



Bergvesenet

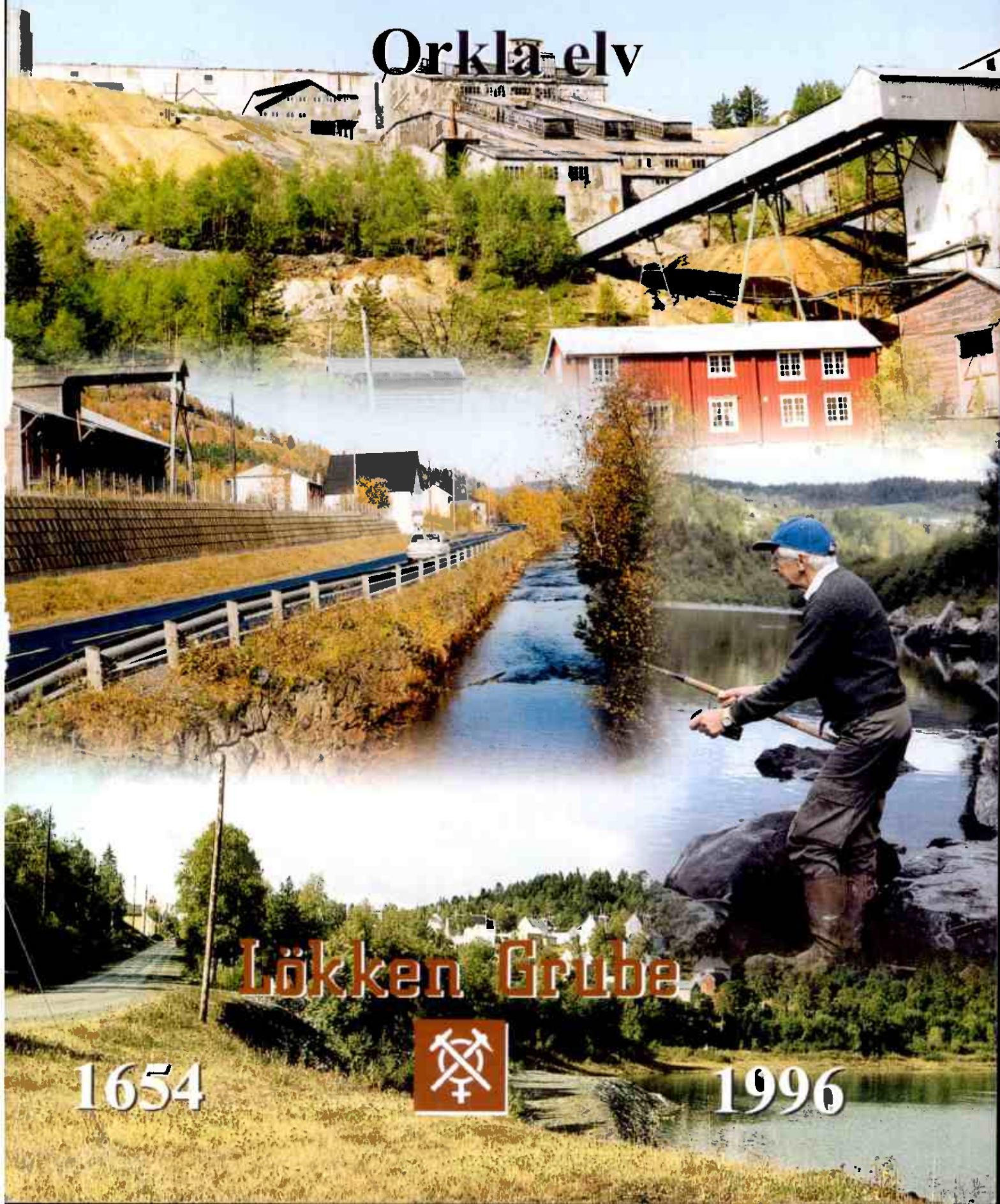
Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr 4768	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Løkken Verk AS	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Tungmetallforurensning til Orkla elv. Løkken grube 1654 - 1996				
Forfatter		Dato År okt 1997	Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) Løkken Verk AS	
Kommune Meldal	Fylke Sør-Trøndelag	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 15211 15212 15213 15214	1: 250 000 kartblad Trondheim
Fagområde Miljø	Dokument type	Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Løkken Grube		
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype Cu Zn Py Po			
Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse				

BV 4768

Tungmetallforurensning til Orkla-elv



Lökken Grube

1654



1996

1. Forord

Dette heftet er ment å gi en kortfattet oversikt over tungmetallforurensningen til Orkla elv fra grubedriften ved Løkken Verk. De kompliserte dreneringsforholdene, som består av grubevann, sigevann fra utlagte ikke salgbare produkter, det være seg berghalder, slamdammer eller svovelkisindeponi, og den lange driftsperiode, gjør at heftet nødvendigvis må få et visst omfang. Da markedsforholdene i stor grad har vært bestemmende for salgsproduktene vil det være naturlig å ta med litt om grubedrift og produktfremstilling (oppredning). Ett eksempel på dette er at en ikke kunne finne kunder for svovelkisen da en gikk over til selektiv flotasjon i 1974, og det store deponiet i Bjørndalen måtte etableres.

I grubedriftens arkiv på Løkken Verk finnes konsulentarbeider, eksterne og interne rapporter, notater fra egne ansatte og korrespondanse med ulike myndigheter. Dette materiale kan i seg selv være grunnlag for videre forskning. Selv om dette heftet bare blir en kortfattet beskrivelse eller resymé, vil det forhåpentlig være et nyttig redskap i forståelsen av forurensningsforholdene.

Bedriften har naturlig nok benyttet seg av flere konsulenter og annet utenforstående personell. Det er ikke utarbeidet noen referanseliste, men underveis vil større arbeider få tilkjenne sitt opphav. Uten noen forkleinelse for andre synes det naturlig her å nevne ett institutt som har arbeidet mye med tungmetallforurensning, også ved Løkken Verk. Det er Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA). NIVA har vært av stor betydning for vurderingene bedriften har gjort for begrensnig av tungmetallutslippene til Orkla elv.

Løkken Verk i oktober 1997

Knut Brøndbo

Innhold

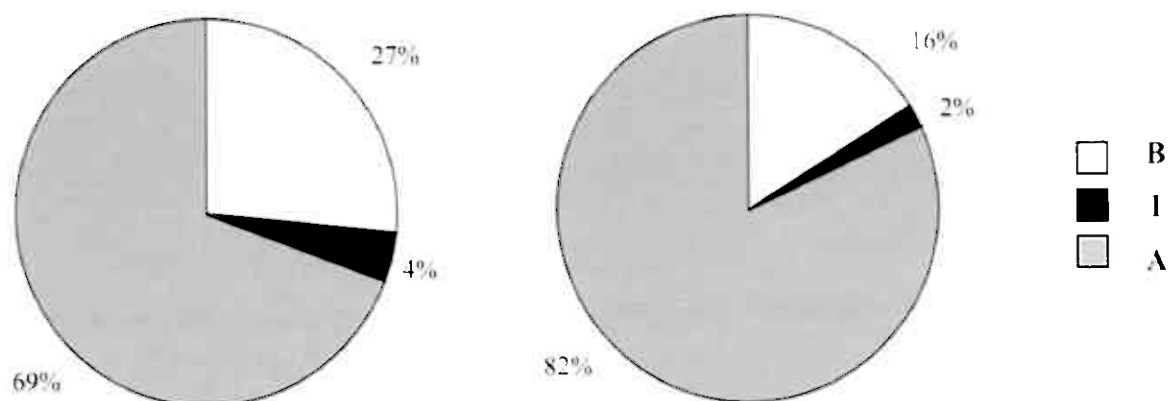
1.	Førord	2
2.	Tungmetall-forurensing fra grubedrift	3
2.1	Historikk	3
2.2	Sulfidmalm	3
2.3	Vannforurensning	4
3.	Lovverket - Departement - Fylke - Kommune	6
3.1	Bergverkslovgivning	6
3.2	Lovgivning for miljøvern/naturvern	7
3.3	Internasjonale konvensjoner	8
3.4	Departement - Fylke - Kommune	8
4.	Orkla elv	9
4.1	Nedbørsfelt	9
4.2	Vannkvalitet	10
4.3	Vannføring - regulering	11
4.4	Fisket i Orkla	13
5.	Løkken Grube	15
5.1	Malmforekomsten	15
5.2	Produksjon - produksjonsmetoder	17
5.3	Grubevann	21
5.4	Sigevann	33
5.5	Driftsbygninger	43
6.	Kontrollprogram	46
6.1	Løkken-området og Orkla elv	46
7.	Tiltak	50
7.1	Tiltaksplan	50
7.2	Gjennomføring	58
8.	Resultat	66
8.1	Analyser Orkla elv	66
8.2	Kostnader	66
9.	Oppfølging	68
9.1	Driftsfond	68

2.3 Vannforurensning

Det er mange forskjellige forurensningskilder som fører tungmetaller til elv og hav utenom sulfidmalingsgrubene. Nedenstående tabeller er hentet fra en overvåking av utslipp til det nordlige Atlanterhav, rapportert i 1991.

Utslipp av tungmetaller til havet fra fastlands-Norge.
Kilder: Holtan et al. 1992, SFT 1992

Metall	Enhet	Bergverk Andre	Annen kilder	industri
Kopper	tonn/år	97,3	15,0	242,7
Sink	tonn/år	163	19	857
Kadmium	tonn/år	0,2	0,1	88,6
Bly	tonn/år	0,4	6,3	94,4

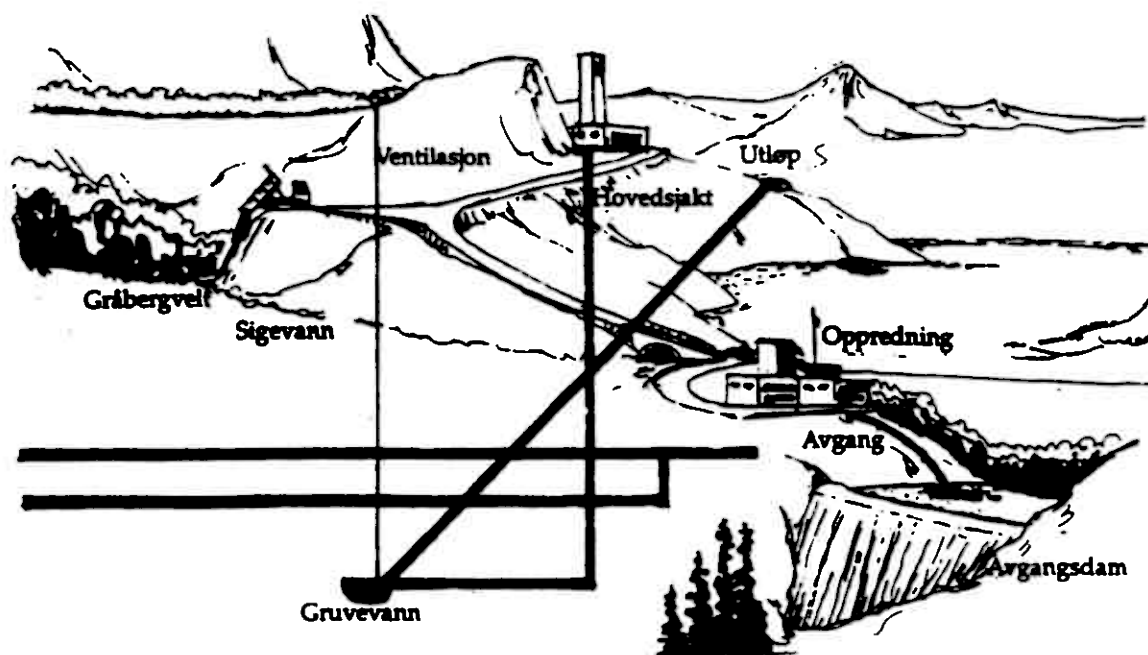


Utslipp av kobber og sink fordelt på kilder. A: Andre kilder, B: Bergverk, I: Annen industri

Når det gjelder tungmetallforurensning fra Løkken Grube, er det kobber som har størst betydning, men også sink kan forekomme i skadelige konsentrasjoner. Det vil ofte være summen av disse to tungmetallene som har skadelige virkninger på livet i elven. Dette belyses nærmere i avsnitt 6. Kontrollprogram.

Kilder som forårsaker tungmetallforurensning fra Løkken-området er: Vann som pumpes opp fra gruben og sigevann som renner ut fra bergholder, slamdammer og svovelkisindeponi.

Dette synliggjøres av nedenforstående prinsippskisse.



Grubedrift og vannforurensninger

2. Tungmetallforurensning fra grubedrift

2.1 Historikk

Det var først omkring 1500 og 1600 tallet at det her i landet kom igang egentlig bergverksdrift. Tidligere hadde man innskrenket seg til å smelte jern av myr- og sjømalm. Det hadde også vært mindre drift på forekomster som var synlige fra dagen, men en evnet ikke å føre avbyggingen videre mot dypet. Til dette trengtes både kapital og fagfolk.

Under 30-års-krigen (1618-1648) utvandret mange tyske bergmannsfamilier til andre land, bl.a. Norge. De bragte med seg sin bergmannskultur og innsikt på dette felt. Dette satte sitt preg på grubevirksomheten i Norge. Til dette kom at de dansk/norske konger var sterkt interesserte i å gjøre landet selvhjulpnet med metaller, bl.a. for å sikre nok metaller for myntproduksjon. Disse forhold forklarer den oppblomstring bergverksdriften fikk på 1600-tallet. På denne tid ble det igangsatt drift ved flere gruber, og ved enkelte av disse kom driften til å vare helt frem til våre dager. Som eksempel kan nevnes Kongsberg Sølvgrube (opprettet 1624), Kvikne Kobberverk (opprettet 1632), Roros Kobberverk (opprettet 1642), Løkken Grube (opprettet 1654). Blant de senere startede foretak kan nevnes Follidal Verk (opprettet 1748) og drevet frem til midten av 1900-tallet. Fra 1950 og utover til 1975 var det drift ved 16-17 bergverk. I 1997 er de fleste av disse historie. Alle disse bergverk har etterlatt seg skader og sår i naturen av større eller mindre omfang, så som grubeåpninger, utlagte masser og forurenset vann.

Når grubevirksomheten strekker seg over århundreder, er det klart at den vil sette spor etter seg. Særlig gjelder dette når driften startet i tider da ingen tenkte på miljøvern. Statsmakten var som nevnt sterkt interessert i metaller og var selv med på, eller tilskyndet bergverksdrift uten tanke på virkninger i naturen. Tvertom ga Kongen rettigheter og privilegier til grubeforetagender som bevirket at det gikk hardt utover naturen. Naturskader og miljøproblemer forårsaket av grubedrift opptok heller ikke folk flest like mye i de første par hundre år med grubedrift som idag. Kanskje var de heller ikke oppmerksomme på de negative effekter denne drift hadde. Skadene hadde heller ikke den samme økonomiske betydning den gang. På mange steder var befolkningen enten opptatt med selve driften eller med drift i skog for å skaffe ved til røsting og smelting av malm. Det var heller ikke alle gruber som forårsaket like mye skade. I lokalmiljøet la de fleste gruber opp store hauger av grubegods (berghalder) som kunne inneholde både malm (kis) og gråberg i forskjellige blandingsforhold. Likheter for alle var at dette produkt ikke var salgbart. Ulikheten kunne f.eks. være at på noen plasser inneholdt disse berghalder betydelige mengder sulfider som forurenset større og mindre vassdrag. Dette skal en komme tilbake til. Navnet på disse gruber ble sulfidmalmgruber.

2.2 Sulfidmalm

I dette hefte skal vi ta for oss problemet med tungmetallforurenset vann, og spesielt belyse forholdene i vårt eget distrikt - Orkla elv.

I Midt-Norge har de geologiske forhold vært gunstige for dannelsen av sulfidmalmer med forskjellige tungmetaller. Det har vært store drivverdige forekomster, men også mindre gruber og skjerp der driften var minimal. Fra bekker og elver får en derfor tungmetallholdig og sur avrenning til de fleste store vassdrag, som f.eks. Orkla, Gaula og Namsen.

Den viktigste sulfidmalm er svovelkis med kjemisk formel FeS_2 . Som regel har svovelkis innblanding av forskjellige tungmetallsulfider, som kobberkis (CuFeS_2), sinkblende (ZnS), blyglans (PbS) og pentlanditt ($(\text{Ni-Fe})_9\text{S}_8$). Noe kvikksølv følger som regel med i sinkblende. Tilgang på vann og luft gjør at sulfidmalmen oppløses og tungmetallene føres ut med vannet.

Langs Orkla finnes en hel rekke sulfidmalmgruber. Elven får da helt fra starten i Kvikne og frem til utløp i Orkdalsfjorden tilsig av surt tungmetallholdig vann. Løkken Grube er utvilsomt den største bidragsyter. Dette er naturlig ut fra størrelse og langvarig drift med forskjellige driftsmetoder som har ført til nødvendige disposisjoner som har gitt grunnlag for sur avrenning. Dette betyr sur avrenning til bekk, elv og fjord fra tre hovedområder: grubevann, prosessvann og sig fra utlagte berghalder.

Grubedrift er en kapitalkrevende og risikofylt virksomhet. Flere mindre gruber i dalforet gikk med tap og ble nedlagt etter forholdsvis kort tid. Løkken Grube ble åpnet for drift i 1654 og drevet frem til 1987. Før 1900 var det perioder med driftstans. I en lang driftsperiode har salgsproduktene variert delvis p.g.a. markeds- og prisforhold, men også av utstyrs- og produksjonsmessige forhold. Dette blir særdeles viktig for de forurensningsmessige forhold som beskrives senere. En gjengir her de viktigste perioder i grubedriftens historie:

- | | |
|-----------|---|
| 1654-1845 | Kobberproduksjon, med smelteverk Svorkmo og Nyplassen |
| 1855-1891 | Svovelkisproduksjon, Salg til England |
| 1904-1931 | Kisprodukter, Forskjellige stykk-størrelser med salg i Skandinavia og Europa |
| 1932-1962 | Smelteverk i Thamshavn, Produksjon av smeltekis og finkis - 4-6 mm for salg i Europa, Delvis bulkflotasjon av fmgods fra 1948 |
| 1963-1973 | Finkis - 4-6 mm, Salg til Europa. |
| 1974-1987 | Selektiv flotasjon, Kobber til Outokumpu, Sink til Odda (Norzink) |

3. LOVERKET - Departement - Fylke - Kommune

3.1 Bergverkslovgivning

Vår første bergverkslov ble gitt av Christian III i 1539. Loven bygget på at Kongen hadde råderetten over metallene og ertsene (bergregalet). Men loven etablerte samtidig prinsippet om den såkalte bergfrihet. Gjennom et mutingsystem ble første finner innrømmet retten til de metaller og ertsar han oppdaget.

Selvom loven av 1539 ikke ble opphevet, tok Kongen i de følgende århundreder ikke særlig hensyn til prinsippet om bergfriheten. Da det således ble gjort lovende solvfunn ved Kongsberg, erklærte Christian IV ved «Aabent Mandat» av 21. desember 1623 at alle funn av solverts og malm tilfalt Kronen, og at de som hadde funnet og utdrevet solv var tyver.

På Christian IV's tid ble rett til bergverksdrift ofte gitt ved privilegier og ikke ved muting. Man må vel si at det på denne tid ikke eksisterte noen fast bergrett. Det ble stadig gitt nye berganordninger, som sto i strid med loven av 1539.

Også etter Christian IV's tid helt frem til 1812 ble det gitt en serie med berganordninger. Dessuten utstedte kongene ofte spesielle privilegier for bergverkene. Skulle man da danne seg et bilde av hva som var gjeldende rett, måtte man foruten å studere berganordningene også undersøke privilegiene. Disse ble på samme måte som berganordningene gitt av Kongen og hadde samme rettskraft.

En fullstendig ny lov fikk vi først ved berganordningen av 7. september 1812. Den tillot skjerping etter alle metaller samt stensalt i Kongens almenninger og utmarken. Til skjerping i hjemmemarken og på innhegnede steder behøvde man skjerpeseddel utstedt av bergmesteren.

Av interesse er de privilegier som ble gitt bergverkene.

Noen opplysninger om de privilegier Lokken Kopperverk fikk 13. mai 1657 kan gi et bilde av hvor omfattende rettigheter man oppnådde. De viktigste avsnitt angår skogen og sagbrukene. Punkt 5 bestemte således at ingen annen enn bergverket var tillatt å hugge tømmer eller drive sagbruk til salg (verksbondene bare til husbruk). Ulovlig trafikk skulle straffes med tømmerets konfiskasjon eller på annen måte.

Om eirkumferensens utstrekning heter det i punkt 2 at den skulle regnes 3 mil fra graven «i alle Hiomer och rundt omkring i Radius 3 gamle Mil med «Gottes Glück» som Centrum. Dog maatte den ikke komme Insetts Hytte (i Kvikne) på 4 Mile nær.» Viktig var også bestemmelsen om at bergarbeidene skulle være fritatt for skatter og tildels for militærtjeneste, likeledes bestemmelsen om at den del gårder skulle tillegges Verket for anleggenes skyld.

