60 - 110	> 110
Kadmium µg Cd/l	< 0,04	0,04 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5
Bly µg Pb/l	< 1	1 - 3	3 - 5	5 - 10	> 10
Nikkel µg Ni/l	< 3	3 - 10	10 - 30	30 - 100	> 100
Krom µg Cr/l	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 50	> 50
Kvikksølv µg Hg/l	< 0,01	0,01 - 0,04	0,04 - 0,1	0,1 - 0,3	> 0,3
Aluminium µg Al/l	< 5	5 - 20	20 - 50	50 -100	> 100
Jern µg Fe/l	< 50	50 - 100	100 - 300	300 - 600	> 600
Mangan µg Mn/l	< 20	20 - 50	50 - 100	100 - 150	> 150

2.2.2 SFTs veileder av 1997

Etter noen år ga derfor SFT ut en ny veileder, ”klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann” nr 97:04, (Bratli, 1997). I tabell 2 finnes de tilsvarende kriteriene for tungmetaller som dem som ble referert i tabell 1. Det fremgår av tabellene at kriteriene er til dels betydelig endret. Samtidig er antall metaller som refereres som miljøgifter redusert.

Her i landet er det først og fremst kopper, sink og kadmium som har betydning i gruvesammenheng. I enkelte områder har også metaller som bly og nikkel en viss betydning, men dette er kun lokalt. Som regel vil dessuten virkningene av de tidligere nevnte metallene overskygge betydningen av andre metaller.

Tabell 2. *Klassifisering av tilstand, miljøgifter (tungmetaller) (Bratli, 1997).*

Parameter	**Tilstandsklasser**				
	I	II	III	IV	V
	"Ubetydelig forurenset"	"Moderat forurenset"	"Markert forurenset"	"Sterkt forurenset"	"Meget sterkt forurenset"
Kopper µg Cu/l	< 0,6	0,6 - 1,5	1,5 - 3	3 - 6	> 6
Sink µg Zn/l	< 5	5 - 20	20 - 50	50 - 100	> 100
Kadmium µg Cd/l	< 0,04	0,04 - 0,1	0,1 -0,2	0,2 - 0,4	> 0,4
Bly µg Pb/l	< 0,5	0,5 - 1,2	1,2 - 2,5	2,5 - 5	> 5
Nikkel µg Ni/l	< 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	> 10
Krom µg Cr/l	< 0,2	0,2 - 2,5	2,5 - 10	10 - 50	> 50
Kvikksølv µg Hg/l	< 0,002	0,002 - 0,005	0,005 - 0,01	0,01 - 0,02	> 0,02

Hvis vi tar utgangspunkt i kopper, ser vi at grenseverdiene er redusert med en faktor på mellom 3 og 8 fra den første utgaven til den neste. Dette illustrerer den største vanskeligheten med å etablere faste kriterier for vannkvalitet. Slike kriterier kan sjelden gjøres generelle fordi virkningen av miljøgifter avhenger av den totale vannkvaliteten i en resipient, fysiske forhold og den aktuelle organisme. For f.eks. kopper vil giftvirkningen variere sterkt fra fiskeart til fiskeart og med fiskens alder. Andre metaller som kadmium og kvikksølv akkumuleres i næringskjeder, og må gis en annen vurdering.

Et annet problem som oppstår ved etablering av vannkvalitetskriterier er hvilket formål de skal ha. Dersom det er tale om å etablere ny virksomhet ved et uberørt eller lite forurenset vassdrag, er det nødvendig å benytte strenge kriterier for å begrense forurensning. I allerede sterkt forurensede vassdrag, noe som gjelder de fleste gruveområder, skal kriteriene først og fremst gi motivasjon for tiltak, og kriteriene skal avspeile de forbedringene som tiltakene gir. I gruvepåvirkede vassdrag er kopperkonsentrasjonene ofte svært høye. Selv om tiltakene har en effekt på 90 % reduksjon eller mer, vil vassdraget likevel komme i tilstandsklassen ”Meget sterkt forurenset”. Dette vil redusere viljen til å gjennomføre tiltak, og gi liten motivasjon for innsats av arbeid og penger.

2.3 SFTs saksbehandling i gruvesaker

I en rekke gruveområder er forurensningsbelastningen så stor at selv med meget omfattende tiltak vil det i praksis være umulig å oppnå vannkvalitet som er bedre enn ”Meget sterkt forurenset” i henhold til disse tilstandsklassene. De gir derfor ikke noe tilfredsstillende målsetting for arbeidet med å rydde opp i gruveområdene. Ved SFTs behandling av saker der en allerede eksisterende forurensningssituasjon skal forbedres, har kravet som regel vært at kopperkonsentrasjonen i hovedvassdraget skal reduseres til 10 µg Cu/l. Dette er et krav som i de fleste tilfeller vil føre til en tilnærmet normal situasjon med hensyn til fiske, vannforsyning og annen praktisk bruk. Det er sannsynlig at det i enkelte særlig følsomme vassdrag vil være påviselige biologiske virkninger ved en slik konsentrasjon, men oftest vil det likevel bety en betydelig forbedret brukskvalitet for vassdraget. At kravet er stilt bare til kopperkonsentrasjonen, skyldes at det praktisk talt alltid er påvist giftvirkninger av kopper, før noen av de øvrige tungmetallene som forekommer i norske gruvepåvirkede vassdrag, når opp i skadelige konsentrasjoner.

2.4 Hvilket tall skal tilfredsstille kriteriet ?

I det foregående er absolutte konsentrasjonsmål omtalt som kriterier for inndeling av norske vannforekomster i kvalitetsklasser. Konsentrasjonene av tungmetaller vil imidlertid variere sterkt over året, og det er nødvendig å fastsette hvilket konsentrasjonsmål som skal legges til grunn for denne rapportens klassifisering av gruvepåvirkede vassdrag. For at de biologiske forhold i et vassdrag skal bli skadet, kan en relativt kort periode med høy konsentrasjon av et giftig metall være tilstrekkelig. Det har imidlertid vist seg ved praktiske undersøkelser at tilstanden i gruvevassdrag ofte har en nær sammenheng med den midlere konsentrasjonen av giftige metaller, f.eks. kopper. Dette forutsetter imidlertid at det ikke oppstår akutte situasjoner som utslipp på grunn av uhell, eller lokale regnskyll i gruveområder med store mengder forurensende avfall.

Vi har valgt å legge SFTs krav om 10 µg/l kopper til grunn som et hovedkrav. Hvorvidt dette betyr at konsentrasjonen aldri skal overskride 10 µg/l, eller om et statistisk mål som årlig

gjennomsnitt eller median ikke skal overskride denne verdien, kan vi ikke ta kategorisk stilling til. Det vil være nødvendig å se nærmere på vassdragenes egenart og hvordan datamaterialet varierer over lengre tid. Det forekommer f.eks. at årlig middelverdi varierer rundt 10 µg Cu/l, med noen år over og andre år under. Dette vil bli diskutert for hvert enkelt vassdrag og målepunkt. Målet med denne rapporten skal være å gi et mest mulig eksakt mål på lengden av norske vassdrag som er alvorlig påvirket av gruveavrenning. Ut fra det ovenstående er dette en vanskelig oppgave, og det vil bli nødvendig med vesentlige forenklinger for å komme fram til et kortfattet svar.

3. De enkelte vassdragene

3.1 Innledning

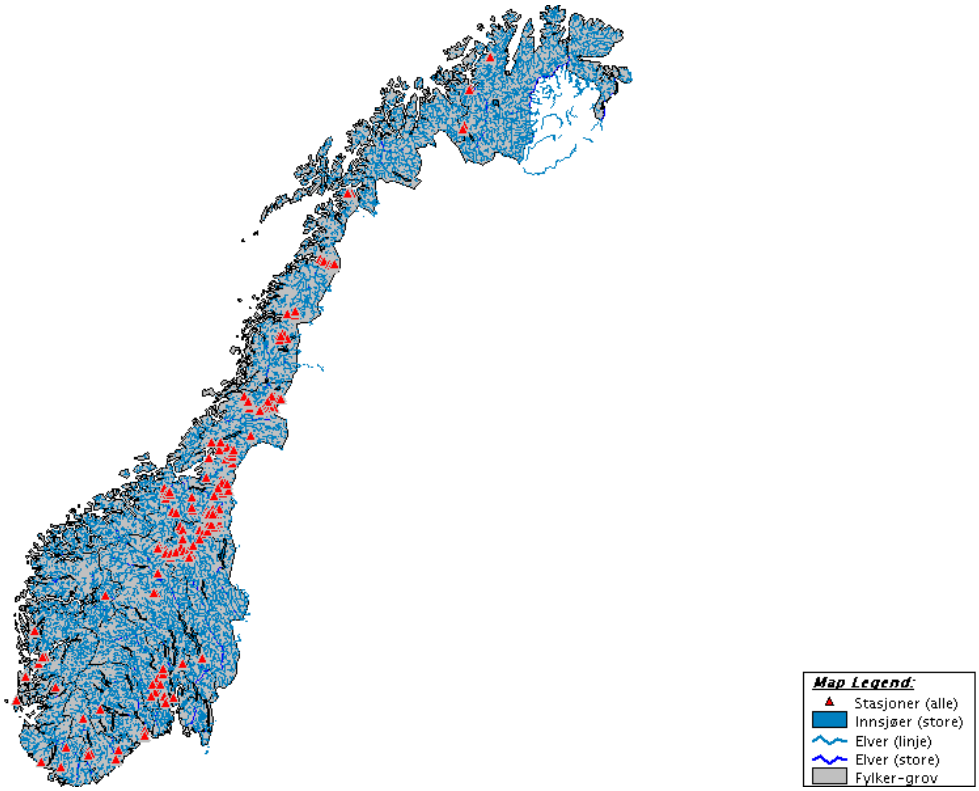
Foslie (1925 og 1926) har gitt en oversikt over Sør-Norges gruver og malmforekomster fordelt på Østlandske, Vestlandske og Trondheimske bergdistrikter, mens Poulsen (1964) har gitt en tilsvarende oversikt over Nord-Norges gruver og malmforekomster. I disse tre publikasjonene er navngitt og stedfestet ca. 1200 gruver og forekomster. Selv om oversikten også omfatter oksidmalmgruver, er trolig mer enn halvparten sulfidmalmgruver. Det er kun ved et fåtall av disse at det har vært noen produksjon av betydning.

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) har arbeidet med problemstillinger knyttet til gruvedrift etter kismineraler siden begynnelsen av 1960-årene. I løpet av denne tiden er det samlet inn kunnskap om forurensningssituasjonen ved ca. 100 kisgruver. NIVAs erfaringsgrunnlag når det gjelder fysisk/kjemisk vannkvalitet er samlet i en særskilt database som ved utgangen av 2002 inneholdt analysedata for i alt 680 lokaliteter. I figur 1 er disse lokalitetene markert på en kartskisse over Norge. Figuren viser at de fleste lokalitetene er samlet i det såkalte Trondheimsfeltet. Det er også her gruveaktiviteten har vært størst med viktige gruver som Løkken Verk, Folldal Verk, Grong Gruber, Skorovas Gruber og Røros Kobberverk m.fl. I dette feltet er også noen av våre viktigste vassdrag: Namsen, Orkla, Gaula, Stjørdalselva og øvre Glomma.

I denne rapporten vil en, som nevnt i målsettingen, legge mest vekt på forurensningstilstanden i de vassdragene som mottar avrenning fra de ”10 store” kisgruvene :

Sulitjelmavassdraget
Namsen med sidevassdrag
Gaula med viktige sidevassdrag
Orkla med viktige sidevassdrag
Øvre Glomma med sidevassdrag i Rørosfeltet samt Follavassdraget

I tillegg har vi valgt å ta med Stjørdalselva med aktuelle sidevassdrag som mottar avrenning fra Meråkergruvene. Til slutt vil vi gi en oversikt over metalltransport fra alle kisgruver vi har oversikt over ved utgangen av 2002.



Figur 1. *Kartskisse over Norge med markering av NIVAs prøvetakingsstasjoner for kontroll av vannkvalitet i forbindelse med utslipp fra kisgruver.*

3.2 Gaulavassdraget

3.2.1 Geografisk beskrivelse

Gaulavassdraget har sine kilder i fjellene vest for innsjøen Riasten nordøst for Røros. Først renner Gaula omtrent rett vestover, inntil den i Ålen dreier mot nordvest. Ved Støren dreier den omtrent rett mot nord, og fortsetter i samme retning til den når Gaulosen, en arm av Trondheimsfjorden. Fra kildene nord for Røros til utløpet i havet har Gaula en lengde på 145 km. I tabell 3 er samlet opplysninger om sentrale prøvetakingsstasjoner i vassdraget som ligger til grunn for vurderingene i denne rapporten. Høydeforskjellen mellom de høyeste partier i nedbørfeltet og utløpet i Trondheimsfjorden er omtrent 1000 m.

Gaula renner gjennom følgende kommuner: Holtålen, Midtre-Gauldal og Melhus, som alle ligger i Sør-Trøndelag. På strekningen fra fram til Ålen sentrum er området praktisk talt ubebygd, bortsett fra setrer og noen hytter.

Tabell 3. *Prøvetakingsstasjoner i forbindelse med avrenning fra gruver i Gaula-vassdraget.*

Stasjon	Kartreferanse	Kommune
G2 - Gaula etter tilførsler fra Storbekken (Kjøli gruve)	32V PQ 31706820	Holtålen
G3 – Gaula etter Gruvbekken (Killingdal gruve)	32V PQ 25806740	Holtålen
G4 – Gaula etter kraftverk ved Reitan	32V PQ 19856664	Holtålen
G5 – Gaula ved bru ved Ålen sentrum	32V PQ 15867041	Holtålen
G6 – Gaula etter samløp med Hesja	32V PQ 11207390	Holtålen
B1 - Skurru før samløp med Gaula	32V PQ 15867041	Holtålen
B2 - Rugla før samløp med Gaula	32V PQ 19416684	Holtålen

Gaula er en god lakseelv, noe som i tillegg til elvas størrelse og betydning som del av landskapet, gjør den til et nasjonalt viktig vassdrag. Laksen kan passere Gaula opp til Eggafossen like nedenfor samløpet mellom Gaula og Hesja.

De viktigste forurensningene som påvirker den øvre delen av Gaulavassdraget, kommer fra de to nedlagte gruvene Kjøli og Killingdal. De ligger på hver side av vassdraget i fjellene øst for Ålen, og forurensningen føres til Gaula gjennom to mindre bekker, Storbekken og Gruvbekken. I tillegg er to sideelver, Skurru og Rugla, som begge renner til Gaula i Ålen, forurenset fra gruveområder. Avrenningen til Skurru kommer fra en del av Killingdal gruve (anlegget i Bjørgåsen), mens avrenningen til Rugla kommer fra Muggruva, som tilhørte Røros Kobberverk.

De nevnte gruvene er alle gamle, og har vært drevet over lang tid. Killingdal og Kjøli gruver ble åpnet første gang i henholdsvis 1677 og 1766. Driften ved Kjøli ble endelig nedlagt i 1941, mens Killingdal ble nedlagt først i 1986. Muggruva ble første gang åpnet i 1770 og nedlagt i 1919.

3.2.2 Forurensningsbegrensende tiltak

Det er gjennomført flere tiltak for å redusere forurensningstilførslene fra noen av gruveområdene. De to gruveområdene som betyr mest for forurensningssituasjonen i øvre Gaula er Kjøli og Killingdal gruver.

I 1981 ble tippen ved Kjøli gruve arrondert og kalket. Effekten var kortvarig, og etter en tid økte belastningen på Gaula som følge av at gruveavfallet var flyttet på. I 1989 ble tippen overdekket med plastmembran og morene. Tiltaket førte til en betydelig reduksjon i tungmetallavrenningen fra området.

Mens gruva var i drift, medførte virksomheten også et betydelig utslipp av sterkt forurenset gruvevann som ble pumpet ut til Gruvbekken. Det første tiltaket som ble gjennomført var en utjevning av pumpingen slik at det ikke ble støtbelastninger på Gaula. I 1991 ble gruveavfallet på Gaulåsen samlet i en tipp og overdekket med morene. Da kvaliteten på tiltaket viste seg å være for dårlig, ble overdekkingen forsterket i 2000 med en bedre morene. Gruva er nå under naturlig oppfylling med vann. Det er ikke kjent når det blir overløp ut av Bjørgensjakten.

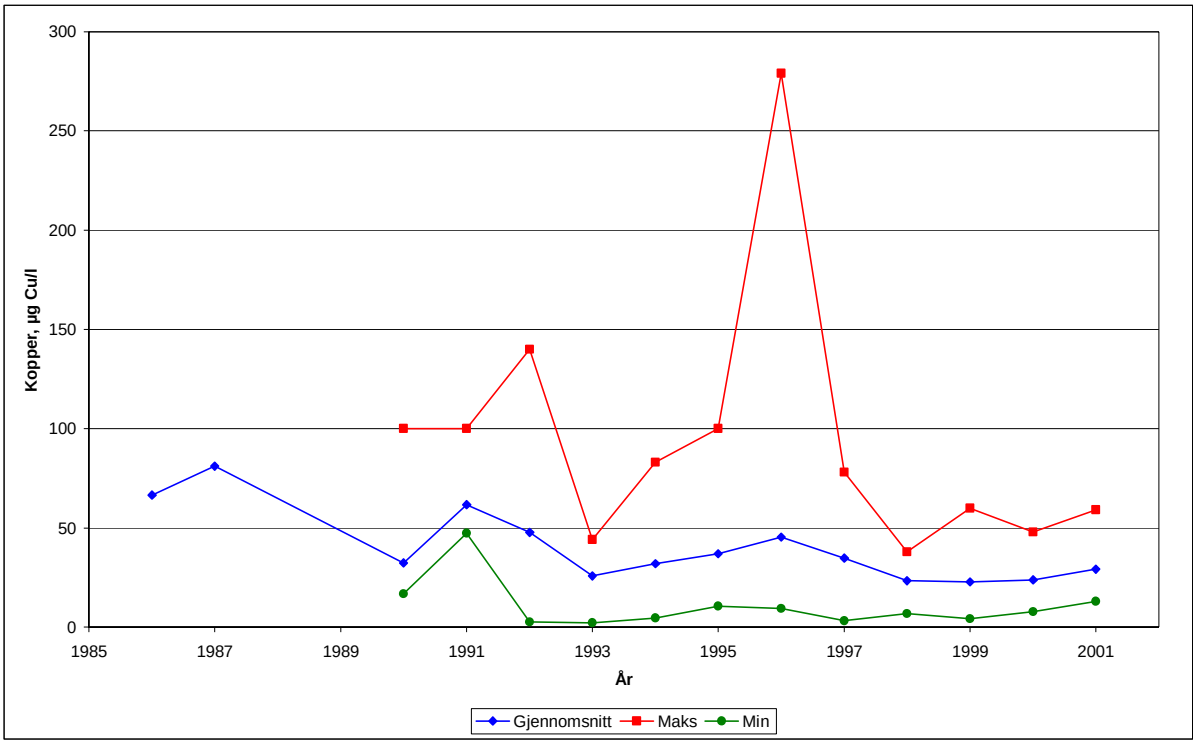
I Bjørgåsen ble råmalm fra råmalmsiloene inne i Bjørgensjakten fjernet og deponert i dagen ved Storvollen i et plastdekket deponi.

Ved Muggruva ble en avgangsdam forsterket i 1998. Tiltaket har ingen forurensningsmessig betydning ut over å forhindre en utglidning av den gamle dammen med en forverring av forurensningssituasjonen som følge.

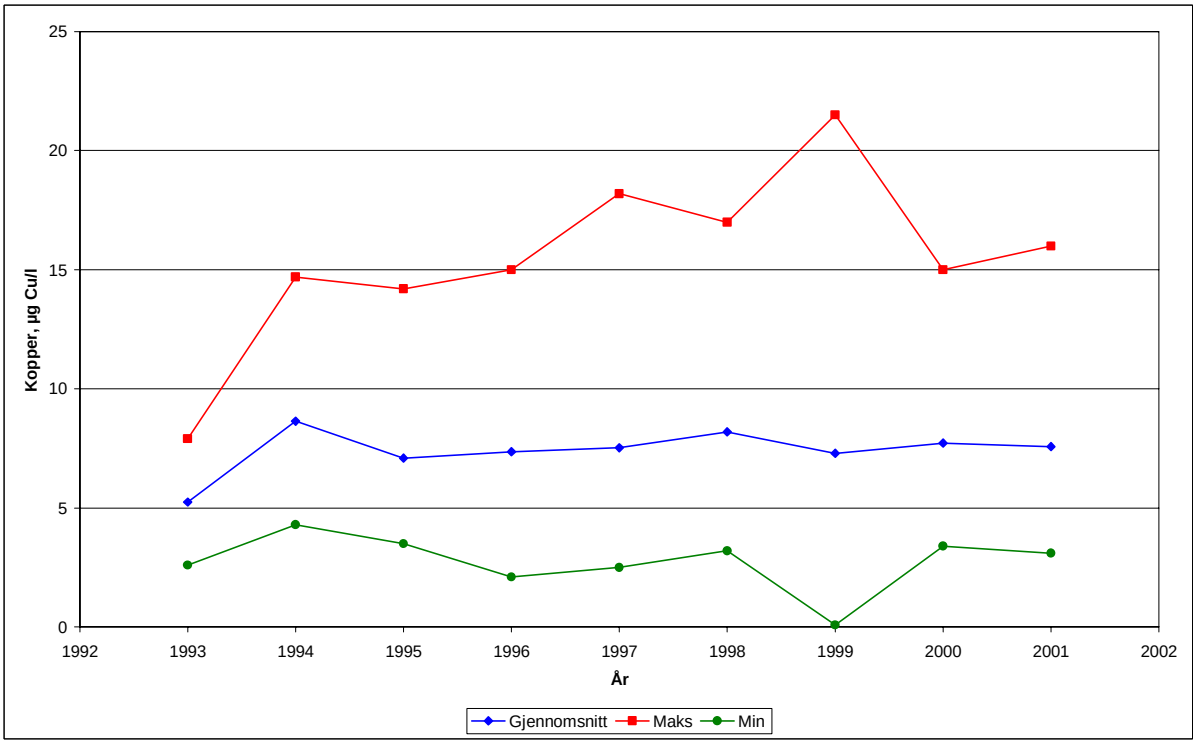
3.2.3 Skurru

Elva Skurru renner inn i Gaula fra sør like oppstrøms Ålen sentrum. Den har sine kilder ved Aursunden og renner gjennom praktisk talt ubebygde områder. Ved samløpet med Gaula er terrenget ulendt og lite tilgjengelig.

Datamaterialet fra Skurru er stort sett innsamlet i forbindelse med overvåking av Gaula innenfor ”Statlig program for forurensningsovervåking”. Tabell 28 i vedlegg A viser statistiske data for kopper og sinkkonsentrasjonene i Skurru nær samløpet med Gaula. Det fremgår av tabellen at kopperkonsentrasjonen i Skurru gjennomgående har vært mellom 20 og 30 µg Cu/l eller mer fram til 2001. Strekningen fra området nedstrøms gruveområdet ved Bjørgåsen nær Reitan jernbanestasjon til Gaula må derfor karakteriseres som sterkt påvirket av gruveavrenning. På neste side i figur 2 er vist gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdi for kopperkonsentrasjoner i Skurru for perioden 1986-2001.



Figur 2. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdi for kopperkonsentrasjoner i Skurru i årene 1986-2001.*



Figur 3. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdi for kopperkonsentrasjoner i Rugla for årene 1993-2001.*

3.2.4 Rugla

Elva Rugla renner også inn i Gaula like før den når Ålen sentrum. Som nevnt mottar den avrenning fra Muggruva. Dette skjer på en strekning på noen kilometer, fra like nedenfor utløpet av Ruglsjøen. Tabell 29 i vedlegg A viser statistiske data for kopper- og sinkkonsentrasjonene i Rugla nær samløpet med Gaula.

Datamaterialet fra Rugla er stort sett innsamlet i forbindelse med overvåking av Gaula innenfor ”Statlig program for forurensningsovervåking”.Tabell 29 i vedlegg A viser statistiske data for kopper og sinkkonsentrasjonene i Rugla nær samløpet med Gaula i Ålen. Datamaterialet viser at maksimal kopperkonsentrasjon har ligget over 10 µg/l i mange av årene det foreligger målinger. Figur 3 viser gjennomsitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Rugla for årene 1991-2001.

3.2.5 Gaula, hovedvassdraget

Datamaterialet fra Gaula er stort sett innsamlet i forbindelse med overvåking av Gaula innenfor ”Statlig program for forurensningsovervåking”. Det er imidlertid også tatt enkelte vannprøver i forbindelse med de undersøkelsene som har hatt til hensikt å kvantifisere avrenningen fra gruveområdene i området. Datamaterialet er noe variabelt, idet antall prøver her variert mye fra år til år. For mange av stasjonene i Gaula er imidlertid prøvetakings- og analyseprogram bedre enn for mange andre gruvepåvirkede vassdrag.