Bergverksloven av 14. juli 1842

Det rettslige utgangspunkt er som tidligere at staten har retten til metaller og malmer (ertsar), men at staten overlater forekomstene til finneren. Også loven av 1842 bygger således på prinsippet om bergfrihet og tillater alle

uansett nasjonalitet å skjerpe på annen manns grunn etter metaller og ertsar. Skjerping er dog forbudt uten grunneiers og brukers samtykke innenfor en viss avstand fra vånings- og uthus.

Ville finneren (skjerperen) sikre seg et funn fremfor senere findere, måtte han skriftlig anmelde funnet til lensmannen. Og ville anmelderen beholde den rett han hadde ervervet ved anmeldelsen, måtte han begjære muting innen en viss frist fra anmeldelsesdatoen.

Den som hadde mutingsbrev, hadde rett til å kreve utmål. Når utmål var gitt, var utmålsnaveren eneberettiget til drift på metall og ertsar innenfor utmålens grenser.

Det påla bergmesteren å føre tilsyn med at driften foregikk bergmessig og gi veiledning i spørsmål om driften. Hvis bergmesteren mente at driften kunne få skadelige følger for gruen selv eller for nabogruver, kunne han påby driften stanset. Men såvidt en kan se, påhvile det ikke bergmesteren å påse at gravedriften ikke ble til ulempe for de omkringboende eller at naturen på stedet ikke ble skjemmet. Noe som kunne kalles miljøvern, skulle således bergmesteren ikke ta seg av.

Utviklingen etter bergverksloven 1842 frem til någjeldende bergverkslov

I den lange periode fra loven av 1842 frem til vi fikk loven av 1972, ble det vedtatt en rekke endringer. Men lovens hovedtrekk var de samme.

Vår nåværende bergverkslov av 30. juni 1972

Innen bergretten sonderer man mellom de mutbare (de fleste metallene) og ikke-mutbare mineralske råstoffer (industrimineraler, naturstein og knuste steinminerale).

Bergverksloven gjelder bare de mutbare mineraler, og i lovens § 1 er det angitt hvilke mineraler som er mutbare, nemlig

1. Metaller med egenvekt 5 eller høyere og malmer av slike metaller,
2. Metallene titan og arsen og malmer av disse metaller,
3. Magnetkis og svovelkis.

Videre er myr og sjomalm og alluvialt gull ikke-mutbare.

Prinsippet om bergfrihet - som allerede kom inn i norsk lovgivning ved loven av 1539 - er lovfestet i § 2 hvor det heter:

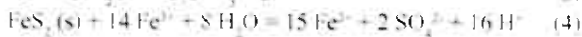
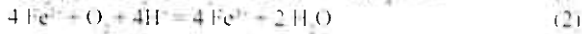
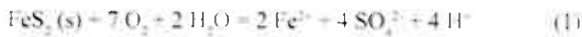
«Enhver har rett til på de vilkår og med de begrensninger som fremgår av denne lov, å søke etter (skjerpe), mute og få utmål på forekomster av mutbare mineraler på egen eller andres grunn.»

Kap. 8 som gir bestemmelser om bergmesternes tilsyn med undersøkelsesarbeid og grubedrift, er omarbeidet og modernisert i forhold til tidligere lovgivning. I § 51 finner man bl.a. følgende bestemmelse:

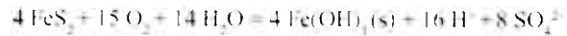
En mer grunnleggende kjemisk beskrivelse av de prosessene som foregår når sulfidmalm oksideres og tungmetaller frigjøres, krever bruk av kjemiske reaksjonslikninger. Disse er nødvendige for å se hvilke forhold som styrer prosessene slik at de kan vurderes kvantitativt. (Stumm and Morgan 1981). En forståelse av hvordan prosessene foregår, er nødvendig både for å hindre at tungmetallforurensning fra kisgruber skal oppstå, og for effektivt å kunne bekjempe slike forurensninger.

I det følgende er pyritt FeS_2 brukt som et symbolsk representasjon av de sulfidmalmer som er aktuelle.

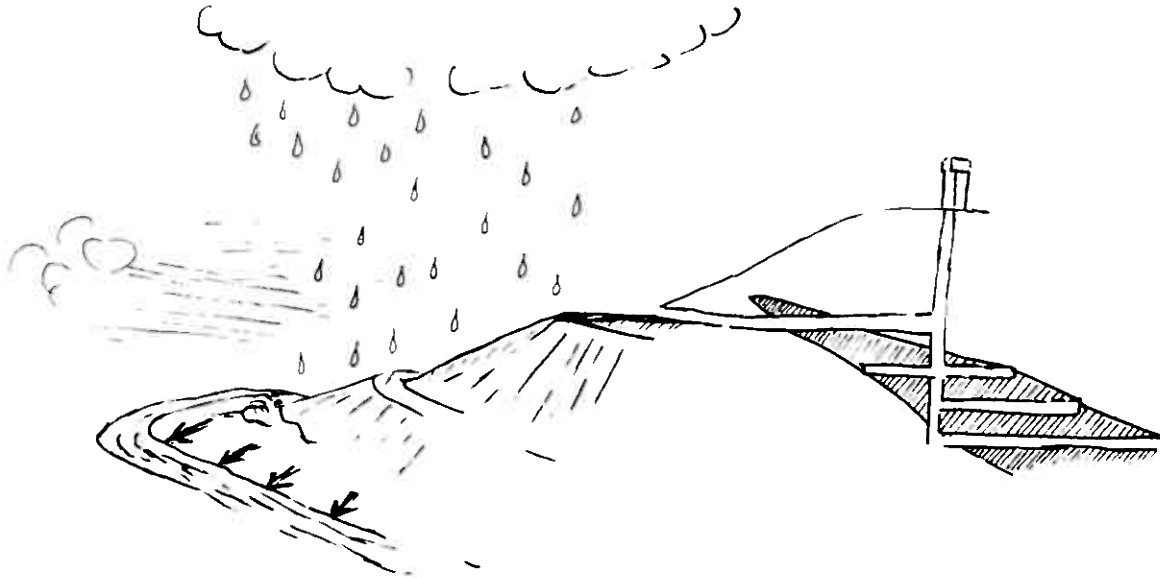
Følgende stokiometriske likninger karakteriserer den oksidasjon som skjer når pyritt forvitrer kjemisk (Stumm and Morgan 1981):



som kombinert gir følgende totalreaksjon:



Oksidasjonen av pyritt til sulfat (1) frigjør oppløste toverdige jernioner og surhet i vannet. Dernest oksygeneres oppløst toverdige jern til treverdige (2), som så hydrolyserer (protolyserer) og danner uløselig jernhydroksid (3), hvorved det frigjøres ytterligere syre. Ved denne prosessen felles det gulbrunt jernhydroksid (oker) som dekker bunns og bredder i berørte vassdrag. Utfellingen inneholder også en del andre tungmetaller enn jern, p.g.a. medfelling når jernhydroksidet faller ut. Treverdige jern kan også bli redusert av pyritten selv, som i likning (4), hvor sulfid igjen blir oksidert og syre frigjøres sammen med toverdige jernioner som kan inngå i reaksjonskretsløpet via reaksjon (3).



Faktorer som fører til vannforurensning fra sulfidmalmgruber. Prinsippskisse.

Mengden av sulfat og syre som transporteres i vannet er direkte proporsjonalt med den mengden pyritt som reagerer. Oppløsning av 1 mol pyritt fører til frigjøring

av 4 mol syre, og den kjemiske forvitringen av pyritt er en av de mest syredannende reaksjoner i naturen på grunn av den lave løseligheten av $\text{Fe}(\text{III})$.

Forurensningsloven av 13. mars 1981 nr. 6

Mens forurensningsspørsmål tidligere hadde vært behandlet i flere lover, fikk vi i 1981 en ny samlet lov om vern mot forurensninger og om avfall.

I § 1 fastlegges lovens formål, bl.a. således: «Denne lov har til formål å verne det ytre miljø mot forurensning og å redusere eksisterende forurensning, samt å fremme en bedre behandling av avfall.»

Av særlig interesse for bergverksbedrifter er kap. 3 som inneholder nærmere regler om tillatelse til virksomhet som kan volde forurensninger. Ordningen med *utslippstillatelser* blir opprettholdt.

Kapittel 7 gir regler om forurensningsmyndighetenes tilsynsoppgaver (§ 48) og i §§ 49, 50 og 51 gis det hjemmel for visse kontrolltiltak.

Kapittel 8 er avsatt til regler om *erstatning* for forurensningsskader.

I Kapittel 9 gis det regler om gjennomføring av loven og vedtak i medhold av loven. § 73 fastsetter at forurensningsmyndighetene kan pålegge den ansvarlige et forurensningsgebyr, et tvangsgebyr for å sikre at den ansvarlige treffer de tiltak som han er pliktet til for å motvirke forurensning.

Kapittel 11 inneholder organisatoriske bestemmelser om forurensnings-myndighetene.

3.3 Internasjonale konvensjoner

Flere internasjonale konvensjoner om utslipp av forurensninger forplikter de deltagende land til å redusere sine utslipp av enkelte stoffer til bestemte havområder. Av spesiell interesse for norske bergverk er «Paris-konvensjonen» fra 1974, som regulerer utslipp bl.a. av industriavfall fra landbasert virksomhet til det nordøstlige Atlanterhav. På en konferanse i London i 1987 ble det på ministernivå vedtatt mål for utslippsreduksjoner bl.a. av miljøgifter og næringssalter til Nordsjøen. (Londondeklarasjonen). Senere er disse mål nærmere presisert og konkretisert. Hovedinnholdet i disse deklarasjonene er for grubeindustrien at utslippene av en rekke miljøgifter, deriblant en del tungmetaller, skal reduseres med 50% i løpet av perioden 1985 til 1995.

3.4 Departement - Fylke -Kommune

En har valgt å si litt om Departement - Fylke - Kommune under dette avsnitt om lovverket selv om ikke alt arbeid i Departement - Fylke - Kommune har ført til nye lover. Det har vært viktige høringsorganer. Dette gjelder også ved utslippstillatelser.

Når det gjelder Departementene er det særlig to som er mest aktuelle. Det er Industridepartementet (senere Næringsdepartementet) og Miljøverndepartementet.

- a) Industridepartementet har bergmesterembedene som har spilt en viktig rolle, også med tanke på tungmetallforurensning.
- b) Miljøverndepartementet har Statens forurensningstilsyn (SFT) som har et stort spekter av spesialister på alle forurensningsområder. Når det gjelder tungmetallforurensning er det SFT som gir utslippstillatelser. Klage på disse går til Miljøverndepartementet. Når det gjelder tungmetall-forurensning fra grubedriften på Løkken har kontakten gått direkte til SFT, ikke gjennom Kommunen eller Fylket.
- c) Fylke og Kommune har således blitt mer en partner for informasjon. SFT innkalte Fylke og Kommune ved viktige møter mellom bedriftsledelse og SFT.

En forandring skjedde da Meldal kommune opprettet et forurensnings-utvalg i 1987. Dette utvalg arbeidet aktivt med forurensningsspørsmål ved Løkken og etter kort tid ble det et fruktbart samarbeid mellom bedrift og utvalg. Her må også nevnes Løkken Grubearbeiderforening som spilte en stor rolle for å få forurensningsproblematikken løst på lokalplanet der «ekspertisen» fantes som foreningen uttalte i flere sammenhenger.

«Bergmesteren skal bl.a. føre tilsyn med at det ved opplegget og gjennomføringen av undersøkelsesarbeider og drift blir truffet forholdsregler for å avverge unødig fare eller skade og til sikring av grunneierens, naboens og allmennhetens interesser, herunder at naturen og omgivelsene på stedet ikke blir unødig skjemet.»

Som det fremgår, blir bergmesteren her pålagt oppgaver som til en viss grad tar sikte på å verne miljøet.

Konsesjonslovgivningen

Som nevnt kom konsesjonslovgivningen til å gjøre inngrep i prinsippet om bergfriheten. Når det gjelder konsesjonsreglene må man være oppmerksom på at det skjeldnes mellom erverv av bergrettigheter ved overdragelse, såkalt avledet (derivativt) erverv, og erverv ved å mute etter bergverkslovgivningen, såkalt originært erverv. Og selvom det kan erverves bergrettigheter uten konsesjon, kan det bli spørsmål om konsesjon for drift kan settes igang.

Den første konsesjonslov som angikk bergverk, var lov av 9. juni 1903. Den medførte at den frie adgang til å erverve bergverksrettigheter (både derivativt og originært) ble forbeholdt norske statsborgere og selskaper med helt norsk styre og sete i Norge.

Utenlandske statsborgere og andre selskaper enn de nevnte, kunne få tillatelse av Kongen (konsesjon) når det gjaldt avledet (derivativt) erverv, men altså ikke ved erverv ved muting.

I lov av 12. juni 1906 ble det bestemt at et selskap overhodet ikke kunne få konsesjon på bergrettigheter uten at styret hadde sitt sete i Norge.

Ved ny lov av 18. september 1909 kom det inn regler om driftskonsesjon for bergverk. Ingen andre enn Staten og norske kommuner kunne uten konsesjon sette igang regelmessig drift.

Den 14. desember 1917 fikk vi den såkalte «alminnelige» konsesjonslov som i kap. 2 ga særregler om bergverk, og forøvrig i kap. 5, alminnelige bestemmelser. Konsesjonsreglene var fortsatt i store trekk de samme som tidligere. Erverv ved anmeldelse og muting (originært erverv) var forbeholdt norske statsborgere samt selskaper med helt norsk styre og sete i Norge. Selv om formuleringen ikke var helt klar, var det helt på det rene at utlendinger og andre selskaper var avskåret fra originært erverv.

Ved en endringslov av 19. juni 1969 ble det gjennomført en gjennomgripende endring av den alminnelige konsesjonslov (nå gjerne kalt «industri-konsesjonsloven»). Ved overdragelse av bergrettigheter måtte nå også norske borgere m.v. ha konsesjon. Det var bare unntaksbestemmelser for erverv gjennom arv, ekte-skap eller overdragelse mellom nærbeslektede, se konsesjonslovens § 11.

3.2 Lovgivning for miljøvern/naturvern

Vi snakker idag både om naturvern og miljøvern. Dette er delvis synonyme begreper. Men miljøvern betraktes vel gjerne som et utvidet naturvern-begrep, særlig i forbindelse med forurensning, forgiftning og forsøpling av

naturen. Miljøvern brukes også som et langt videre begrep: vern om det sosiale miljø i sin alminnelighet. Det utvidede miljøbegrep går jeg ikke nærmere inn på i den følgende fremstilling.

Vår første naturvernlov var av 25. juli 1910. Den var en lov om naturfredning. Formålet var å redde naturforekomster og ville plante- og dyrearter, og midlet var fredning.

Den 1. desember 1954 fikk vi en ny lov, men også den manglet bestemmelser om alminnelig naturvern. Allerede kort tid etter at loven var gitt, begynte derfor arbeidet med en mere vidtgående lov.

Vår nåværende lov om naturvern er av 19. juni 1970. Tanken om å bevare naturmiljøet som grunnlag for menneskenes helse og trivsel hadde skapt en opinionsbølge som bar loven frem. Men det var delte meninger om hvordan loven skulle formuleres, og lovarbeidet skjedde under adskillig uenighet og diskusjon.

De forhold naturvernloven omfatter, griper inn i områdene for annen lovgivning. I forbindelse med bergverksvirksomhet er det særlig lovgivningen om vern mot forurensninger som er aktuell.

Før vassdragsloven av 1887 manglet man praktisk talt lovbestemmelser om forurensning av vann. Det var gitt enkelte lover om avfall fra sagbrukene. Men disse tok hovedsakelig sikte på å forebygge oppgrunning, særlig i havnebassenger. - Lov om sunnhetsvesen av 16. mai 1860 ga dog en viss adgang til å gripe inn mot slik forurensning av vann som kan *«indvirke skadeligt paa Sundhedstilstanden»*.

Den lovkommissjon som la grunnlaget for vassdragsloven av 15. mars 1940 la vekt på at det var vanskelig for de enkelte interesserte å ivareta sine interesser, og at beskyttelsen av vassdragene mot skadelig forurensning derfor var et anliggende som naturlig falt innunder det offentliges omsorg.

Vassdragsloven fikk i § 48 en generell bestemmelse om at ingen kunne slippe ut i vassdraget *«ting som kan ha skadelig innvirkning på vannet»*. Videre hadde loven i § 49 en særbestemmelse for industri (herunder bergverk) som omhandler utslipp av urent vann, væsker og gass. Den gjaldt også utslipp i grunnen når grunnvannet kunne bli skadet. § 50 nr. 2 fastslår at selv om tillatelse er gitt, plikter den som foretar utslipp å erstatte skade som voldes annenmann med hensyn til eiendom og rettigheten, såfremt skaden er av noen betydning.

Ordningen *«utslippstillatelser»* starter ved denne lov. Flere bergverk har hatt utslippstillatelser etter vassdragsloven.

Den 26. juni 1970 fikk vi en ny lov om vern mot vannforurensning. I Ot.prp. nr. 68 (1968-69), side 1, spalte 2 uttales det at det vesentlig nye er at sjøområder trekkes inn, og at det opprettes tilsynsmyndighet som kan gripe inn ved påbud og forbud for å forhindre eller begrense forurensning. Proposisjonen nevner at de nye bestemmelser ikke betegner noe brudd på de nåværende bestemmelser, men inneholder slike endringer og suppleringer som utviklingen har gjort nødvendig. Stort sett må vel dette sies å være riktig, og dette er naturligvis et moment som må tas i betraktning i forbindelse med lovens bestemmelser om eldre virksomheter.

Arealfordeling i Orklas nedbørfelt

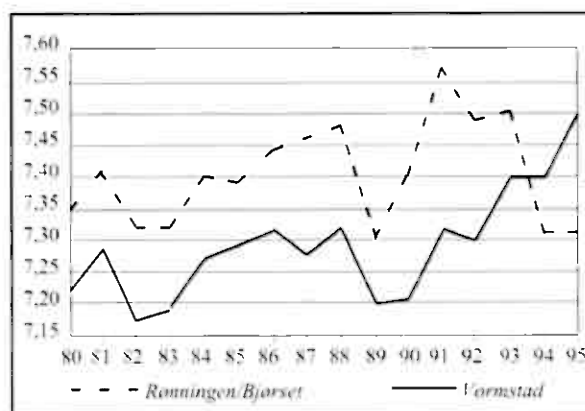
	Tettsted	Dyrket	Skog	Innsjø	Annet (fjell, myr) etc.	Total
km ²	8,1	108	1187	31	1387	2721
%	0,3	4	43,6	1,1	51	100

4.2 Vannkvalitet

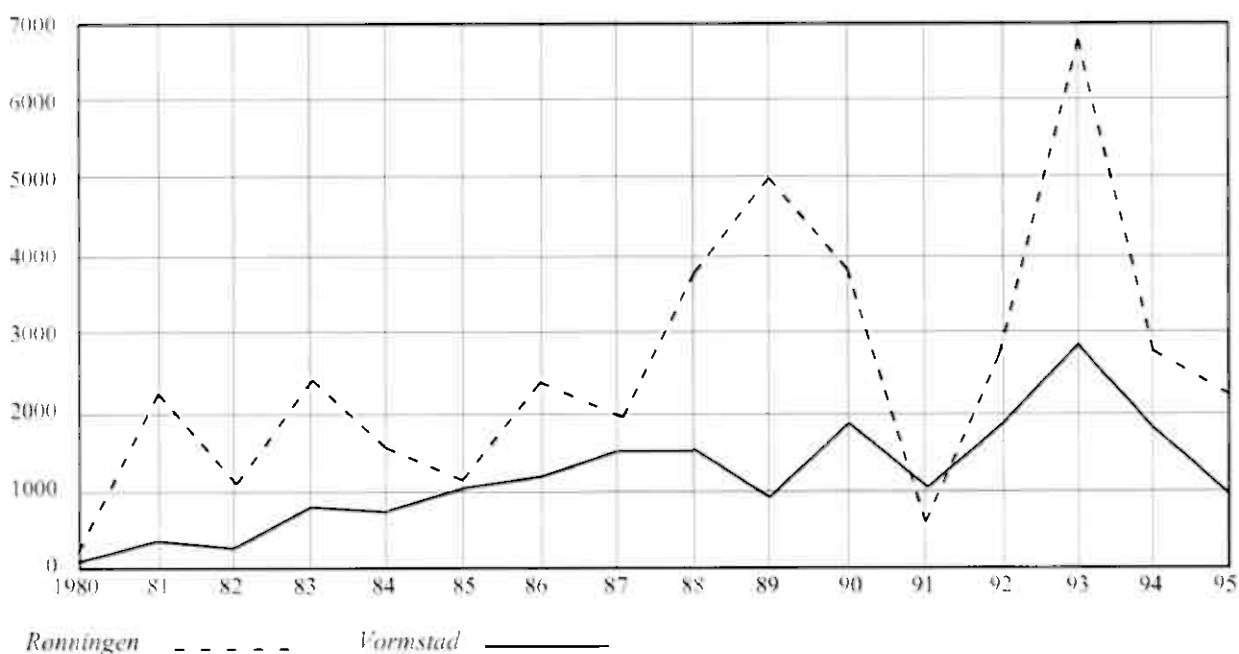
Berggrunnen i Orklas nedbørfelt er hovedsaklig sedimentære bergarter fra kambro-silur. Disse inneholder kalk og fra naturens side er elvevannet således svakt basisk, pH 7,2-7,6. Vannets surhetsgrad, pH-verdiene, reguleres ned noe av sur nedbør og gruvedrift. Men selv nedenfor Raubekken utløp senkes ikke pH-verdiene mere enn 0,2-0,3 pH-enheter. pH-verdiene i elven er således gunstig for produksjon av fisk, idet forholdene for bunndyr og alger er gjennomgående gode. Målinger utført av NIVA viser følgende tall for elven i perioden 1980-95. Ialt syv stasjoner er målt. Yset, Stai, Brattset, Hol, Meldal, Rønningen og Vormstad. I dette hefte viser vi bare de to siste, én ovenfor Raubekken utløp i Orkla elv (Rønningen), og én nedenfor (Vormstad).

Som nevnt tidligere er produksjon av mat for yngel og større fisk en viktig faktor for utvikling av fiskebestanden. Forurensningens mulige skadevirkninger for elven som oppholdssted for laks og ørret ved ødeleggelse av næringsorganismer er ved flere anledninger blitt nøye undersøkt, først under laksesaken i '30-40 årene. Ekspertene har noe delt syn, men trolig er algeveksten

og opphold av næringsorganismer noe redusert nedenfor utløpet av Raubekken. Fra midten av '70 årene har også NIVA undersøkt dette. Slik nedenforstående figur viser har disse bunndyrarter tatt seg opp nedenfor utløpet av Raubekken og gitt særlig yngel bedre oppvekstvilkår i denne del av elven.



pH i Orkla 1980 - 1995



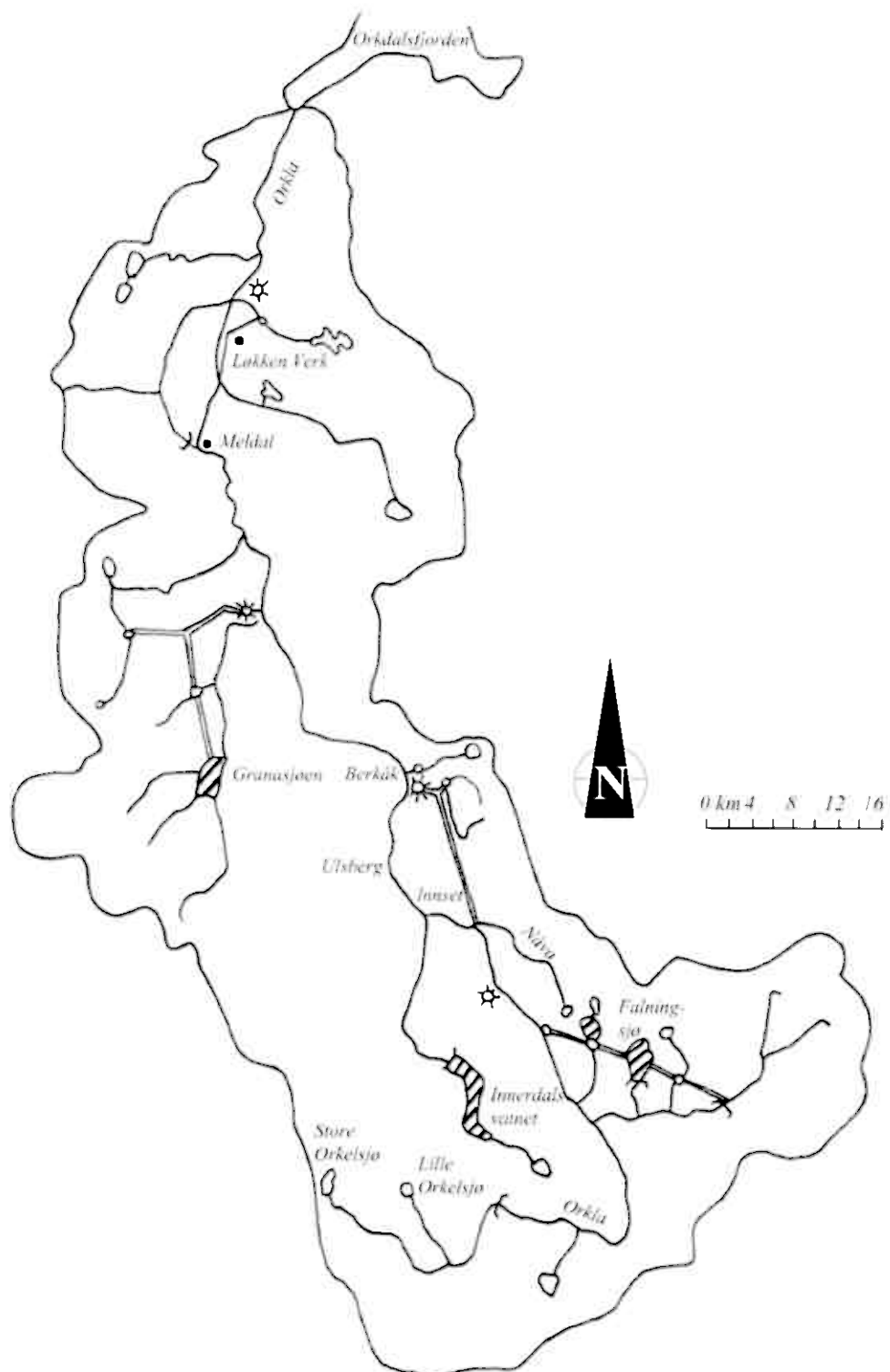
Bunndyr i Orkla 1980 - 95. Provene omfatter døgnfluer, fjærmygg, steinfluer, vårfluer og øvrige arter.

4. Orkla elv

4.1 Nedbørsfelt

Orkla har sitt utspring ved Store Orkelsjøen på fjellet mellom Oppdal og Kvikne. Den renner først østover mot Kvikne og følger så dalføret, Orkladalen, ned til sjøen ved Orkanger. Elven har flere tilsig av elver og bekker, Yå, Grana, Resa, Skjerva, Raubekken, Svorka og Vorma.

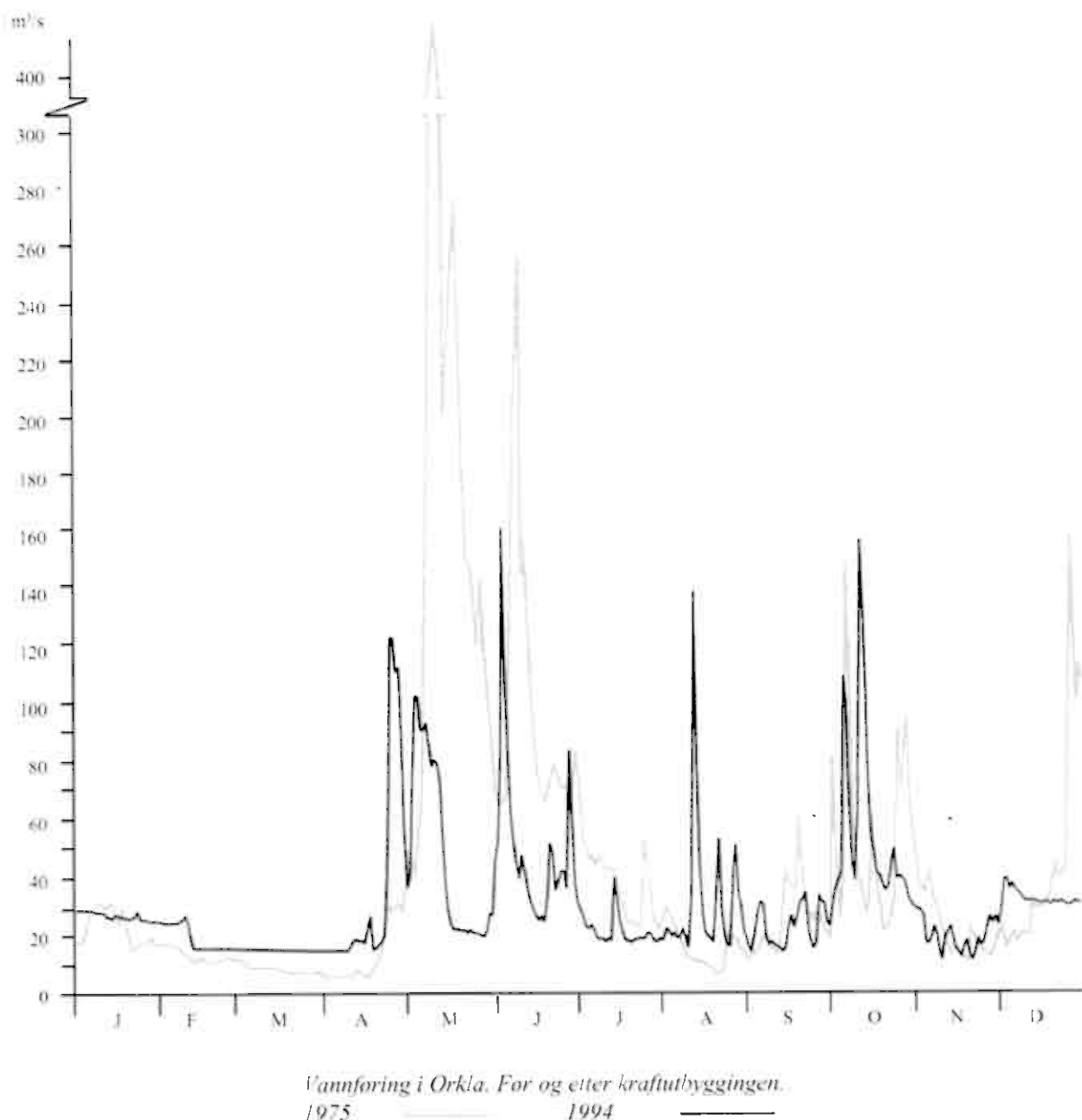
Orkla-vassdraget i Oversiktskart



Svorkmo Kraftverk ble igangsatt i juli 1983. Raubekken ble ført inn på tunnelen i november og Svoika i desember 1983.

Vannføringen i Ya og Falinga ble redusert i forbindelse med begynnende magasinering i august 1984. Ulset Kraftverk ble satt igang våren 1985.

Etter utbyggingen ble vannføringen fordelt bedre over hele året og flommene ikke så store.



Ved kraftutbyggingen ble store deler av vannføringen ført i tunnel mellom Bjørset og Svorkmo, slik at vannføringen i Elvadalen ble mindre. Samtidig ble Raubekken også

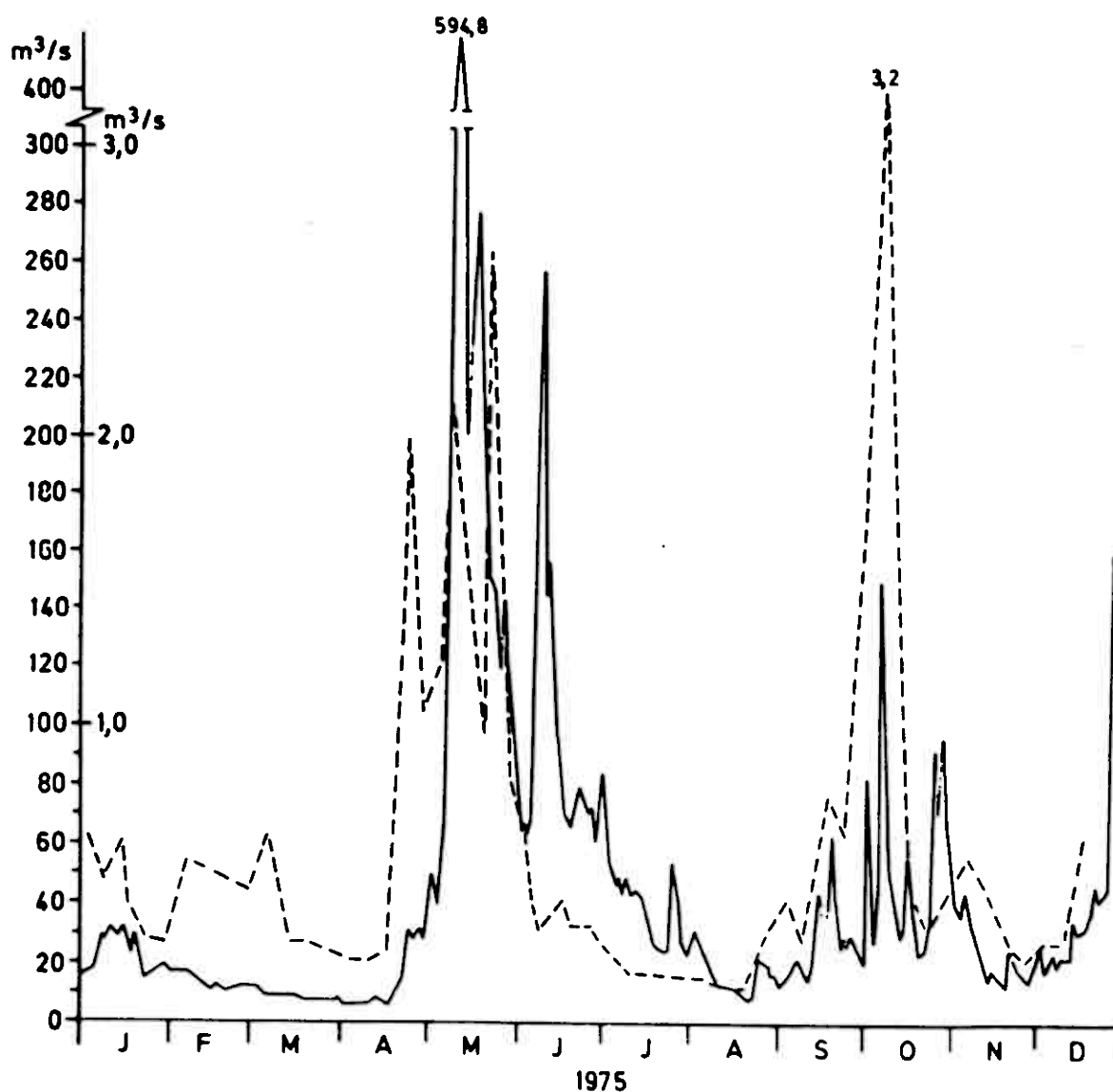
ført inn i tunnelen ved Jordhus slik at Raubekkens gamle utløp i Orkla ble flyttet fra Rønningen til nedenfor Svorkmo.

4.3 Vannføring - regulering

Helt frem til først i '80-årene var elven ikke regulert. Før kraftutbyggingen var vannføringen varierende med store vårflokker og dessuten flere andre flommer i regnperioder. Vintervannføringen var som regel liten.

Vannføringskurver før utbygging:

---- Raubekken
— Orkla



Vannføring i Orkla og Raubekken

Fra 1980-1985 ble elven med tillopp regulert ved at Kraftverkene i Orkla (KVO) bygde ut flere kraftverk fra Kvikne til Svorkmo.

Grana Kraftverk ble satt i drift 1. mai 1982.

Orkla, ved Dølva (Kvikne), ble 1. mai 1982 overført til Innerdalen hvor vannet ble magasinert (Innerdals-

magasinet). 1 september 1982 ble Littlefossen Kraftverk satt i drift. I oktober 1982 ble Garåa ført inn på tunnelen til Littlefossen Kraftverk.

Brattset Kraftverk ble satt i drift i september-oktober 1982. Nåva, Stavåa, Dølåa og Ulvassåa ble ført inn i tunnelen i september 1982.

laks og sjo-orret etter nærmere bestemmelse av Landbruksdepartementet i h.t. Kgl. res. av 4. mai 1934. Ved skrivelse av 28.05.34, jfr. tidligere skrivelser av 06.05.32, har departementet truffet bestemmelse om at fiskeristyret kan gi pålegg til enhver som i årets løp har fisket laks eller sjo-orret innen utgangen av oktober måned å sende skriftlig oppgave over utbyttet av fangsten. Slik oppgaveplikt gjelder for Orkdal fiskeridistrikt. Dette er delt i kretser. For hver krets er det en fiskeribetjent som samler inn oppgavene fra eierne av fiskerettigheter og sender en rapport om fiskets utbytte til fiskeristyret.

Statistikken er ufullstendig. En ikke ubetydelig del av årets fangst blir ikke oppgitt. Den daværende fiskeri-inspektør Aagaard regnet således med ca. 48.000 kg for hele landet i 1939. Dannevig: Laks s. 25, mener at oppgavene er altfor lave. Fiskeri-inspektør Somme: årsmel-

ding 1946-47 s. 37 uttaler: *«Den som kjenner laks- og sjo-orretfisket vil vite at statistikkens tall ikke omfatter alt laksefiske. Det er sikkert betydelig kvanta som hvert år oppfiskes utover det statistikken viser. Det må allikevel antas at statistikken kan brukes som et relativt mål for den årlige fangst og at svigninger i fangsten fra år til annet blir ganske godt belyst ved tallene.»*

Redskapen eller kanskje rettere «agnet» har variert og de siste årene regulert ved lovgivning. Lovgivningen har også vært rettet mot sjøfiske. Som vi ser av statistikken har fisket tatt seg merkbart opp fra 1960. og med topp i slutten av 1980-årene. Orkla har blitt en ettertraktet sportsfiskeelv og mange fiskere fra inn- og utland prøver fiskelykken.

Statistikken for fisket, som tidligere var noe diskutabel, har blitt mye mer oppfulgt av fiskere og myndigheter.

4.4 Fisket i Orkla

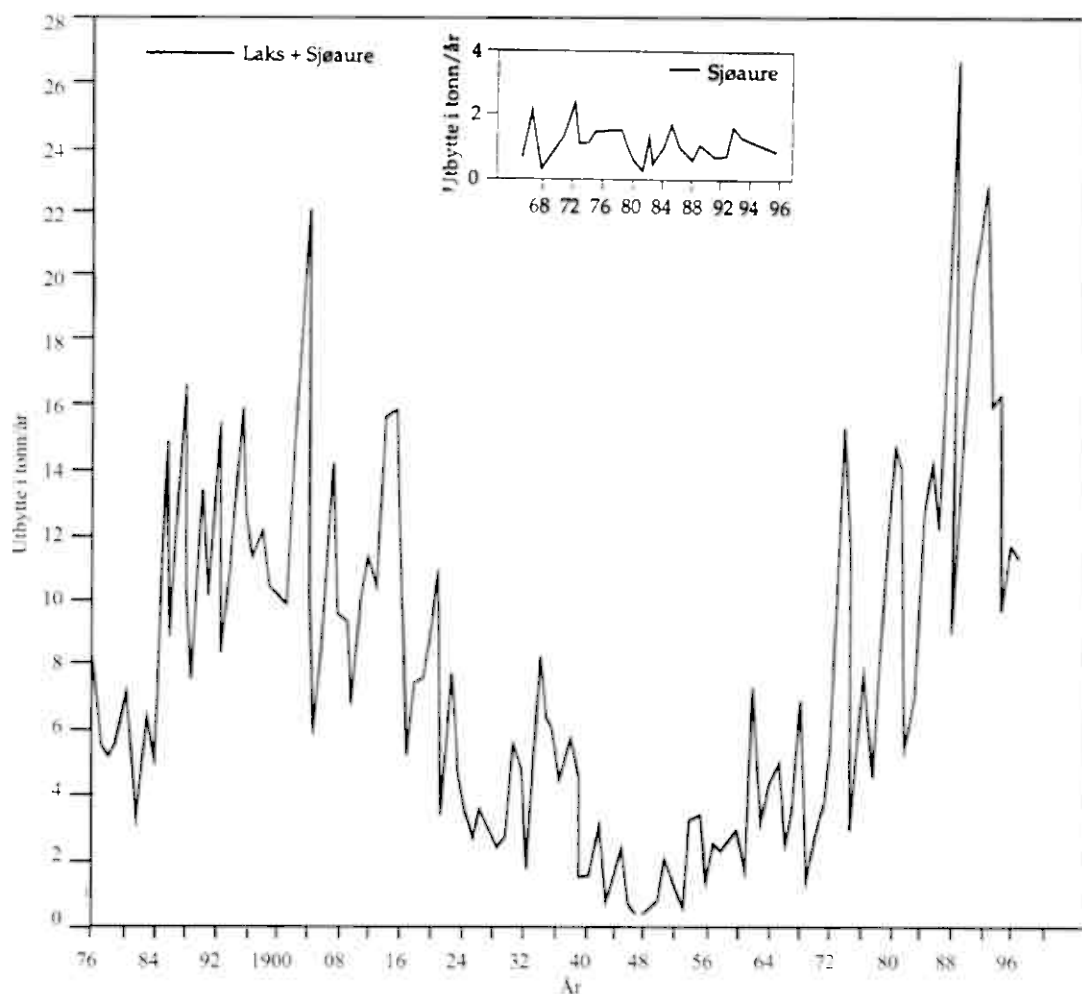
Laksen, som kommer til Norges kyster fra april måned og utover, tilhører en spesiell norsk laksestamme. Den gyter i ferskt vann i elvene. Gytingen finner sted i oktober - november på gyteplassene som i Orkla vesentlig finnes i Rennebu og Meldal. Fisker søker så langt opp i elven som den kan komme. Når gytetiden er inne trekker den seg litt tilbake i elven. Etter gytingen søker den utgytte fisk hurtigst mulig tilbake til sjøen. Under denne utvandring dør den ofte av avkrefteelse eller andre grunner. Det blir mot vinteren med liten vannføring og islegging av elven. Enkelte eksemplarer blir gående i elven vinteren over (vinterstøing eller vinterstoning). Ungene klekkes regelmessig i februar - mai. De lever i elven fra 2 til 5 år, vanligvis 3 år og vandrer så ut om våren. Etter et opphold i sjøen, som kan variere fra 1 til 3 år, unntakelsesvis lengre, søker den kjønnsmodne fisken tilbake til sin barndoms elv for å gyte. Den laks som i april - mai søker inn til våre kyster består praktisk talt bare av kjønnsmoden fisk. Det er derfor antatt at det her gjelder en gytevandring. Under denne gytevandringen er det laksefisket foregår. Det er den gyteferdige fisk som fanges. For laksestammens bestånd er det nødvendig at det ikke fiskes mere enn at de gjenværende i tilstrekkelig stort antall

kan komme opp til gyteplassene og få anledning til å gyte. Hvis også den fanges, fiskes eller på annen måte hindres i å gyte, kan man risikere at vår laksestamme, eller en elvs laksestamme, blir så forringet at den står i fare for å dø ut.