Ved å se på analyseresultatene stasjon for stasjon, fra ovenfor Storbekken fra Kjøli til strekningen nedenfor Hesjas innmunning like ovenfor Eggafossen, kan det trekkes følgende konklusjoner om gruveavrenningens innvirkning på Gaula (se tabell 30, tabell 31, tabell 32, tabell 33, tabell 34 og tabell 35 i vedlegg A):

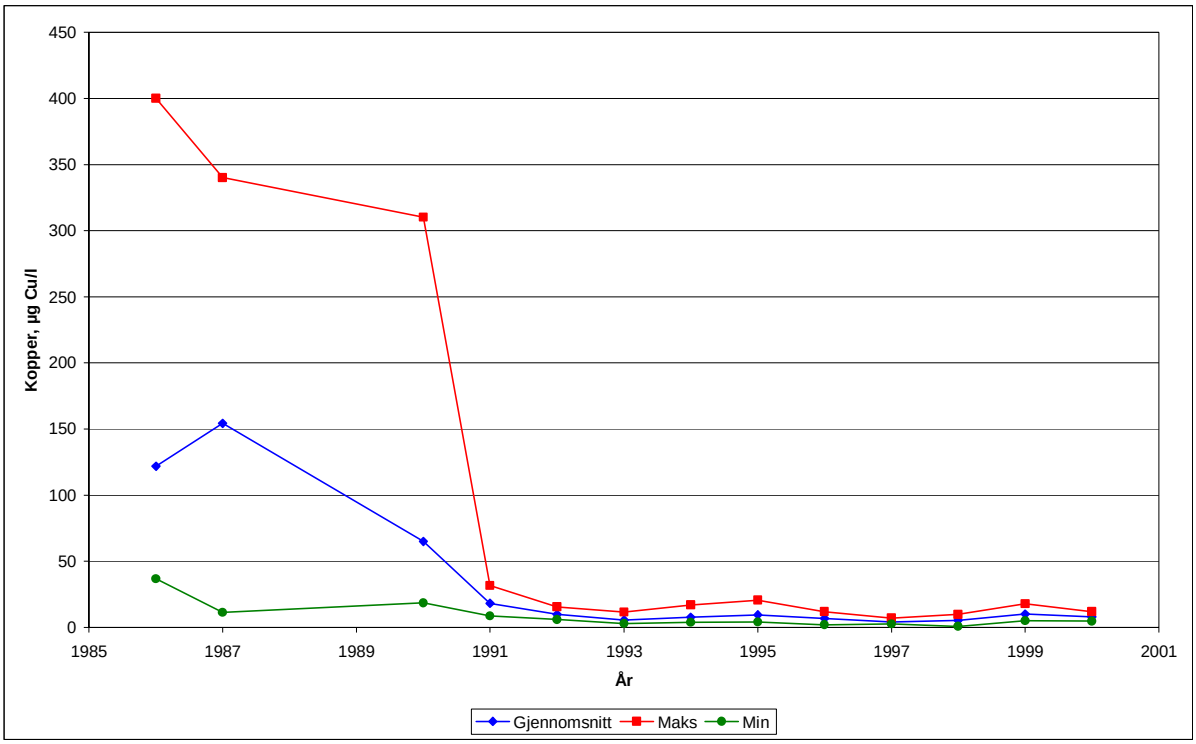
Før avrenningen fra Kjøli tilføres Gaula er konsentrasjonen av kopper og sink meget lave og kan antas å ha tilnærmet naturlige nivåer for området. Nedenfor Storbekkens innmunning var derimot kopper- og sinknivåene meget høye fram til 1992 da disse konsentrasjonene etter hvert avtok til moderat påvirkning. Det forekommer imidlertid fortsatt at årlig middelverdi for kopper er over 10 µg/l Cu, og maksimumsverdien for kopper har de fleste år fram til i dag vært over 10 µg/l. Hele strekningen fra Storbekkens innmunning til Gruvbekkens innmunning i Gaula må derfor betegnes som klart påvirket av gruveavrenning. Nedenfor Gruvbekken som fører avrenningen fra Killingdal til Gaula, er kopperverdiene omtrent som før Gruvbekken. Sinkverdiene er dessuten betydelig høyere, og Gaula må også her betegnes som klart påvirket av gruveavrenning.

Etter samløpet med Skurru var kopperverdiene gjennomgående noe lavere enn etter samløpet med Gruvbekken de første årene det foreligger data for. Fra 1991 er imidlertid kopperverdiene her stort sett noe høyere enn nedstrøms samløpet med Gruvebekken. Derfor er også denne strekningen klart påvirket av gruveavrenning.

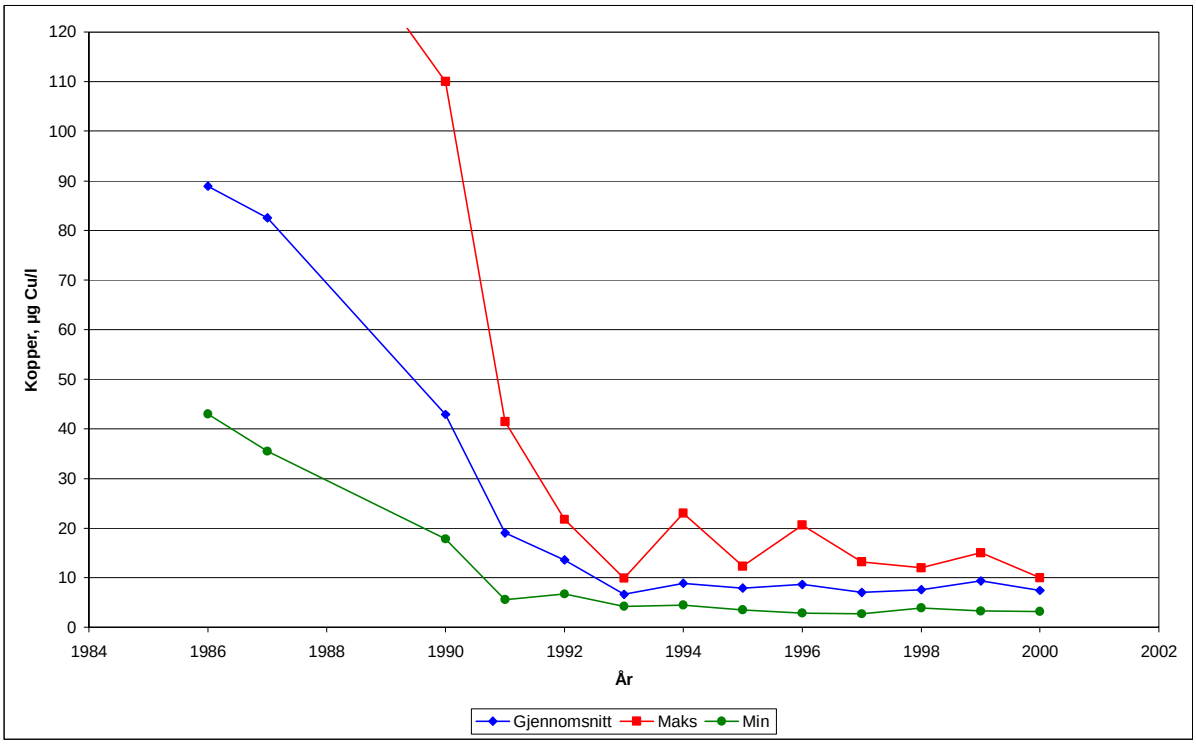
Ved Ålen (tabell 34) har kopperkonsentrasjonene i Gaula avtatt betydelig mellom 1987 og 1991. Det ble som nevnt gjennomført forurensningshindrende tiltak ved Kjøli i 1981 og 1991, mens de første tiltakene ved Killingdal ble gjennomført i 1991. Det er likevel klart forhøyede kopperkonsentrasjoner i elva her. Årlig middelverdi ligger i intervallet 5 – 10 µg/l Cu, og

maksimumsverdien er alle år 10 µg/l, eller til dels betydelig over 10 µg/l. Sinkverdiene viser en klar påvirkning av vannkvaliteten fra gruveavrenningen i nedbørfeltet.

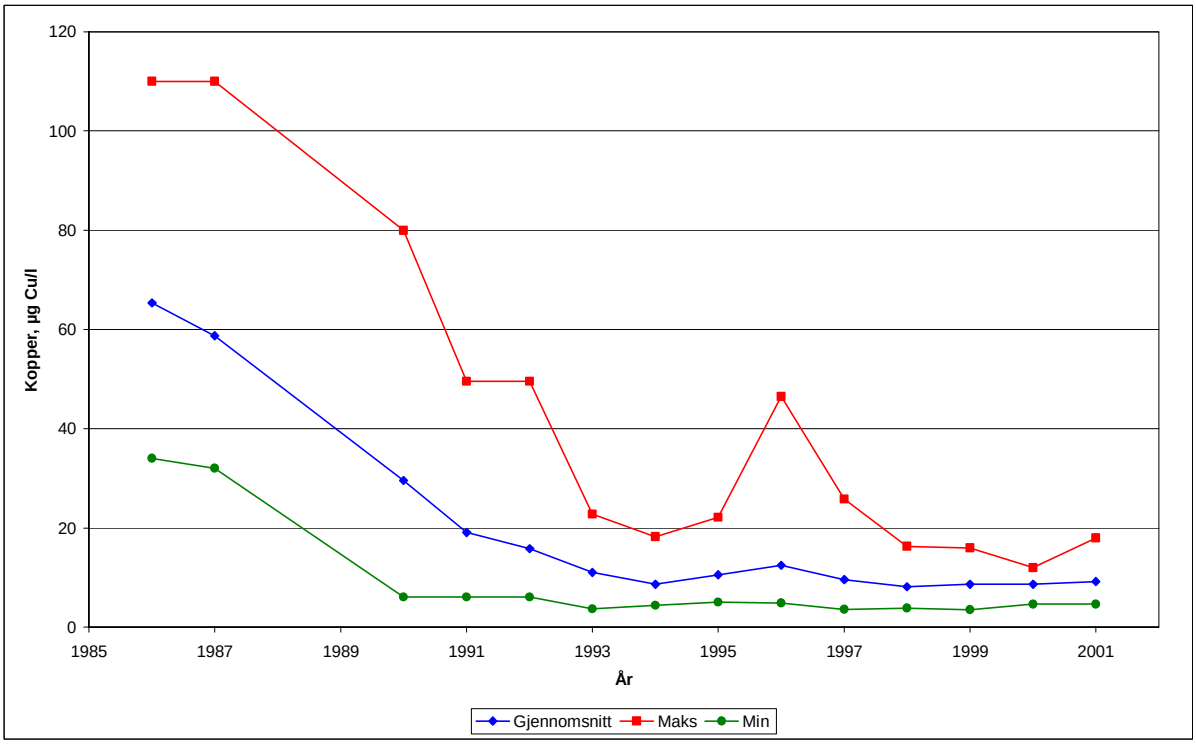
Prøvene som er tatt i Gaula nedenfor samløpet med Hesja viser at kopperkonsentrasjonene har avtatt sterkt etter at tiltakene ved Kjøli og Killingdal ble gjennomført. Årlige middelverdier for kopper har hele tiden ligget godt under 10 µg/ l. Maksimumsverdiene holdt seg på lenge over 10 µg/l, men har i de siste årene ligget under denne verdien. Dette tilsier at Gaula nedenfor samløpet med Hesja må karakteriseres som noe påvirket av gruveavrenningen.



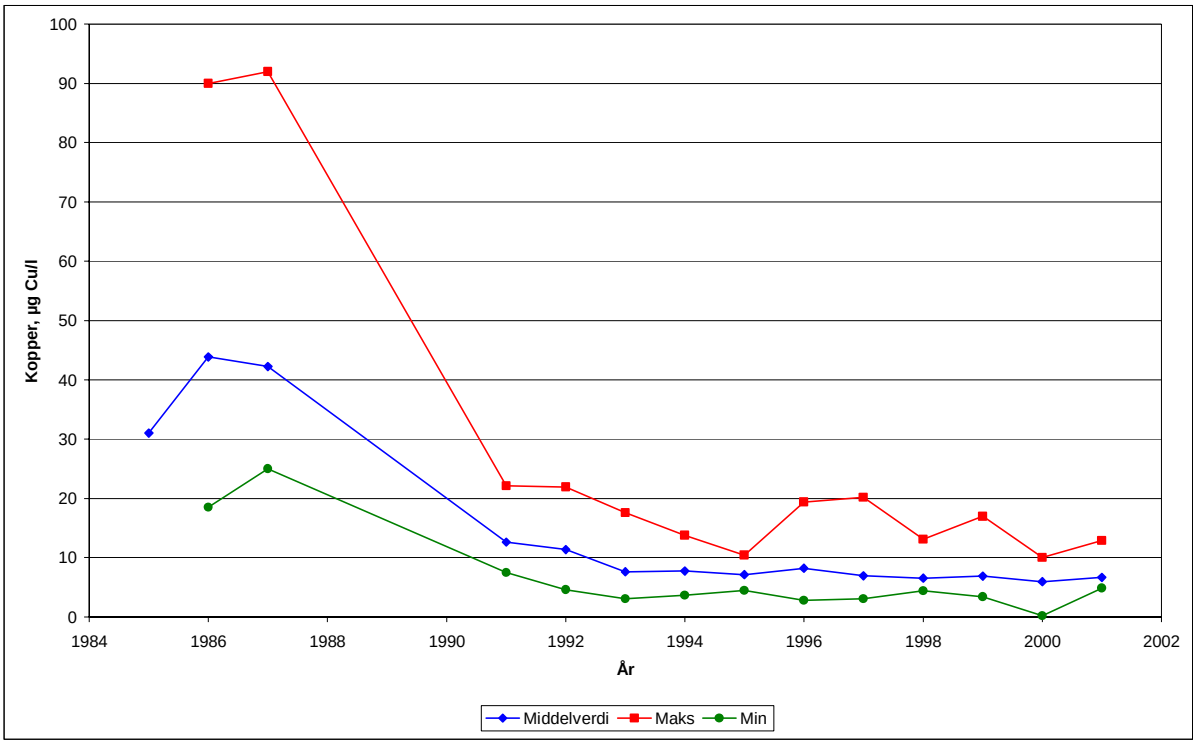
Figur 4. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Gaula før Gruvbekken fra Killingdal (G2) for årene 1986-2000.*



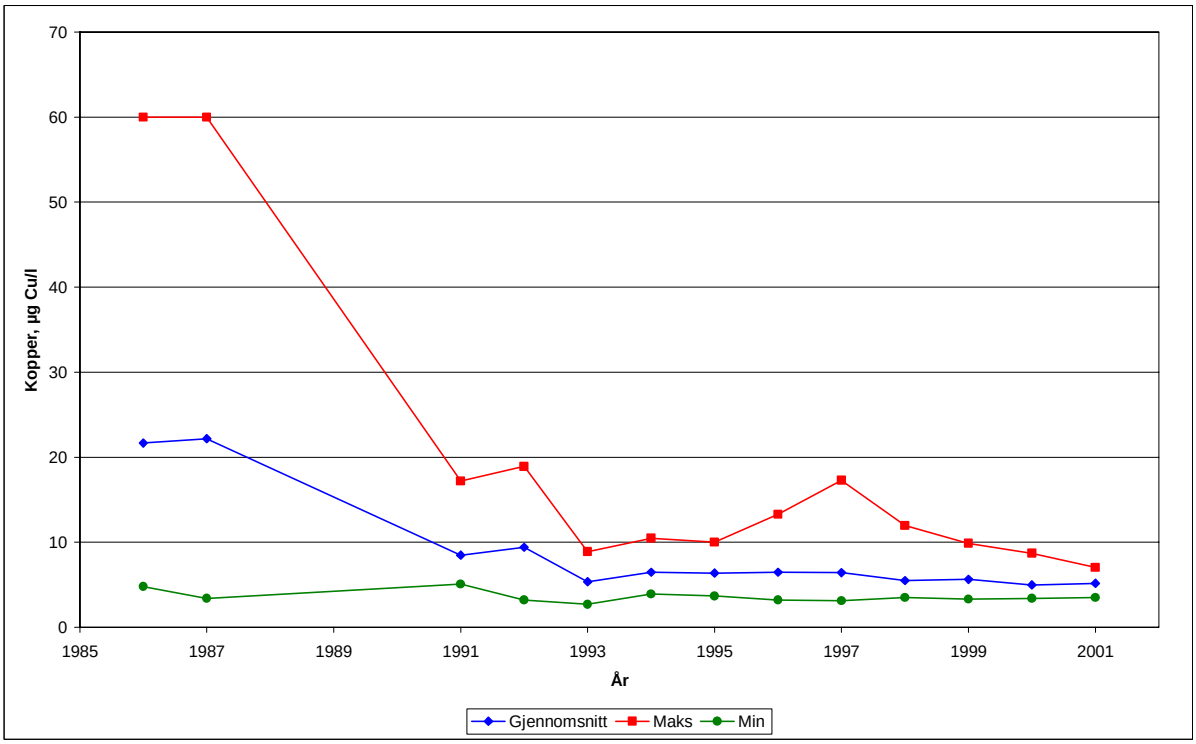
Figur 5. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Gaula etter Gruvbekken fra Killingdal (G3) for årene 1986-2000.*



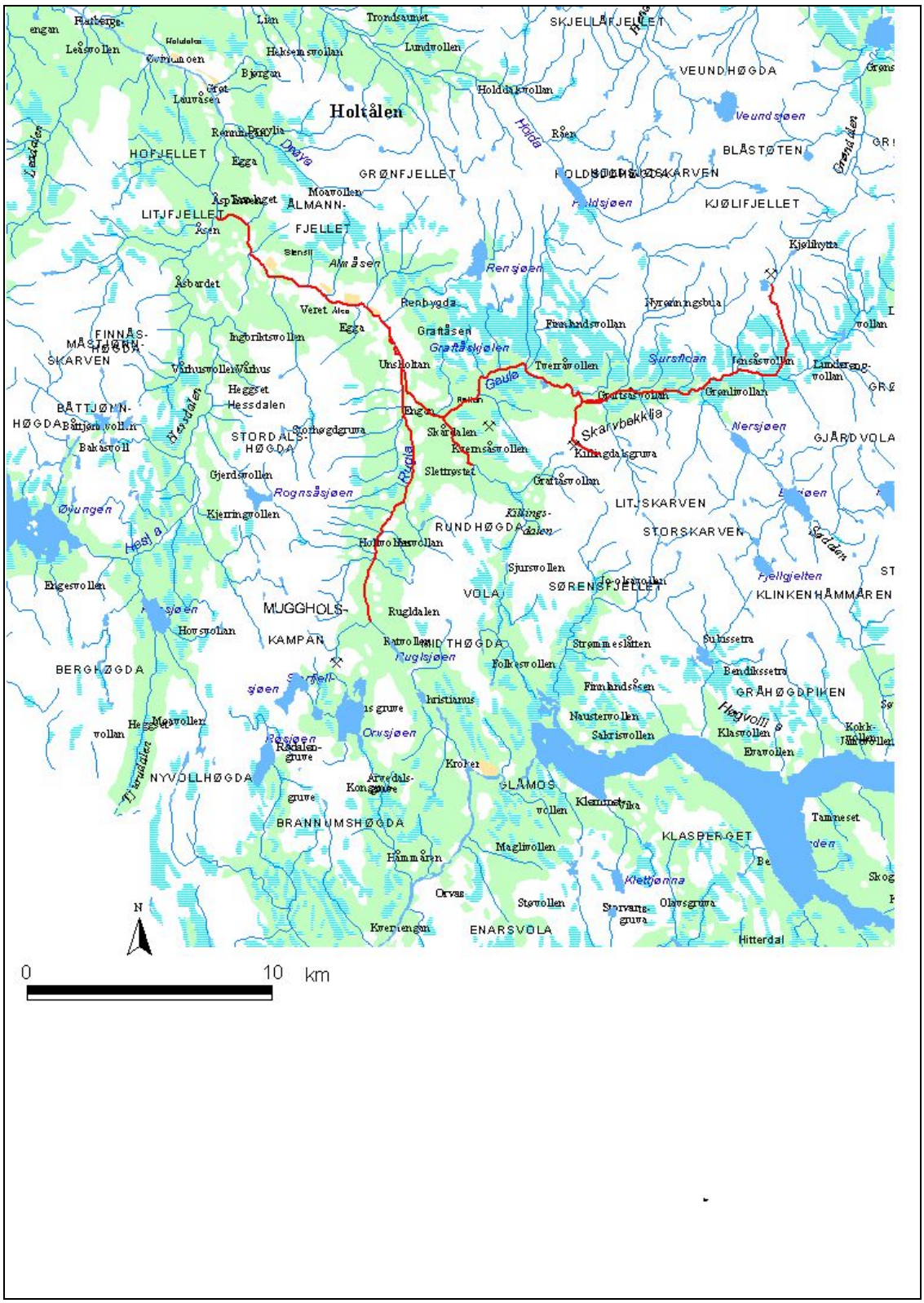
Figur 6. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Gaula etter kraftverk og innmunning av Skurru (G4) for årene 1986-2001.*



Figur 7. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Gaula ved Ålen (G5) for årene 1986-2001.*



Figur 8. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Gaula etter Hesja (G6) for årene 1986-2001.*



Figur 9. *Øvre del av Gaula med markering av vassdragsstrekninger med kopperkonsentrasjoner over 10 µg/l (2002). Storbekken (fra Kjøli gr) og Gruvbekken (fra Killingdal gr) er også markert.*

3.3 Glommavassdraget

3.3.1 Geografisk beskrivelse

Glomma er med sine 617 km Norges lengste elv. Ved utløpet er den dessuten landets vannrikeste elv med en midlere vannføring på ca. 700 m^3/s ved Fredrikstad. Den har et totalt nedbørfelt på 41 970 km^2, dvs. at det dekker ca. 13 % av landets areal. Bare vassdragets størrelse tilsier at det har en spesiell status som nasjonal ressurs, der det må legges stor vekt på beskyttelse mot forurensninger og vern mot inngrep. I tillegg er vassdraget selvfølgelig et viktig naturelement for alle som lever i området.

Glomma renner gjennom fire fylker: Sør-Trøndelag, Hedmark, Akershus og Østfold. I tillegg har den største sideelva – Gudbrandsdalslågen – sine hovedtilløp i Oppland fylke. Hovedvassdragets kilder finnes i fjellene mot grensen til Sverige nord for Røros. De største innsjøene i den øvre delen av vassdraget er Rien og Aursunden. Lenger ned i vassdraget finner vi Øyeren på grensen mot Østfold, og i Lågen/Vorma ligger Mjøsa.

I figur 10 finnes en kartskisse av Glommas øvre del, der gruveforurensning gjør seg spesielt gjeldende. På strekningen fra Folldal/Alvdal til langt nord for Røros ligger et belte med kopper- og sinkholdige sulfidmalmforekomster, som det i stor grader er drevet gruvedrift på. I Glommas nedbørfelt i dette området er det spesielt feltene øst og vest for Glomma ved Røros, og i Folldalen, som er kjent for gruvedriften. En annen gruve som kan nevnes her er Røstvangen i Tunnas nedbørfelt. Den hadde tidligere forurensningsmessig betydning, men etter tiltak er vannkvaliteten i Tunna forbedret, slik at den ikke vil bli nærmere omtalt her.

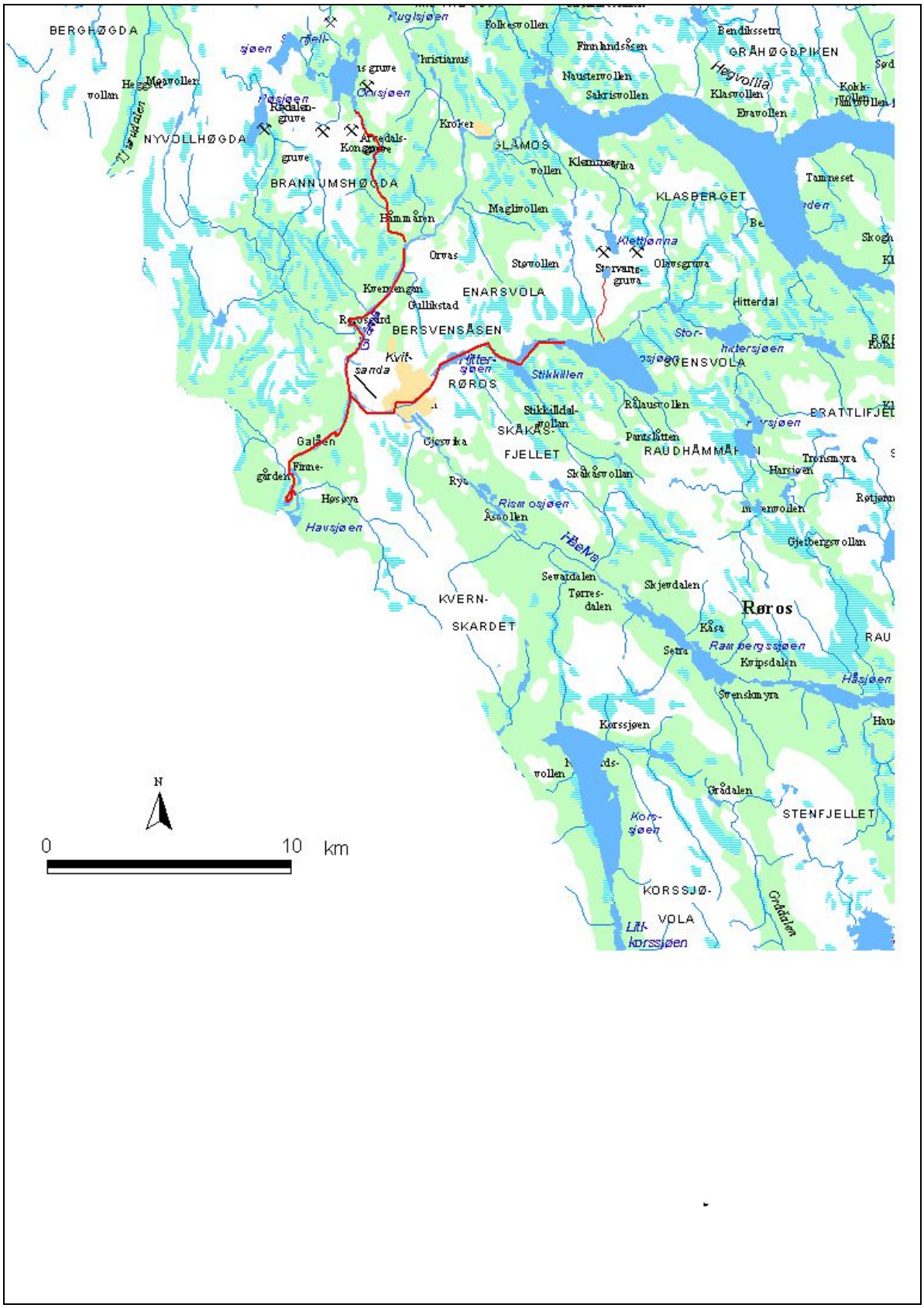
Denne rapporten omtaler først og fremst forurensninger som skyldes avrenning fra gruver, noe som gjør den øvre delen av vassdraget særlig interessant. Gruvevirksomheten på Røros er vel kjent, men på hele strekningen fra nord for Røros til sør for Alvdal ligger det et stort antall gruver. Mange av disse var små, og er for lengst forlatt, men forurensningen vil likevel fortsette å renne til Glomma i mange år. Ikke alle disse bidragene til forurensningen i Glomma er like viktige. Oppmerksomheten kan rettes mot den øverste delen av vassdraget. Med andre ord strekningen fra litt sør for Aursunden til området nedenfor Alvdal, der en betydelig del av vannet i Glomma overføres til Rendalen.

Fordi de forurensningsmessig viktigste gruveområdene i denne delen av nedbørfeltet ikke har direkte avrenning til Glomma, men til noen relativt betydelige sideelver, er disse omtalt separat i det følgende, mens vannkvaliteten i hovedvassdraget omtales til slutt i dette kapitlet.

I tabell 4 er gitt en oversikt over de viktigste prøvetakingsstasjoner som er benyttet i denne rapporten, og som ligger til grunn for de vurderinger som er gjort.

Tabell 4. *Prøvetakingsstasjoner i forbindelse med avrenning fra gruver i Glommavassdraget.*

Stasjon	Kartreferanse	Kommune
Glomma ved Glåmos	32VPQ24395145	Røros
Glomma ved Sundet bru	32VPQ19614175	Røros
Glomma ved Galåen bru	32VPQ17713754	Røros
Glomma ved Tolga bru	32VPQ02972174	Tolga
Glomma ved Tynset bru	32VNQ91900690	Tynset
Glomma ved Auma bru	32VNP85979991	Tynset
Glomma ved Kveberg bru	32VNP88538421	Alvdal
Glomma ved Høyegga		Alvdal
Utløp Djupsjøen	32VPQ27794359	Røros
Hitterelva nedf. Røros ved idrettsplassen	32V PQ 22244035	Røros
Orva ved utløp av Orvsjøen	32VPQ19315185	Røros
Orva ved veibru ved Litlstugguvollen	32VPQ20674854	Røros
Orva ved utløp i Glomma	32VPQ21594697	Røros
Folla ved Folshaugmoen	32VNP58508920	Folldal
Folla ved Gjelten bru	32VNP81889000	Alvdal



Figur 10. *Kartskisse over øvre Glommavassdraget i Rørosområdet med markering av elvestrekninger med kopperkonsentrasjoner over 10 µg/l. Prestbekken fra Storwartz gruvefelt er også markert.*

3.3.2 Forurensningsbegrensende tiltak

I nedbørfeltet er det gjennomført forurensningsbegrensende tiltak i noen av gruveområdene.

Ved Christianus Sextus gruve, der avrenningen går til Orvsjøen, er det ikke gjort tiltak for å redusere avrenning av forurensninger. Ved Arvedalen/Kongens gruve er det derimot gjort en del forsøk på å redusere avrenningen i løpet av de senere år. Fra 1991 og noen år framover ble dammene som inneholdt flotasjonsavgang fra den siste driften i området tettet, dekket med morene og tilsådd med gress. I noen år fra 1994 ble en del av bergveltene ved Kongens gruve dekket med morene. Det ligger fortsatt betydelige mengder gruveavfall tilgjengelig for oksidasjon og utvasking i området, noe som klart gjenspeiles i vannkvaliteten i Orva.

Ved Folldal hovedgruve i Folldal sentrum ble gruveavfall fjernet og deponert i Tverrfjellet gruve på Hjerkinn. I siste driftsperiode ved Folldal Verk (1968-1993), ved Tverrfjellet gruve på Hjerkinn, ble avgangen deponert under vann i en tett dam for å redusere forvitring og tungmetallutløsning. Dette var det første vanndekkede avgangsdeponiet i Norge.

Ved Røstvangen gruve i Tynset kommune ble en råmalmtipp deponert under plastmembran i 1992. Videre ble gruveavfall i selve gruveområdet deponert i et vanndekket deponi i 1993.

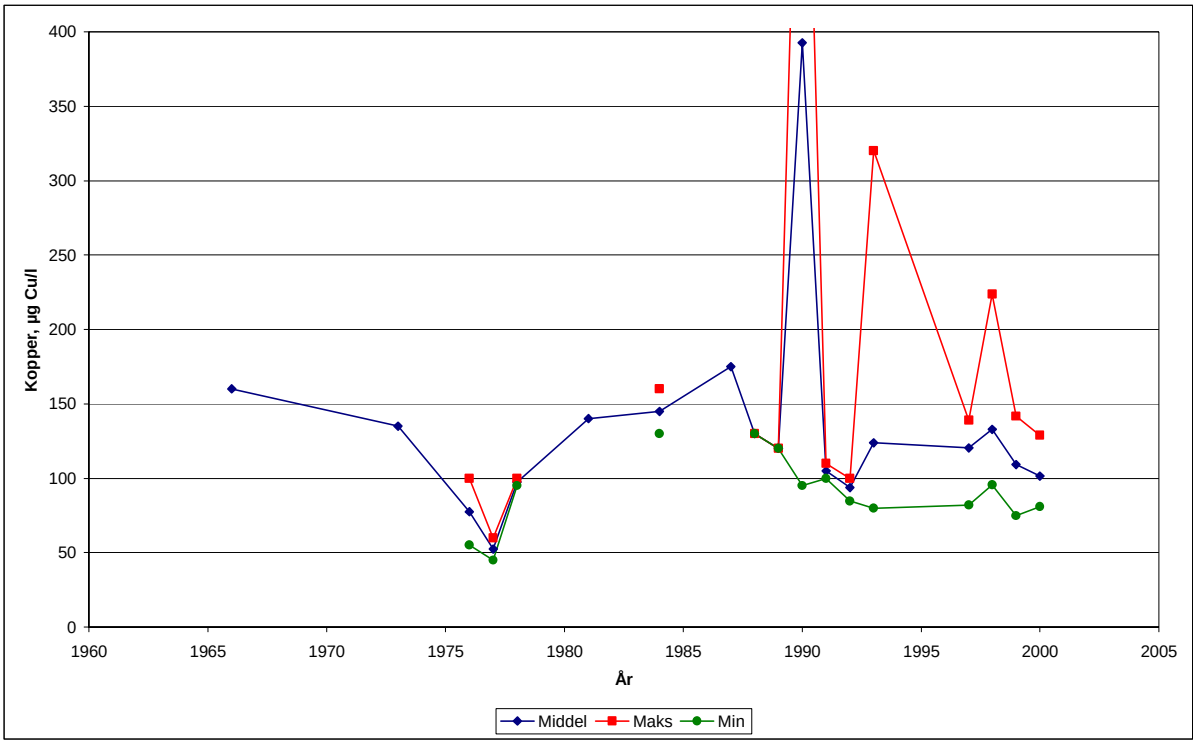
3.3.3 Orva

Orva har sitt utspring fra Orvsjøen på vestsiden av Glomma, ca.12 km nord for Røros. Ved utløpet av Orvsjøen har elva et nedbørfelt på ca. 17 km² og en midlere vannføring på 0,25 m³/s. Rundt Orvsjøen ligger flere gruver med avrenning til innsjøen og til Orva nedstrøms utløpet. De mest betydelige i denne sammenheng er Arvedalens/Kongens gruve og Christianus Sextus gruve som begge ble drevet av det nå nedlagte Røros Kobberverk. I begge gruveområdene er det gruvevann, bergvelter og avgang fra oppredning som utgjør forurensningskildene. Spesielt ved Kongens gruve er store mengder flotasjonsavgang deponert. Det har vært mange gruver i området, den første ble åpnet omkring 1660, og det var drift her med kortere og lengre avbrudd fram til 1978.
Avrenningen fra Kongens gruve går stort sett til Orva, men noe av avrenningen går til Orvsjøen. I tillegg ble en del av vannet som tidligere rant inn i de gamle gruverommene, overført til Orvsjøens nedbørfelt. Dette ble gjennomført i 1996. I tabell 5 er det samlet en del hydrologiske data om Orva.

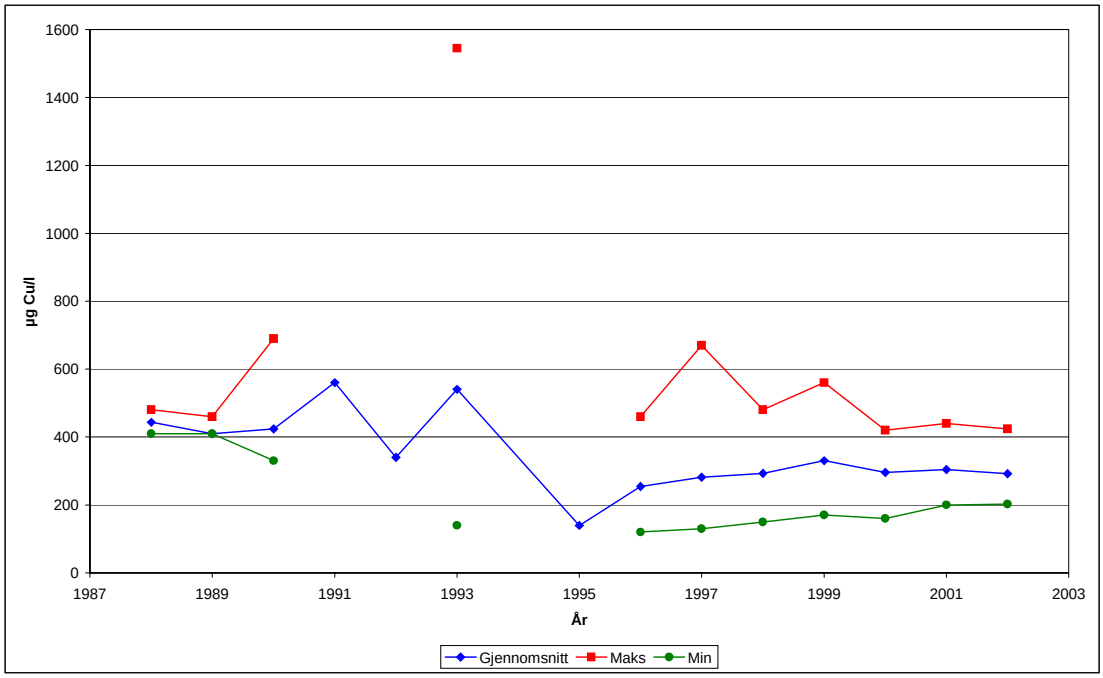
Tabell 5. *Hydrologiske data for Orva fra utløp av Orvsjøen til innløp i Glomma.*

Område	Nedb.felt km²	Avr.koeff. l/s·km²	Midl. vannf. l/s
Utløp Orvsjøen	16,7	15,0	250
Veibru på vei til Kongens	25	14,6	365
Utløp i Glomma	31	14,2	440

I tabell 36, tabell 37 og tabell 38 i vedlegg A er samlet statistiske data for kopper- og sinkkonsentrasjoner i Orva ved utløp av Orvsjøen, ved brua på vei til Kongens gruve (Litlstugguvollen) og ved samløpet med Glomma (Orvos). For lange perioder er datamaterialet spredt, uten systematiske program for prøvetaking og analyser. Dette gjelder både i tid og geografisk. Det foreligger f.eks. praktisk talt ikke korresponderende data for målinger i Orva ved Litlstugguvollen og ved samløpet med Glomma.



Figur 11. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Orva ved utløpet av Orvsjøen.*



Figur 12. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Orva ved veibru.*

Analyseresultatene fra stasjonen ved brua på vei til Kongens gruve (Litlstugguvollen) viser samlet avrenning fra de aktuelle gruvene. Det skjer en viss avrenning til den nedre del av Orva, spesielt av sink, fra den siste gruva som var i drift i dette området, Lergruvebakken. Mengden er imidlertid ubetydelig i forhold til det som kommer fra områdene rundt Orvsjøen. Fordi det er få perioder med systematisk overvåking av vassdraget, samtidig som formålet med målingene var å beregne materialtransport i elva, er det ingen perioder der det finnes korresponderende data fra de tre nevnte stasjonene.

I figur 11 og figur 12 er årsmiddel, maksimums- og minimumsverdier for kopper ved utløpet av Orvsjøen og ved veibrua på veien til Kongens gruve vist.

Det framgår av nevnte tabeller og figurer at kopperkonsentrasjonene i Orva på hele strekningen, fra uløpet i Orvsjøen til samløp med Glomma, i mange år har vært langt høyere enn 10 µg/l og klassfiseres derfor som sterkt påvirket av gruveavrenning. Det er ikke grunnlag for å si at konsentrasjonene er vesentlig redusert i løpet av den perioden målingene dekker.

3.3.4 Hitterelva

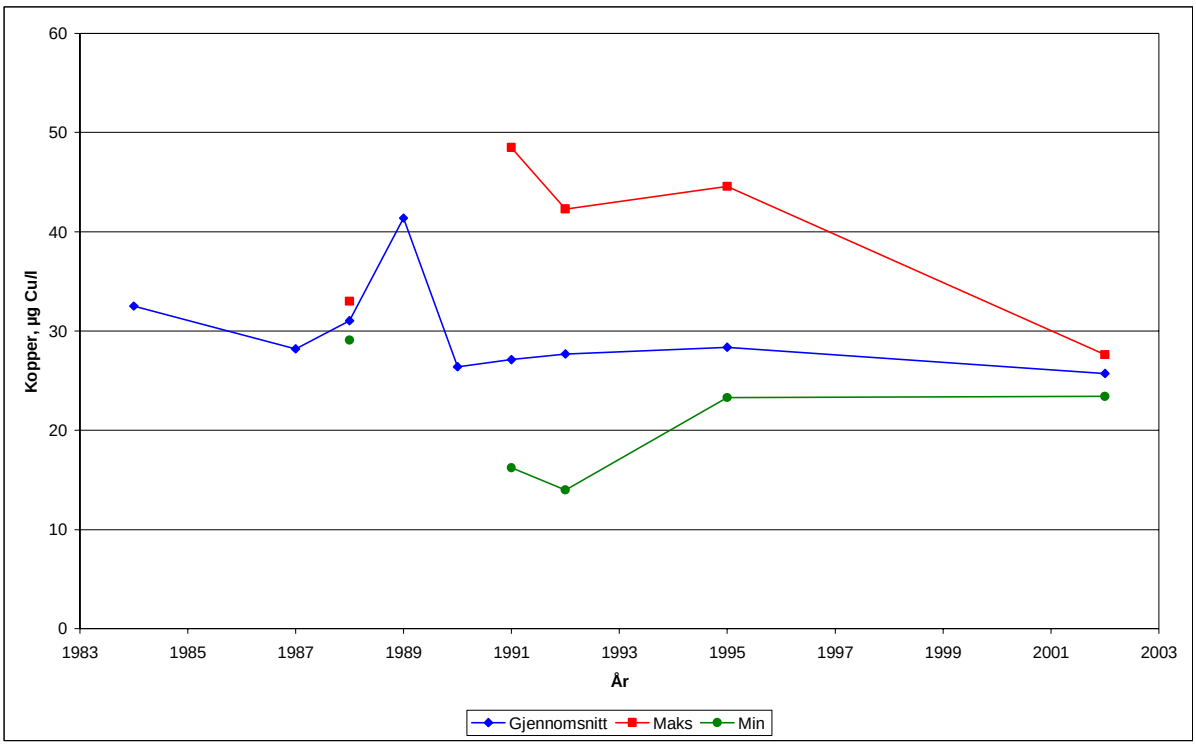
Hitterelva har sine kilder i områdene rundt Harsjøen og Storhittersjøen øst for Røros. Elva renner vestover gjennom innsjøene Grunnsjøen, Djupsjøen, Stikkillen og Hittersjøen, før den renner gjennom Røros by, der det løper sammen med Håelva og videre inn i Glomma like sør for Sundet. Hitterelvas samlede lengde fra utløp av Storhittersjøen til samløp med Glomma er ca.16 km.

I Hitterelvas nedbørfelt ligger noen av de største gruvefeltene til Røros Kobberverk. Spesielt er området ved Storwartz forurensningsmessig viktig. Her ligger store mengder avgang fra oppredningsverket som var i drift fram til 1972. I tillegg finnes bergvelter fra flere hundre års drift. Gruvevannet fra Storwartz gruve er derimot av forholdsvis liten betydning i og med at gruva i stor grad er vannfylt. Vest for Storwartzområdet finnes Olavsgruva, som var den sist gruva i drift her. Mellom Storwartz og Olavsgruva og videre østover finnes en rekke mindre gruver.

Avrenningen fra disse gruveområdene drenerer til Hitterelva gjennom to bekker, Stormyrbekken fra området ved Olavsgruva og Prestbekken fra Storwartz. Stormyrbekken er en del forurenset, og renner inn i Hitterelva oppstrøms Djupsjøen. Prestbekken er betydelig mer forurenset, og renner direkte til Djupsjøen. Dette fører til at Djupsjøen og Hitterelva nedstrøms Djupsjøen er tydelig påvirket av denne avrenningen. I tabell 39 og tabell 40 i vedlegg A finnes et sammendrag av de data NIVA har samlet fra vassdraget. På strekningen fra Djupsjøen til Røros er det ikke tilløp som fører til tungmetallforurensning. Langs Hitterelva i Røros er det derimot flere steder hvor det høyst sannsynlig er tilførsler av forurenset vann. Området rundt Malmplassen med slagghaugene og bruk av avfallsstein fra gruvene og røsteprosessen er sannsynlige forurensningskilder.

Tabell 39 og tabell 40 viser at Hitterelva er alvorlig påvirket av gruveavrenning på hele strekningen fra utløpet av Djupsjøen til nedenfor Røros. Før Hitterelva renner ut i Glomma løper den sammen med Håelva, som ikke er forurenset av gruveavrenning. Det er ikke gjort undersøkelser av vannkvaliteten etter dette samløpet, men ut fra elvenes nedbørfelter er det rimelig å anta at vannkvaliteten er sterkt preget av gruveavrenning også nedenfor samløpet.

Figur 13 viser grafisk gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Hitterelva ved utløpet av Djupsjøen.



Figur 13. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Hitterelva ved utløpet av Djupsjøen.*

3.3.5 Folla

Folla har sine kilder i området rundt Vålåsjøen på Dovreplatået. Den renner først nordover mot Hjerkinn, der den dreier nesten 90 º mot øst, og renner ned Folldalen mot Alvdal. De største tilløpselvene på strekningen er Grimsa som kommer fra Rondane og renner inn fra sør ved Grimsmoen, og Einunna som kommer fra nord litt nærmere Alvdal. Einunna er sterkt regulert, og en stor del av vannføringen er overført til Savalens nedbørfelt.

Follas nedørfelt er 2170 km^2 og den totale lengde fra Vålåsjøen til samløp med Glomma ved Alvdal er 108 km. Midlere vannføring ved Alvdal er ca. 24 m^3/s. Den renner gjennom tre kommuner og to fylker. Kommunene er i rekkefølge: Dovre, Folldal og Alvdal, mens fylkene tilsvarende blir Oppland og Hedmark.

De viktigste gruvene i området til Folldal Verk er Tverrfjellet gruve på Hjerkinn, og de gamle gruvene i Folldal sentrum: Folldal Hovedgruve, Nordre og Søndre Geitryggen gruver, og Nygruva. Forurensningsmessig er det gruvene i Folldal sentrum, og i første rekke Folldal Hovedgruve, som har praktisk betydning. Driften ved Tverrfjellet gruve på Hjerkinn ble startet i 1968, og det ble tatt betydelig hensyn til at driften skulle være mest mulig miljø-vennlig og moderne, noe som har ført til beskjedne problemer i forbindelse med vannkvaliteten i Folla. Gruva ble nedlagt i 1993, og etter den tid ble det meste av anlegget revet. Avgangsdammen på Hjerkinnmyra inneholder imidlertid fortsatt store mengder sulfidholdige mineraler. Sulfidkonsentrasjonen i denne avgangen er riktignok relativt lav,

fordi svovelkis var et av produktene fra Hjerkinngruva. Det er likevel av stor betydning at dammen og området rundt dammen holdes ved like og kontrolleres regelmessig.

I Folldal sentrum derimot er det betydelig gruveavrenning med meget høye konsentrasjoner av kopper, jern og sink. Hovedkildene er gruvevann og avrenning fra gamle bergvelter, men det finnes antakelig noe avgang fra oppredningen som foregikk her. På den tiden oppredningsverket i Folldal var i drift, ble avgangen ført direkte til Folla, så det var ingen avgangsdeponier her. Ved nedleggelsen av virksomheten i Folldal i 1968 ble noe avgang samlet i en dam. Dammen ble liggende uten overdekking, noe som førte til en del forurensning. Da driften på Hjerkinn ble avsluttet, ble en del forurensende masser fra Folldal samlet og dumpet i gruva. Dette gjaldt bl.a. den gamle avgangsdammen. Tiltakene i Folldal sentrum ble gjennomført i perioden 1992-1994.

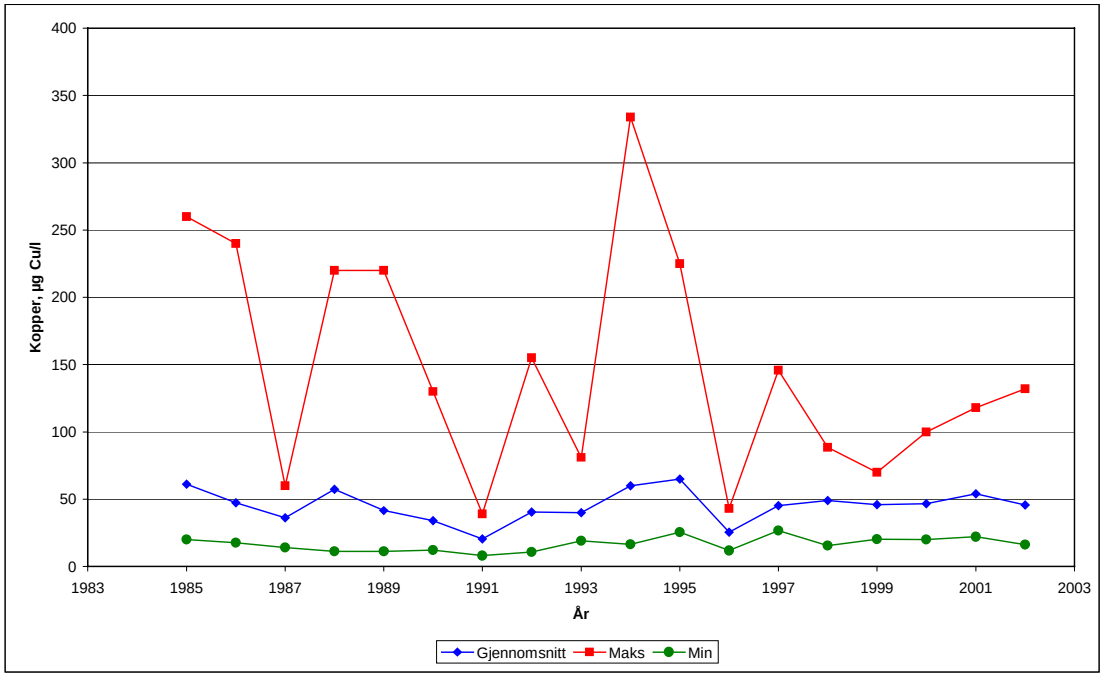
NIVA har gjennomført en relativt omfattende overvåking av gruveforurensningene i Folla, på strekningen fra Hjerkinn til et stykke nedenfor Folldal sentrum. I tillegg er det tatt en del vannprøver fra Folla ved Gjelten bru, like før samløp med Glomma ved Alvdal. Som nevnt ovenfor, påvirker avrenningen fra gruveområdet på Hjerkinn Folla bare i liten grad. Analysedata herfra er derfor ikke tatt med i denne rapporten. I tabell 41 og tabell 42 i vedlegg A er en del data fra stasjonen nedenfor Folldal sentrum (Folshaugmoen) og ved Gjelten bru samlet.

Tabellene viser at Folla er betydelig påvirket av gruveavrenning fra Folldal sentrum til samløp med Glomma. Det foreligger riktignok ikke målinger fra de senere år fra stasjonen i Alvdal, men målingene ved Folshaugmoen viser klart at det ikke har vært vesentlige endringer i konsentrasjonene i de senere år. Det er store variasjoner i kopperkonsentrasjonene fra år til år, men det har ikke vært nedgang i de senere år. Tiltakene som ble gjennomført i 1992-94 har derfor ennå ikke hatt noen effekt av betydning for vannkvaliteten i Folla nedenfor Folldal sentrum.

Kontrollundersøkelsene i øvre del av vassdraget som ble gjennomført mens driften på Tverrfjellet pågikk, viste at utslippene fra gruveområdet var meget beskjedne mht. tungmetaller. Utslipp av prosesskjemikalier, samt sulfat og kalsium, førte til at den generelle vannkvalitet var meget forskjellig fra den naturlige på hele vassdragsstrekningen fra Hjerkinnmyra og ned til samløpet med Glomma. Etter nedleggelse av driften ble vannkvaliteten i løpet av kort tid svært lik den naturlige igjen på strekningen ned til Folldal sentrum. Siden tilførslene fra gruveområdet på Hjerkinn ikke medførte eller medfører noen tungmetallbelastning av betydning på Folla, er det ikke tatt med analysedata fra dette vassdragsavsnitt i denne rapporten.

Figur 14 viser grafisk gjennomsnitt, maksimums- og miniumsverdier for kopper ved stasjonen i Folla nedstrøms Folldal sentrum (Fo7 Folshaugmoen) for årene 1985-2002.

På figur 15, som viser et kartutsnitt over nedre Folla og en del av Glomma, er det markert elvestrekninger med kopperkonsentrasjoner over 10 µg/l.



Figur 14. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Folla ved Folshaugmoen.*

3.3.6 Glomma, hovedvassdraget fra Aursunden til Høyegga

Som det fremgår av det foregående er det lite avrenning fra gruveområder direkte til Glomma. På strekningen fra utløpet av Aursunden til Høyegga der Glomma er regulert, og en stor del av vannføringen blir overført til Rendalen, er det imidlertid en rekke sidevassdrag som mottar betydelige tilsig fra nedlagte gruveområder, noe som også påvirker vannkvaliteten i hovedvassdraget. Allerede øverst i vassdraget er enkelte sidebekker og elver som renner til Aursunden, betydelig gruvepåvirket. I det følgende er derfor vannkvalitet og andre forhold i hovedvassdraget nærmere diskutert.

Som tidligere nevnt har Glomma sine kilder i fjellområdene nordøst for Aursunden. Ved utløp av denne innsjøen er middelvannføringen 19,7 m^3/s. Elva er regulert ved Kuråsfossen kraftverk. I tabell 4 på side 26 det gitt en oversikt over prøvetakingsstasjonene som er benyttet til vurderingene i denne rapporten.

I tabell 6, tabell 7, tabell 8, tabell 9, tabell 10, tabell 11, tabell 12 og tabell 13 er vannkvaliteten slik den er registrert ved ulike stasjoner i hovedvassdraget angitt. Dataene er en sammenfatning av analysedata kun for kopper og sink, og gir et sterkt forenklet bilde av situasjonen. Ved flere stasjoner er det bare noen få observasjoner.