Sjø-orreten lever også det meste av sitt liv i sjøen.

Fisket etter laks og sjøorre har på 1900-tallet vært regulert ved lov. Dette gjelder både redskapsbruk og fredningstid. Frem til 1940-årene var det et utstrakt fiske med kastenøter og faststående redskaper i elven. Med forbudet mot kastenøtfisket i elven av 20. mai 1939 inntrer en ny situasjon, fordi fiskeutbyttet nu i sin helhet skyldes stangfiske. Forholdet mellom utbyttet av nøtfisket og stangfisket i Orkla for årene 1895 til 1945 fremgår av Knut Dahls artikkel i Fiskesport nr. 4 for 1946. Stangfisket er her beregnet i prosent av elvefiskets totalutbytte. I 1895 var stangfisket 3085 kg av totalutbyttet 15.817 kg eller 19%. I 1902, samme år grubens lenspumping begynte, var utbyttet av stangfisket 3.446 kg eller 21%, og det følgende år, 1903, elvens beste år, 3.551 kg eller 16%.

Etter lakselovens § 47, jfr. 1, 03.03.33, er det oppgaveplikt både for den som fisker og for den som omsetter

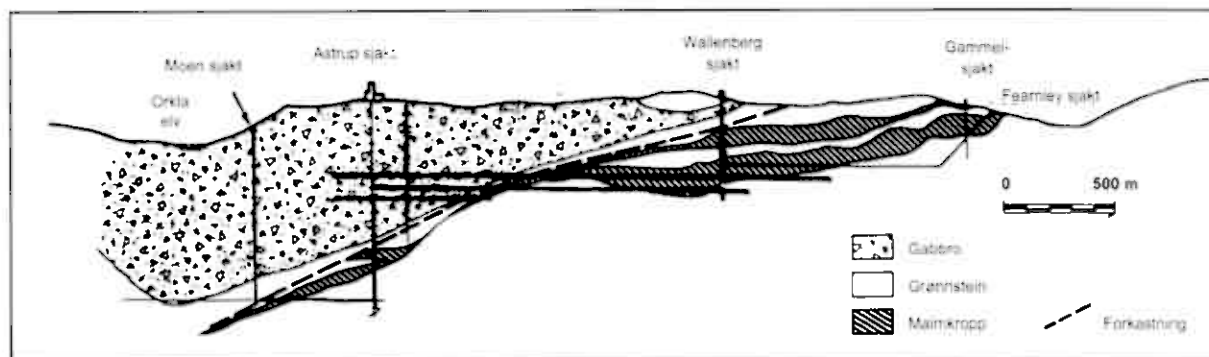


Fangststatistikk for laks- og sjøaure i Orkla elv 1876-1996

Det er antatt at lersleppen representerer en av de seneste tektoniske faser og er yngre enn malmens deformasjon.

I Løkken Grube kan det skilles mellom massiv malm og impregnasjonsmalm. Den massive malm har en meget finkornig struktur og er kjent for sin hardhet. Mineral-

innhold og gehalter varierer en del, men det er ikke funnet noen systematisk variasjon innen malmen. En gjennomsnittsanalyse av massiv Løkken-malm viser: 41,4% S, 36,5% Fe, 2,1% Cu, 1,9% Zn, 0,07% Co, 0,07% Mn, 0,04% As, 0,02% Pb, 0,01% Cd, 0,005% Se, 0,008% Ni, 19 g/tonn Ag, 0,2 g/tonn Au, 13,7% SiO₂.



Lengdesnitt av Løkken Gruber

Kismarkedet

Inntil annen halvdel av det 19. århundre var kobber det eneste drivverdige element i kisen. I denne perioden ble kisen rostet og svovetet sluppet ut i luften som svoveldioksyd. Den rostede kis ble smeltet i flere små smelteovner i dalen, og det produserte kobber var på tross av det primitive utstyr temmelig rent. Det ferdige produkt ble transportert med hest til Orkanger og endog til Trondheim for eksport.

I annen halvdel av det 19. århundre ble vurderingen av kisens verdistoffer helt forandret i og med behovet for svovel til fabrikasjon av svovelsyre og svovelsulfid ble det fra nå av og helt opp i mot våre dager hovedråstoff for svovelsyre i Europa.

Denne utviklingen hadde en avgjørende innflytelse på driften ved Løkken. Det ble satt igang et stort arbeide for å få anlegget i tidsmessig stand, og i 1910 ble grubedriften startet i industriell målestokk.

Til tross for økende etterspørsel oppsto det omkring 1920 overproduksjon av kis i Europa, idet elementært svovel nå i stadig større mengde ble importert fra USA. For å møte konkurransen fra elementært svovel gjennomførte selskapet i en tiårsperiode et forskningsprogram, som resulterte i Orkla-prosessen, en metode for fremstilling av elementært svovel og kobbermatte av kobberholdig kis. Denne prosess dannet basis for bygging av et smelteverk i Thamshavn som kom i drift i 1931. Grubedriften hadde dermed fått to ben å stå på. Ved siden av å være Norges største kiseksportør ble det også produsert rensvoel og kobbersten. Driften ved smelteverket varte til 1962 og i denne perioden kan man si at kismelteverket hadde vært en forutsetning for opprettholdelse av grubedriften på Løkken Verk da det ikke var stort nok marked for kisen som sådan. Fra 1962 og frem til 1974 ble hele produksjonen eksportert som finkis til roste- og ekstraksjonsanlegg på Kontinentet. For produksjon av eksportkis i denne periode ble råmalmen synkflyt-behandlet først i Stråssa-renne og senere i Wemco-

trommel. Rensmalmen ble nedknust til -4 mm i Gyrdiseknusere. De fineste fraksjonene av malmen ble anrikt ved bulkflotasjon og konsentrater tilblandet finkisen.

Forholdene på kismarkedet har variert fra høykonjunktur til depresjon og omvendt. Produksjonsprogrammet har vært tilpasset konjunktorene. Fra omkring 1970 begynte avsetningsvanskeligheter for finkis å melde seg i det våre kunder la ned sine kistrøsteanlegg og gikk over til rensvoel som råstoffbasis. Prisen på elementært svovel hadde sunket til et meget lavt nivå, og miljøvernmyndighetene satte krav som det var vanskelig for kistrøsteanlegg å imøtekomme. Imidlertid var det i tide gjennomført omfattende forsøk med autogen-maling og selektiv flotasjon, slik at det i begynnelsen av 1973 kunne fremlegges et prosjekt for overgang til selektiv flotasjon. Det nye flotasjonsanlegg ble satt i drift 01.10.74 og produserte kobber- og sinkkonsentrat, mens svovelsulfidfraksjonen ikke kunne utnyttes økonomisk og oppbevart sammen med avgangen i en kunstig dam i Bjøndalen. Denne produksjonsprosess fortsatte frem til juli 1987 da grubedriften ble nedlagt.

Malmforekomsten på Løkken ble åpnet ved dagbrudd og senere ved Gammelsjakt og Fearnley sjakt lengst i øst. Grubedriften har stadig avansert mot større dyp, og anlegg av nye og dypere sjakter har vært nødvendig.

Wallenberg sjakt

som er en 450 m dyp loddsjakt med et tverrsnitt på 24 m² har fra 1916 til 1975 vært grubens hovedsjakt. For malmtransport var installert et to-trommel-spill. Motoreffekten var 550 kW og heiskapasiteten 250 tonn/time. I bunnen av sjakten var det plassert en knusestasjon med to Buchanan kjeftknusere. Malmen ble her nedknust til -180 mm. I Wallenberg sjakt ble det frem til 1983 transportert mer enn 20 millioner tonn malm og berg.

5. Løkken Grube

5.1 Malmforekomsten

Lokalisering

Løkken Grube ligger på Løkken Verk i Meldal kommune, Sør-Trøndelag fylke. Drift på malmforekomsten ble igangsatt i 1654 og grubedriften nedlagt i juli 1987. Avstanden til Orkanger er 28 km og til Trondheim 70 km. Fra Thamshavn til Løkken ble det i årene 1906-10 bygget jernbane, Thamshavnbanen.

Eierforhold

1654-1904	Mange forskjellige eierforhold - Partiepanter
1904-1974	Orkla Grube-Aktiebolag
1974-1980	Orkla Industrier A.s
1981-1987	Løkken Gruber A/S & Co.

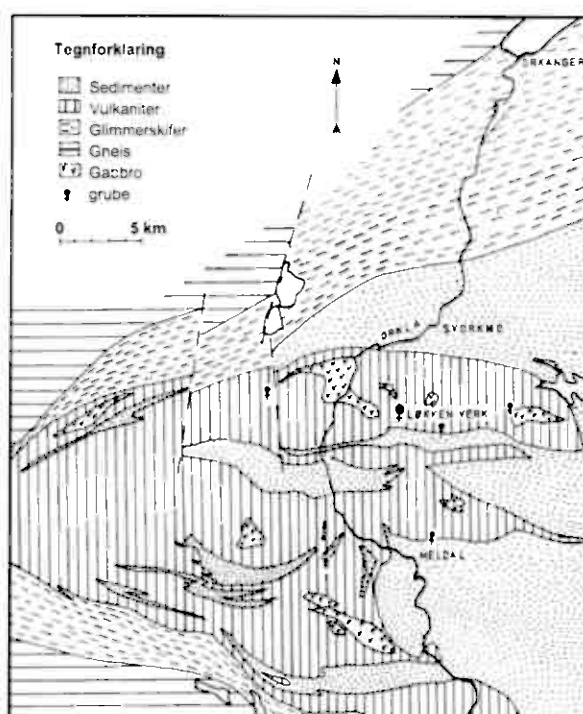
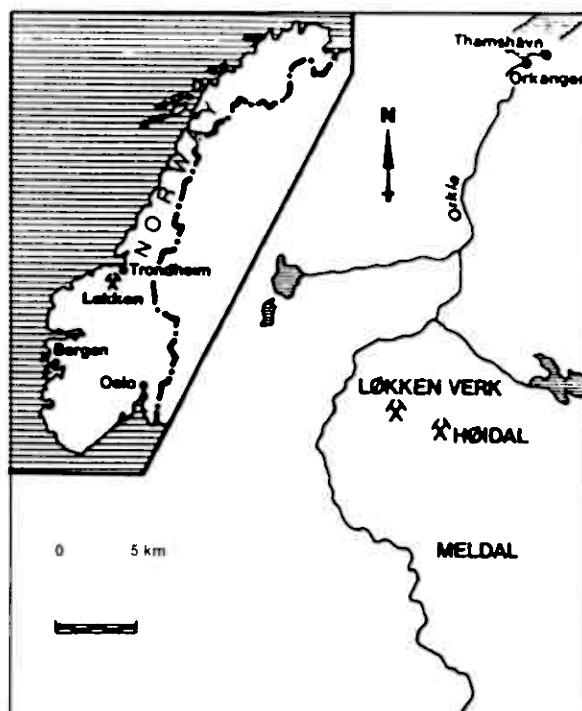
Fra årsskiftet 1980/81 overdro Orkla Industrier A.S halvparten av eierinteressene i Løkken Gruber til Outokumpu O.Y. og samtidig ble driftsselskapet Løkken Gruber A/S & Co. opprettet, eiet 50% av hver av de forannevnte selskaper. Løkken Gruber A/S & Co. fikk driftskonseksjon av 18.12.81 og overtok alle rettigheter og forpliktelser med grubedriften. For 1980/81 hadde grubeselskapene ikke bergverkskonseksjon.

I 1986 fusjonerte Orkla Industrier A.S med Borregaard A/S og selskapet Orkla Borregaard A.S ble derved eier av 50% i Løkken Gruber A/S & Co. I brev av 29.05.87 meddelte bedriften hjemfall til Staten ved Næringsdepartementet fra 01.07.87.

Geologi

Løkkenfeltets geologi er for en stor del bygget opp av vulkanske bergarter. Disse består vesentlig av subma-rine, basaltiske lavabergarter med en del tuffer og agglomerater. Innenfor lagrekken opptrer også sedimentære lag som jaspis og pyritt-svartfelds (vasskis). Bergartene kan grovt inndeles i to hovedgrupper; en nedre gruppe med vesentlig tykke, massive lavaer og gabbro og en øvre gruppe med veksling mellom lava, tuffer, agglomerater, vasskis og jaspis.

Lengdesnittet av Løkken Grube viser forløp mot dypet. Over forekomsten går en markert lersleppe som representerer et glideplan hvor det har vært en viss bevegelse. Gabbro er den dominerende bergart over lersleppe.



Geologisk kart over Løkken-feltet

For å smelte malm fra gruben ble det straks anlagt en smeltehytte ved Svorkmo. Der var det fossefall til drift av blåsebelgen. Men de nye malminn på Løkken gjorde at produksjonen økte og Svorkmo-hytten hadde ikke nok kapasitet. Etter at driften hadde pågått i 8 år, ble det derfor bygd en smeltehytte ved Nyplassen. Der var det også fossefall og vidstrakte skoger. En fulgte den gamle regel å frakte malmen til kullene, ikke omvendt.

Ved begge hytter bygde verket kirke og opprettet skole. 60 år før bygden fikk ordnet skolestell.

Malmbrytingen foregikk med fyrsetting. Krudd ble brukt ved avsenkning av sålen. Inndriften var liten, 1 m pr. måned ved ortdrift. Men ortene var store, gjerne 3 m brede og til tider mer.

Ned til 150 m dyp foregikk malmheisingen med gjepel og hestevandring. Fra større dyp ble malmen heist med vannkraft fra et overfallshjul med 10 m diameter. Kraften ble overført til sjakten med stangfelt som driver heisehommen og gruvenpumpene.

Omkring år 1700 var det ca. 200 mann ved verket, hvorav ca. 100 arbeidet i gruben.

Produksjonen de første 30 år fra disse tre gruvene var 254.000 td smeltet malm og produsert 2.488 t kobber. Disse første tre år betegnes som en glansperiode. I 1703 ble Overgruben «Gottes Glück» innstilt, mens driften fortsatte videre nedover i de andre gruber. På dette tidspunkt var driften nådd Stollsålen, senere kalt Fagerlisålen.

Bergassessor Dreijer kaller Løkken Gruber's gang for «noget nær enestående». Han karakteriserer forekomsten, ut fra sin tids syn, som en mektig kisgang med kobberertz. Driften utover på 1700-tallet varierte en del. Det var flere kriger, vi husker Armfelt's felttog, som også berørte de Midt-Norske gruber. Det var i året 1718, Løkken Kobberverk hadde sitt eget bergkorps på 100 verksarbeidere, som da var i felten i to måneder. Formodentlig bidro de til at verket ikke fikk besøk av svenskene, men en svensk patrulje kom til Meldal kirkebygd, og Kvikne og Røros Kobberverk ble plyndret.

I 1777 var driften nådd 166 m under dagen. På denne såle kalt «Bunnsålen» traff en kis med noe varierende kvalitet. Men etter 22 m drift i Glückauf-orten støtte man på en vannåre som raskt satte de nederste drifter under vann. Vannlensingen fra gruben var ikke god nok for å takle dette innbrudd av vann. Inntil da hadde ikke gruben vært direkte vannsyk. På fire av tretten såler var det anlagt vannsummer. Hovedsumpen eller Fortuna-sumpen var anlagt på Nedre Fredriks IV's såle. På Hulbek-sålen var det to mindre summer. Dessuten hadde en «Vandkios»-sumpen på prins Kristians Øvre såle, og en sump på Jemtlands-sålen. Vannet som samlet seg i synkdriftene ble håndpumpet opp i disse sumpene. Det ble pumpet fra «Bergmands Håp»-orten på Glückauf-sålen til hovedsumpen og derfra til Glückauf-sumpen. Fra disse sumpene ble så vannet ledet til «Rigtsjakten's» (Gammelsjakten's) pumpesystem hvor «leehradet» i etapper løftet vannet opp i dagen.

Tapet ved å stanse driften på de dypeste, ennå ikke oppførte partier ble skjebnesvangert for den videre drift. En klarte å holde vannet 22 m over bunnsålen med det vannlensingssystem som var til disposisjon. Følgen var at en måtte vende tilbake til gjenstående kobberfattede par-

tier i grubens forskjellige midtre og øvre partier. Den alminnelige oppfatning var at det gikk mot slutten med Løkken Kobberverk. Tross dette fortsatte driften av kobbermalm frem til 1844 og den siste smelting til 1845.

På den tiden driften ble innstilt, var M.V. Sinding bergmester i det Trondhjemske distrikt. Han var en pioner for omleggelse av bergverksdriften til også å nyttiggjøre svovelkisen. Bl.a. var han med på å anlegge Lysaker kjemiske Fabrik for fremstilling av svovelsyre av kis.

Etter seks års stans i driften begynte man en beskjeden bryting i de øvre partier i Løkken gruve samtidig som det ble utskidet kis fra berghaldene. I 40 år fortsatte en beskjeden drift på ca. 70 tonner kis pr. år. Kisen ble om vinteren kjørt med hest til Orkdalsøra, som var eksporthavn. På denne tid (1858) hadde Orkedal Mining Co. begynt grubedrift på Dragset og Hoidal slik at det var en livlig transport nedover til Orkanger.

Løkken Grube ble ikke helt lenset for vann i denne periode. Mye var i forfall, og videre drift var det mange som ikke trodde på. Svovelkis-driften ble innstilt i 1891.

Foredlingsmetodene i hele perioden 1654-1891 besto først og fremst i å drive selektivt i gruben. I kobberperioden ble svovelkis-partier gjensatt og omvendt, fra 1851-91 da svovelkis ble produsert. I tillegg ble malmen etter den var bragt opp i dagen skeidet, dvs. at gråberg og svovelkis ble håndplukket fra kobbermalmen og lagt opp i store berghalder. I hele driftsperioden 1654-1891 regner en at det er opplagt ca. 445.000 tonn i de store berghalder nord for nåværende vaskeribygning.

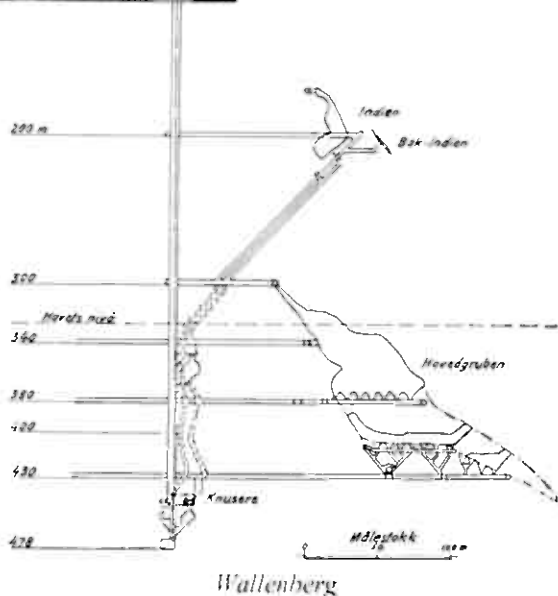
Den totale kobberproduksjon i perioden 1654-1845 er beregnet til 11.300 tonn. I perioden 1851-1891 er det produsert 13.280 t svovelkis, 42-45% S og 1300 t kobbermalm med 5-6% Cu.