Tabell 6. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Glomma ved Glåmos.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1999	2000
Kopper µg/l	Middel	1,0	1,3
	Antall	1	7
	Maksimum		1,5
	Minimum		1
	Median		1,4
Sink µg/l	Middel	4,5	3,4
	Antall	1	7
	Maksimum		4,8
	Minimum		1
	Median		3,1

Tabell 7. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Glomma ved Sundet bru.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1977	1985	1998	1999	2000
Kopper µg/l	Middel	64,3	7,8	19,5	35,0	8,7
	Antall	19	1	1	1	12
	Maksimum	360				24
	Minimum	4				3,8
	Median	25				7,4
Sink µg/l	Middel	261,8	5,0	79,3	101	30,5
	Antall	19	1	1	1	12
	Maksimum	980				84
	Minimum	10				12
	Median	150				25

Tabell 8. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Glomma ved Galåen bru.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1998	1999	2000
Kopper µg/l	Middel	13,8	18	7,6
	Antall	1	1	12
	Maksimum			15
	Minimum			4,5
	Median			6,7
Sink µg/l	Middel	50,8	49	27,2
	Antall	1	1	12
	Maksimum			50
	Minimum			14
	Median			24

Tabell 9. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Glomma ved Tolga bru.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1998	1999	2000
Kopper µg/l	Middel	16,1	7,8	5,6
	Antall	1	1	7
	Maksimum			6,3
	Minimum			4,3
	Median			5,8
Sink µg/l	Middel	44,7	22	17,6
	Antall	1	1	7
	Maksimum			25
	Minimum			14
	Median			16

Tabell 10. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Glomma ved Auma bru.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	2000
Kopper µg/l	Middel	4,9
	Antall	6
	Maksimum	7,7
	Minimum	4,2
	Median	4,8
Sink µg/l	Middel	22,2
	Antall	6
	Maksimum	92,0
	Minimum	13,0
	Median	16,0

Tabell 11. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Glomma ved Tynset bru.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	2000
Kopper µg/l	Middel	7,0
	Antall	5
	Maksimum	10
	Minimum	5,2
	Median	5,7
Sink µg/l	Middel	24,7
	Antall	5
	Maksimum	43
	Minimum	12
	Median	22

Tabell 12. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Glomma ved Kveberg bru.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	2000
Kopper µg/l	Middel	6,7
	Antall	5
	Maksimum	11
	Minimum	4
	Median	6
Sink µg/l	Middel	24,5
	Antall	5
	Maksimum	51
	Minimum	8,3
	Median	21

Tabell 13. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Glomma ved Høyegga.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1996	1997	1998	1999
Kopper µg/l	Middel	9,0	5,9	9,0	5,2
	Antall	13	12	12	14
	Maksimum	35,3	10,8	11,7	8,0
	Minimum	3,4	5,9	3,8	2,7
	Median	4,79	5,11	6,4	5,7
Sink µg/l	Middel	19,5	12,4	19,5	16,6
	Antall	13	12	12	14
	Maksimum	61,3	19	24	25
	Minimum	8,67	12	7	13
	Median	13,8	11,3	12,25	17

Analyseresultatene for kopper og sink, som er angitt i tabellene foran, viser at Glomma er påvirket av gruveavrenning på den omtalte strekningen. Bare ved utløpet av Aursunden er kopperkonsentrasjonen så lav at den kan regnes som tilnærmet naturlig i dette området. Ved Sundet bru (tabell 7) er konsentrasjonene betydelig høyere, men de årlige middelverdiene i år 2000 er under 10 µg Cu/l. Konsentrasjonene varierer imidlertid sterkt fra år til år og det er urimelig å bruke dette kriteriet på denne elvestrekningen. I 1977 er kopper- og sinkverdiene svært høye, men alle målingene er gjort om våren mens vannføringen ved Kuråsfossen var meget lav. De øvrige årene, som er angitt i tabell 7, er det bare tatt en vannprøve, men både i 1998 og 1999 var kopper- og sinkverdiene meget høye. Maksimumsverdien i år 2000, som var et relativt vannrikt år, er også meget høy. Det er derfor rimelig å si at Glomma er sterkt påvirket av gruveavrenning ved Sundet bru. Denne påvirkningen skyldes gruvene i Orvas nedbørfelt, og strekningen fra Orvos til samløpet med Hitterelva må derfor karakteriseres som sterkt påvirket av gruveavrenning.

Ved Galåen bru like oppstrøms Røstefossen kraftverk er situasjonen svært lik den ved Sundet. Prøvene er tatt spredt, og flere verdier er over 10 µg/l kopper, mens årsmiddel for år 2000 var

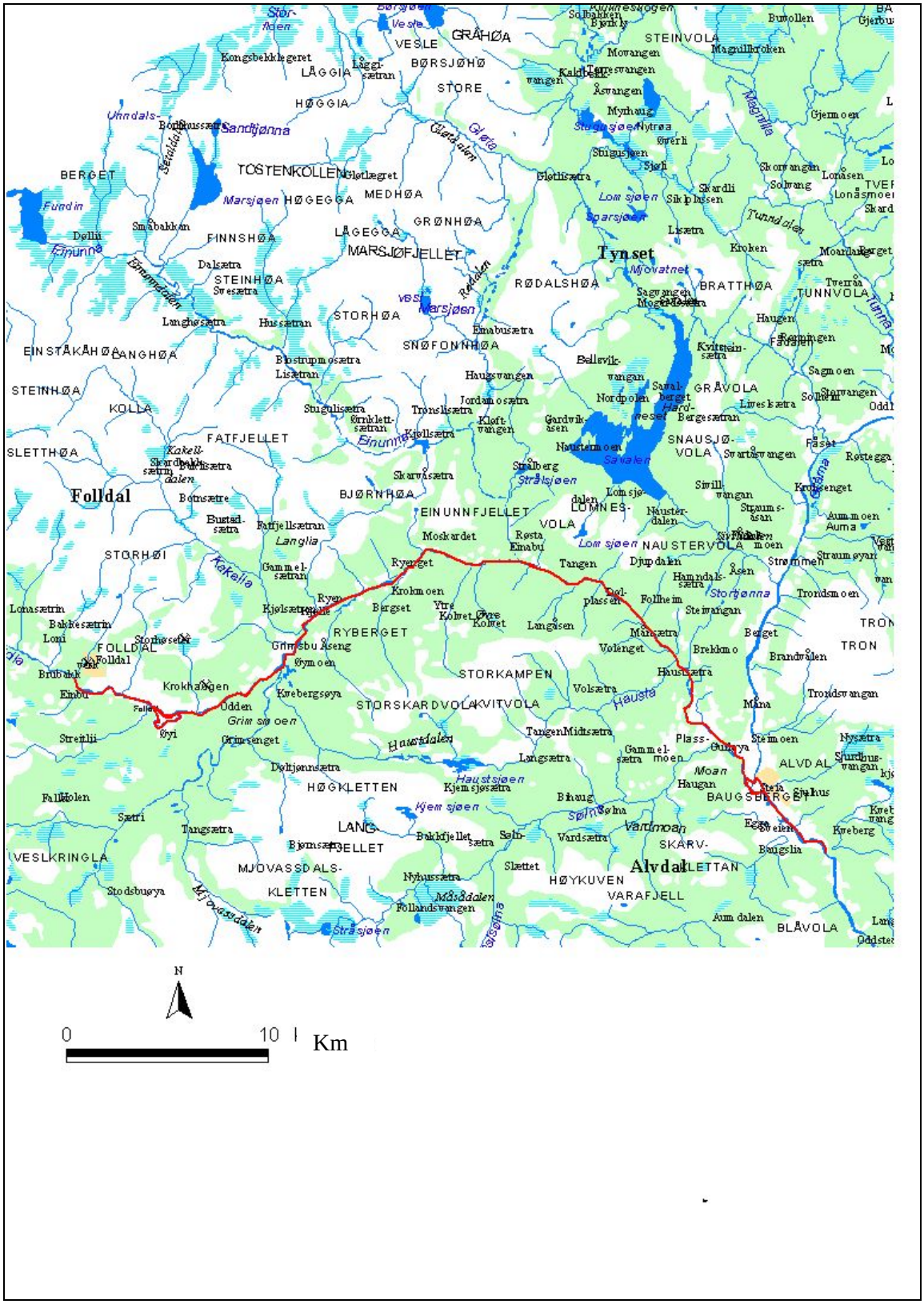
under 10 µg/l. Med så klare overskridelser av kriteriet på 10 µg/l i 1998 og i 1999, samtidig som maksimum for 2000 var 15 µg/l, må strekningen fra Røros til Galåen karakteriseres som sterkt påvirket av gruveavrenning.

Ved Tolga bru er situasjonen ikke så klar. Der er bare en observasjon fra 1998 høyere enn 10 µg/l kopper. Middelverdi og maksimum for år 2000 ligger godt under dette kriteriet, slik at denne strekningen må karakteriseres som ”noe påvirket” av gruveavrenning. Sinkkonsentrasjonen viser dette med stor tydelighet.

Den samme konklusjon kan trekkes for målepunktet ved Auma der konsentrasjonene av kopper er omtrent som ved Tolga. Sinkkonsentrasjonene kan derimot være noe høyere, slik at karakteristikken noe påvirket også passer her.

Ved Tynset er både kopper- og sinkkonsentrasjonene lavere, og situasjonen kan karakteriseres som litt påvirket av gruveavrenning.

Ved Kveberg bru og ved Høyegga, som begge ligger nedstrøms Follas innmunning i Glomma, er kopperkonsentrasjonene igjen noe høyere. Riktignok er årlig middelverdi for alle år under 10 µg/l kopper, men maksimumsverdiene for alle år er over 10 µg/l, og middelverdien for flere år er tett opp mot 10 µg/l. Strekningen fra ovenfor Alvdal til Høyegga må derfor karakteriseres som ”sterkt påvirket” av gruveavrenning.



Figur 15. *Kart over Folla og Glomma med markering av vassdragsstrekninger med kopperkonsentrasjoner over 10 µg/l.*

3.4 Namsenvassdraget

I hovedvassdraget Namsen er det i de senere år ikke påvist virkninger av gruveavrenning. Det finnes imidlertid et forurensningsmessig viktige gruveområde i vassdragets nedbørfelt, Skorovas Gruber. I det følgende vil derfor dette området, og sidevassdragene som har vært påvirket av avrenningen herfra, bli omtalt.

Namsens nedbørfelt ligger i Nord-Trøndelag fylke, og i praksis er det bare i Namsskogan kommune vassdraget er påvirket av gruveavrenning idag. En beskjeden del av vannføringen fra Huddingsvassdraget, som er påvirket av avrenning fra Grong Gruber i Røyrvik kommune, overføres ved regulering til Tunnsjøen i Namsens nedbørfelt. Men forurensningsgraden er relativt liten og vannmengden som overføres, er liten i forhold til total avrenning fra Tunnsjøen. Denne delen av Namsen vil derfor ikke bli omtalt her. Skorovasselva drenerer idag praktisk talt hele det området som utgjorde Skorovas Gruber. Stallvikelva som tidligere mottok gruvevann fra Skorovas gruve munner ut i Tunnsjøen. Nedre del av elva ligger i Røyrvik kommune. I tabell 14 er lokaliseringen til prøvetakingsstasjonene som er benyttet under vurderingene i denne rapporten samlet.

Tabell 14. *Prøvetakingsstasjoner i forbindelse med avrenning fra gruver i Namsenvassdraget.*

Stasjon	Kartreferanse	Kommune
A8 – Stallvikelva ved innløp i Tunnsjøen	33W VM 14117165	Røyrvik
B5 – Utløp Store Skorovatn	33W VM 07077098	Namsskogan
B10 – Grøndalselva ved bru ved Lassemoen	33W UM 93307620	Namsskogan

3.4.1 Forurensningsbegrensende tiltak

Det er gjennomført forurensningsbegrensende tiltak ved Grong Gruber og ved Skorovas Gruber.

Ved Grong Gruber ble det gjennomført avstengningstiltak i Huddingsvatn for å begrense spredning av avgangspartikler fra deponiet i østre Huddingsvatn (1989). Etter at gruvedriften opphørte i 1998, ble Joma og Gjersvika gruver fylt med vann. Selv om en kan påvise forhøyede tungmetallverdier i området, vurderes problemene knyttet til tungmetallutløsning fra deponier og gruver som beskjedne, og kun knyttet til Huddingsvassdraget.

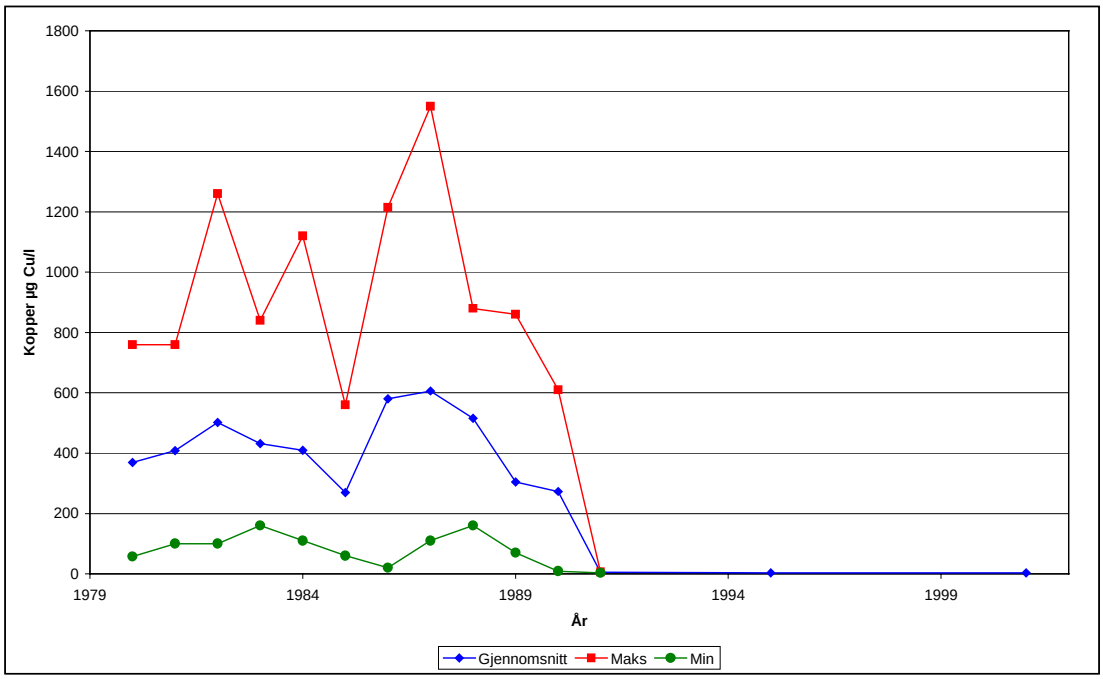
Forurensningsproblemene ved Skorovas Gruber har vært betydelig større. Tungmetalltransporten fra gruveområdet var i mange år svært stor, og påvirket Stallvikvassdraget med deler av Tunnsjøen og hele vassdragsstrekningen fra Dausjøen ned til Grøndalselvas innløp i Namsen. Etter at gruvedriften ble nedlagt, ble det gjennomført flere tiltak som ble endelig avsluttet i 1995:

- Overdekking av avgangsdeponiet i Dausjøen med ca 5 cm nedmalt gråberg (1984)
- Deponering av gråbergtippen under vann i Dausjøen (1989)
- Heving av vannstanden i gruva ved at vannstollen (Gråbergstollen) ble gjenstøpt (1992-1995). Gruva fikk derved ikke lenger avløp til Stallvikvassdraget. Overløpsvannet som nå kommer ut av en stigort og sprekksoner i Gruvefjellet, drenerer mot Dausjøbekken og Skorovasselva.

Tiltakene ved Skorovas Gruber har ført til en betydelig reduksjon i tungmetallavrenningen fra området.

3.4.2 Stallvikelva

Stallvikelva har sine kilder i fjellet sørøst for Skorovatn og renner vestover til Stallvika i Tunnsjøen, Norges sjuende største innsjø. Tidligere ble gruvevannet fra Skorovas Gruber ledet til Stallvikelva. Det finnes ingen bebyggelse eller annen virksomhet som kan gi forurensning i Stallvikelvas nedbørfelt. Da driften ved Skorovas Gruber ble nedlagt i 1984, ble gruva til dels fylt med vann, og overløpet ble avledet fra Stallvikelva. I det følgende er endringen i vannkvalitet i Stallvikelva i den tiden disse endringene ble iverksatt, tatt med som en illustrasjon på hvordan et forurensende tiltak kan virke. Tabell 43 i vedlegg A viser data fra Stallvikelva ved innløp i Stallvikbukta i denne perioden. Figur 16 viser gjennomsnitt, maksimums- og miniumumsverdier for kopper i perioden 1980-2000.



Figur 16. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Stallvikelva ved utløpet i Stallvikbukta.*

3.4.3 Skorovasselva/Grøndalselva

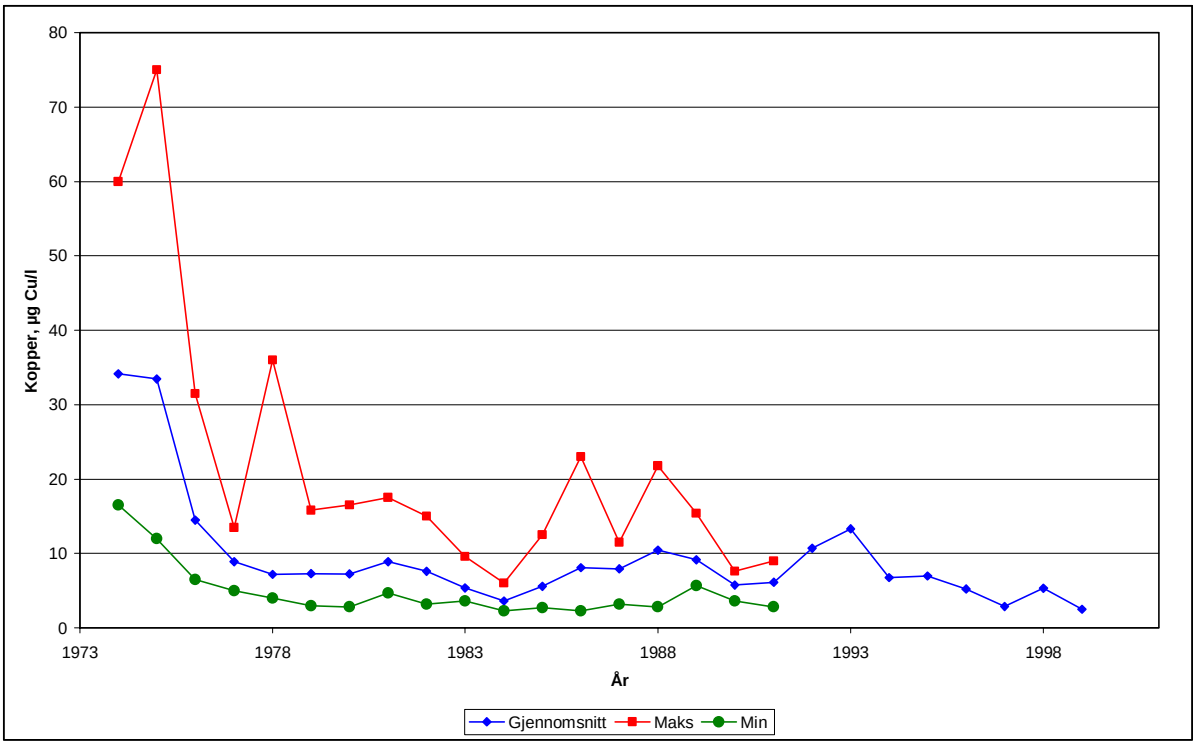
Skorovasselva har sine kilder i fjellet øst for Lassemoen i Namdalen. De første innsjøene er Dausjøen og Store og Lille Skorovatn. Disse innsjøene ligger alle i nærområdet til Skorovas Gruber som var i drift fra 1953 til 1984. I gruveområdet fantes det imidlertid steder der malmen kom frem i dagen på en måte som førte til "naturlig forurensning" lokalt. I tillegg var det drevet skjerp og prøvedrift i området, noe som økte denne forurensningen. Allerede i 1936 var Dausjøen nedenfor forekomsten rapportert som fisketom. Skorovasselva løper inn i Grøndalselva ca. 8 km nedenfor utløpet av Store Skorovatn. Grøndalselva kommer fra området rundt Nesåvatnene sør for Skorovatn. Det finnes praktisk talt ingen bebyggelse eller

annen virksomhet enn gruvesamfunnet Skorovatn i Skorovasselvas nedbørfelt. Grøndalselva renner inn i Namsen ved Lassemoen 18 km fra utløpet av Store Skorovatn.

I tabell 44 i vedlegg A finnes data for kopper- og sinkkonsentrasjonene i Grøndalselva ved Lassemoen for årene 1983 - 1999. Ved dette prøvestedet er tilførslene via Skorovasselva betydelig fortynnet med den rene Grøndalselva. Som det fremgår av tabellen har konsentrasjonen stort sett vært under 10µg Cu/l som årsmiddel de fleste årene hvor det foreligger flere observasjoner. Heller ikke maksimumskonsentrasjonene var over 10 µg/l i årene etter at de siste tiltakene mot gruveavrenning ble gjennomført i 1990. I de senere år foreligger det bare en enkeltobservasjon fra Grøndalselva årlig. Det er derfor vanskelig å gi noen absolutt konklusjon for påvirkningsgraden, men foreløpig synes situasjonen i Skorovatn-området å være stabil. Det er imidlertid god grunn til å foreta regelmessige kontroller i området. Det er likeledes avgjørende at de tiltak som er gjennomført holdes ved like.

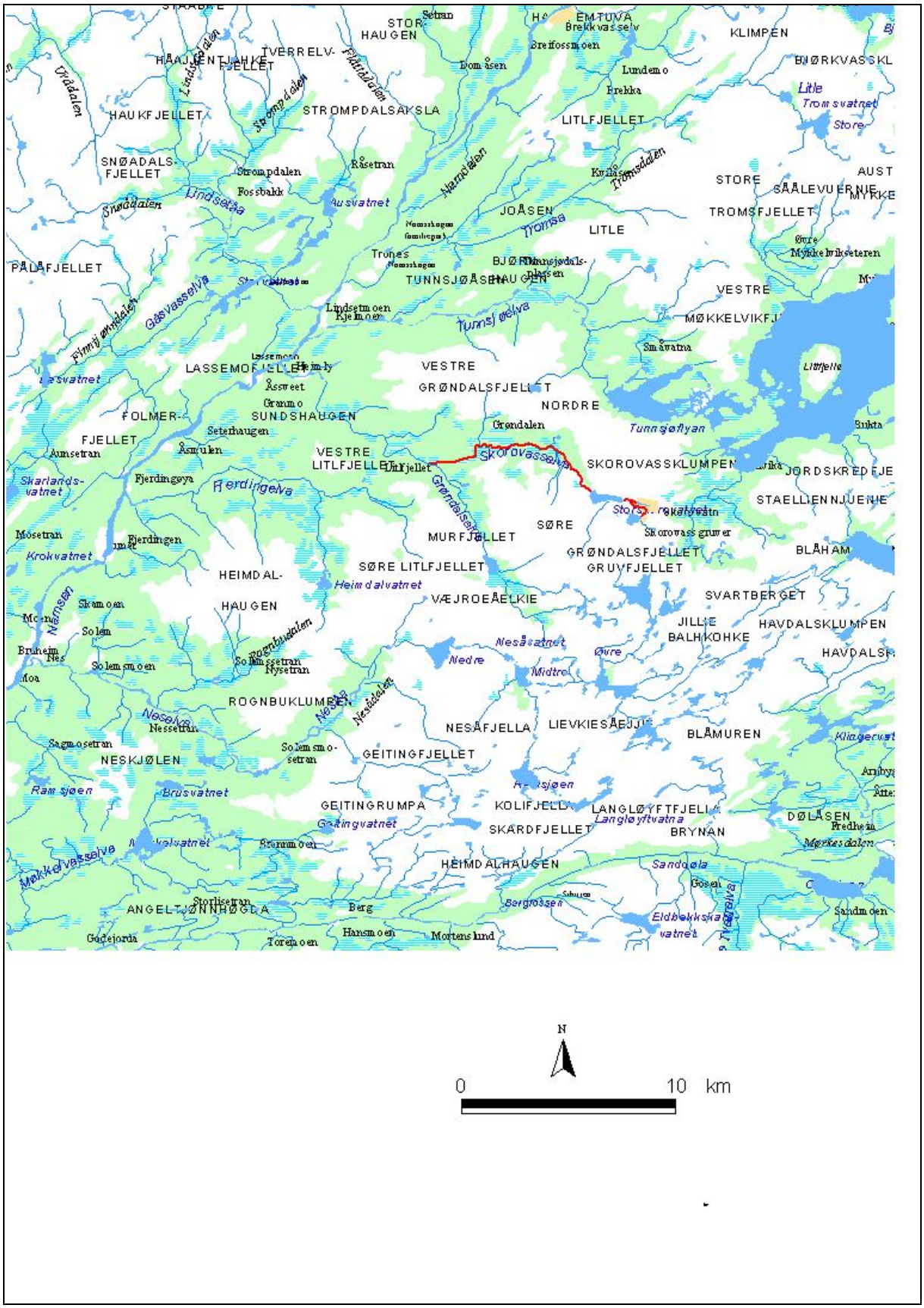
I Skorovasselvas oppstrøms samløp med Grøndalselva er kopperkonsentrasjonene betydelig høyere, og det er ikke urealistisk å regne med en kopperkonsentrasjon som er langt høyere enn 10 µg/l på strekningen fra utløpet av Store Skorovatn til samløp med Grøndalselva.

Figur 17 viser grafisk utviklingen i gjennomsnitt, maksimums- og miniumumsverdier for kopper i Grøndalselva ved Lassemoen for perioden 1974-1999.



Figur 17. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Grøndalselva ved Lassemoen.*

Figur 18 viser et kartutsnitt over vassdraget fra Skorovatn og ned til Namsen med markering av berørt vassdragsstrekning der kopperkonsentrasjonene er over 10 µg/l.



Figur 18. *Kart over Grøndalselva/Skorovasselva med markering av kopperkonsentrasjoner over 10 µg/l ved utgangen av 2002.*

3.5 Orklavassdraget

3.5.1 Geografisk beskrivelse

Elva Orkla har sine kilder i fjellet på grensen mellom Sør-Trøndelag og Hedmark fylke i Oppdal kommune. De første innsjøene i vassdraget Store og Lille Orkelsjøen ligger mer enn 1000 moh. Først renner Orkla mot sør og sørøst frem til Orkelbogen i Tynset kommune der elva gjør en skarp sving og renner omtrent rett nordover til Ulsberg hvor terrenget synker raskt ned til Rennebu og videre nordover i Orkdalen til Orkanger ved Orkdalsfjorden, en arm av Trondheimsfjorden. Den samlede lengden fra Store Orkelsjøen til Orkanger er 172 km. Tabell 15 viser lokalisering til prøvetakingsstasjoner som er benyttet for vurderingene av Orklavassdraget.

Tabell 15. *Prøvetakingsstasjoner i forbindelse med avrenning fra gruver i Orklavassdraget.*

Stasjon	Kartreferanse	Kommune
Ya ved bru ved Yset	32V NQ 68503770	Tynset
Orkla ved Stai	32V NQ 64604160	Tynset
Orkla ved Vormstad	32V NR 38900820	Orkdal
Vorma ved utløp av Hostonvatn	32V NR 29700730	Orkdal

Orklavassdraget er relativt omfattende regulert med kraftverkene Grana, Litjfossen, Brattset, Svorkmo og Ulset, som ble satt i drift i årene 1982 – 1985. Denne reguleringen har lokalt hatt betydning for virkningen av forurensningstilførslene fra gruveområdene.

De viktigste gruveområdene i Orklas nedbørfelt er Kvikne Kobberverk i Tynset kommune, Undal Verk i Rennebu kommune og gruvene som var knyttet til Løkken Verk i Meldal kommune. Løkken Verk drev gruva i Løkken og i tillegg flere mindre gruver i området, hvor særlig Dragset var viktig. Alle disse gruvene drenerer til Orkla gjennom bekker og sideelver. I det følgende er de viktigste sideelvene omtalt separat, mens avrenningen fra Løkkenområdet er behandlet i omtalen av hovedvassdraget.

3.5.2 Forurensningsbegrensende tiltak

Det er gjennomført forurensningsbegrensende tiltak ved Løkken Verk. Tungmetallavrenningen fra Løkken gruveområde har i særklasse vært det største forurensningsproblem blant norske kisgruver mht. til avrenningens størrelse. Gruveselskapet innså meget tidlig at de hadde alvorlige miljøproblemer knyttet til utslipp av tungmetaller til Orkla, og startet allerede i 1920-årene et omfattende overvåkingsprogram i gruveområdet og i vassdraget. Det ble etterhvert gjennomført forsøk med kjemisk rensing av gruvevann. I midten av 1970-årene ble tiltakene i dagen startet med overdekking av bergvelter og prosessavfall. Vannfyllingen av Wallenberg gruve startet i 1984. Gruva fikk overløp i 1992. Samtidig ble forurenset drensvann fra tippene på Løkkensiden samlet opp, og ført inn i Gammelgruva mens vannstanden i gruva ble holdt vha. en pumpestasjon i Wallenberg sjakt. Avløpet fra pumpestasjonen går til Fagerlivatn, som har avløp til Bjørnlivatn og videre til Raubekken. Hensikten med tiltaket er å oppnå en pH-heving i inngående drensvann slik at kopperioner adsorberes på kisflater i gruva. Tiltaket er ikke endelig, og effekten vil trolig opphøre etter en tid. Siden en ikke kan si noe om varigheten på tiltaket, vil det derfor være

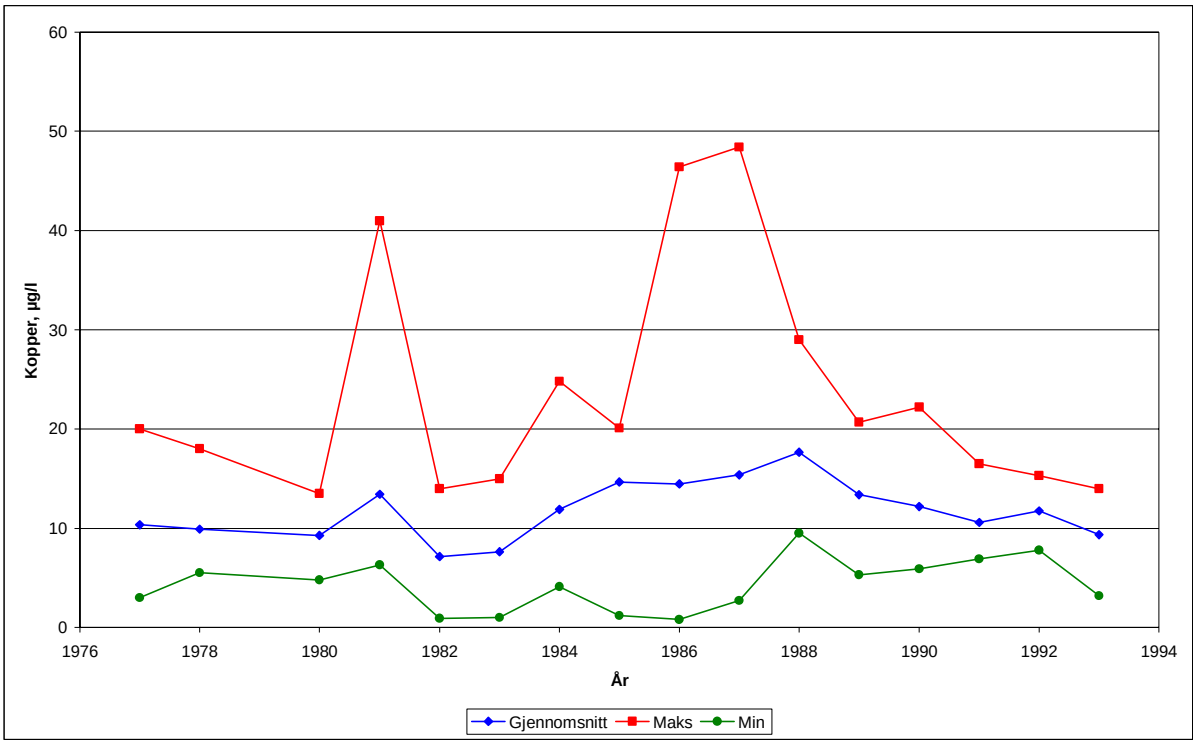
nødvendig å overvåke tiltaket på ubestemt tid. Gruvevannet var tidligere største forurensningskilde i området. Fram til 1984 ble gruvevannet ført direkte til fjorden i egen ledning av hensyn til Orkla. I en periode fram til 1965 ble kopperet i gruvevannet felt ut som sulfid på bedriftens smelteverk på Thamshavn. Idag går all avrenning til Orkla.

3.5.3 Ya

Elva Ya har sine kilder i fjellet mellom Kvikne og Østerdalen (Dalsbygda). Et av de store tilløpene til elva er Falninga fra Falningsjøen. Denne innsjøen er regulert, og en betydelig del av vannføringen i Falninga er overført gjennom kraftverket ved Litjfossen til Orkla. I Yas nedbørfelt finnes restene etter Kvikne Kobberverk, som ble etablert så tidlig som i 1631. Driften fortsatte til 1789 da gruva ble fylt av vann. Senere har det bare vært gruvedrift i korte perioder i området.

Det er ikke gjort tiltak for å redusere forurensningene fra gruveområdet, og den kopperholdige avrenningen går til Storbekken om renner til elva Ya, som igjen renner til Orkla ved Yset i Kvikne.

Tabell 45 i vedlegg A viser en del statistiske data for kopper- og sinkkonsentrasjonene i elva der den renner inn i Orkla. Det fremgår klart av datamaterialet at Ya er sterkt påvirket av gruveavrenning fram til samløpet med Orkla. Den forurensede strekningen er fra Yas samløp med Storbekken til samløp med Orkla. Virkningen av forurensningene fra Ya på hovedvassdraget i dette området er beskrevet senere. Figur 19 viser grafisk utviklingen i gjennomsnitt, maksimums- og miniumumsverdier for kopper i Ya for årene 1977-1993.



Figur 19. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Ya ved Yset.*

3.5.4 Skauma

Skauma er en liten elv, nærmest en bekk som mottar forurensningene fra Undal Verk ved Berkåk. Forurensningsbelastningen fra dette gruveområdet er forholdsvis liten, men fortynningsvannmengden i Skauma er liten, og lokalt gir dette høye tungmetallverdier. For hovedelva Orkla har den relativt liten betydning, uten at det foreligger data som kan kvantifisere dette i Orkla. NIVA har tatt en del vannprøver i Skauma nær Undal Verk. Et utdrag av analysematerialet for kopper og sink er gjengitt i tabell 16.

Tabell 16. *Statistiske data for Skauma nedstrøms Undal Verk.*

Komponent	År	1996-97
Kopper µg/l	Middel	45,0
	Antall	9
	Maksimum	126,9
	Minimum	12,5
Sink µg/l	Middel	160
	Antall	9
	Maksimum	537
	Minimum	35,8

Den berørte elvestrekning i Skauma er svært kort, og er ikke tatt med i de videre beregninger i denne rapporten.

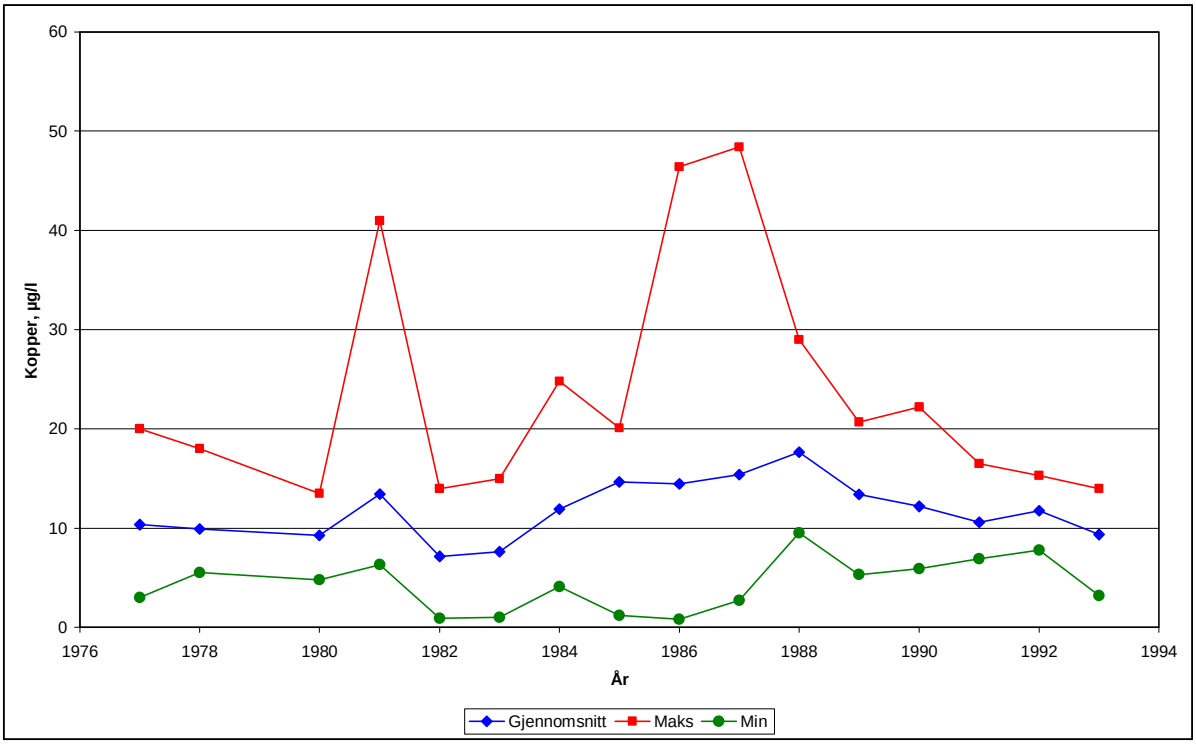
3.5.5 Vorma

Vorma renner inn i Orkla mellom Svorkmo og Vormstad. Den har sine kilder i området mellom Orkdal og Rindal. Elva renner gjennom flere vann, hvor de største er Ringevatn og Hostonvatn. Begge disse innsjøene er betydelig påvirket av gruveavrenning fra Dragset Verk, som i sin tid var en gruve drevet av Løkken Verk. Ringevatn er antakelig fisketomt, mens Hostonvatnet, som også har høye metallkonsentrasjoner, er fiskeførende. Det foreligger lite data fra dette vassdraget. NIVA har tatt noen spredte prøver i utløpet av Hostonvatn. Dessuten ble det i regi av EIFAC (*Grande, 1977*) gjennomført en større undersøkelse i disse innsjøene i 1975 - 76. Det er rimelig å anta at hele elvestrekningen fra Hostonvatn til samløpet med Orkla er klart påvirket av gruveavrenning. Denne avrenningen påvirker også Orkla.

3.5.6 Orkla, hovedvassdraget

Som det fremgår av det foregående er det særlig to hovedstrekninger av Orkla som er belastet med avrenning fra gruveområder: Kvikne fra Yset forbi Stai, og strekningen nedenfor Løkkenområdet. Det er to målestasjoner som gir informasjon om disse vassdragsstrekningene. Statistiske sammendrag av data fra Stai for perioden fra 1980 til 1993 er samlet i tabell 46 i vedlegg A, mens tilsvarende data fra Vormstad for perioden 1994 -2000 er samlet i tabell 47.

Ved Stai er konsentrasjonen av kopper gjennomgående høyere enn 10 µg/l i hele perioden som det foreligger data for (1980 – 93). Det fremgår av tabellen at fra 1984 har kopper-konsentrasjonene her vært klart høyere enn tidligere, og med unntak av 1993 har den årlige middelverdien vært klart over 10 µg. Denne økningen fra og med 1994 henger sammen med endringene i vannføringene på dette punktet. En betydelig del av vannet i Ya, og dermed Orkla, er overført til et punkt nedenfor Stai i Orkla (Litjfossen).

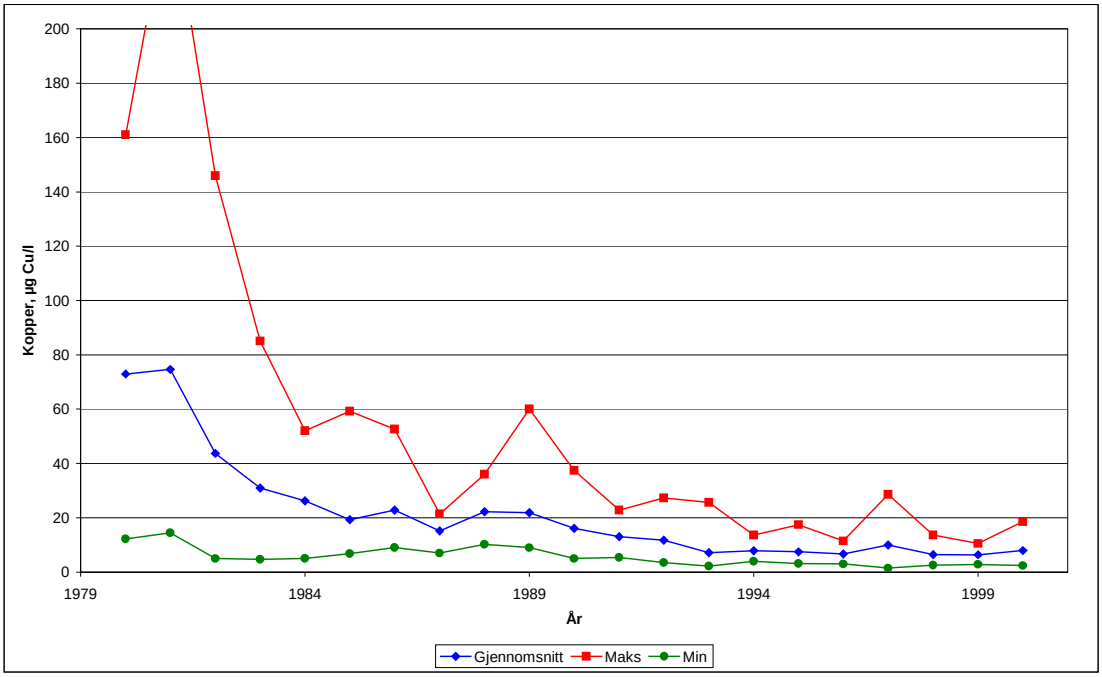


Figur 20. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Orkla ved Stai.*

Det er etter dette klart at Orkla er sterkt påvirket av gruveavrenning på strekningen fra Yset i Kvikne til nedenfor Stai der vannet som er overført fra Falningsjøen, føres til Orkla igjen.

Målepuktet ved Vormstad fanger opp avrenningen fra gruveområdene ved Løkken. Dette gjelder både Løkken Verk, Dragset Verk og Høydalsgruva. Ved Vormstad har NIVA gjennomført prøvetaking for overvåking av forurensningstransporten fra Løkkenområdet siden 1973. For øvrig finnes det data for vannkvaliteten i Orkla nedenfor Løkkenområdet fra langt tilbake i tid, idet gruveselskapet startet et overvåkingsprogram allerede i 1928.

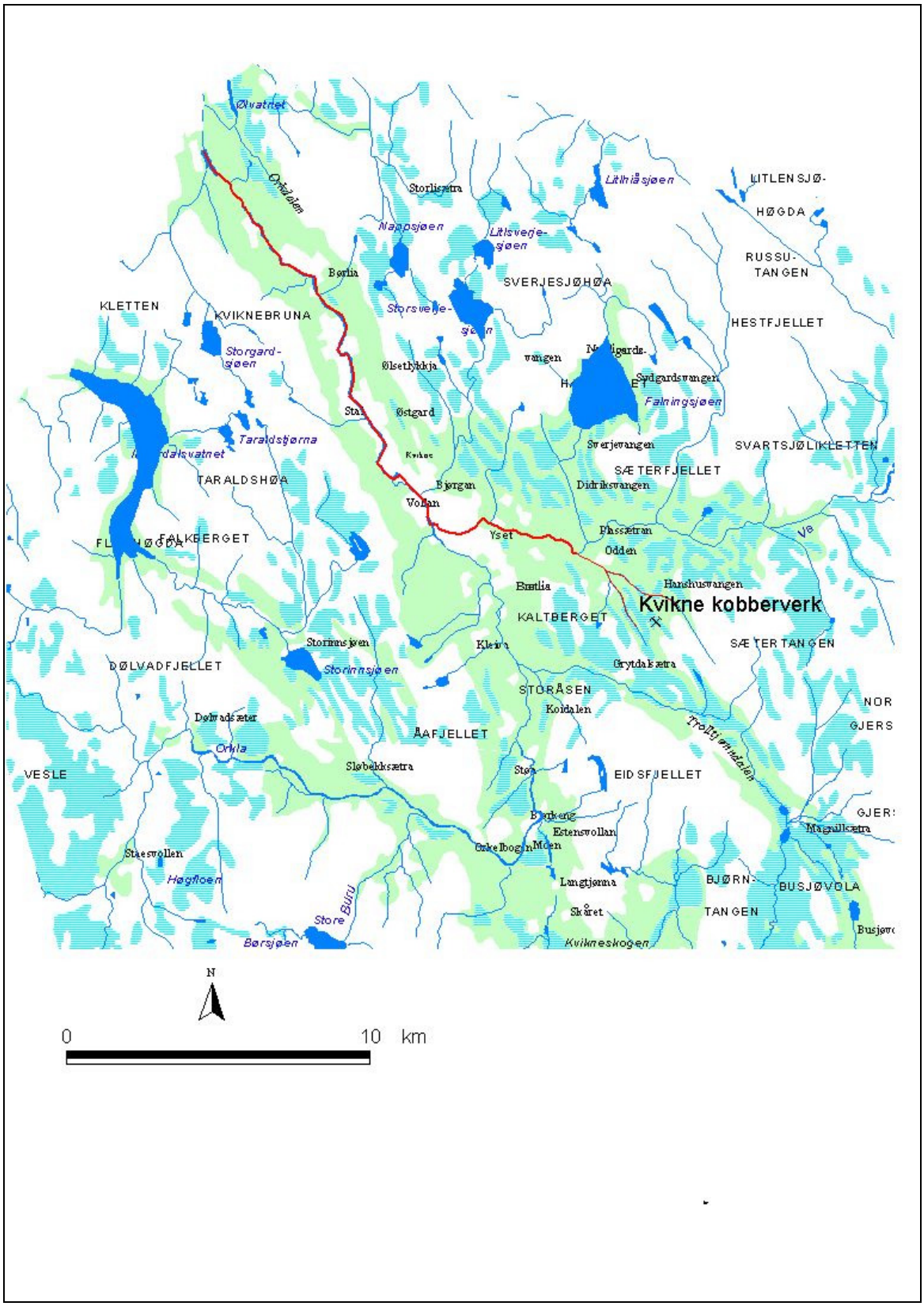
Av tabell 47 i vedlegg A fremgår det at gjennomsnittlig årlig kopperkonsentrasjon med ett unntak har ligget klart under 10 µg/l Cu i årene fra 1994 og fram til i dag. Unntaket var i 1997 da det var tekniske vansker i systemet som tar hånd om avrenningen i Løkkenområdet. Samtidig viser tabellen at det i alle disse årene er maksimumskonsentrasjoner som er klart høyere enn 10 µg/l Cu. Det er ingen store tilløp til Orkla nedenfor Vormstad, så det er ikke urimelig å anta at vannkvaliteten her er omtrent uendret ned til utløpet i Orkdalsfjorden. Ut fra dette er det rimelig å karakterisere Orkla på strekningen fra Svorkmo til Orkanger som påvirket av gruveavrenning til tross for betydelige reduksjoner i avrenningen etter 1992. Vassdragsreguleringene i Orkla, som ble avsluttet i 1984, har også bidratt til å redusere de svært høye tungmetallkonsentrasjonene en vanligvis hadde om vinteren før reguleringen.



Figur 21. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper i Orkla ved Vormstad.*

figur 22 og figur 23 viser kartutsnitt over nedre og øvre Orkla med markering av gruveområder og vassdragsstrekninger der kopperkonsentrasjonene er over 10 µg/l.

Figur 22. *Kart over nedre Orkla med markering av vassdragsstrekninger der kopperkonsentrasjonen er over 10 µg/l (2002). Raubekken (fra Løkken Verk) og Bjøråa (fra Dragset Verk) er også markert.*



Figur 23. *Kart over øvre Orkla ned markering av vassdragsstrekning der kopperkonsentrasjonene er over 10 µg/l (2002) som følge av avrenning fra Kvikne Kobberverk.*

3.6 Stjørdalsvassdraget

3.6.1 Geografisk beskrivelse

Stjørdalsvassdraget har sine kilder i grenseområdet mot Sverige ved Storlien og munner ut i Trondheimsfjorden ved Stjørdal. Elvestrekningen fra Meråker til Stjørdal kalles Stjørdalselva. Ved Meråker løper flere større sidevassdrag inn i hovedelva, som Gilsåa/Dalåa, Torsbjørka og Tevla. Nedbørfeltets areal ved utløpet er ca. 2240 km^2, mens midlere vannføring er 44,8 m^3/s. Vassdraget renner gjennom to kommuner, Meråker og Stjørdal kommuner. Øvre del av vassdraget ved Meråker er sterkt regulert. Dette gjelder spesielt vassdragene Torsbjørka og Dalåa som er overført til Tevla pumpekraftverk som har avløp til Stjørdalselva ved Meråker og pumper vann til Fjergen-magasinet. De hydrologiske forholdene er kompliserte etter kraftverksreguleringen. Reguleringen forsterker forurensningsproblemene i deler av sidevassdragene, spesielt nedre deler av Torsbjørka.

Gruvedriften i øvre deler av vassdraget startet allerede i 1713 ved etableringen av Selbu Kobberverk. Mesteparten av gruvedriften foregikk ved gruver som drenerer til Meråkersiden og som har avrenning til sidevassdragene Gilsåa/Dalåa og Torsbjørka. De forurensningsmessige problemene i forbindelse med gruvedriften, er hovedsaklig knyttet til gruvene på Meråkersiden. Figur 24 viser en kartskisse av Stjørdalselva med markering av påvirkede vassdragsstrekninger. I tabell 17 er samlet lokalisering til viktige prøvetakingsstasjoner som er benyttet for vurderingene i denne rapporten.