Perioden 1900-1930

Forfall i grubene, men bergfolk hadde fortsatt tro og håp. Bergmester Poul Holmsen konkluderer med at driften må tas opp igjen med moderne driftsmidler. Bergmester Ole N. Hagen skriver at det var ham «maktpåliggende at konstatere at man i Løkken Grube står overfor en ualmindelig stor forekomst, der kan muliggjøre endog en betydelig bergverksdrift». Professor dr. J.H.L. Vogt omtaler i sine artikler om bergverksdriften i det Trondhjemske «Løkkenforekomsten, den største kisforekomst som til nu er påvist i vårt land». Driftsbestyrer Holm Holmsen's «Ore in sight» rapport 1904 anslår malminn til å være 1.665.000 tonn.

Da Orkedals Mining Co. overtok gruben i 1896 ble det ganske snart forberedt en tomning av gruben. Den tekniske utvikling hadde gjort det mulig å skaffe mekanisk og elektrisk utstyr til dette formål. Det ble også drevet en stoll fra dagen til Gammelsjakten på Fagerlisålen nivå. Denne stoll passerte 20 m med god kis. Fra 1902 - 1903 ble gruben tomt og prøvedrift var igangsatt. Dette kunne føre til at de ovenfor nevnte uttalelser ikke bare var basert på tro og håp, men også med bergkyndig bakgrunn og besiktigelse av grubeområdet.

I 1904 ble Orkla Grube-Aktiebolag stiftet. Malmletingen ble intensivert og nye metoder tatt i bruk. Lange diamantborhull fra dagen og ned mot malminnforekomsten gjorde letingen mer effektiv og store mektigheter av



Brytningsmetodene på Løkken har vært preget av malmforekomstens store mektighet, kisens usedvanlige hårdhet og hengens stabilitet. Helt fra 1917 er malmen i Fearnley- og Wallenberg grubeområder blitt brutt ved tverrgående magasinbryting og etterfølgende skivebryting etter langhulls-bryting av pillarene.

Magasinbredden var vanligvis 16-19 m og pillarbredden 8-11 m. Underfaringen var skraporter ca. 10 m under malmliggen med tappetrakter til begge sider. Den brutte malm ble tappet eller skrapet over til styrtorter som munnet ut på hovednivåene. Horisontaltransporten på hovednivåene foregikk ved hjelp av 2 m³ Granby-vogner og elektrisk drevne lokomotiver.

Astrup sjakt

færdigbygget i 1972, ble grubens nye hovedsjakt. Denne er også loddsjakt og har elliptisk tverrsnitt på 11 m² og et sjaktdyp på 1050 m. Det ble installert to heiseanlegg i sjakten, en hovedheis for malm-, material- og persontransport og serviceheis. Begge heisene er av type friksjonsheiser med enkel fordring og motvekt.

Grovknuseren på nivå 945 var en kjeftknuser av type Morgårdshammar med inntaksåpning 1200 mm x 900 mm. Derfra gikk malmen via en silo til nivå 965 m hvor påmating til heisskipen foregår.

Brytningsmetoden var langhullskivebryting. Skivene ble boret opp 4 stk. langhullrigger, delvis elektrohydraulisk og delvis pneumatisk drevet. Lastesystemene ble drevet med 3 stk. elektrohydrauliske og pneumatisk ortrigger. Lastingen utføres med 6 stk. diesel last- og bærmaskiner. Malmen ble kjørt fra lastesystemene til styrtorter som munnet ut på hovednivåene og derfra gikk transporten på nivåene frem til sentralsjakten med 2 og 4 m³ Granbyvogner og akkumulatorlokomotiver.

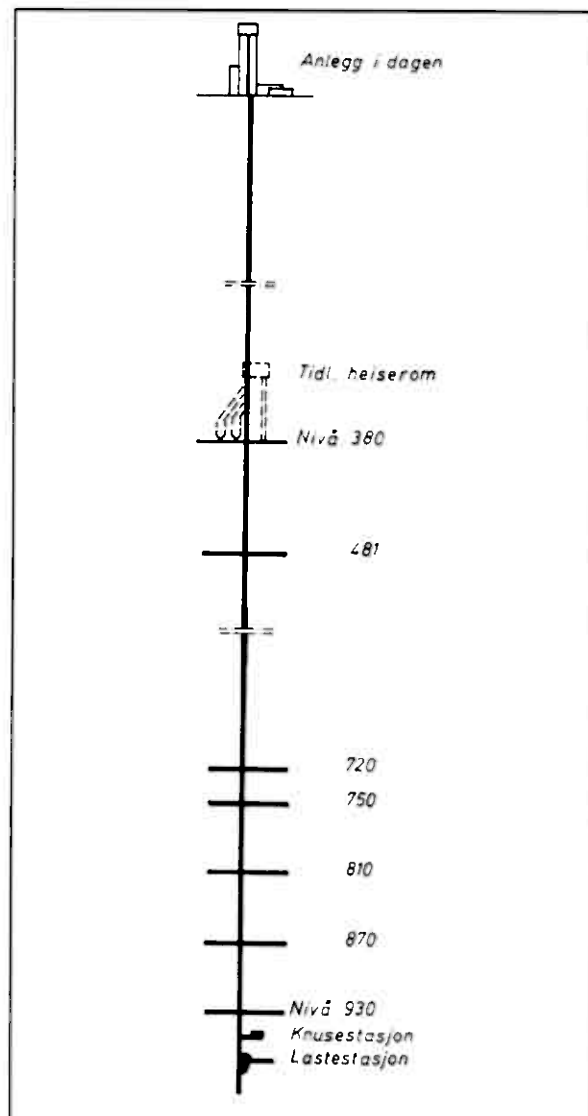
Etterhvert som driften avanserte mot dypet ble dieseldrevne dumpere tatt i bruk for malmtransport opp til knuser, likeså for deponering av gråberg i tomte brytningsrom.

5.2 Produksjon - produksjonsmetoder

Når det gjelder produksjon og produksjonsmetoder er det naturlig å dele den totale driftstid for Løkken Grube i perioder som nevnt tidligere.

Perioden 1654-1904

En skredder ved navn Lars Olufsen var på veg fra Lien til Snurruåsen og la seg ned til hvile på Bergugleåsen. Dette skulle bli første sted for gruedrift i Meldal ved at Overgruben «Gottes Glück» ble startet i 1656. I 1659 meddeler bergmester Tax at en ny gruve er funnet mellom gården Løkken og «Gottes Glück». Her brytes meget god erts og det er et «pent forråd for hånden». Gruven ble kalt «Badstu-gruben». I 1663/64 startet Nygruben også anmeldt av bergmester Tax.



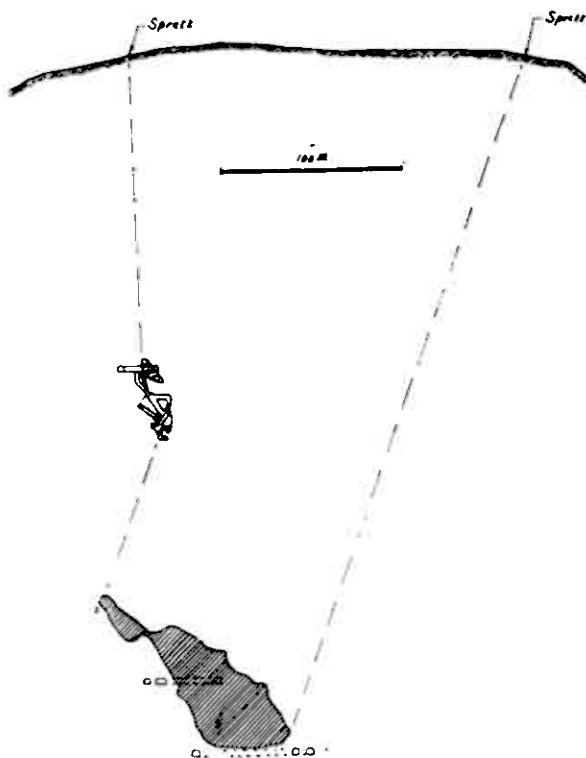
Astrup



Bilde fra slamdammen fra 1953

dammen øst for Raubekken anlagt. Et omstendelig anleggsarbeid ble utført. Raubekken, som tidligere gikk i flere buktninger, fikk et rett løp langs riksveien. En tetningsvegg mot bekken ble utført med opplegg av en kraftig steinmur. Mot steinen ble lagt fin masse, trolig mye leire, og en tett trevegg. Mot treveggen et lag med morene iblandet fin masse. Steingrofter ble laget i bunnen av hele arealet og loddrette trekasser skulle slippe ned overløpsvannet til Raubekken.

Det skulle være 1 m tykkelse på vannet over slammet. I den første tiden ble området delt i to slamdammer, A og B. Bare en var i drift ad gangen. En kommer tilbake til innhold og mengder under avsnittet «Sige vann 5.4».



Perioden 1931-1962

Etter en lengre forsøksperiode med smelting av kis ble smelteverket bygget på Thamshavn, og sto ferdig til bruk 28.11.1931. Produksjonen var kobbermatte, 35% Cu. og rent svovel. Slaggen ble delvis solgt og delvis lagt på sjøbunnen i Orkdalsfjorden. Råstoffet var stykk-kis fra Løkken. Produksjonen i anrikningsverket ble omlagt noe, i og med at smelte-kisen ble levert etter grovknusing, tykk-størrelse 150-40 mm. Den overskytende del ble fortsatt levert som finkis, men mengde kis for nedknusing (val-sing) ble mindre.

I gruben fortsatte produksjon fra strossene, men også pillarer mellom strossene ble tatt. Under krigen (1940-45) ble noe dårligere kis forsøkt levert. Produksjonen i perioden var stor i og med at smelteverket i 1936 ble utvidet for å ta imot mere smeltemalm. Den høyeste produksjon av kisprodukter ble nådd i 1937 (562.579 t), mens den falt mot slutten av 50-årene.

Gruben fikk store vanskeligheter i og med at gruberommene raste sammen der pillarene var tatt og gruberget raste etter helt opp til dagen. Dette hindret produksjonen fordi noe kis som sto ferdig til brytning ved Wallenberg sjakt måtte settes igjen. I tillegg økte innblanding av gråberg betydelig.

I oppredningsverket var flotasjon tatt i bruk i 1948. Noe av avgangen ble fort til slamdammen, mens den senere ble pumpet til Fagerlivann. Før 1948 gikk alt fin-gods, som i forrige periode til Slamdammen.

Skelding var fortsatt i bruk, men i tillegg ble det i midten av 50-årene etablert et synk/flyt anlegg, «Stripa-remma». Dette anlegg skilte gråberg og kis ved at gråberg fløt og kis sank ned i et medium med egenvekt 2.5.

I perioden ble også andre maskiner brukt for å rense råmalmen. Seismaskiner og jigger renset mellomgodset, gods som i kornstørrelse lå mellom flotasjon og smelte-kis. Frem til 1953 var 8 vaskemaskiner i bruk.

Mot slutten av 50-årene kom rensvoel på marke-det, og det ble vanskelig å konkurrere for svovel produ-sert fra kis. Smelteverket ble nedlagt 17.12.1962.

kobberrik svovelkis ble påvist. I 1912 var det kjente malmkvantum 2 mill. tonn. En forkastning av malmen var påvist i gruben og høsten 1913 kunne diamantboringen påvise malmen vest for forkastningen. Malmen lå 40-50 m lengre nede. Diamantboringen fortsatte og i 1920 var malmkvantumet beregnet til 17 mill. tonn.

I gruben kunne produksjonsmetodene effektiviseres. Dynamitten var kommet og boring med forskjellige typer berghormaskiner var igang. Malmen var fortsatt hard, tett og finkornig med kvartsinnblanding. Dette satte både utstyrsleverandører og bergfolk på en hard prøve. Ingeniørene reiste til USA for å studere grubedrift og kom tilbake med planer for avbygging av Lokken-førekomsten. Det skulle legges et mønster for hele malmførekomsten, med tversgående strosser, 16 m bredde og imellom strossene skulle -6-8 m pillarer holde hengen og gi stabilitet. Systemet var vellykket og stort sett kan en si at avbyggingen fulgte dette mønster i flere 10-år fremover.

Et nytt sjaktanlegg ble bygget i Fagerlia. Wallenberg sjakt sto ferdig i 1916. I tillegg ble Fearnley sjakt ferdigstilt, og et ruvende daganlegg bygd i forbindelse med det nye oppredningsverk i betong. Det første oppredningsverk som ble reist i tre 1908-1910 brant ned i 1911 og det nye i betong ble oppført i 1912-13. Alt i alt en storstilt satsing med store investeringer.

Malmproduktet som markedet forlangte var en finknust malm mindre enn 6 mm kornstørrelse. Renheten skulle også være god slik at gråberg måtte fjernes. Behandlingen av malmen i oppredningsverket (vaskeriet) ble derfor skeiding, knusing og vasking. Skeiding (håndplukking av gråberg fra transporthelte) foregikk på tre-fire plasser i verket. Første gang av grovknust råmalm. Senere etter at malmen ble spylt med vann, knust videre ned og siktet. Finknusing besto i denne periode vesentlig i valseverket, da finknuserne enda ikke var tilgjengelig i markedet. Siktingen delte malmen i fraksjoner. Det kunne være 6-8 vaskemaskiner som behandlet godset, en for hver av disse fraksjonene. Provevasking av malm tok til i august 1908, og det ble vasket ut 967 tonn renmalm. Vaskinen fortsatte i 1909 og antagelig i februar dette år ble slamdammen øst for Raubekken tatt i bruk. Vasking av malmen i vaskemaskiner fortsatte frem til 1917. Den 9. juli dette år ble den helt innstilt. Frem til 1925 var det ingen vaskemaskiner i bruk. I årene frem til 1932 ble enkelte nye maskiner forsøkt, med 1-2 maskiner i drift. Dette at man ikke brukte vaskemaskiner i denne forholdsvis lange periode berodde på at råmalmen var meget ren, og derfor liten effekt av vasking.

Det utstrakte vannforbruk i vaskemaskinene måtte føre til en klaredam der både gråberg- og kisparkler kunne synke ned, slik at forholdsvis rent vann kunne føres på Raubekken (overløp). For dette formål ble slam-



Foto fra 1907, slik så Lokken-dalen ut etter 250 års grubedrift.

Grubevannet spilte liten rolle for tungmetallforurensningen til Orkla elv i den første driftsperiode 1654-1891. Vannet var metallholdig også da, men gruben var liten, vannmengden beskjeden i forhold til Raubekken og Orkla.

Da driften ble gjenopptatt like etter århundreskiftet var gruben fylt med vann opp til litt over stollen som munner ut i Løkken-dalen. Lensing av gruben ble påbegynt i januar 1902, og pumping pågikk uavbrudt til august 1903, for gruben var tomt. Pumpekapasiteten var 2000 l/min og det ble som regel pumpet i tre skift pr. dogn. Under lensingen ble det fra grubevannet utvunnet en liten del av kobberinnholdet ved at vannet passerte et sementeringsanlegg fylt med jernskrot. Den totale vannmengden som ble pumpet var 775.000 m³. Vannet ble analysert og holdt i gjennomsnitt 45 g/m³. Vannet inneholdt således 34,9 t kobber. Den utvundne kobbermengde var ca. 10 tonn. Etter rensingen gikk grubevannet direkte på Raubekken.

Etter lensingen i 1903 er gruben alltid holdt lens ved pumping. Mengden av grubevann var stigende i takt med størrelsen og utvidelsen av grubearealet. I perioden 1903-1916 er det ingen sikre opplysninger, men det antas å ha steget fra ca. 25.000 m³/år til ca. 100.000 m³/år i 1916 og til ca. 190.000 m³ i 1934 som var et maksimum-år.

I gruben ble det laget pumpestasjoner ved hovedsjaktene. Da Wallenberg sjakt var drevet ferdig i 1919 ble det straks drevet en forbindelsesort på nivå 300 m i gruben mellom Wallenberg og Fearnley. Denne forbindelse ble etablert i 1921 og siden har grubevannet blitt pumpet fra Wallenberg til nivå 300 m, ført i renne til Fearnley og pumpet opp i dagen gjennom denne sjakten.

Siden 1927 er grubevannet renset og befridd for metallsalter av jern, kobber og sink og nøytralisert for

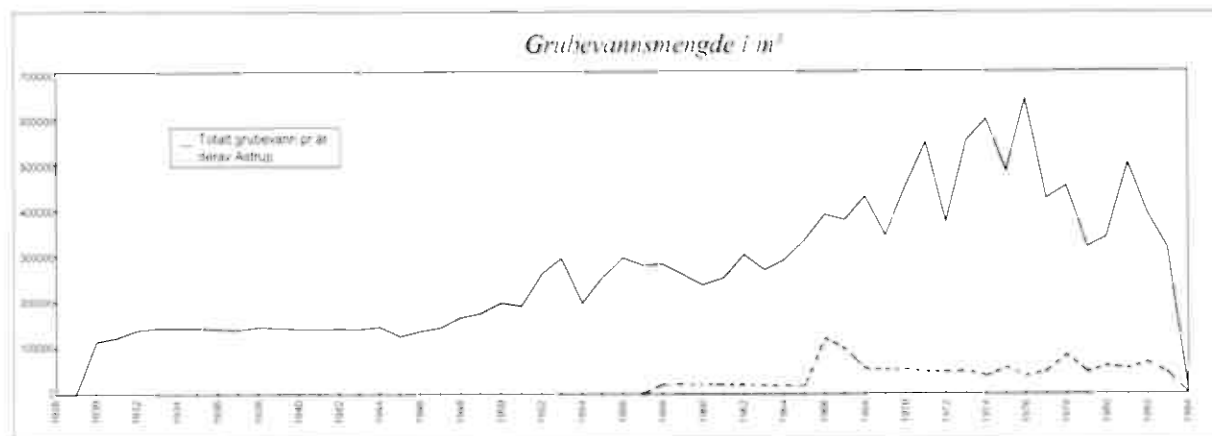
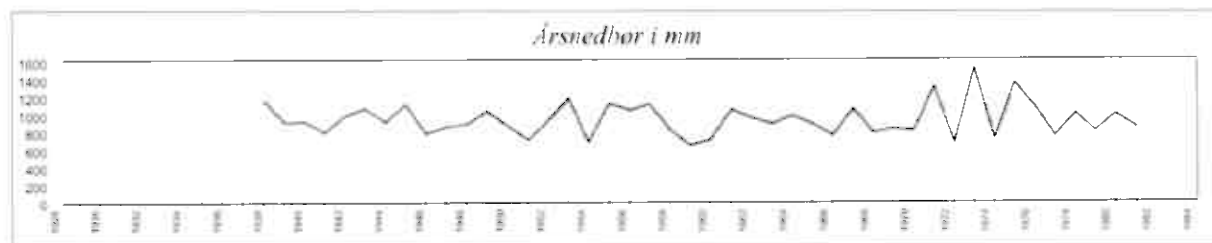
det er sluppet på Raubekken. I tiden 1927-desember 1928 skjedde fellingen med kalkstenmel og kalkmelk. I perioden desember 1928-mars 1935 ble det 3-verdige jern felt med kalkmel, mens kobberet ble felt med svovelvannstoff. Fra 1935 til høsten 1952 ble den første fellingsmetode med kalkstenmel og kalkmelk igjen benyttet.

Når grubevannet var befridd for metallsaltene ble det i tiden 1927 til 1946 tappet jevnt til en for renseanlegget spesiell slamdam, og overlopet herfra gikk på Raubekken med ca. 10 l/sek i den tid tappingen pågikk. I tiden 1927-1946 ble de av grubevannet utfelte metallsalter utskilt ved hjelp av filterpresse og lagt i opplag.

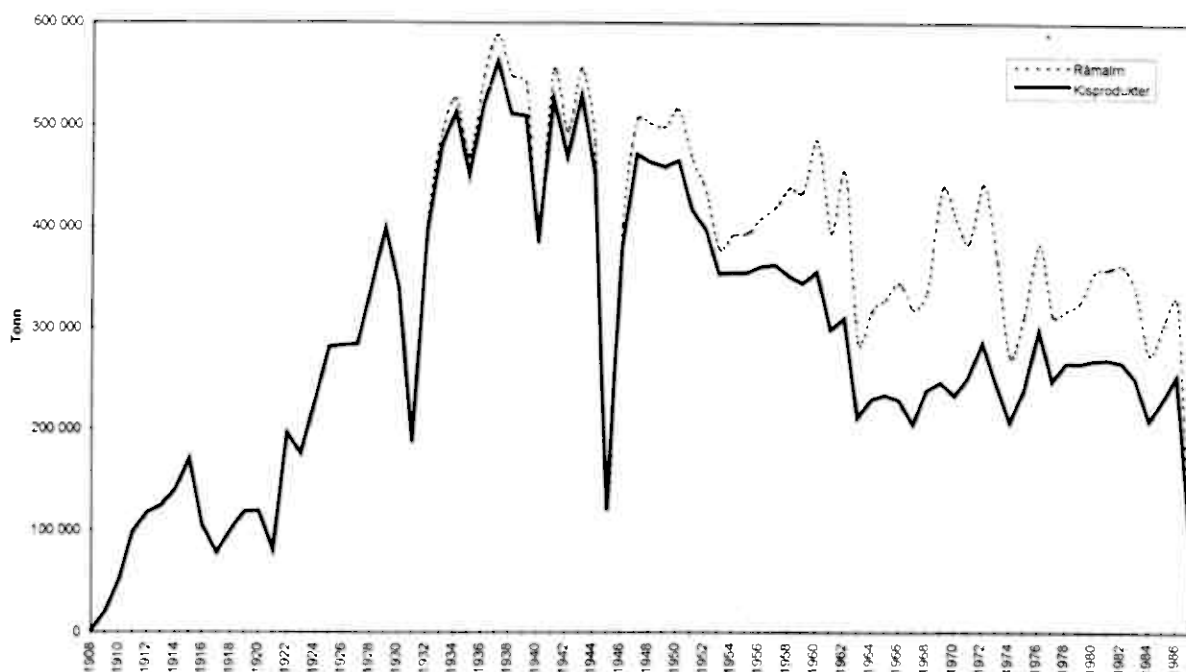
I perioden mai 1946 til høsten 1947 ble felling av 3-verdig jern foretatt i renseanlegget, mens felling av 2-verdig jern, kobber og sink ble foretatt på slamdammen med kalkmelk. Fra høsten 1947 til høsten 1952 ble all felling atter foretatt i selve renseanlegget og de utfelte metallsalter av jern, kobber og sink ble pumpet til et nytt smalbasseng ved Fagerlivann, mens det klare, rensede og nøytraliserte grubevann ble sluppet på Raubekken. Overlopet fra slamdammen ved Fagerlivann rente først ut i Fagerlivann og deretter ut i Bjørnlivann, hvorfra en bekk fører til Raubekken, nord for Løkken.

I de siste år etter 1950 er vanntilsiget i gruben øket idet det er oppstått sprekker i berget ved Wallenberg sjakt, hvorved nedbør i sprekkområdet renner ned i gruben gjennom sprekken.

Under vårløsningen i 1952 var mengden av grubevann så stor at man regnet med at renseanleggets kapasitet ville bli overskredet. Under vårlommen i perioden april-juli 1952 ble den overskytende vannmengde som renseanlegget ikke overkom å behandle, pumpet til slamdammen ved Fagerlivann. Ved enden av pumpeledningen passerte vannet et provisorisk fellingsanlegg,



PRODUKSJON FRA LØKKEN GRUBE 1908 - 1987



Perioden 1963-1974

Bedriften måtte igjen innstille seg på å levere finkis. De første par årene mindre enn 6 mm, senere mindre enn 4 mm. Produksjon fra gruben ble redusert betraktelig og nye finkusere måtte installeres i verket. Et nytt knuseverk ble oppført i 1969, inneholdende et nytt synk/flyt anlegg og nye finkusere.

I 1957 ble det diamantboret og funnet en forlengelse av hovedforekomsten mot vest. Dette førte til stor aktivitet i gruben, ortdriving for undersøkelsesboring og i 1960 kunne en ny sjakt påbegynnes fra nivå 380 m. I 1965 var denne ferdig med heiseanlegg ned til 1000 m.

Fremskredet var gråbergtilblanding stor i malm fra Wallenberg, men det nye synk/flyt anlegg gjorde en god jobb for uttak av gråberg. For å rasjonalisere driften ble den tidligere omtalte «nysjakt» forlenget til dagen og daganleggene ved Moshaugen anlagt. Sjaken ble døpt Astrup sjakt. I 1972 var et moderne sjaktanlegg i drift, og den nye kisforekomst i forlengelsen av den gamle, var oppboret og anslått til å inneholde 5-6 mill. tonn kobberholdig svovelkis.

Men markedet for finkis begynte å rakne og en overgang til selektiv flotasjon var uunngåelig.

Perioden 1974-1987

Et nytt flotasjonsverk for selektiv flotasjon ble oppført i 1973-74. Selektiv flotasjon betyr at kobber-sink og svovelkis floterer ut hver for seg. Den tidligere nevnte flotasjon innført i 1948 var en bulk-flotasjon der mineralene går sammen ut til konsentrat.

Ulempen var at svovelkis ikke var et salgbart produkt, på bakgrunn av at Løkken-kisen er så finkornig slik at svovelkisproduktet ikke ble rent nok. Det holdt for mye kobber og sink. Kobberkonsentrat og sinkkonsentrat lyktes det derimot å få rent nok.

Svovelkisen ble pumpet til et helt nytt damanlegg i Bjonndalen, en løflehøyde på 126 m fra anlegget. Dammen ble bygget tett med to lag av plast og godkjent fyllmasse, ialt er det pumpet opp 3,2 mill. tonn svovelkis. En vanntildekning på 1-2 m gjør at overløpet er temmelig rent og spiller liten rolle forurensningsmessig.

Grubedriften gikk tungt i midten av 70-årene med varierende kobber- og sinkpriser, og tyngende kapitaltjenester etter store investeringer. Det var derfor naturlig å søke etter samarbeidspartnere som kunne tilføre grubedriften kompetanse og bedre betingelser for salgsproduktet. Løddet falt på finske Outokumpu Oy som både hadde mange gruber og smelteverk for kobberkonsentrat. Fra 1981 ble Løkken Gruber A/S & Co. etablert, eid 50:50 Orkla-Outokumpu.

Selv med intens malming i og utenfor gruben lyktes det ikke å finne nye drivverdige forekomster. Den drivverdige malm i Astrup grubeområde tok slutt, og produksjonen ble stanset 10.07.87. En 333-års bergverks-historie var dermed tilendebragt.

Det gjensto dog arbeider med opprydding i driftsområdet og det endelige og avsluttende arbeid med tungmetall-forurensningen. Dette arbeid ble ferdig i 1996 og Løkken Gruber A/S & Co. slettet fra firmaregisteret i Brønnøysund.

5.3 Grubevann

Grubevann består av grunnvann som stadig siger inn i gruben, og vann som renner inn fra overflaten gjennom sprekker i berggrunnenn. I tillegg kommer driftsvann bl.a. fra boring og støvbekjemping. I gruben kommer vannet i kontakt med brudt kis og kisstov som delvis er blandet med metallsulfater, hovedsakelig av jern, kobber og sink. Disse metaller blir oppløst i vannet som derved blir «sur». Grubevannet har som regel en Ph rundt 2,4.

Den naturlige konklusjon av disse målinger må bli at dersom grubevannet kan føres ut på et noe større dyp enn nå, og uten at vannet er tilblandet bobler av luft eller gass, vil det høyst sannsynlig holde seg i dypereliggende vannlag uten å gi nevneverdig farging i overflaten.

På grunnlag av det foran anførte tillater vi oss å anbefale følgende:

1. *Grubevannet søkes ført ut på minst 15-20 meters dyp.*
2. *Det anbefales en hensiktsmessig anordning i forbindelse med utløpet som kan hindre at blærer av gass eller luft føres med grubevannet ned på dypet.*
3. *Utspeiding av grubevann med sjøvann (tårnlut) opphører.*
4. *Grubevannet vil antagelig best kunne ledes ut på større dyp ved hjelp av en (muligens to) grove armerte gummislanger.*
5. *Grubevannet søkes fordelt i dypet gjennom flere åpninger.*

Ved undersøkelser i 1949 og 1952 over bunnfaunaen i Orkdalsfjorden i det området som her berøres ble konstatert at dyrelivet i dybder fra stranden og ned til 30-40 meters dyp var meget fattig. Bunnens beste vesentlig av leir med H₂S-luktende slam. Noen bunnfauna av betydning som fiskerier fantes ikke. (Det vises forøvrig til de mere detaljerte rapporter fra dr. Sivertsen av 26/10-49 og 3/11-52). Selv om man må regne med at bunnfaunaen over et visst, likevel begrenset, område hvor grubevannet slippes ut vil bli skadelig påvirket, viser undersøkelsene at forholdene på forhånd er så dårlige at noen nevneverdig forverring ikke kan ventes om grubevannet føres ut på større dyp.»

Denne anbefaling ble gjennomført og forholdene bedret seg i så måte at de visuelle effekter av grubevannet forsvant.

De årlige kobbermengder som føres via rørledningen ned til Thamshavn varierer fra 350 til 580 tonn pr. år. Behandlingen ved smelteverket tar bort 25-50%. Etter nedleggelsen av verket i 1962 gikk alt grubevann ubehandlet ut i Orkdalsfjorden.

Orkla Grube-Aktiebolag etablerte tidlig et laboratorium på Løkken for analyser av malminprodukter. Allerede fra 1927 da rensing av grubevann startet var det nødvendig å følge med. Analysene ble utvidet til også å gjelde grubevann. Vannanalyser er vanskelig da mengder av giftige stoffer er som regel små, men laboratoriet fikk etterhvert anerkjennelse for sitt arbeid. Kontrollanalyser ved etablerte institutter viste seg å stemme god overens. Provestasjoner i Raubekken og Orkla ble etablert, og fra slutten av 1940-årene ble hundretalls analyser av vann utført hvert år.

Forholdene i elven forandret seg ikke vesentlig selv om grubevannsledningen tok bort grubevannet. Dette skulle tilsa at rensingen på Løkken frem til 1952 hadde vært tilfredsstillende. Men fordi mengde grubevann var sterkt stigende ville ikke rensemetodene klare dette volum og ledningen var derfor en nødvendighet.

Vi har bedt NIVA systematisere analysene for Raubekken og Orkla elv fra 1945-1975.

Selv om forholdene i elven Orkla til en viss grad kunne aksepteres, var alle enige om at utslipp til Orkdalsfjorden av giftige mengder kobber og sink var for stort. Men ingen hadde løsning på slike problemer, trass i utstrakt forskning og forsøksdrift.

1953-62 Grubevannets kobberinnhold ble utvunnet på Thamshavn ved utnyttelse av smelteverkets avgass.

1965 En flytende ionebytter demonstrert på en bergverksutstilling i USA. Systemet hadde tidligere vært brukt for uranutvinning og var nå tatt i bruk for kobber.

1966 Orkla tok kontakt med General Mills, USA, og laboratorieprøver utført på Løkken med LIX 64 ga gunstig resultat.

1967 Utstyr for et lite pilotanlegg ble innkjøpt og inngående forsøk ble utført på Thamshavn.

1968 Pilotresultatene ble diskutert med representant for General Mills.

1969 Kontakt med Power Gas, Stockton, England som kan påta seg bygging av anlegg for grubevannsutvinning. Forsøk med den forbedrede ionebytter LIX 64N utført i Stockton ga som resultat en omfattende rapport med beskrivelse og pristilbud for et anlegg.

1970-74 Bedriften fortsatte arbeidet med å finne en løsning for rensing av grubevannet.

I 1970 kom loven om vannforurensing. Dette førte til etablering av Miljøverndepartementet og Statens forurensingstilsyn, SFT. Loven ga bl.a. myndighetene mulighet til å stille krav til bedriftene ved eventuelle driftsomlegninger og kreve utslippstillatelse. Ved omlegging til selektiv flotasjon uttalte Statens Vann- og avlopskontor (en forløper til SFT) følgende i brev av 13.04.73:

«1. *Drensvannet fra graven tillates midlertidig sluppet ut i Orkdalsfjorden via eksisterende utslippsarrangement.*

2. *Bedriften skal innen 31.12.74 utarbeide og sende inn til SVA forslag til tiltak med sikte på å redusere tungmetallinnholdet i drensvannet fra graven. I denne forbindelse bør også eventuell oppsamling og behandling av sigevann fra gamlet bergvelter vurderes.»*

Bedriften fikk 1 år på seg til å utrede og legge frem forslag. Etter et intensivt arbeid kunne en i brev av 19.12.74 til Statens Vann- og Avlopskontor legge frem et prosjektforslag for å redusere innholdet av kobber og sink i grubevannet. Da dette brev markerer slutten på flere års arbeid og forskning gjengis sammendrag og konklusjoner i sin helhet:

hvor den nødvendige mengde kalkmelk ble tilsatt vannet i en treremme, hvorved metallsaltene ble utfelt og bunnfelt i slamdammen ved Fagerlivann.

Etter at mengden av grubevann var blitt større, ble det øket arbeid med rensing av grubevannet. I 1950 ble det besluttet å bygge en trerørsledning langs jernbanelinjen fra Løkken til Thamshavn for å kunne føre grubevannet til sjøs. Anleggsarbeid av trerørsledningen ble utført i sesongene 1951 og 1952. Rørledningen var ferdig og ble tatt i bruk 29.10.52. Siden er alt grubevann sendt gjennom rørledningen til Thamshavn. Høsten 1953 ble i Thamshavn satt i drift et fellingsanlegg hvor kobberet i grubevannet blir utfelt av spillgasser fra smelteverket.

Trerørsledningen er bygd som en kontinuerlig rørledning av malmen furustav. Den ferdighøvlede rørstav er 4" eller 4 1/2" bred, har 55 mm tykkelse og er over 3 m lang. Rørdiameteren seksjonsvis etter fallet mellom 7" og 12". Armeringen består av 7,5 x 13 mm flattjern som er forbundet med båndsko. For å beskytte jernbåndene mot rust er det på forhånd asfaltert på en spesiell måte. Ialt ble ca. 350.000 bånd behandlet i et spesialanlegg på Løkken.

For å trappe ned vanntrykket i røret som har et samlet fall på 160 m, er det anbragt 4 stk nivåårn med en nåleventil på innløpssiden for regulering av vannføringen. Tårnene er støpt i armeret betong, og er 5 m høye og 3 m i diameter. De tjener også som lufteventiler for røret.

Hele røranlegget kostet 4,5 mill.kr. Fra nå av gikk hele grubevannsmengden og til tider noe av sivevannet direkte til Thamshavn.

Ved kissmelteverket ble det overskudd av H_2S -gass. Det ble uteksperimentert en metode hvorved H_2S -gassen reagerte med metallene i grubevannet, og kobber kunne felles ut som sulfid. Det ble bygd et fellingssanlegg med fire tårn i serie, pakket med furubord. Disse ble overrislet med grubevann, som gikk i motstrøm med avgassen fra smelteverket. Kobbersulfidet bundfelles, filtreres og påsatt kisovnene. Fra 1954-1962 ble det i gjennomsnitt gjenvunnet ca. 200 tonn kobber og et lignende kvantum svovel pr. år fra grubevannet. På denne måten ble to høyst forskjellige og lite ønskelige avfallsprodukter bragt til å reagere, med et verdifullt produkt som resultat.

Da smelteverket ble nedlagt bortfalt denne mulighet og grubevannet gikk i de påfølgende 20 år ubehandlet i sjøen.

I begynnelsen av denne 20-årsperioden ble det motatt en del klager fra lokalbefolkningen om misfarging av sjøen ved utslippet og likeledes dårlig fiske. Konsulenter var tidligere brukt ved grubevannsledningens utløp i fjorden for å klargjøre merkingen av evt. utslipp til



Rørledningen

sjøvann. Dr. E. Sivertsen, Dr. Sten Wallin og fiskeribiolog Sven Somme uttaler 01.04.1954:

«Undersøkelser som er utført av dr. Sivertsen nylig, viser klart at grubevannets giftighet etter å være oppspedd med sjøvann, er langt mindre enn i ferskvanns-fortynning. De sakkyndige anser det likevel mest hensiktsmessig å få grubevannets utløp ordnet så man mest mulig unngår den synlige farving av overflatevannet. Dersom man kan oppnå å føre ut grubevannet på større dyp på en slik måte at det ikke kommer opp til overflaten, vil man også kunne unngå eller begrense mulig skadelig påvirkning av grubevannet på de innvandrende overflatefisk som lak eller sjø-orret.

Ved undersøkelser over grubevannets sp.v. fantes ved Thamshavn følgende verdier målt den 19/3 1954:

Grubevann før fellingen	sp.v.	1,031
« etter felling med H_2S	«	1,027
« minus tårnlut ved utløp i sjøen	«	1,027
Sjøvann	«	1,025

Disse verdier stemmer for såvidt med undersøkelse på sp.v. av grubevannet utført av dr. Sivertsen ved en tidligere anledning, hvor det ble funnet en sp.v. på 1,032 (19. februar 1954). Disse målinger viser at grubevannet er tyngre enn alminnelig sjøvann. Ved aræo-metermålinger den 25. januar 1954, ble funnet sp.v. i fjorden varierende mellom 1,022 og 1,025, med de minste verdier i overflaten. Ved aræometerbestemmelser i forskjellige snitt over Orkdalsfjorden den 18. mars 1954, ble funnet sp.vekter av sjøvannet 1,025 og 1,026, og på største målte dyp 195 m, en sp.v. på 1,027.

svovelsyreinnhold vil således totalt ligge ca. 1-3 g/l høyere enn konsentrasjonen i det opprinnelige grubevann.

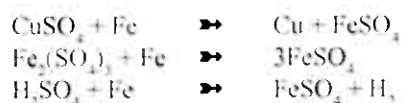
Raffinert fra prosessen vil normalt inneholde mindre enn 50 ppm organisk materiale. Ved anvendelse av spesielt renseutstyr vil konsentrasjonen av organisk kunne reduseres til 5-20 ppm. Den organiske komponenten vil hovedsaklig foreligge som finfordelte vaskepartikler bestående av 5 volumprosent LIX-64N oppløst i kerosene. Mulige skadevirkninger av disse stoffene på fiskeynge er gjenstand for undersøkelser ved The Mines Branch i Ottawa. Foreløbige resultater er angitt i vedlagte artikkel av Ritcey, Lucas og Ashbrook. For informasjon vedrørende den kjemiske sammensetning av LIX-64N henvises til vedlagte artikkel av Atwood and Miller.

Alternative kobberprosesser

Sementasjon

Gjenvinning av kobber fra urene luteoppløsninger og grubevann har tradisjonelt vært basert på sementasjon med skrapjern. Denne metoden har etterhvert kommet i skyggen av den teknologi som i den senere tid er utviklet på basis av flytende ionevekslere. Dette forhold har sin årsak i en rekke faktorer. Sementasjonsprosessen gir et urent produkt med et kobberinnhold på ca. 85%, mens en ved ioneveksler/elektrolyseprosessen direkte oppnår katodekobber med høy renhet. Økende skrapjernspriser, og økende arbeidsutgifter, har også i sterk grad bidratt til å svekke sementasjonsprosessens posisjon. Disse to prosessalternativer har vært gjenstand for inngående økonomiske analyser av en rekke kobberprodusenter. Generelt har en funnet at ionevekslerprosessen vil være økonomisk fordelaktig for produsenter som ikke selv disponerer ledig smeltekapasitet. Hvor slik kapasitet finnes, vil de økonomiske fordeler være mindre fremtredende. Denne konklusjon refererer seg til relativt store anlegg, og er ikke nødvendigvis gyldig i forbindelse med gjenvinning av mer beskjedne kobbermengder. Når sementasjonsprosessen i vært tilfelle synes å representere et lite attraktivt alternativ, har dette også sin årsak i grubevannets unike sammensetning.

Sementasjonsprosessen kan generelt karakteriseres ved følgende reaksjoner:



Proessen vil således konsumere jern utover den mengde som kreves til selve utfellingen av kobber. Ved typiske sementasjonsanlegg ligger jernforbruket på ca. 1,5 - 2,0 kg pr. kg kobber. En jernfaktor vesentlig høyere enn 2 betraktes ved amerikanske anlegg som mindre akseptabel.

Vårt grubevann inneholder normalt ca. 3 g Fe³⁺ og ca. 0,6 g Cu²⁺ pr. liter. I betraktning av denne sammensetning ville sementasjonsprosessen trolig resultere i et jernforbruk på ca. 3,5 - 4 kg pr. kg kobber. Det er også lite sannsynlig at en under disse forhold ville oppnå særlig effektiv fjerning av kobber fra vannet. Prosessen ville dessuten medføre en økning i grubevannets jerninnhold

på ca. 2 g/l, noe som ytterligere ville vanskeliggjøre den etterfølgende sinkfjerning. Disse betraktninger tilsier at ionevekslerprosessen for vårt vedkommende synes å representere det beste alternativ.

De tekniske problemer som er antydnet ovenfor kunne trolig elimineres ved at en først feller treverdige jern som hydroksyd, og deretter sementer kobber fra den mer jernfattige oppløsning som derved oppnås. Som kobberprosess betraktet, ville imidlertid en slik løsning representere et meget kapitalkrevende alternativ. Metoden synes heller ikke særlig gunstig fra et mer teknisk synspunkt. Det skal spesielt påpekes at vesentlige kobbermengder trolig ville gå tapt sammen med jernslammet. Filtrering og vasking av denne slamtype har tidligere vist seg å være vanskelig.

Elektrolyse

Ifølge litteraturen ble det allerede i år 1900 gjort forsøk på å erstatte den tradisjonelle sementasjonsprosessen med elektrolitisk kobbergjenvinning. Senere har den sistnevnte prosessmulighet vært gjenstand for ytterligere undersøkelser og videreutvikling, blant andre av Orkla Industrier A.S. Konklusjonene har imidlertid vært at metoden ikke kan konkurrere økonomisk.