Tabell 17. *Prøvetakingsstasjoner i Stjørdalsvassdraget.*

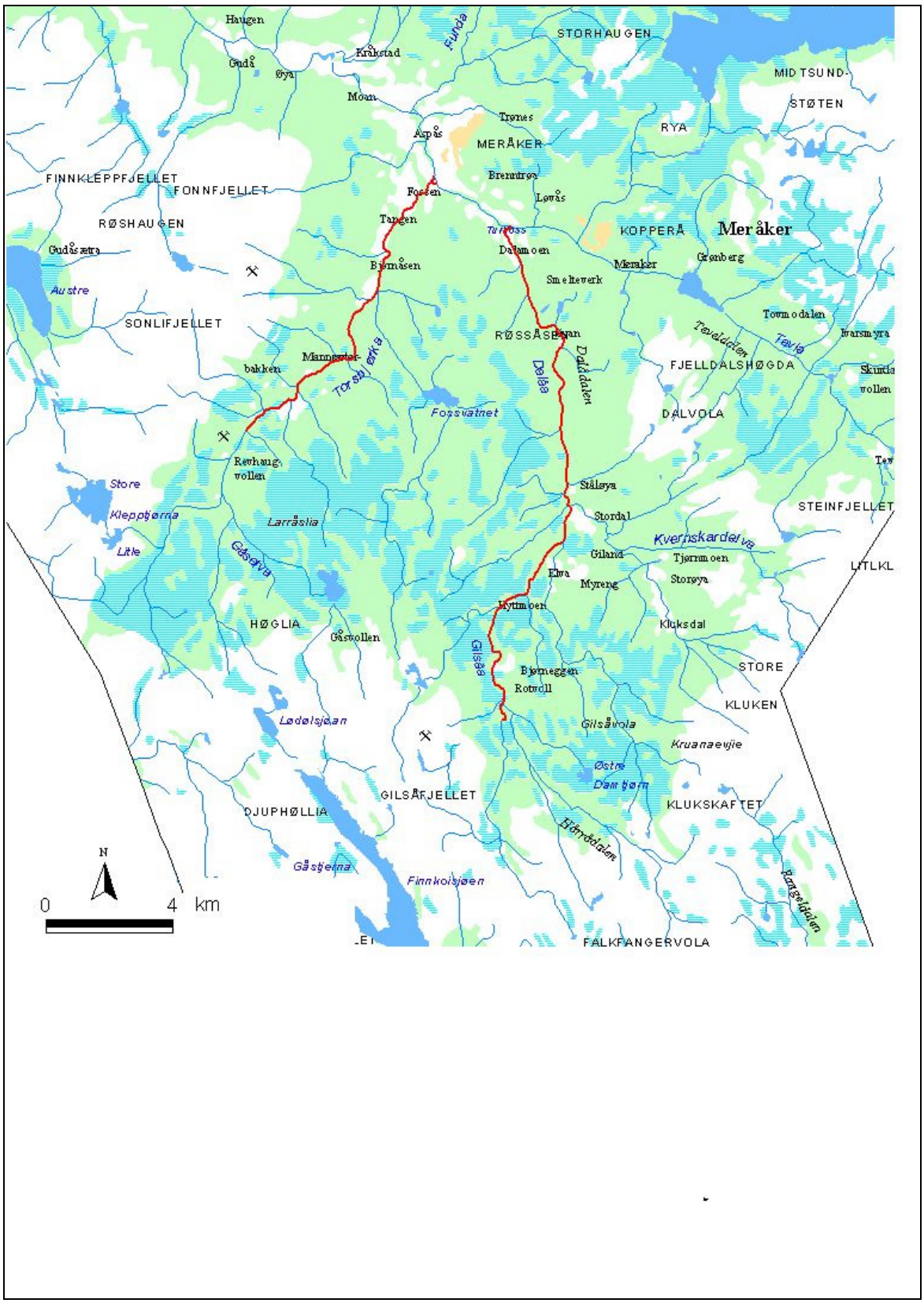
Stasjon	Kartreferanse	Kommune
Gilsåa ved Stordalsvollen	32V PR 42102390	Meråker
Torsbjørka ved Tronset	32V PR 36203290	Meråker
Stjørdalselva ved Flåan bru	32V PR 33603700	Meråker

3.6.2 Forurensningsbegrensende tiltak

Det er ikke gjennomført forurensningsbegrensende tiltak ved noen av gruvene i nedbørfeltet.

3.6.3 Gilsåa/Dalåa

Gilsåa mottar avrenning fra Gilså, Dronningens og Lillefjell gruver. I tillegg kommer avrenning fra smeltehytteområdet ved Gilså hytte i nedre del av Gilsåa. Gilsåa fortynnes en del med Kvernskardelva før den munner ut i Dalåa. Avrenningen fra Lillefjell gruve er av størst betydning idet denne utgjør ca. 80 % av samlet avrenning av kopper og 68 % av sinkavrenningen fra Meråkergruvene. Avrenningen fra Lillefjell gruveområde samles i Gruvebekken, som munner ut i Gilsåa oppstrøms øverste bosetting ved Rotvoll. Kopperkonsentrasjonene på hele vassdragsstrekningen, fra Gruvebekkens munning og ned til Stjørdalselvas munning, er over 10 µg/l. I tabell 18 er samlet analysedata for Gilsåa ved Stordalsvollen (før tilløp av Kvernskardelva). Som det fremgår av tabellen er kopperkonsentrasjonene her svært høye, og over nivået som er akseptabelt for laksefisk i store deler av året. Vi antar at kopperkonsentrasjonene i Dalåa ved inntaket til kraftverket også er høyere enn 10 µg/l i deler av året, noe som betyr at det samme gjelder for den gjenværende del av Dalåa som går i overløp på inntaksdammen.



Figur 24. *Kartskisse over øvre del av Stjørdalsvassdraget med markering av berørte vassdragsstrekninger*

3.6.4 Torsbjørka

Avrenningen fra Kongens, Torsbjørka og Mannfjellet gruver går til Torsbjørka. Øvre deler av Torsbjørka, ovenfor tilløpet fra Torsbjørka gruve, er overført til kraftverket. Dette betyr at tungmetallkonsentrasjonene har økt i nedre deler av vassdraget som følge av reguleringsinngrepet ved at tilførslene fra Torsbjørka gruve (Gruvebekken) og Mannfjellet gruve (Mannlibekken) har fått større betydning. I tabell 19 er samlet analysedata fra undersøkelsen som ble foretatt i 1997/98. Resultatene viser at det ble påvist konsentrasjoner av kopper over 10 µg/l. Lav ionestyrke og kalsiuminnhold kan bidra til at det kan være effekter på fisk ved kopperkonsentrasjoner omkring 10 µg/l.

3.6.5 Stjørdalselva, hovedvassdraget

I hovedvassdraget ved Flåan bru, nedenfor utløpet av kraftverket og tilløpene av Dalåa og Torsbjørka, ble det i undersøkelsesperioden 1997/1998 ikke påvist kopperkonsentrasjoner over 10 µg/l (se tabell 20). En kan imidletid påvise en påvirkning av vannkvaliteten ved at sinkkonsentrasjonene er høyere enn naturlig bakgrunnsnivå.

Tabell 18. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Gilsåa ved Stordalsvollen. Statistiske data er beregnet for undersøkelsesperioden 1997/98.*

Komponent	År	1997/98
Kopper µg/l	Middel	19,2
	Antall	13
	Maksimum	44,9
	Minimum	9,1
Sink µg/l	Middel	41,2
	Antall	13
	Maksimum	77,8
	Minimum	18,2

Tabell 19. *Konsentrasjoner av kopper og sink i nedre del av Torsbjørka ved Tronset. Statistiske data er beregnet for undersøkelsesperioden 1997/98.*

Komponent	År	1997/98
Kopper µg/l	Middel	6,2
	Antall	13
	Maksimum	14,9
	Minimum	1,9
Sink µg/l	Middel	17,4
	Antall	13
	Maksimum	37,7
	Minimum	5,4

Tabell 20. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Stjørdalselva ved Flåan bru. Statistiske data er beregnet for undersøkelsesperioden 1997/98.*

Komponent	År	1997/98
Kopper µg/l	Middel	3,0
	Antall	13
	Maksimum	6,8
	Minimum	1,2
	Median	
Sink µg/l	Middel	7,0
	Antall	13
	Maksimum	16,5
	Minimum	2,4
	Median	

3.7 Sulitjelmavassdraget

3.7.1 Geografisk beskrivelse

Sulitjelmavassdraget består av en rekke elver med kilder i fjellene mellom Saltenfjorden og grensen mot Sverige. Alle disse elvene renner til Langvatnet som er en langstrakt innsjø der tettstedet Sulitjelma ligger i den nordøstre enden av vannet. Alle berørte deler av vassdraget ligger i Fauske kommune. Fra utløpet av Langvatn renner Sjønståelva til Øvrevatn, som bare ligger 1 m over havnivå og er tidevannspåvirket. Elva er imidlertid sterkt regulert, og normalt tas hele vannføringen inn i Sjønstå kraftverk. Det er sjeldent overløp på inntaksdammen. Kraftverket har avløp til Øvrevatn ved Sjønstå. Når det er avløp, blir imidlertid vannkvaliteten i Sjønståelva fra inntaket til kraftverket og ned til Øvrevatn betydelig endret mht. tungmetallnivåer, idet fortynningen på denne elvestrekningen er forholdsvis liten. Fortynningen vil trolig bli ytterligere redusert etter de planer som foreligger for videre regulering av vassdraget.

Gruvevirksomheten pågikk rundt Sulitjelma fra 1887 til den ble endelig nedlagt i 1991. Gruvedriften har foregått i to hovedfelter på hver sin side av Langvatn, Nordgruvefeltet og Sydgruvefeltet. All avrenning fra gruveområdene går enten direkte til Langvatn eller til elver og bekker som fører til Langvatn. Flere av elvene og bekkene som renner til Langvatn er derfor påvirket av gruveforurensning. Noen av disse vassdragene er dessuten sterkt regulert. I denne rapporten vil kun Sjønståelva bli omtalt, selv om noen av disse lokale elvene er relativt store og er, og har vært, sterkt påvirket av gruveavenning. I tabell 21 er angitt lokaliseringen til prøvetakingsstasjonen i Sjønståelva.

Tabell 21. Prøvetakingsstasjon for feltundersøkelsene i Sjønståelva.

Stasjon	Kartreferanse	Kommune
Sjønståelva ved utløpet av Langvatn ved Hellarmo	33W WQ 38505060	Fauske

3.7.2 Forurensningsbegrensende tiltak

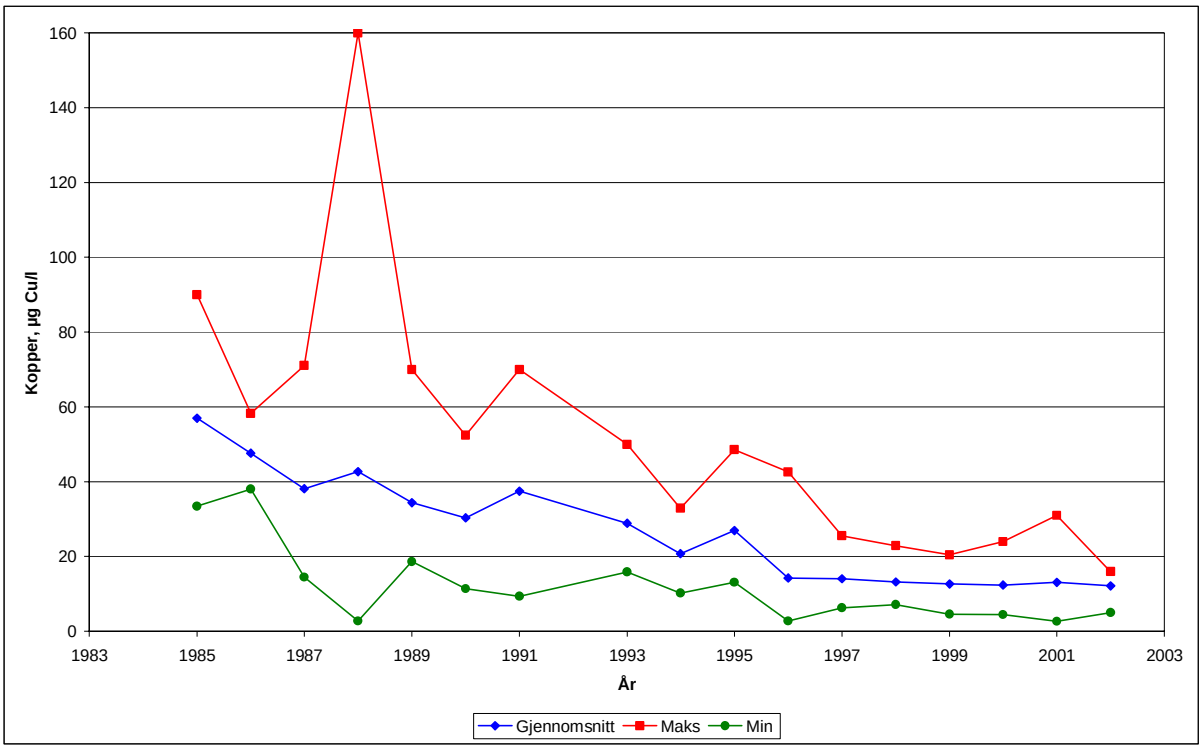
Etter nedleggelsen er det gjennomført en rekke tiltak mot forurensning, der vannfylling av en stor del av gruvene har vært et viktig mål. I Sydgruvefeltet er Jakobsbakken gruve vannfylt. De største tiltaksarbeidene er gjennomført i Nordgruvefeltet. Arbeidene vil bli avsluttet i 2003/2004. Store deler av gruvene er vannfylte, og nesten all avrenning er samlet og ført inn i hovedsystemet slik at samlet avrenning vil skje på grunnstollnivå. Hensikten med tiltakene er å begrense omfanget av forvitringsprosessene i gruva ved vannfyllingen. En håper dessuten på at sideberget i gruva vil bidra til å heve pH i gruvevannet i tilstrekkelig grad, slik at en oppnår en adsorpsjon av kopperioner på kismineraler i gruva. Gruva vil således virke som et ”renseanlegg” med utfelling av kopper på samme måte som ved Wallenberg gruve på Løkken i Meldal kommune. Foreløpige resultater tyder på at slike prosesser pågår i den vannfylte gruva.

3.7.3 Sjønståelva

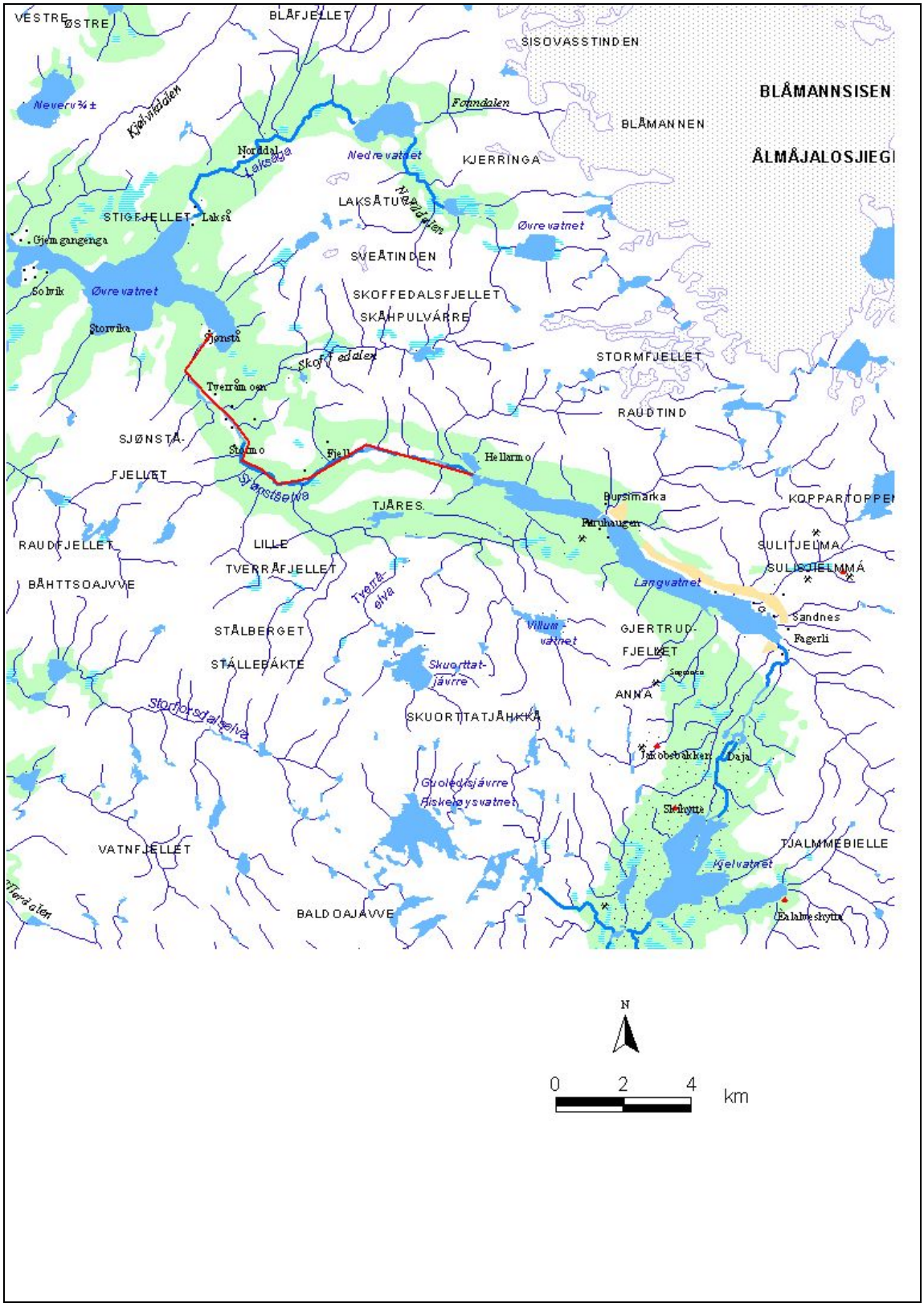
De viktigste forurensningskildene i Sulitjelma er lokalisert til Nordgruvefeltet, med gruvene Bursi, Mons Petter, Charlotta, Hanken, Sorjus og Ny-Sulitjelma. Etter at de forurensningsbegrensende tiltakene er gjennomført, vil praktisk talt all avrenning fra gruvene

bli samlet på Grunnstoll-nivå. Grunnstollen har avløp til Giken elv, som renner til Langvatnet. De to størst elvene, Balmi og Lomi, som også renner til Langvatnet, er praktisk talt upåvirket av gruveavrenning, men de er begge sterkt regulert. Største forurensningskilde i Sydgruvefeltet er Jakobsbakken gruve som drenerer til Granheibekken som også renner til Langvatnet. Avrenningen fra Sagmo gruve i Sydgruvefeltet går til Avilon stoll, som har avløp direkte til Langvatn ved Avilonfyllingen. I den indre delen av Langvatn er det dessuten deponert store mengder avgang både over og under vann.

I tabell 48 i vedlegg A finnes statistiske data for kopper og sinkinnholdet i Sjønståelva i årene fra 1988 til 2002. Analyseresultatene er basert på prøver fra Langvatn ved utløpet ved Hellarmo, som er like ovenfor inntaksdammen til kraftveket. Figur 25 viser grafisk gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper ved utløpet av Langvatn ved Hellarmo.



Figur 25. *Gjennomsnitt, maksimums- og minimumsverdier for kopper ved utløpet av Langvatn ved Hellarmo for perioden 1985-2002.*



Figur 26. *Kart over Sulitjelmavassdraget med markering av berørt vassdragsstrekning der kopperkonsentrasjonen kan være høyere enn 10 µg/l (2002).*

4. Beregning av samlet lengde påvirket vassdrag

Ved hjelp av det erfaringsgrunnlaget en har fra stasjoner i de berørte vassdrag har vi gjort en skjønnsmessig vurdering av hvilke elvestrekninger der en kan påvise konsentrasjoner av kopper over 10µg/l, og en beregning av vassdragslengder der middelverdien for kopper er over 10 µg/l. Ved hjelp av GIS-teknikk i programmet ArcView kan en beregne lengden på de aktuelle vassdragsstrekninger. Beregningene er gjort i målestokken 1:250.000 for årene 1995, 1992 og 2002. De berørte vassdragsstrekninger samlet i tabell 22 og tabell 23 .

Tabell 22. *Beregnede vassdragslengder der det er påvist kopperkonsentrasjoner over 10 µg/l. Beregningen er utført med bakgrunn i forurensningstilstanden i 1985, 1992 og 2002.*

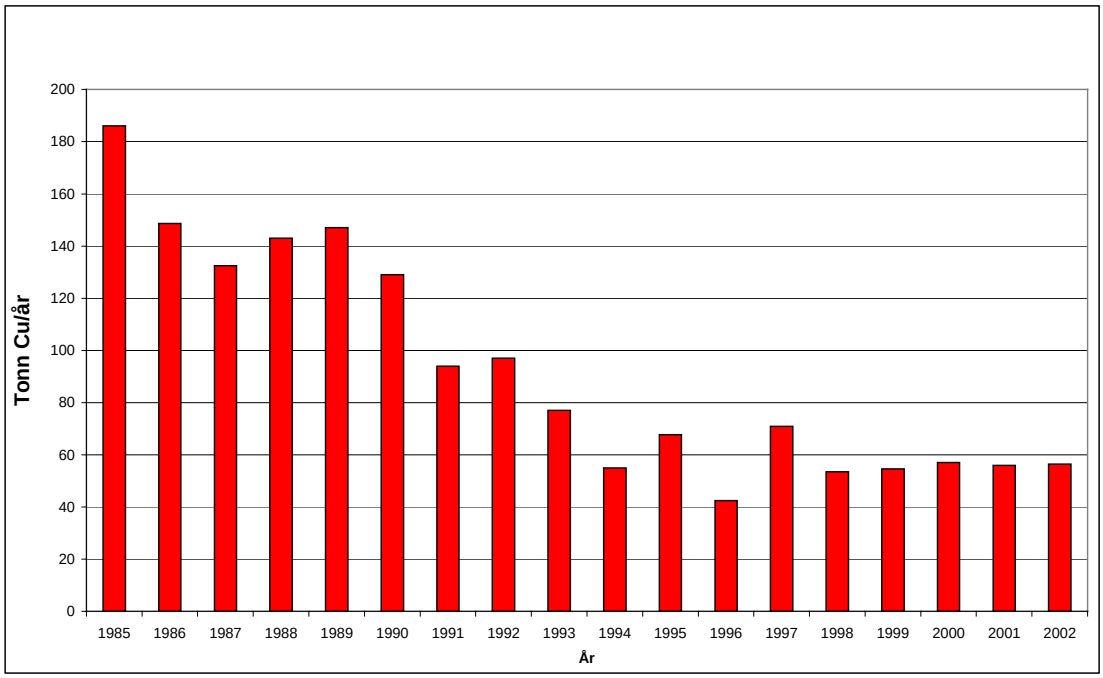
Vassdrag	**Strekning**	**1985**	**1992**	**2002**
		km	**km**	**km**
Sjønståelva, Sulitjelmavassdraget	Hellarmo-Sjønstå	12,4	12,4	12,4
Orkla, hovedløp	Raubekkens munning-Orkanger	22,1	22,1	22,1
Vorma, Orklavassdraget	Utløp Hostonvatn-Vormstad	10,5	10,5	10,5
Orkla, hovedløp	Ya-Litjfossen	15,1	15,1	15,1
Ya, Orklavassdraget	Storbekken- Yas munning i Orkla	5,5	5,5	5,5
Hittervassdraget, Glomma	Utløp Djupsjøen-Glomma	10,6	10,6	10,6
Orva, Øvre Glomma	Utløp Orvsjøen-Glomma	7,4	7,4	7,4
Øvre Glomma, hovedløp	Orvas munning-Røstefossen	11,6	11,6	11,6
Folla-Glomma	Folldal sentrum-Glomma v/Høyegga	60,6	60,6	60,6
Grøndalselva/Skorovasselva, Namsen	Utløp Store Skorovatn-Lassemoen	19,9	19,9	8,9
Stallvikelva, Namsenvassdraget	Gråbergstoll, Skorovatn-Tunnsjøen	8	0	0
Gaula, hovedløp	Storbekken-Eggafossen	36,4	36,4	36,4
Rugla, Gaulavassdraget	Rugldalen-Gaula	8	8	8
Skurru, Gaulavassdraget	Storvollen-Gaula	1	1	1
Dalåa/Gilsåa-Stjørdalsvassdraget	Gruvebekken-Stjørdalselva	12,4	12,4	12,4
Torsbjørka, Stjørdalsvassdraget	Torsbjørka gr.-Stjørdalselva	8,1	8,1	8,1
Sum		**250**	**242**	**231**

Tabell 23. *Beregnede vassdragslengder der middelverdiene for kopper er over 10 µg/l. Beregningen er utført med bakgrunn i forurensningstilstanden i 1985, 1992 og 2002.*

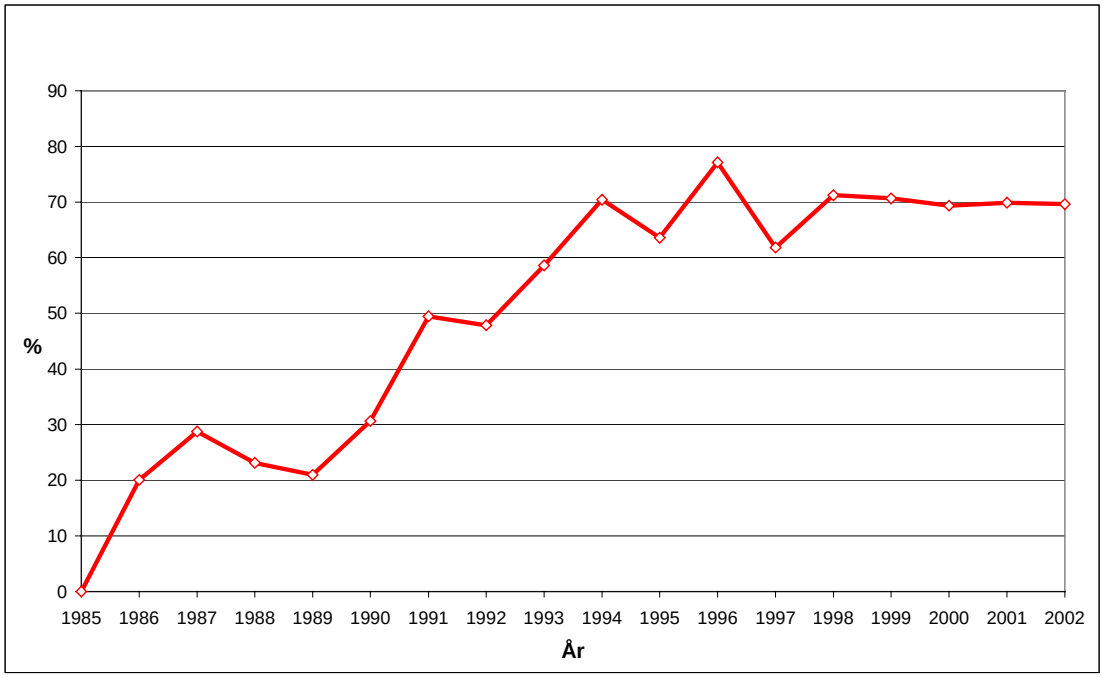
Vassdrag	**Strekning**	**1985 km**	**1992 km**	**2002 km**
Sjønståelva, Sulitjelmavassdraget	Hellarmo-Sjønstå	12,4	0	0
Orkla, hovedløp	Raubekkens munning-Orkanger	22,1	22,1	22,1
Vorma, Orklavassdraget	Utløp Hostonvatn-Vormstad	10,5	10,5	10,5
Orkla, hovedløp	Ya-Litjfossen	15,1	15,1	15,1
Ya, Orklavassdraget	Storbekken- Yas munning i Orkla	5,5	5,5	5,5
Hittervassdraget, Glomma	Utløp Djupsjøen-Glomma	10,6	10,6	10,6
Orva, Øvre Glomma	Utløp Orvsjøen-Glomma	7,4	7,4	7,4
Øvre Glomma,hovedløp	Orvas munning-Røstefossen	11,6	11,6	11,6
Folla-Glomma	Folldal sentrum-Glomma v/Høyegga	60,6	60,6	60,6
Grøndalselva/Skorovasselva, Namsen	Utløp Store Skorovatn-Lassemoen	19,9	19,9	8,9
Stallvikelva, Namsenvassdraget	Gråbergstoll, Skorovatn-Tunnsjøen	8	0	0
Gaula, hovedløp	Storbekken-Eggafossen	36,4	0	0
Rugla, Gaulavassdraget	Rugldalen-Gaula	8	8	8
Skurru, Gaulavassdraget	Storvollen-Gaula	1	1	1
Dalåa/Gilsåa-Stjørdalsvassdraget	Gruvebekken-Stjørdalselva	12,4	12,4	12,4
Torsbjørka, Stjørdalsvassdraget	Torsbjørka gr.-Stjørdalselva	8,1	8,1	8,1
Sum		**250**	**193**	**182**

5. Utslippsmengder

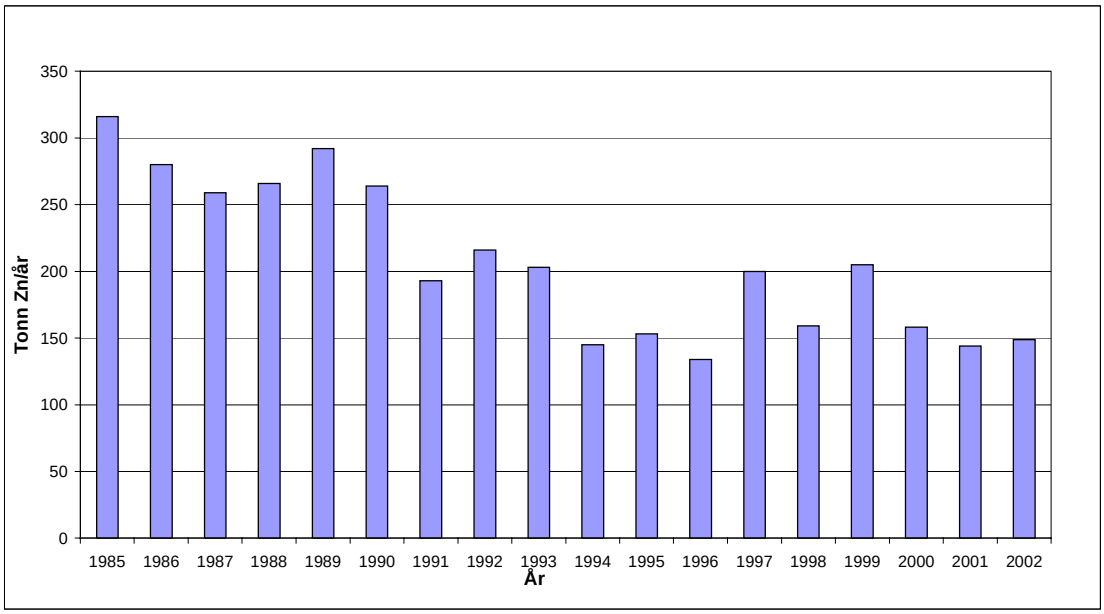
Ved hjelp av tilgjengelig datamateriale når det gjelder vannkvalitet og vannføringer, er det for perioden 1985-2002 gjort et anslag over samlede utslippsmengder fra de viktigste gruveområdene. I figur 27, figur 28, figur 29 og figur 30 er anslaget presentert grafisk.