Ved SINTEF, Avd. for teknisk kjemi, har elektrolysemetoden vært gjenstand for nye undersøkelser i forbindelse med grubevannrensing. Det arbeide som er utført ved SINTEF er av en meget foreløbig karakter og representerer ikke noe nytt utover tidligere undersøkelser. Rapporten konkluderer med at kobber kan fjernes fra grubevann ved direkte elektrolyse uten at jern eller sink medfelles. Problemet i praksis er imidlertid at det porøse kobberet som gjenvinnes er forurensset med elektrolytt (grubevann). Ved undersøkelser andre steder har det vist seg meget vanskelig å fjerne elektrolytten uten at vesentlige kobbermengder samtidig går i oppløsning. Omstendelig vasking med fortynnet svovelsyre og vann har ikke resultert i kobber som i renhet kan sammenlignes med katodekobber.

Det fremgår således at elektrolyseprosessen i prinsippet kan sammenlignes med sementasjonsprosessen. Produktene fra begge prosesser må betraktes som mellomprodukt. Ved elektrolyseprosessen reduseres kobber og treverdige jern ved hjelp av elektrisk energi. Ved sementasjonsprosessen frembringes disse reaksjonene ved hjelp av skrapjern. Den sistnevnte reduksjonsmetode har ved tidligere analyser vist seg økonomisk overlegen. I betraktning av dagens energi- og ressursituasjon må imidlertid begge metodene sies å være lite tiltalende.

I kobberindustrien arbeides det fortsatt med utprøving av nye idéer som tar sikte på å gjøre elektrolyseprosessen (for grubevann) mer attraktiv. Det utelukkes derfor ikke at prosessen i fremtiden kan få en noe sterkere posisjon.

Sulfidfelling

Utfelling av kobber som sulfid med svovelvannstoff representerer en gjenvinningsmetode som i forbindelse med de fleste oppløsninger vil være teknisk mulig. Innen hydrometallurgien finner en imidlertid at sulfidfelling

«Sammendrag og konklusjoner

Vår prosjektplan for rensing av grubevann forutsetter at både kobber og sink skal fjernes fra vannet. Planen er utarbeidet på grunnlag av en generell tekno-økonomisk vurdering av eksisterende prosesseteknologi, såvel som vurdering av mulige rensemetoder som ennå befinner seg på laboratoriestadiet. Siktemålet har vært å identifisere det prosessalternativ som i dag synes å representere den beste løsning på vårt grubevannsprøblem.

Det ideelle konsept for rensing av grubevann kan karakteriseres ved at kobber, og deretter sink, fjernes selektivt fra vannet og gjenvinnes som høyverdige metallprodukter. Med dagens teknologi synes det mulig å realisere dette konsept hva angår kobber, mens en tilsvarende selektiv prosess for sink ikke finnes.

Kobber kan ekstraheres fra kobberholdige oppløsninger ved hjelp av flytende ioneveksler som i kombinasjon med elektrolyse gir katodekobber som sluttprodukt. Prosessen anvendes i dag av en rekke kobberprodusenter for metallgjenvinning fra luteoppløsninger. Prosessen er imidlertid ikke tidligere blitt anvendt i forbindelse med vannrensing og heller ikke i forbindelse med oppløsninger med det høye Fe^{2+}/Cu^{2+} -forhold som forefinnes i vårt grubevann.

General Mills Inc., som produserer den flytende ioneveksler som vi tar sikte på å bruke for ekstraksjon av kobber, LIX-64N, utfører ved sine laboratorier forsøk med kobberfjerning fra vårt grubevann, og vi venter deres resultater i nær fremtid. Disse vil kunne danne grunnlag for design og bygging av et pilotanlegg med en kapasitet på 10 liter grubevann pr. minutt. Kjøringen av pilotanlegget vil etter planen kunne utføres i tidsrommet august 1975 - april 1976, og vil danne basis for en mer pålitelig prosessanalyse.

Pilotforsøkene vil så, dersom resultatene er positive, etterfølges av prosjektering og oppførelse av et produksjonsanlegg som tidligst vil kunne oppstartes ved utgangen av 1977. Anlegget, som planlegges bygget i Thamshavn, vil kreve en totalinvestering anslått til 10-12 mill. kr., og årlige driftsomkostninger beregnet til ca. 3 mill. kr.

Anvendelse av dagens teknologi for fjerning av sink fra grubevannet vil betinge at jern først felles som treverdige jernhydroksyd. Sachtleben Bergbau i Tyskland synes å være den eneste bedrift som i dag gjør anvendelse av dette prosessprinsipp. Rensing utføres der ved at jernet oksyderes med klorgass og felles ved tilsetning av hydratkalk. Etter fjerningen av jern tilsettes ytterligere mengder kalk som bevirker utfelling av sink i form av et urent hydroksydprodukt som er tilnærmet verdiløst.

På grunnlag av oppgaver innhentet fra Sachtleben vil en sinkprosess som antydte ovenfor kreve en totalinvestering på ca. 12 mill.kr., og i vårt tilfelle medføre årlige driftsomkostninger beregnet til nærmere 4 mill.kr. Med dagens teknologi vil det således ikke være mulig å fjerne sink fra grubevannet på en økonomisk forsvarlig måte. Det videre arbeide vedrørende sinkfjerningen må derfor konsentreres om mulige rensemetoder som ennå befinner seg på laboratoriestadiet.

Vår konklusjon er således at vi bearbeider realistisk en kobberprosess som foran nevnt, mens det for sink må konstateres at det ikke foreligger noen økonomisk forsvarlig prosess. På bakgrunn av den forskningsaktivitet som pågår ved laboratorier rundt om i verden, vil det imidlertid være grunn til å tro at en akseptabel sinkprosess vil foreligge i løpet av de nærmeste år. Vi henstiller derfor om at vi gis tid til å følge utviklingen på dette felt, og til selv å bidra aktivt til videreføringen av den eller de prosesser som synes realistiske. Samtidig vil vi også undersøke og eventuelt utvikle våre egne prosessidéer.

Kobbergjenvinning

Det ble skissert et foreløpig P&I-diagram for et pilotanlegg basert på gjenvinning av kobber ved hjelp av flytende ioneveksler. Kapasiteten på anlegget er fastlagt til ca. 10 liter grubevann pr. minutt. Som ioneveksler (ekstraksjonsmiddel) vil vi anvende LIX-64N.

Prosessen kan inndeles i tre kretser, nemlig en ekstraksjonskrets, en strippekrets og en elektrolysekrets. De to førstnevnte kretser vil normalt bestå av henholdsvis tre og mikser-/settlertrinn.

I ekstraksjonskretsen kjøres grubevannet og ioneveksleren i motstrøm, hvorved kobber overføres til den organiske fase ifølge reaksjonen



Sammen med kobberet vil også små mengder jern ekstraheres.

Den kobberladede organiske fase overføres til strippekretsen og kontaktes der i motstrøm med elektrolytt som returneres fra kobberelektrolysen. Returelektrolytten inneholder 160 g H_2SO_4 pr. liter, og dette bevirker at kobber overføres til den vandige fase ifølge reaksjonen



I strippekretsen oppnår en følgelig at returelektrolyttens kobberinnhold kan økes (fra ca. 30 til normalt ca. 40 g Cu pr. liter), samtidig som ioneveksleren regenereres. I strippekretsen overføres også medekstrahert jern fra den organiske til den vandige fase (kobberelektrolytten).

Den kobberrike løsning som produseres i strippekretsen overføres til elektrolysekretsen hvor kobber gjenvinnes som katodekobber. Under elektrolysen regenereres samtidig den syremengde som kreves til stripping av kobber i forutgående krets.

Som alternativ til elektrolyse, vil det ved denne prosessen også være mulig å gjenvinne kobber som sulfat ved krystallisering fra den metallrike oppløsning som produseres i strippekretsen.

På dette tidspunkt vil det være rimelig å anta at ekstraksjonsprosessen under normale betingelser vil redusere grubevannets kobberkonsentrasjon fra ca. 600 til under 50 mg/l. Selve ekstraksjonen av kobber vil medføre at en ekvivalent mengde syre tilføres vannet. Tilbakeføring av elektrolytt til ekstraksjonskretsen vil ytterligere bidra til å øke vannets surhetsgrad. Raffinatets

I forbindelse med vårt grubevannsproblem har vi også hatt kontakt med bl.a. sivilingeniør T. Thorsen ved SINTEF, Falconbridge Nikkelverk A/S i Kristiansand, Ytkemiska Institutet (Sverige), Dart Industries Inc. (USA), Colorado School and Mines Research Institute (USA), Krupp Industrie- und Stahlbau (Tyskland), Kennecott Copper Corp. (USA) og Sachtleben Bergbau (Tyskland).

Flere av de bedrifter og laboratorier som er anført ovenfor representerer ledende ekspertise innen hydro-metallurgisk teknologi, men vi må allikevel konkludere med at fjerning av sink fra vårt grubevann representerer et særdeles vanskelig problem som med dagens teknologi ikke kan løses på en økonomisk forsvarlig måte.

Prosjektets omfang og status

Vi har til nu utført omfattende laboratorieundersøkelser vedrørende ekstraksjonsprosessen for kobber. Avsluttende forsøk kjøres i disse dager ved General Mills' laboratorier i USA. Disse forsøk har i første rekke til hensikt å fastlegge i hvilken grad jern medekstraheres under forskjellige driftsbetingelser. Grubevannets høye jerninnhold vil trolig medføre at kobberelektrolyttens jernkonsentrasjon må holdes på et uvanlig høyt nivå. Det kan derfor vise seg nødvendig å utføre elektrolysen i et sellesystem som tillater kjøring ved høy strømtetthet. En tenker her spesielt på de elektrolysesystemer som er utviklet av Kennecott Copper Corp. og av Continental Copper & Steel Industries Inc. i USA. Som foran anført har en også muligheten av å gjenvinne kobber som sulfat ved krystallisasjon. Uansett gjenvinningsmetode, så dreier det seg her om teknologi og «know how» som i stor utstrekning må hentes utenfra. Det endelige valg av sluttprodukt for kobber kan imidlertid ikke foretas før resultatene av gjenstående laboratorieforsøk foreligger. Disse forsøk vil trolig kunne avsluttes i løpet av inneværende år. Den endelige kobberprosess vil da kunne defineres, hvorpå vi umiddelbart vil begynne design og oppførelse av pilotanlegg for en sådan prosess. Ifølge vår prosjektplan vil pilotanlegget kjøres i tidsrommet august '75 - april '76. Kjøringen i pilotskala vil i første rekke ha til hensikt å:

1. Fastlegge gjenvinningsgraden av kobber ved forskjellige driftsbetingelser (pH, temperatur, kontaktid, trinntall).
2. Bestemme hastigheten hvorved jern og eventuelt andre forurensinger bygges opp i elektrolysekreften. Fastlegge maksimal jernkonsentrasjon som kan tolereres i elektrolysen.
3. Fastlegge eventuelle problemer forbundet med dannelsen av «crud» i settlerne.
4. Undersøke effektiviteten av aktuelle metoder til fjerning av organisk materiale fra raffinatet.
5. Undersøke settlingshastigheter ved varierende temperaturbetingelser.

6. Undersøke eventuelle problemer forbundet med dannelse av stabile emulsjoner.
7. Produsere representativ kobberløsning som kan benyttes til krystallisasjonsforsøk. (Krystallisasjon av kobbersulfat som alternativ til elektrolyse).
8. Utarbeide fullstendig material- og energibalanse. Utføre teknisk og økonomisk prosessanalyse basert på pilotdata.
9. Produsere representativ løsning som kan nyttes til undersøkelser vedrørende fjerning av sink.

Den prosessmulighet vi har valgt for fjerning av sink fra grubevannet, basert på anioneveksler, har ikke tidligere vært undersøkt. Dette har sin årsak i at renseprosessen i sin helhet er basert på at en først kan gjenvinne kobber på en tilfredsstillende måte. Det ville således i dette tilfelle være uriktig å la utviklingen av de ulike prosessstrinn følge identiske tidsskjema. Ifølge vår prosjektplan vil laboratorieundersøkelser vedrørende sinkfjerningen utføres parallelt med pilotforsøk vedr. kobber.

På bakgrunn av den utredning som er gitt ovenfor vil således prosjektets første fase omfatte:

1. Oppførelse av pilotanlegg for gjenvinning av kobber fra grubevann ved hjelp av anioneveksler.
2. Kjøring av pilotanlegg angitt under punkt 1, og gjenvinning av katodekobber ved elektrolyse, eller av kobbersulfat ved krystallisasjon.
3. Eventuelle laboratorieundersøkelser forbundet med kjøringen av pilotanlegget.
4. Innledende laboratorieundersøkelser vedrørende fjerning av sink fra grubevann ifølge prinsippskisse gitt i Fig. 2.

Disse laboratorie- og pilotforsøk etterfølges av en ny prosjektanalyse, som da vil kunne danne grunnlag for planleggingen videre fremover.

Det vil av ovenstående fremgå at vi regner med å komme frem til en for alle parter akseptabel metode for fjerning av kobber fra vårt grubevann i løpet av de nærmeste år, mens sinkproblemet foreløpig må sies å være uløst.

I 1970-71 opprettes en statlig «Prosjektkomité for rensing av avløpsvann, PRA». Bedriften ønsker økonomisk støtte fra staten til gjennomføring av et pilotforsøk for rensing av kobber, og søker i 1974 PRA om en slik støtte. Her oppstår vanskeligheter i og med at komiteen forlanger at også sinkrensing skal være med og også at bedriften må oppgi kontrollen med prosjektene. I tillegg har Selskapet for industriell forskning, Norsk Institutt for vannforskning og Bergverkenes Landssammenslutning bedt om tilsvarende støtte. Det ender opp med at PRA avslår bedriftens søknad i brev av 14.05.75:

«Prosjekt 6.10: Utvikling av rensemetoder for grubeavløpsvann.

som regel plasseres nederst på listen av mulige gjenvinningsalternativer. Dette forhold har sin årsak i en rekke faktorer. I de fleste utredninger blir det lagt særlig vekt på at svovelvannstoff er en eksplosiv og meget giftig gass. (Dette var en av årsakene til nedleggelsen av sulfidfellingsanlegget som i sin tid - 1933/36 - ble kjørt på Løkken). Det bør også påpekes at viderebehandlingen fra sulfid til katodekobber krever en rekke prosessstrinn.

Frem til nedleggelsen av kismelteverket på Thamshavn i 1962 ble grubevannets kobberinnhold gjenvinnet som sulfid ved utnyttelse av smelteverkets avgass. Kobberfelling ble utført i fellingstårn hvor avgassen, som inneholdt ca. 0,25% svovelvannstoff, ble kjørt i motstrøm med grubevannet. Etter filtrering ble det utfelte kobbersulfidet tilsatt kismelteovnen.

De særdeles spesielle forhold man hadde den gang gjorde det således mulig å gjenvinne opp til 200 tonn kobber årlig med meget små utgifter. Utfelling av kobber som sulfid ville i dag måtte baseres på svovelvannstoff produsert i reaktor. En slik prosess synes ikke å representere et brukbart alternativ. Dette har i første rekke sin årsak i de problemer som er forbundet med håndteringen av konsentrerte H_2S -blandinger, og de omkostninger som er knyttet til rensingen av restgassen.

For å unngå svovelvannstoffets uheldige egenskaper, har en i industrien undersøkt muligheten av å anvende andre sulfider som fellingsmiddel. Oppmerksomheten har vært rettet mot FeS , som i laboratoriet har gitt brukbare resultater. Nehanga Consolidated Copper Mines vurderte i 1968 muligheten av å benytte $NaHS$, men konkluderte med at dette sulfidet ville falle for kostbart. I samme forbindelse ble det utført undersøkelser hvor en benyttet en blanding av Fe og CaS som fellingsmiddel. Denne blandingen ble fremtilet ved reaksjon mellom kalk, kull og pyritt ved $1000^\circ C$:



Laboratorieundersøkelsene viste at over 90% av jernet og svovelet i pyritten kunne omdannes og anvendes som fellingsmiddel for kobber.

Det utredningsarbeide som ble utført ved Nehanga omfattet også prosesser basert på a) hydroksydfelling, b) sementasjon og c) flytende ioneveksler. Av disse alternativer valgte Nehanga å satse på ionevekslerprosessen, og det er nå oppført et anlegg med en årskapasitet på ca. 55.000 t kobber.

Anvendelse av ionevekslerprosessen for rensing av vårt grubevann er ennå forbundet med usikkerhetsmomenter. Ved avslutningen av pilotforsøkene kan det således bli aktuelt å ta alternative prosessmuligheter opp til ny vurdering.

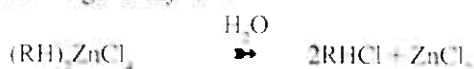
Sinkfjerning

Ved å tilsette sjøvann til grubevannet vil sink danne kloridkomplekser som da kan ekstraheres med flytende anioneveksler ifølge reaksjonen:



I laboratoriet har vi blandet sjøvann og grubevann i forholdet 1:1 og vist at et amine ($TIOA$) vil ekstrahere sink til en sluttkonsentrasjon på under 25 mg/l. Forholdet $Zn:Fe$ i den organiske fase var ca. 4:1. Ved forutgående felling av treverdige jern vil jernmengden som medekstraheres være ubetydelig. Problemet ved denne ekstraksjonsprosessen ligger i at sink vanskelig lar seg strippe fra den organiske fase i surt miljø. Stripping med basisk oppløsning synes lite attraktivt. En prosess som trolig er basert på et lignende prinsipp er under utvikling ved Espindesa i Madrid. Det har imidlertid ikke lyktes å skaffe tilveie ytterligere opplysninger vedrørende sistnevnte prosess.

Ifølge de opplysninger som vi har innhentet vil man ved anvendelse av *fast* anionevekslere kunne strippe sink med vann ifølge reaksjonen:



Vår prosjektplan omfatter derfor en undersøkelse av representative *fast* anionevekslere med hensyn til deres kapasitet og selektivitet overfor sink. Forsøkene vil videre ha til siktemål å undersøke konsentrasjon og renhet av den sinkoppløsning (eluat) som oppnås. Mengde sjøvann som tilsettes grubevannet vil varieres under forsøkene.

I tillegg til ionevekslerforsøkene vil vi også undersøke muligheten av å gjenvinne sink ved selektiv sulfidfelling.

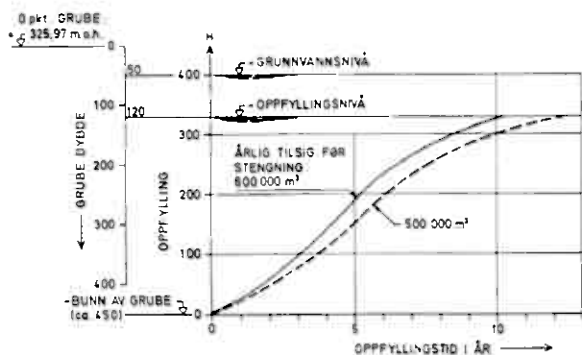
I tillegg til egne laboratoriearbeider vil vi holde oss orientert om forskningsarbeider som utføres andre steder, og i den grad det er mulig bidra til utviklingen av den eller de prosesser som det synes verdt å satse på. I denne forbindelse skal det nevnes at *General Mills Inc. (USA)* arbeider nå aktivt med utvikling av en ioneveksler for sink som vil kunne anvendes etter samme prinsipp som antydnet for kobberprosessen. Det er blitt antydnet at en slik ioneveksler trolig vil være på markedet om ca. 3 år.

Davy Powergas Ltd. (England) er også engasjert i utviklingen av teknologi for gjenvinning av sink fra oppløsninger. Dette utviklingsarbeidet tar trolig sikte på å løse problemer av den type som knytter seg til vårt grubevann.

MX-Processer (Sverige) har presentert et forslag til rensemetode hvor sink ekstraheres ved hjelp av en ny type flytende ioneveksler. Prosessen betinger at kobber først fjernes fra grubevannet. På sitt nåværende stadium er metoden forbundet med en rekke problemer og usikkerhetsmomenter.

Dravo Engineering Co. (USA) mener å kunne løse vårt grubevannsproblem ved anvendelse av *fast* anionevekslere. Vi har oversendt Dravo de nødvendige opplysninger og venter for tiden på et konkret prosessforslag.

Dosent G. Thorsen ved NTH har arbeidet med en rensemetode hvor jern, kobber og sink ekstraheres og adskilles ved hjelp av en karboksylsyre. Prosessen befinner seg ennå på et tidlig utviklingsstrinn. Metoden må sies å være meget komplisert og vil resultere i forbruk av store mengder svovelsyre og kalk. Prosessen er forbundet med tekniske problemer som ved tidligere undersøkelser har vist seg vanskelig å løse.



Mulighet for ukontrollert utslipp ved en eventuell fylling av Wallenberg grubeområde med grubevann. Professor J.A.W. Bugge ble bedt om å vurdere dette og det gjengis her et utdrag fra hans rapport datert 20.06.76:

«Geologi

Berggrunnen består vesentlig av grønstener og grønskifer. Det er gamle omvandlede lavaer med lag av aske, vulkanske konglomerater og enkelte sedimentlag. Dessuten er det lag av kvartsrike vulkanitter (kvarskeratofyrer), og henker med jaspis fra noen cm opp til flere meter tykke. Vasskis er sedimentære kloritt-grafitt skifer med svovelkis, magnetkis, magnetitt. De har ofte stor flateuthredelse og kan representere viktige ledenivåer. Av intrusiver finnes både gjennomskjærende dolerittganger og større gabbromassiver.