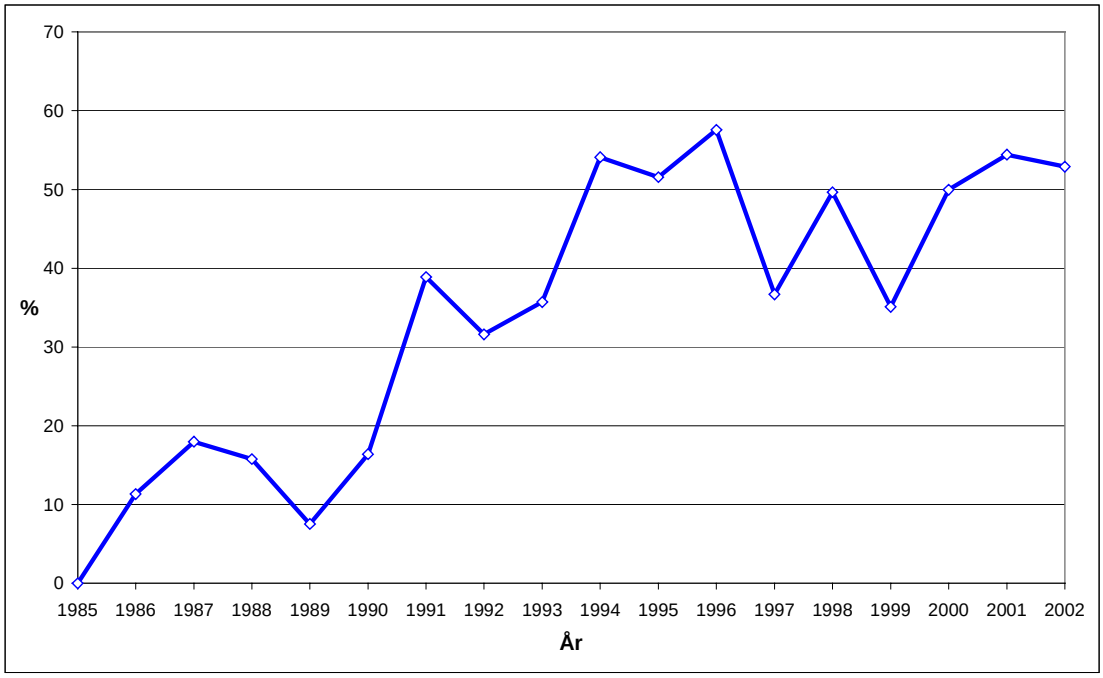
Figur 27. *Utslipp av kopper fra kisgruver 1985-2002.*



Figur 28. *Reduksjon av utslipp av kopper fra kisgruver i %.*



Figur 29. *Utslipp av sink fra kisgruver 1985-2002.*



Figur 30. *Reduksjon av utslipp av sink fra kisgruver i %.*

6. Sammenfattende diskusjon

I de beregninger som er utført har en tatt utgangspunkt i et konsentrasjonskriterium på 10 µg/l for kopper. Bakgrunnen for denne grensen er praktiske erfaringer fra norske vassdrag, som har vist at en oppnår en akseptabel forurensningstilstand når kopperkonsentrasjonen blir redusert til området 10-20 µg/l. En grense på 10 µg Cu/l er derfor satt som et praktisk mål som kan nås innenfor overkommelige økonomiske rammer. Lokale variasjoner i forurensningstilstanden vil forekomme avhengig av vannkvaliteten forøvrig. Av faktorer som har stor betydning er hardhet (kalsiumnivå), innhold av organisk stoff (humus) og partikulært materiale. En må imidlertid være klar over at et koppernivå på 10 µg/l kan ha biologiske effekter.

I vår beregning har vi satt et absolutt krav mht. kopperkonsentrasjon. Beregnede vassdrags-strekninger tar utgangspunkt i elvestrekninger der en kan påvise kopperkonsentrasjoner over 10 µg/l. Det er vanskelig å ta stilling til om kravet bør være absolutt, basert på middelverdi, median eller prosentil. Ved vurdering av krav og tilstand (biologi og kjemi), bør en etter vår erfaring vurdere hvert enkelt vassdrag for seg. I noen vassdrag, som f.eks i Orkla og Sulitjelmavassdraget, har en erfaringer for at fisk kan tåle kortvarige kopperkonsentrasjoner opp til 25 µg/l. I andre vassdrag der kalsiumkonsentrasjonen er lavere (Stjørdalsvassdraget) må en se strengere på kravet. I flere vassdrag er dette erfaringsgrunnlaget mangelfullt.

De overvåkingsundersøkelser som er gjennomført hittil har ikke hatt som mål å beregne antall km vassdagsstrekning som ligger over et bestemt konsentrasjonsnivå. Et slikt mål kan i noen tilfeller innebære et svært omfattende feltarbeid. Våre beregninger er derfor tildels basert på beste skjønn. Dersom det er viktig å etablere og følge opp slike nøkkeltall, bør en tilpasse de fremtidige undersøkelsene slike problemstillinger.

Av tabellene foran i kapittel 4 kan det se ut som om de tiltak som er gjennomført i perioden 1985-2002 kun har ført til beskjedne resultater. Dette medfører ikke riktighet. Når det gjelder mengder, er kobberutslippene redusert med 70 %. Når en slik reduksjon ikke har ført til en tilsvarende reduksjon i antall km berørt vassdragsstrekning, har dette sammenheng med at utslippene i utgangspunktet var svært store. Å nå et mål på 10 µg/l kan i noen tilfeller være et svært ambisiøst mål. Det kan f.eks. nevnes, at selv om utslippene fra Løkken gruveområde er redusert med 98 % siden 1970, er likevel kopperkonsentrasjonene i Orkla helt ned til fjorden over 10 µg/l i perioder av året. Selv om man fortsatt har høye kopperverider i Orkla må en trolig100 år tilbake i tid for å finne en tilsvarende god forurensningssituasjon. Et annet forhold som har betydning for lengden av berørt vassdragsstrekning, er at i enkelte områder som i øvre Glomma, har en ikke oppnådd noen endringer av betydning i forurensningssituasjonen. En ser av tabellen foran at utslippene fra Folldal hovedgruve og Røros-området forurenser forholdsvis store vassdragsstrekninger. For å få et mer nyansert inntrykk av hvilke effekter tiltakene har ført til, er det også utført en beregning av berørte vassdragsstrekninger der <u>middelverdien</u> for kopper er over 10 µg/l.

Ved flere av områdene er forurensningssituasjonen ustabil i den forstand at tiltakene ikke er endelige og krever oppfølging og vedlikehold i større eller mindre grad. Endringer over tid vil derfor forekomme. Det vil derfor være behov for regelmessig kontroll og overvåking ved flere

av områdene for å ha kontroll med forurensningssituasjonen. Omfanget som denne kontrollen bør ha anbefales tilpasset det enkelte område med bakgrunn i det erfaringsmateriale som foreligger.

Et annet viktig moment i forbindelse med det fremtidige tilsyn med områdene og behov for videre tiltak er å vurdere hvor det er størst potensiale for forandringer, både i positiv og negativ retning. Et utgangspunkt for denne vurderingen kan f.eks. være tabell 22 foran.

Dersom det tas sikte på å redusere antall berørte km ytterligere, er det i tabell 24 gitt en oversikt over potensialet. I tabell 25 er det gitt en oversikt over områder der situasjonen er ustabil og hvor det er potensiale for en forverring av forurensningssituasjonen.

Tabell 24. *Områder med potensiale for forbedringer.*

Område	**Vurdering**
Folldal Verk, Folldal sentrum	Stort potensiale. Stort utslipp, forurenser lange vassdragsstrekninger. Kulturminneinteresser begrenser valg av tiltak. Tiltak er sannsynligvis teknisk gjennomførbart, men krever kostnader til drift.
Nordgruvefeltet og Storwartz-feltet, Røros.	Forurenser lange vassdragsstrekninger. Kulturminneinteresser begrenser valg av tiltak. Videre tiltak problematiske da kildene er spredt over et stort område. For tiden svakt økende forurensningstransport fra Nordgruvefeltet pga. masseflyttinger. Situasjonen vurderes likevel totalt sett som stabil.
Meråkerfeltet	Avrenningen er relativt beskjeden, men forurenser lange vassdragsstrekninger da vannkvaliteten er sårbar (ionefattig). Kulturminneinteresser. Trolig enklest å gjøre noe med Torsbjørka og Mannfjellet gruver, og derved bedre vannkvaliteten i Torsbjørka. Regulering av vassdraget har forsterket forurensningsproblemene.

Det kan nevnes en rekke områder der det er mulig å gjennomføre ytterligere tiltak. Effekten av slike tiltak vil imidlertid ikke påvirke nøkkeltallet i denne rapporten i nevneverdig grad, med kan likevel ha viktig lokal betydning. Av andre forhold som må nevnes er at et område som Løkken gruve fortsatt påvirker store vassdragsstrekninger til tross for betydelig reduksjon i forurensningstransporten. Ytterligere forbedringer er selvsagt mulig, men vil være svært kostnadskrevende. Da situasjonen vurderes som tilfredsstillende, og bedre enn den har vært på 100 år, er det i dagens situasjon viktigere å søke å stabilisere situasjonen da det kan være reell fare for en forverring i forurensningssituasjonen fordi tiltaket som er valgt har tidsbegrenset varighet. Noen mindre gruveområder forurenser relativt lange vassdragsstrekninger samtidig som det knytter seg kulturminneinteresser til områdene. Av slike områder kan nevnes Dragset Verk og Kvikne Kobberverk. Tiltak er av den grunn ikke vurdert.

Forholdene som er nevnt ovenfor er årsaken til at listen i tabell 24 er kort og kun knyttet til områder der det er stort potensiale for å redusere antall km berørte vassdrag i betydelig grad.

Tabell 25. *Områder med ustabil situasjon eller potensiale for forverring.*

Område	**Vurdering**
Løkken	Tilfredsstillende situasjon idag, men endringer vil inntreffe over tid da valgte tiltak har begrenset levetid. Store mengder avfall med stort forurensningspotensiale. Komplisert forurensningssituasjon stiller store faglige krav til vurderingene. Store interesser i vassdraget nedenfor.
Killingdal	Den overdekkede tippen i det gamle området på Gaulåsen har en vanskelig lokalisering i sterkt skrånende terreng. Dette øker behovet for kontroll med situasjonen. En økt transport fra området vil ha stor betydning for Gaula. Et fremtidig overløp fra gruva som er under oppfylling vil komme i Bjørgåsen og forsterke problemene i Skurru og kanskje i Gaula nedenfor Reitan.
Kjøli	Tilfredsstillende situasjon idag. Tippen er største kilde og er overdekket med plastmembran/morene. Membranen vil ikke vare evig, men morenen vil trolig dempe effekten når membranen svikter. Behovet for oppfølging er mindre enn ved Killingdal.
Sulitjelma	Tiltakene avsluttes i 2003/2004. Endelige effekter av tiltakene er ennå ukjent. Vanskelig å vurdere langsiktige effekter av tiltaket på samme måte som i Løkken. Trolig vil tiltaket ha begrenset levetid, men tidsperspektivet er ukjent. Langsiktig oppfølging nødvendig.
Skorovatn	Tilfredsstillende situasjon idag. Stabiliteten er avhengig av at dammen i Dausjøen er intakt, og at vannstanden i gruva ikke synker pga. uventede lekkasjer i Gruvefjellet.

I tabellen under er gitt en oversikt over fylker og kommuner som er berørt av de påvirkede vassdragsstrekninger der kopperkonsentrasjonene er over 10 µg/l:

Vassdragsstrekning	**Fylke**	**Kommune**
Sjønståelva, Sulitjelmavassdraget	Nordland	Fauske
Skorovasselva, Namsenvassdraget	Nord-Trøndelag	Namsskogan
Torsbjørka, Gilsåa, Dalåa, Stjørdalselva	Nord-Trøndelag	Meråker
Hittervassdraget, Orva – øvre Glomma	Sør-Trøndelag	Røros
Gaula	Sør-Trøndelag	Holtålen
Glomma, hovedløp Aursunden-Høyegga	Sør-Trøndelag, Hedmark	Røros, Os, Alvdal
Orkla med sidevassdrag	Sør-Trøndelag, Hedmark	Tynset, Meldal, Orkanger
Folla, Folldal - Alvdal	Hedmark	Folldal, Alvdal

7. Framtidig tilsyn

De gruveforurensede vassdragene her i landet bør inngå i et systematisk kontrollprogram. Dette skyldes dels at flere av vassdragene fortsatt er ganske betydelig miljøskadet, men også at de tiltak mot gruveforurensning som er gjennomført en del steder, ikke er varige på lang sikt. De må kontrolleres og vedlikeholdes dersom de gode resultatene som er oppnådd i noen vassdrag, skal bevares. Over tid vil det kanskje også bli behov for å forbedre forurensningstilstanden i forhold til dagens nivå noen steder. Vi har valgt å dele det fremtidige tilsyn inn i to hovedoppgaver: Den ene tar sikte på å oppdatere de nøkkeltall som er beregnet i denne rapporten. Den andre oppgaven har med kontroll og tilsyn av selve tiltakene å gjøre. Slik kontroll vil normalt bli gjennomført over et begrenset tidsrom, og gjennomføres av problemeier (gruveselskap eller staten).

7.1 Oppdatering av nøkkeltall

I det følgende har vi foreslått et program for oppdatering av nøkkeltall, som er lagt opp i to nivåer.

1. Rutinemessig oppdatering av nøkkeltall. Hovedoppgaven blir å kontrollere endringer over tid. Vassdrag der det er gjort tiltak eller der det er lokalisert store avfallsdeponier prioriteres.
2. Dersom rutineprogrammet registrerer avvik ut over gitte kriterier, iverksettes en mer omfattende undersøkelse der det også kan bli aktuelt med biologiske undersøkelser, og bedre kartlegging av skadens omfang.

For rutinemessig oppdatering av nøkkeltall mener vi at det er tilstrekkelig med et kjemisk program dersom vassdraget fra tidligere er godt beskrevet, både kjemisk og biologisk. Dette er tilfelle i mange av de aktuelle vassdragene. Hovedmålet for programmet vil derfor bli å fange opp endringer som skyldes forandringer i gruveområder eller vassdrag. Ser man bort fra akutte endringer som må fanges opp på andre måter, f.eks. ved drifts- og kontrollprogrammer for tiltak, vil endringer i vassdraget eventuelt skje langsomt. Langsiktige overvåkingsprogrammer kan da gjennomføres ved rullerende undersøkelser i de aktuelle vassdrag, f.eks. ved å gjennomføre et prøvetakingsprogram med flere års mellomrom. Slike prøvetakinger bør foregå samtidig på en eller flere faste punkter langs den berørte vassdragsstrekningen. Analyseprogrammet kan eventuelt begrenses til tungmetaller, kopper, sink, evt. bly, nikkel og kadmium. I tillegg er det fornuftig å bestemme sulfatinnholdet i prøvene, da dette gir et direkte mål for omfanget av forvitringsprosessene.

I flere viktige vassdrag som Orkla, Gaula, Folla m.fl. eksisterer det et omfattende erfaringsgrunnlag. Når det gjelder fysisk/kjemiske forhold, bør det fremtidige tilsyn søke å utnytte datagrunnlaget en har i større grad ved å ta i bruk statistiske metoder.

En systematisk kontroll og overvåking i gruveforurensede vassdrag må først og fremst omfatte dem som har tilrenning fra områder der det er gjennomført forurensningsbegrensende tiltak. Med tiltak menes også avgangsdeponier etablert i moderne tid der en har tatt sikte på å

begrense tungmetallforurensning, f.eks. ved vanndekking. I områder uten slike tiltak er situasjonen som regel stabil. Undersøkelsene her skal først og fremst fremskaffe data for eventuelle fremtidige tiltak, og programmet bør utformes for dette formålet.

Tilsyn med vassdrag der det er gjennomført tiltak i gruveområder, skal derimot fange opp eventuelle endringer i vannkvaliteten som følge av svikt i tiltakene. Dessuten skal de på lengre sikt kontrollere at vannkvaliteten oppfyller på forhånd fastsatte kriterier. Det vil være fornuftig å kreve at slike kriterier skal oppfylles en viss prosentandel av tiden, f.eks. 95 %. Fordi det tidsrommet overskridelser kan forekomme tross alt vil være mer enn 15 døgn, må det samtidig settes en absolutt øvre grense for tillatte konsentrasjoner. Grenseverdiene må fastsettes for hvert enkelt vassdrag og knyttes til definerte geografiske punkter før programmet settes i verk. Programmet kan ha et forholdsvis beskjedent omfang, men ved overskridelser av de oppsatte kriterier startes et mer omfattende program med sikte på å skaffe en bedre oversikt over konsekvensene, og å fastslå årsaken til overskridelsene.

I norske gruvevassdrag er det nesten alle steder naturlig å knytte kriteriene til målte totalkonsentrasjoner av kopper. Dette er data som det foreligger betydelig erfaring med, og som det normalt vil være lett å tolke. Uten at omkostningene ved et måleprogram vil bli vesentlig høyere, kan måleprogrammet utvides med metaller som sink, kadmium, bly eller nikkel der det er naturlig. Bestemmelse av sulfatinnhold vil også gi nyttig informasjon med beskjeden prisøkning.

Uten å gå nærmere inn på den statistiske bakgrunnen for slike programmer, har vi i tabell 26 angitt antall overskridelser som kan tillates for et gitt antall prøver, uten at det er rimelig å anta at kriteriet er overskredet.

Tabell 26. *Antall overskridelser som innebærer at det er 90 % sannsynlighet for at en grenseverdi gitt som 95-prosentil er overskredet (ref. H.Rensvik, 1985).*

Antall prøver	Kritisk antall som kan ligge over grenseverdien
1 – 2	1
3 – 10	2
11 – 22	3
23 -35	4
36 – 49	5
50 – 63	6
64 - 78	7
79 – 94	8
95 – 109	9

For at et måleprogram skal ha statistisk relevans og gi meningsfylte resultater, må det gjennomføres minst 6 – 10 målinger pr. år. Påliteligheten av programmet øker naturligvis med antall prøver.

Prøvetakingen kan foretas av lokale observatører etter en enkel opplæring. Ved oppstarting av overvåkingsprogrammet kan det være nødvendig med en befaring for opplæring av prøvetakere og valg av prøvepunkter. I mange vassdrag er dette ikke avgjørende fordi NIVA allerede har pålitelige medarbeidere lokalt. Antall prøvepunkter i et vassdrag er også avgjørende for omkostningene ved et program. Dette vil variere fra vassdrag til vassdrag. Tabell 27 viser et mulig opplegg for et kontrollprogram som dekker de aktuelle gruvevassdragene. Det er viktig å være oppmerksom på at dette programmet kun har som mål å avdekke negativ utvikling i de gruveområder der det er gjennomført tiltak. Andre målsetninger kan kreve et annet opplegg. I programmet er alle gruveområder med vanndekkede deponier av avfallsberg og avgang, og som er lokalisert i viktige vassdrag tatt med. Disse er potensielle forurensningskilder dersom det skulle oppstå skade på dammer.

Tabell 27. *Forslag til stasjonsvalg ved oppdatering av nøkkeltall.*

Vassdrag	Antall stasjoner	Gruveområder
Gaula	2	Killingdal og Kjøli
Øvre Glomma	2	Nordgruvefeltet og Storwartz
Orkla	1	Løkken
Folla	1	Folldal Verk
Skorovasselva	1	Skorovatn
Bleikvasselva	1	Bleikvassli
Huddingselva	1	Grong (Joma)
Langvatn, Sulitjelma	1	Sulitjelma

Gjennomføring av programmet som er beskrevet i det foregående vil ikke gjøre kontroll av tekniske tiltak overflødige.

7.2 Kontroll av tiltak

Et samlet program for fremtidig tilsyn med gjennomførte tiltak kan ikke lages uten å gå inn på detaljer i de enkelte gruveområdene. Noen generelle synspukter på et slikt program er gitt i det følgende.

I tillegg til et kjemisk analyseprogram bør det gjennomføres regelmessige inspeksjoner i de viktigste gruveområdene. Ingen tiltak varer som nevnt evig, og ved flere nedlagte norske gruver vil en skade på avgangsdam, overdekkinger eller andre tekniske installasjoner gi betydelige miljøskader. Slike skader må fanges opp før de skjer. Det kan bare skje ved at ansvarlige instanser til en hver tid er klar over sitt ansvar, og at de besitter tilstrekkelig kompetanse. Regelmessig gjennomførte kontrollprogrammer vil også bidra til å vedlikeholde slik kompetanse.

Vi vil ikke gå nærmere inn på innholdet i slike programmer her, da de må tilpasses situasjonen i det enkelte gruveområde ut fra lokale behov. Viktigste oppgave blir å kontrollere at tiltakene fungerer. Når det gjelder områder, mener vi at kontroll med situasjonen i områder som Løkken, Folldal og noen områder i Rørosområdet bør gis prioritet.

8. Konklusjoner

1. Det er gjennomført forurensningsbegrensende tiltak i gruveområder der det har pågått drift etter kismineraler. Målsettingen var å redusere belastningen av kopper på norske vassdrag med 60-90 % i løpet av en 10-årsperiode fra 1985. Målet ble nådd på landsbasis, men det pågår fortsatt opprydding i noen områder der avrenningen har stor lokal betydning.
2. Denne rapporten tar sikte på å gjøre rede for hva tiltakene har betydd når det gjelder antall kilometer berørt vassdragsstrekning der kopperkonsentrasjonen er høyere enn 10 µg/l. Det er gjort en beregning for årene 1985, 1992 og 2002. Beregningen er gjort både for momentan konsentrasjon og for årsmiddelverdi.
3. Grensen på 10 µg/l er betydelig høyere enn den grense som svarer til kateorien ”meget sterkt forurenset” etter SFTs veileder nr. 97:04. Dette begrunnes med at et styringsmål på 10 µg Cu/l i mange tilfeller vil være et ambisiøst mål, og at en har erfaring for at ved et slikt koppernivå vil skje en betydelig forbedring i forurensningstilstanden mht. fiskebestand og næringsdyr for fisk.
4. Det ble funnet at antall kilometer berørt vassdragsstrekning ble redusert fra 250 til 231 km når det gjelder momentan konsentrasjon og fra 250 km til 182 km når det gjelder årsmiddelverdi i perioden 1985-2002.
5. Den samlede årstransport av kopper er redusert med 70 % i perioden 1985-2002. Når antall km berørt vassdrag ikke er redusert tilsvarende, skyldes dette at noen områder, der det ennå ikke er gjennomført tiltak, fortsatt påvirker lange vassdragsstrekninger. Dette gjelder spesielt øvre Glomma der avrenningen fra Folldal hovedgruve er største enkeltkilde. I tillegg kommer Rørosfeltet.
6. Ved noen av områdene er forurensningssituasjonen ikke stabil idet tiltakene har begrenset varighet. Noen tiltak krever også ettersyn og vedlikehold. Det er gitt en oversikt over områder med potensiale for forbedringer, og områder hvor det er fare for økt forurensning.
7. Det er foreslått et enkelt program for oppdatering av beregnede nøkkeltall. Programmet er basert på å utnytte eksisterende erfaringmateriale, og tar sikte på å avdekke eventuelle endringer i forurensningsituasjonen ved å ta i bruk statistiske metoder. Eventelle avvik vil gi grunnlag for mer omfattende undersøkelser for å avklare forholdene.

9. Referanser

Bratli, J. L. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, SFT Veiledning nr 97:4 ISBN-nr 82-7677-368-0

Foslie, S., 1925. Syd-Norges Gruber og Malmforekomster. NGU, Nr. 126, 89 s.

Foslie, S., 1926. Norges Svovelkisforekomster. NGU, Nr. 27. 122 s.

Grande, M., 1977. Report on the effect of zinc and copper on the salmonid fisheries in a river and lake system in central Norway. EIFAC (FAO) Tech. Pap. 29, 34 p.

Holtan, H. og Rosland, D.S. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, SFT Veiledning nr 92:06 ISBN-nr 82-7655-085-1

Poulsen, A.O,1964. Norges gruver og malmforekomster, II Nord-Norge, NGU, nr. 204, 101 s.

Rensvik, H., 1985. INDRENS- veiledning nr. 2 : Feilvurdering og datanalyse ved kontroll av industriutslipp.

Statens forurensningstilsyn (1988). TA-678. Proceedings. International Conference on Control of Environmental Problems from Metal Mines. June 20.-24, 1988. Røros – Norway. ISBN 82-90031-28-9.

Statens forurensningstilsyn, 1989. Vannkvalitetskriterier for ferskvann. TA-630.

Vedlegg A. Analysegrunnlag

Tabell 28. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Skurru nær innmunning i Gaula.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Kopper µg/l	Middel	32,3	61,8	47,8	25,8	32,0	37,0	45,3	34,8	23,3	22,8	23,7	29,2
	Antall	10	9	21	8	13	19	24	17	18	24	16	10
	Maksimum	100	100	140	44,1	83,0	100	279	78,0	37,9	60,0	48,0	59,1
	Minimum	16,8	47,4	2,6	2,2	4,5	10,6	9,3	3,1	6,8	4,1	7,8	13,0
	Median	38,7	54,0	36,4	24,7	28,8	24,3	30,1	26,0	22,0	22,6	19,0	23,0
Sink µg/l	Middel	113,0	174,7	131,0	84,7	91,1	121,8	128,0	108,7	77,7	65,7	61,4	73,1
	Antall	10	9	21	8	13	19	24	16	18	24	16	10
	Maksimum	280,0	260,0	320,0	120,0	220,0	330,0	560,0	220,0	128,0	151,0	128,0	129,0
	Minimum	70,0	130,0	5,0	20,0	17,0	30,0	36,0	15,5	22,0	16,0	18,0	33,0
	Median	140,0	180,0	130,0	85,0	80,0	106,0	102,5	81,0	59,5	78,5	49,0	52,5

Tabell 29. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Rugla nær innmunning i Gaula.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Kopper µg/l	Middel	5,2	8,6	7,1	7,4	7,5	8,2	7,3	7,7	7,6
	Antall	8	13	18	24	17	18	24	16	10
	Maksimum	7,9	14,7	14,2	15	18,2	17	21,5	15	16
	Minimum	2,6	4,3	3,5	2,1	2,5	3,2	0,09	3,4	3,1
	Median	5,4	7,4	5,75	6,75	6,3	9,7	6,3	6,55	7,95
Sink µg/l	Middel	< 10	3,6	3,5	3,8	4,1	5,8	6,7	4,8	4,3
	Antall	8	13	19	24	17	18	24	16	10
	Maksimum	< 10	6	7	12,5	10	30	34	7,7	6,5
	Minimum	< 10	2	0,5	1,3	2	3	2,3	3,2	3,4
	Median	< 10	3,5	2,8	3,3	4	4,65	6,5	4,3	4,3

Tabell 30. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Gaula før Storbekken (fra Kjøli) (G1).*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1986	1987	1993	1994	1995	1996
Kopper µg/l	Middel	3,8	3,0	0,49	1	1,0	1,0
	Antall	17	16	1	6	5	6
	Maksimum	10,5	7,1		3,3	2,5	1,2
	Minimum	1,3	1,4		< 0.5	0,7	0,8
	Median	3	2,5		0,8	0,8	0,95
Sink µg/l	Middel	9,4	8,9	0,59	< 0,5	0,7	1,1
	Antall	17	15	1	6	6	6
	Maksimum	20	30		0,9	2	2,1
	Minimum	5	5		< 0.5	< 0,5	0,9
	Median	5	5		< 0,5	1	0,95

Tabell 31. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Gaula før Gruvbekken (fra Killingdal) (G2).*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1986	1987	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Kopper µg/l	Middel	121,9	154,4	64,9	18,2	10,0	5,7	7,8	9,6	6,8	4,2	5,5	10,3	8,0
	Antall	20	16	23	32	12	11	14	14	22	7	5	6	9
	Maksimum	400	340	310	31,7	15,5	11,6	17,1	20,7	12	7,3	9,9	18	12
	Minimum	37	11,5	18,6	8,7	6,1	2,9	3,8	4,2	2,2	2,8	0,86	5,2	4,7
	Median	130	115	27,7	15,6	8,57	4,6	7,4	8,9	6,9	3,8	5,8	8,95	8,3
Sink µg/l	Middel	54,5	10,1	11,2	5,7	5,2	< 10	4,1	2,3	3,5	1,8	1,4	6,0	4,1
	Antall	20	16	23	31	12	11	14	14	22	7	5	6	9
	Maksimum	230	20	60	10	10	20	12,7	3	9,4	3,1	1,9	12	19
	Minimum	5	5	5	5	5	< 10	0,5	0,5	1,1	0,5	1,1	1,9	1,1
	Median	10	10	5	5	5	< 10	2	1,65	2,3	1,5	1,4	4,7	1,4

Tabell 32. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Gaula etter Gruvbekken (fra Killingdal) (G3).*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1986	1987	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Kopper µg/l	Middel	88,9	82,5	42,9	19,0	13,6	6,6	8,9	7,9	8,6	7,1	7,6	9,3	7,4
	Antall	18	22	23	32	12	11	14	17	23	7	5	7	10
	Maksimum	180	160	110	41,5	21,7	9,9	23	12,3	20,6	13,2	12	15	10
	Minimum	43	35,5	17,8	5,6	6,7	4,2	4,5	3,5	2,9	2,7	3,9	3,3	3,2
	Median	75	60	29,3	18,55	12,35	7	8,2	7,9	6,8	4,3	7,6	12	8,65
Sink µg/l	Middel	246,8	181,0	138,3	90,4	80,8	41,0	47,9	55,4	64,4	55,3	39,4	54,5	48,8
	Antall	18	22	23	31	12	11	14	17	23	7	5	7	10
	Maksimum	380	340	270	240	160	70	170	107	140	90	77	130	81
	Minimum	110	60	30	10	20	20	15	10,5	15	10,5	11	13	11
	Median	225	105	100	90	75	40	35	42	64	19	31	60	49,5

Tabell 33. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Gaula etter kraftverk ved Reitan og innløp av Skurru (G4).*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1986	1987	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Kopper µg/l	Middel	65,3	58,7	29,5	19,1	15,8	11,0	8,7	10,5	12,5	9,6	8,2	8,6	8,6	9,2
	Antall	21	27	36	40	24	20	17	21	24	16	20	25	16	10
	Maksimum	110	110	80	49,5	37,6	22,8	18,2	22,1	46,5	25,8	16,3	16	12	18
	Minimum	34	32	6,1	6,1	4,4	3,7	4,4	5	4,9	3,6	3,8	3,5	4,6	4,6
	Median	60	50	20,85	17,95	13,7	8,6	9	9,1	9,6	8,9	7,7	8,4	8,9	7,6
Sink µg/l	Middel	247,4	166,0	109,8	87,7	72,6	55,9	39,7	49,4	53,6	49,5	43,7	49,2	44,6	37,7
	Antall	21	27	36	39	24	20	17	21	24	16	20	25	16	10
	Maksimum	390	260	320	240	120	110	80	90	130	76	69	134	70	61,1
	Minimum	100	60	20	10	10	10	10	9,5	17	9,5	11	14	17	11
	Median	170	120	80	90	75	50	40	43	50	46,5	39,5	39	44,5	38,5

Tabell 34. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Gaula ved Ålen (G5).*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1985	1986	1987	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Kopper µg/l	Middel	31,0	43,8	42,3	12,6	11,3	7,6	7,8	7,1	8,2	6,9	6,6	6,9	5,9	6,7
	Antall	1	18	28,0	31	24	20	17	21	24	17	19	24	16	10
	Maksimum		90,0	92,0	22,1	21,9	17,6	13,8	10,4	19,4	20,2	13,1	17,0	10,0	12,9
	Minimum		18,5	25,0	7,5	4,6	3,1	3,7	4,5	2,8	3,1	4,4	3,4	0,2	4,9
	Median		43,8	48,5	13,1	9,8	7,0	8,1	7,1	7,0	7,0	6,6	6,6	6,4	6,5
Sink µg/l	Middel	130	126,1	91,0	47,7	44,8	34,5	23,6	30,0	33,7	32,5	30,4	31,1	26,5	25,4
	Antall	1	19	28	31	24	20	17	21	24	17	19	24	16	10
	Maksimum		180	180	100	60	60	50	51	56	50	46	68	42	40
	Minimum		90	50	10	5	10	10	7	13	8	11	11	1	10
	Median		120	105	50	50	30	30	29	35	31	30	29	32	25

Tabell 35. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Gaula etter Hesja (G6).*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1986	1987	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Kopper µg/l	Middel	21,7	22,2	8,5	9,4	5,4	6,5	6,4	6,5	6,4	5,5	5,7	5,0	5,2
	Antall	21	21	30	24	19	17	21	22	17	19	24	16	10
	Maksimum	60	60	17,2	18,9	8,9	10,5	10	13,3	17,3	12	9,9	8,7	7,06
	Minimum	4,8	3,4	5,1	3,2	2,7	3,9	3,7	3,2	3,1	3,5	3,3	3,4	3,5
	Median	22	22	8,1	8,35	5,3	6,5	5,7	5,75	6,3	5	5,25	4,9	5,35
Sink µg/l	Middel	83,7	62,2	32,8	33,0	23,6	19,4	22,2	22,2	22,7	20,6	21,9	18,4	17,5
	Antall	21	21	30	24	19	17	21	22	17	19	24	16	10
	Maksimum	120	90	60	50	30	30	49	45	35	35	39	26	26,5
	Minimum	40	20	5	5	5	6	6	4	6,5	8,3	11	8,1	9,3
	Median	80	60	30	40	20	16	23	22	22	19	24	19,5	16

Tabell 36. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Orva ved utløp av Orvsjøen.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1981	1984	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1997	1998	1999	2000
Kopper µg/l	Middel	140	145	175	130	120	392,5	105	93,8	123,9	120,3	132,9	109,3	101,5
	Antall	1	2	1	2	2	2	2	4	16	5	12	12	12
	Maksimum		160		130	120	690	110	100	320	139,1	223,6	141,7	129
	Minimum		130		130	120	95	100	84,7	80	82	95,5	74,8	81
	Median		145		130	120	392,5	105	95,3	120	121,7	124,8	109,4	98,5
Sink µg/l	Middel	410	405	420	345	435	1315	360	420,1	568,8	362,4	383,9	382,9	354,3
	Antall	1	2	1	2	2	2	2	4	16	5	12	12	12
	Maksimum		420		360	460	2330	370	630	1730	409,9	571,8	521,2	412
	Minimum		390		330	410	300	350	306,3	286	275,1	327,5	241,6	280
	Median		405		345	435	1315	360	372	510	342	365,6	393,9	362,5

Tabell 37. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Orva ved bru på vei til Kongens gruve (Litlstugguvollen).*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Kopper µg/l	Middel	443,3	435	424,3	560	340	540,7	140	254,5	281,7	292,8	330,3	295,5	304,6	292,6
	Antall	3	2	5	1	1	14	1	10	12	14	14	13	11	12
	Maksimum	480	460	690			1545		460	670	480	560	420	440	424
	Minimum	410	410	330			140		120	130	150	170	160	200	202
	Median	440	435	420			460		235	230	275	345	320	310	280
Sink µg/l	Middel	1456,7	1580	1328,7	1160	1190	1731,9	620	976,9	906,2	996,2	1274,7	1118	1076	1133
	Antall	3	2	5	1	1	14	1	10	12	14	14	13	11	12
	Maksimum	1700	1660	2330			4608		1460	1530	1500	2190	1710	1570	1550
	Minimum	990	1500	900			760		500	550	700	710	640	700	805
	Median	1680	1580	1160			1500		965	790	940	1270	920	1050	1075

Tabell 38. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Orva ved utløp i Glomma.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1966	1977	1979	1980
Kopper µg/l	Middel	270	252,0	217,5	267,3
	Antall	1	20	2	3
	Maksimum		610	234	360
	Minimum		90	201	162
	Median		147,5	217,5	280
Sink µg/l	Middel	1128	1569,5	959,0	1950
	Antall	1	21	2	3
	Maksimum		6800	1004	2070
	Minimum		840	914	1850
	Median		1100	959	1930

Tabell 39. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Hitterelva ved utløp av Djupsjøen.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1966	1971	1978	1984	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1994-95	2002-03
Kopper µg/l	Middel	80	22	55	32,5	28,2	31,1	41,4	26,4	27,1	27,7	28,4	29,8
	Antall	1	1	1	1	1	2	1	1	25	3	23	10
	Maksimum						33			48,5	42,3	44,6	52,3
	Minimum						29,1			16,2	14	23,3	23,4
	Median						31,05			26,7	26,7	28,7	27,15
Sink µg/l	Middel	90	256	220	180	200	155,0	170	150	150,4	146,7	123,7	110,1
	Antall	1	1	1	1	1	2	1	1	25	3	23	10
	Maksimum						160			230	170	154,9	140
	Minimum						150			110	120	91,6	77,7
	Median						155			150	150	127,3	109,5

Tabell 40. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Hitterelva ved idrettsbanen i Røros.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1995	2000	2002
Kopper µg/l	Middel	45,2	44,8	44,8
	Antall	22	13	3
	Maksimum	105,2	364	55,9
	Minimum	28,9	4,4	27,3
	Median	38,55	30	51,2
Sink µg/l	Middel	124,5	100,2	73,7
	Antall	22	13	2
	Maksimum	166,6	156	85,9
	Minimum	73,7	15	61,4
	Median	124,4	114	73,7

Tabell 41. *Kjemiske analysedata for koper og sink i Folla ved Folshaugmoen (Fo7).*
Beregnede statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Kopper µg/l	Middel	57,2	41,4	33,9	20,4	40,4	39,8	59,9	64,9	25,5	45,2	48,9	45,8	46,6	53,9	45,7
	Antall	11	54	11	11	28	9	10	12	11	13	13	12	12	12	12
	Maksimum	220,0	170,0	130,0	38,9	155,0	80,9	334,0	224,9	42,9	145,7	88,5	69,9	100,0	118,0	132,0
	Minimum	11,0	7,9	12,1	8,0	10,7	19,0	16,3	25,4	11,7	26,7	15,3	20,2	20,0	22,0	16,1
	Median	35,5	24,5	18,3	19,4	30,4	25,1	29,6	37,8	27,5	36,5	47,6	45,1	39,5	51,5	36,4
Sink µg/l	Middel	118,4	82,5	74,5	62,3	90,5	70,1	72,4	81,8	51,4	65,7	67,3	64,2	64,8	64,1	63,4
	Antall	11	54	11	11	28	9	10	12	11	13	13	12	12	12	12
	Maksimum	440	230	150	110	350	138	185	244,8	102,6	137,2	92,9	91,3	150	100	153
	Minimum	20	10	40	20	10	35,6	24,5	44,7	24,8	37	22,7	27,9	27	24	23
	Median	100	60	70	60	60	66,7	59,7	68,7	52,4	71,3	66,9	67	65	70	46,7

Tabell 42. *Kjemiske analysedata for kopper og sink i Folla ved Gjelten bru (Fo 10).*
Beregnede statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for n > 3.

Komponent	År	1966	1967	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1998
Kopper µg/l	Middel	11	26	11,1	9,5	11,9	8,8	17,9	12,8	10,4	13,8
	Antall	1	3	3	7	7	7	8	7	7	1
	Maksimum		38	15	50	41	19	60	23	18,5	
	Minimum		15	8,2	2,9	2,8	2	3,9	5	4,6	
	Median		25	10,2	6,8	9	8,4	15,75	12,5	11	
Sink µg/l	Middel	30	56	29,8	36,7	30,8	33,9	38,4	40,8	37,5	16,5
	Antall	1	3	3	7	7	7	8	7	7	1
	Maksimum		95	40	80	80	60	80	80	70	
	Minimum		23	20	20	5	20	10	30	20	
	Median		50	30	30	40	30	40	40	30	

Tabell 43. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Stallvikelva ved innløp i Stallvikbukta.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1995	2001
Kopper µg/l	Middel	369	408	502	432	409	270	581	606	515	305	273	4,6	3,3	3,2
	Antall	12	12	13	12	12	17	28	13	12	12	13	12		
	Maksimum	760	760	1260	840	1120	560	1215	1550	880	860	610	6,7		
	Minimum	57	100	100	160	110	60	20	110	160	70	9	2,9		
	Median	371	415	370	465	220	210	576	510	525	275	280	4,7		
Sink µg/l	Middel	1168	1025	1250	901	958	822	1426	1448	1206	592	564	10,4	4,4	4,1
	Antall	12	12	13	12	12	17	28	13	12	12	13	12		
	Maksimum	1970	2040	3800	1990	2700	1540	3100	3880	2620	1750	1600	30		
	Minimum	141	250	250	310	270	112	50	270	370	150	20	5		
	Median	1385	1080	830	860	635	430	1217,5	1100	1135	465	510	10		

Tabell 44. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Grøndalselva ved Lassemoen.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3

Komponent	År	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Kopper µg/l	Middel	3,6	5,6	8,1	7,9	10,5	9,2	5,8	6,1	10,7	13,3	6,8	7,0	5,2	2,9	5,3	2,5
	Antall	12	13	23	23	19	14	12	12	1	1	2	1	1	1	1	1
	Maksimum	6	12,5	23	11,5	21,8	15,4	7,6	9								
	Minimum	2,3	2,7	2,3	3,2	2,8	5,7	3,6	2,8								
	Median	3,45	5,1	6	7,2	9,1	8,85	5,6	5,75								
Sink µg/l	Middel	9,2	40,1	73,3	101,1	101,7	74,5	47,2	45,3	31,7	97,5	94,2	23,7	18	20,5	17,1	13
	Antall	12	13	23	24	19	14	12	12	1	1	2	1	1	1	1	1
	Maksimum	20	160	160	200	170	130	90	70								
	Minimum	5	10	30	40	60	40	20	20								
	Median	10	20	60	95	100	70	40	45								

Tabell 45. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Ya ved Yset.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	**År**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**
Kopper µg/l	Middel	24	21,3	13,3	18,7	37,8	50,6	69,4	54,1	73,7	54,2	41,3	41,3	42,3	38,5
	Antall	2	11	11	12	12	12	9	9	11	12	11	11	12	12
	Maksimum	25,5	51,5	29,3	40,2	102	95	128	110	130	80	80	70	70	60
	Minimum	22,5	8,6	3,2	2,9	5,8	1,9	9,6	15,5	28,7	9	15	16,6	18,3	17,6
	Median	24	20	11,3	17,15	36,75	57,6	56	65	70	65	38,8	34,2	43,2	40,7
Sink µg/l	Middel	10	11,2	5,0	6,3	13,7	19,3	13,6	29,0	13,9	12,3	8,9	12,3	14,6	6,6
	Antall	2	10	11	12	12	12	9	3	11	12	11	11	12	12
	Maksimum	10	40	10	15	30	94	33	41	30	20	20	30	50	10
	Minimum	10	5	2,5	2,5	5	5	5	20	5	5	5	5	5	1,5
	Median	10	10	5	3,75	12,5	16,5	11	26	10	10	10	10	10	7

Tabell 46. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Orkla ved Stai.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Kopper µg/l	Middel	9,3	13,4	7,2	7,6	11,9	14,7	14,5	15,4	17,7	13,4	12,2	10,6	11,8	9,3
	Antall	6	11	11	12	12	12	10	9	11	12	11	10	12	12
	Maksimum	13,5	41	14	15	25	20,1	46,4	48,4	29	20,7	22,2	16,5	15,3	14
	Minimum	28,2	6,3	0,9	1	4,1	1,2	0,8	2,7	9,5	5,3	5,9	6,9	7,8	3,2
	Median	7,2	10,0	5,9	6,4	12,8	16,4	12,2	8,9	15	13,2	13,5	9,0	11,9	10,5
Sink µg/l	Middel	7,5	23,3	12,8	7,5	14,9	10,0	5,0	17,7	17,0	13,4	18,5	8,5	6,3	2,5
	Antall	6	10	11	12	12	12	10	3	11	12	11	10	12	12
	Maksimum	10	60	65	20	36	20	5	20	90	40	80	20	10	5
	Minimum	23,5	5	2,5	2,5	5	5	5	16	5	5	5	5	5	1
	Median	7,5	15,0	2,5	6,5	12,5	5	5	17	5	10	5	5,0	5	2,3

Tabell 47. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Orkla ved Vormstad.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Kopper µg/l	Middel	74,7	43,7	31,0	26,2	19,3	22,8	15,1	22,3	21,9
	Antall	23	12	12	13	13	10	9	13	13
	Maksimum	250	146	85,1	52	59,2	52,6	21,5	36	60
	Minimum	14,5	5	4,7	5,1	6,8	9,1	7	10,2	9
	Median	64	23,95	31	25,2	14,3	17,55	16,5	19,7	19
Sink µg/l	Middel	128,2	100,4	58,8	52,1	38,8	38,2	35,7	40,1	35,2
	Antall	22	12	12	13	13	10	3	13	13
	Maksimum	260	370	150	110	95	70	40	60	70
	Minimum	40	11	6	10	16	17	32	20	10
	Median	125	45	46,5	50	35	38,5	35	40	30

Tabell 44 forts.

Komponent	**År**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**
Kopper µg/l	Middel	16,1	13,0	11,8	7,2	7,9	7,4	6,7	10,0	6,4	6,4	8,0
	Antall	14	11	27	18	12	12	12	23	22	12	12
	Maksimum	37,5	22,9	27,3	25,7	13,6	17,5	11,5	28,6	13,7	10,6	18,6
	Minimum	5	5,4	3,5	2,2	4	3,2	3	1,5	2,6	2,9	2,4
	Median	12,4	13,5	7,5	5,9	6,6	6,2	6,0	7,8	6,1	6,2	5,4
Sink µg/l	Middel	30,3	28,6	29,1	32,8	26,1	22,9	20,4	27,3	17,5	20,5	19,9
	Antall	14	11	27	18	12	12	12	23	22	12	12
	Maksimum	70	50,0	60,0	105,0	45	44,9	40,3	87,9	38,5	69,5	54,7
	Minimum	5	5,0	8,2	3,0	12,7	9,4	8,5	4,9	7,2	8,6	9,7
	Median	30	30,0	30,0	27,1	23,3	19,7	16,7	20,2	17,6	14,5	12,9

Tabell 48. *Konsentrasjoner av kopper og sink i Langvatn ved Hellarmo.*
Statistiske data er beregnet for angitt periode. Middelverdiene er tidsveiede for antall > 3.

Komponent	År	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**
	Middel	42,7	34,4	30,4	37,5	28,8	20,8	26,9	14,3	14,0	13,2	12,7	12,3	13,1	12,2
	Antall	17	16	11	11	11	12	11	12	12	12	12	12	12	12
	Maksimum	160	70	52,4	70	50	32,9	48,6	42,6	25,6	22,9	20,5	24	31	16
	Minimum	2,8	18,6	11,4	9,4	15,9	10,2	13,1	2,8	6,3	7,1	4,6	4,5	2,7	4,96
	Median	42,4	31,4	30,8	39,8	30,6	20,35	24,4	12,8	13,15	11,05	14,35	11	12,5	13,1
Sink µg/l	Middel	53,1	52,4	40,7	46,6	25,7	15,9	24,2	17,6	29,0	22,2	21,5	18,1	20,8	19,3
	Antall	17	16	11	11	11	12	11	12	12	12	12	12	12	12
	Maksimum	100	80	60	80	40	26,8	39,2	61,1	43,8	37,6	29,9	30	46	27,3
	Minimum	20	30	20	10	10	8,46	10,8	3,8	16,5	12,8	10,1	8,9	6	11,4
	Median	60	50	40,0	50,0	30,0	17,7	22,5	11,5	31,4	18,1	23,7	18,5	18,5	19,1

Statens forurensningstilsyn (SFT)

Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksradresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Utførende institusjon	Kontaktperson SFT	ISBN-nummer
Norsk Institutt for Vannforskning, NIVA	Grethe Braastad	82-577-4402-6

	Avdeling i SFT	TA-nummer
	Lokalmiljøavdelingen (LIN)	1986/2003

Oppdragstakers prosjektansvarlig	År	Sidetall	SFTs kontraktnummer
Eigil Rune Iversen	2003	81	3003027

Utgiver	Prosjektet er finansiert av
Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 4730-2003	Statens forurensningstilsyn

Forfatter(e)
Iversen, Eigil Rune
Arnesen, Rolf Tore

Tittel

Elvestrekninger påvirket av gruveforurensning
Rivers affected by Acid Rock Drainage in Norway

Sammendrag

Det er foretatt en beregning av antall km vassdragsstrekning som er alvorlig påvirket av gruveavenning. Som kriterium er valgt en kopperkonsentrasjon på 10 µg/l. Denne grensen er identisk med det krav som hittil er satt til vannkvalitet i forbindelse med gjennomføring av tiltak. Det er lagt mest vekt på situasjonen ved de 10 mest forurensende gruveområdene og de største vassdragene med sideelver. Beregningen er gjennomført for årene 1985, 1992 og 2002 og er utført både for enkeltobservasjoner og for årlige middelverdier. Det er foreslått et program for videre oppdatering av beregnede verdier.

4 emneord	4 subject words
Kisgruver, tungmetaller, kopper, vassdrag	Pyrite mining, heavy metals, copper, recipients