Løkkenmalmen ligger som langstrakte linser konformt med metavulkanittene på den sydlige og mektigste sjenkel av en stor muldeformet grønstenserie. Lengdeaksen av malmen stryker øst-vest, mens fallet er nordlig. Bergartene i området er sterkt foldet og deformert og det er mulig at de tre linjene (Hovedmalmen, India og Bakindia) opprinnelig har tilhørt samme nivå.

Struktur og utseende på grønnsteinene varierer. Det er massive henker med puelava og portvittiske typer, men også overgangstyper til mere klorittholdige grønstener og kloritt-skiffer. Klorittgehalten øker ofte inn mot forekomsten.

På liggsiden av graven (sydsiden) er det flere lag med vasskis som og er gjennomskåret av orter og tverrslag.

Over hele malmforekomsten ligger det en mektig gabbro (se bilag 1). I grønstenen under denne er det en stor kloritt-sleppe, hvis utgående i dagoverflaten er markert ved en stor buet fordypning i terrenget.

Sprekker og slepper.

Større slepper kommer ofte frem på flyfoto fordi de representerer svakhetssoner som er mere utsatt for erosjon enn bergartene forøvrig. På flyfoto over Løkken-området (bilag 6) kan man se en rekke slike linjer i terrenget. Tildels ligger de etter tilnærmet parallelle systemer og hører til relativt sene sprekk- og forkastningssystemer. På fotoet sees det bare noen få linjer som skjærer malmsonen, og de ligger i den vestligste og dypeste del av det aktuelle område. Den store buete linjen som er nevnt i forrige avsnitt kommer tydelig frem.

Mest fremtredende er de nord-sydgående dalfører langs Orkla og forbi Løkken. Men bevegelser langs disse ligger vest, resp. øst for graven og influerer ikke denne. Langs Orkla er det utvilsomt en betydelig forkastning.

I graven er slepper og sprekker innmålt og lagt inn på kart. Det er også konstruert diagrammer for å få en bedre statistisk behandling.

Det er relativt stor spredning på sprekkesystemene, men enkelte retninger er markert mere fremtredende enn andre og har antagelig en mere regional karakter.

Den massive kis i graven er enkelte steder ganske sterkt oppsprukket. Det virker som den i en sen deformasjonsfase har reagert på ensidig trykk ved oppsprekking som et sprødt legeme og ikke ved plastisk deformasjon. Dette er for såvidt overensstemmende med gamle erfaringer om at det ble en sterk økning i vannutstrømning når man under drift eller boring nærmet seg kisen. Det tyder på økende poreromsvolum og lettere strømningsforhold for grunnvannet i kisen enn i de omliggende bergarter.

Muligheter for ukontrollert vannutstrømning

Alle underjordsdrifter i de forskjellige nivåer i graven er inntegnet på et planriss og et vertikalt lengderiss (ikke vedlagt).

Det er forskjellige tverrslag og endel felt- og stigorter som ender blindt. Det lengste tverrslag er nivå 430, hvor det ble drevet 600 m mot nord i grønsten. Meg bekjent er det ingen slike faringer med ukontrollerte åpninger mot dagoverflaten under nivå 120, hvor det kan skje utstrømning av grubevann. Jeg har heller ikke på forespørsel fått opplysninger om slukt fra ansatte ved graven.

De eneste steder det eventuelt kan tenkes å sive frem surt grubevann måtte være langs kryssende slepper i de østligste dagnære områder i graven. Jeg er ikke godt nok kjent her til å bedømme det, men har aldri sett tegn på slike slepper. Det er relativt enkel oppgave å kartlegge dette lille område og eventuelt støpe igjen enkelte faringer om nødvendig. Vannfylling til de aktuelle nivåer ligger 8-10 år frem i tiden.

For de øvrige og dypere liggende områder mener jeg man se bort fra at sprekkene representerer noe faremoment.

Grunnvannsirkulasjonen i berggrunnen omkring graven vet man lite om. En svak bevegelse av grunnvannet fra høyere mot lavere nivå, vil det alltid være, men den er antagelig svært langsom. Skittrige lag (kloritt- og grønskifer) har større porevolum enn massive grønstener og representerer derfor relativt seitt vannførende soner med noe større strømningshastighet på samme måte som enkelte leir- eller kloritt slepper.

Etter hvert som graven fylles med vann må dette vann oppfattes som en del av grunnvannsystemet forøvrig. Man må regne med at det vil skje en utveksling, og at endel av grubevannet siver inn i poreromsåpningene i de omgivende bergarter og vandrer med den langsomme grunnvannstrøm i sterkt fortynt form. I grønstenen er det alltid en del karbonat som ganske hurtig vil nøytralisere det sure vannet. Den skadelige virkning må i praktisk henseende bli ubetydelig.

I stagnerende grubevann avtar som nevnt den oksyderende evne meget hurtig mot dypt. Hvorvidt dette vil være tilfelle i Løkken Grube er det vanskelig å si noe sikkert om. I så stre gruverom med en slik form kan man ikke se helt bort fra at konveksjonsstrømmer kan ha en viss innflytelse og bringe oksygenfattig vann fra dypere nivå nærmere overflaten og vise versa. Både innflytelsen av den geotermiske gradient på 4-5°C med den dybde graven har og vannets varierende tetthet med temperaturen kan medvirke til dette. Det er lite erfaringsmateriale å bygge på. Det vil i tilfelle bare føre til svakt endede forhold i grubevannets sammensetning og oppløsende evne. Noen praktisk konsekvens for det foreliggende problem har det ikke.

Konklusjon

Geologiske vurderinger tyder på at det ved vannfylling av Wallenberg grubeområde ikke vil forekomme ukontrollerbar vannutstrømning som vil ha miljømessige konsekvenser.

I de østlige områder bør sprekkesystemene kartlegges mere detaljert.

Et viktig moment ved oppfylling av gruben er hvilke metall-konsentrasjoner overlopet vil ha etter en ti-fem-

Det vises til brev av 16.12.74 fra Orkla Grube-Aktiebolag, samt vårt brev av 10.4.75.

På bakgrunn av den redegjørelse om endringer og betingelser som er gitt i brev av 16.12.74 fra Orkla Grube-Aktiebolag har Miljøverndepartementet med brev av 17.4.75 sagt seg enig med prosjektkomiteen i at de vesentlige forutsetninger for bevilgningen til prosjektet er bortfalt. Departementet trekker derfor tilbake godkjenningen av bevilgningen til prosjekt 6.10 - Utvikling av rensemetoder for grubeavlopsvann - som ble gitt av departementet i brev av 18.6.74.»

I 1972 sto Astrup sjakt ferdig. Malm fra dette grubeområde kunne heises direkte opp i dagen uten å gå veien om Wallenberg sjakt. I forbindelse med omlegging til selektiv flotasjon 1973-74 måtte den produserte svovelkis deponeres da den ikke var salgbar. En deponering under vann i en nybygd dam i Bjørndalen ble valgt. I forbindelse med de vanskeligheter som oppsto med å finne akseptable løsninger for rensing av grubevann, diskuterte en ofte om det ikke var riktig å stoppe oksydasjonen i gruben ved å sette de gamle områder under vann. Produksjonen i Løkken- og Wallenbergområde måtte da stoppes og Astrup sjakt stå for all produksjon. En utredning om disse spørsmål ville ta tid og det samme ville enkelte praktiske arbeider i gruben ta. En regnet med at en påbegynnende oppfylling kunne starte rundt 1979-80.

I møte med SFT 23.04.75 ble SFT for første gang orientert om disse muligheter. Bedriften understreket at det i tiden fremover må gjennomføres et betydelig utredningsarbeide og søke kontakt med mulig ekspertise.

Med en viss skuffelse over behandlingen av vår søknad om støtte til rensing av grubevannet ble følgende brev sendt Miljøverndepartementet 12.06.75:

«Utslipp av drifts- og drensvann ved Orkla Industrier A.s - Rensing av grubevann.

Gjennom PRA er vi i brev av 14.05.75 gjort kjent med at Departementet har godkjent PRA's innstilling om at det tidligere til oss bevilgede beløp på kr. 300.000 til videre forskning i forbindelse med rensing av vårt grubevann er trukket tilbake.

Vi er videre fra BVL's Industrigruppe gjort kjent med at PRA-komiteen nu tar sikte på å overlate den videre forskning når det gjelder grubevann til et av våre forskningsinstitutt.

På basis av foranstående må vi dra den slutning at vårt prosessforslag gående ut på å fjerne kobber ved solvent extraction og å avvente en løsning på sink-problemet etter de samme prinsipper, ikke anses som et tilfredsstillende prosessforslag, og at vi derfor kan innstille våre forsøk inklusive bygging av et pilotanlegg og avvente angjeldende forskningsinstitutt's løsning på grubevannsproblemet.»

En utredning om mulighetene for å fylle Wallenberg- og Løkken grubeområde med vann startet. En forutsetning var at gruben skulle fylle seg selv ved eget tilsig og

derved stanse oksydasjon etterhvert som fyllingen pågikk.

Hvor lenge ville så dette ta? For å utrede dette ble kontakt opprettet med Vassdrags- og Havnelaboratoriet, Trondheim. Derfra mottok bedriften rapport 09.03.76. Her tas med hovedmomenter og konklusjon:

«Innledning

På anmodning fra Løkken Verk har vi foretatt en vurdering av vanntilsigt til en grube som er planlagt stengt. Vår oppgave har vært begrenset til vurdering av vannmengdenes variasjon etter hvert som gruben fylles. Vurderingen er dels basert på opplysninger som er gitt av Løkken Verk, dels på antakelse og tilnærmelser som vi har måttet gjøre.

Er 75% grunnvann og 25% overflatevann en rimelig antakelse?

Vannet antas som sagt foran å komme inn i gruberommene både som overflatevann og som grunnvann. Overflatevannet vil finne veien gjennom knusningssoner, slepper og stikk i fjellet. Det vil oppholde seg relativt kort tid i fjellet og denne del av tilførselen vil følge årstidsvariasjonene i avløpet fra overflaten. Grunnvannet vil komme inn fra fjerne og nære områder og kan ha oppholdt seg lang tid i fjellet. Grunnvannstilførselen antas å være lite avhengig av årstidsvariasjonene. Vi antar da at 25% er overflatevann og 75% er grunnvann.

Med et årlig tilsig på 600.000 m³ vil da overflatevannet utgjøre 150.000 m³ som tilsvarer samlet avløp fra et felt på ca. 0,16 km². Hele nedslagsfeltet til gruben utgjør 4 km².

Grunnmengden reduseres når vannstanden i gruben stiger

Så lenge gruben er tørr vil vi anta at grunnvannsgradientene inne i gruben er noenlunde uavhengig av beliggenheten i høyden. Det totale trykk fra grunnvannsnivået og ned i gruben øker med dybden, men det gjør også den vei som vannet må forser. Vi antar derfor at gradienten inn i gruben og dermed hastigheten er tilnærmet lik over hele gruben. Vi er også nødt til å gjøre andre antakelser. Fjellrets permeabilitet vil jo bestemme vannhastigheten for en gitt trykkgradient og permeabiliteten varierer meget. Vi gjør likevel den antakelse av vanninnstrømmingen forleier seg jevnt over hele grubens begrensningsflate.

Når gruben tar til å fylles opp vil grunnvannstilførselen i de ikke oppfylte partier være praktisk talt upåvirket av oppfyllingsnivået. Tilførselen under vannflaten vil fortsatt være der, men mengden reduseres fordi den totale disponible trykkløyd reduseres.

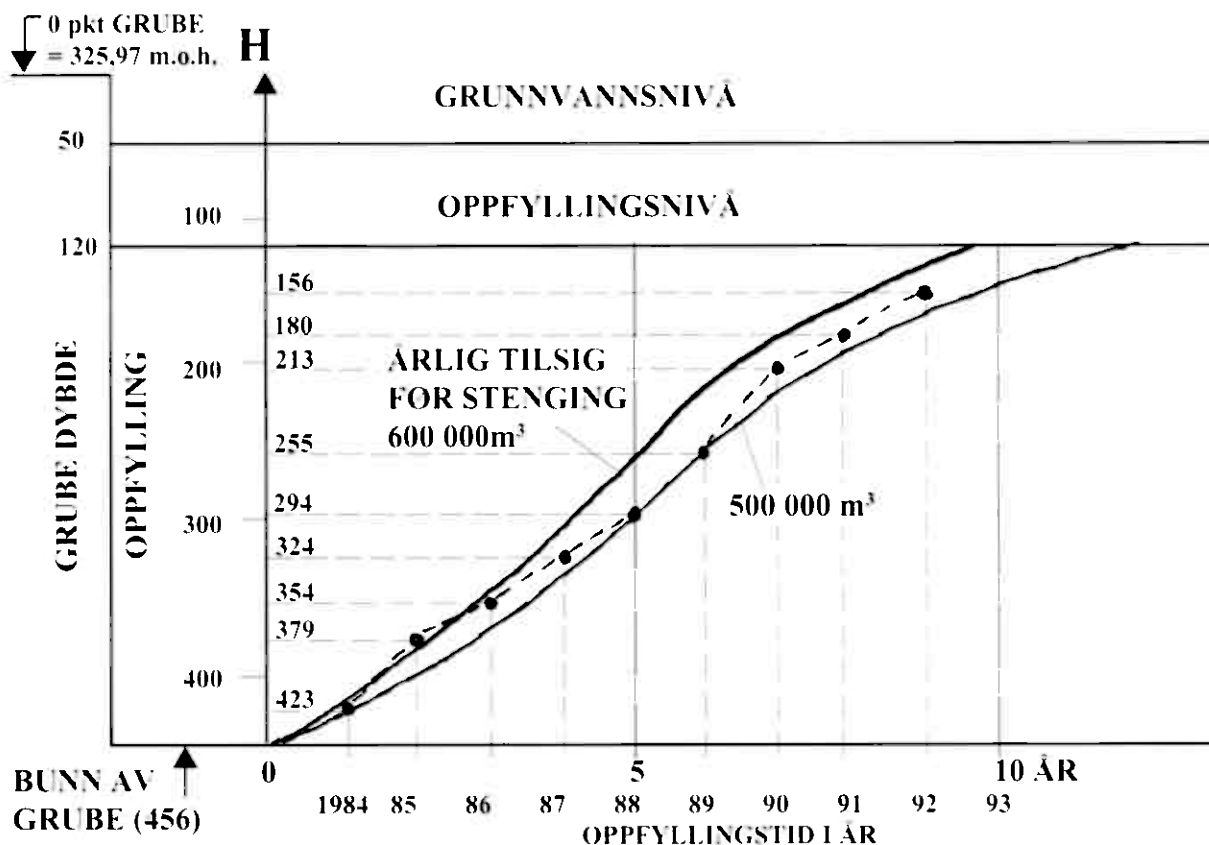
Vi kan se at årlig tilsig gradvis reduseres fra antatt 600.000 m³ i dag til vel 300.000 m³ når gruben er fylt opp. Vi kan videre se at andelen av overflatevann som vi antok lik 25% pr. i dag vil øke til ca. 50% når gruben er full. Tilsvarende vil andelen av grunnvann avta fra antatt 75% i dag til 50% når gruben er full.

Konklusjoner

Den vannmengde som strømmet inn i gruben pr. i dag vil reduseres etter hvert som vannstanden stiger. Det totale tilsig vil være nær halvert når gruben er oppfylt. Reduksjonen ved fylt grube vil variere med dybden og være på ca. 80% for vannrør i bunnen av gruben mens den vil være 0 overst (nivå 120), idet vi regner at vannstilførselen over dette nivå ikke berøres vesentlig av vannstanden i gruben. Andelen av overflatevann vil øke fra antatt 25% i dag til ca. 50% ved oppfylt grube. Med et årlig tilsig på 600.000 m³ (pr. i dag) vil det ta vel 10 år å fylle gruben (5 mill. m³). Med 500.000 m³ i årlig tilsig vil det ta tilsvarende vel 12 år.»

enn utlopet fra gruben ville bli. Det måtte være en stor fordel å la rensingen foregå i gruben slik at også avfallsstoffene ble lagret i dypet.

Som sagt, oppfyllingen startet, og hvert år ble nivået i Wallenberg sjakt målt.



Det ble også tatt vannprøver i sjakten. De første to år av bedriften selv, senere av NIVA.

1. januar 1992 hadde vannivået nådd 156 m i gruben. Oppfyllingen hadde fulgt de kurver som var trukket opp i 1975-76.

Vannanalysen viste fra år til år en fin utvikling. Surhetsgraden (pH) i bunn av gruben steg jevnt og innhold

av kobber og sink sank. Kjemiske reaksjoner førte til at kobber og sink ble utfelt som sulfider og ble liggende uoppløselig. Enkelte bakterier opptrådte trolig som katalysatorer og sørget for at reaksjonene gikk raskere.

Vi stopper utredningen om grubevannet her, fordi den endelige løsning behandles i et senere avsnitt om tiltaksplan for hele grubeområdet.

DYBDE I GRUBE	Gjennomsnitt 1961 - 1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
	pH mg Cu/l	pH mg Cu/l	pH mg Cu/l	pH mg Cu/l	pH mg Cu/l	pH mg Cu/l	pH mg Cu/l	pH mg Cu/l	
160-170								6,6 0,2	
170-180								6,3 0,1	
200						6,3 0,2	6,6 0,2	6,3 1,3	Pumping i sjakt.
300					6,0 0,8	6,1 0,2	5,5 2,3	6,0 0,3	
340				3,8 36	5,7 3,5	4,9 22,4	5,4 2,3	5,8 0,9	Startet
380		2,4 425	2,6 138	3,7 18	4,9 6,0	6,1 0,2	5,0 2,0	5,3 0,4	10.
430	2,3 700		3,4 3,0	3,4 30	4,4 0,3	4,4 0,4	4,4 0,6	4,3 0,6	april.

Utvikling av pH og kobberinnhold i vannmassene i Wallenberg grube. Prøvene er tatt på ulike vannivå i perioden 1985 - 1991

ten års oppfyllingsperiode. Det var naturlig å ta kontakt med Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), som bedriften hadde samarbeid med i flere år og som var godt kjent med forholdene på Lokken. Instituttet fikk oppdraget 24.02.76 og avga rapport 26.03 samme år. Konklusjonen angis her:

1. Sammensetningen av gruvevannet fra Orkla Industrier, Lokken Verk, er søkt anslått etter en eventuell vannfylling av Wallenberg grube. Beregningene er teoretiske og er utført under følgende forutsetninger:

- A. Tilgang på oksygen er begrensende faktor ved oksydasjon av kismineraler.
- B. Det er mulig å holde et konstant vannspeil i gruve, og at det ikke foregår lekkasjer under dette nivå.
- C. Mengde surt gruvevann fra nivåer som ligger over de vannfylte områder er ubetydelig.

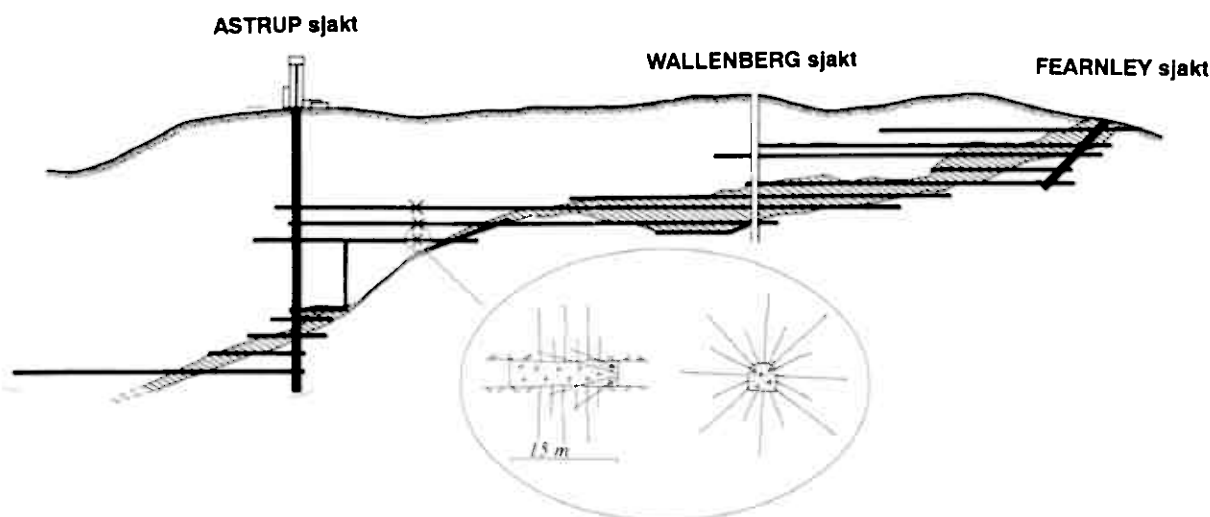
2. Gruvevannets sammensetning kan anslås til:

pH	=	3,7
Sulfat		17 mg SO ₄ /l
Jern		5 mg Fe/l
Kobber		0,8 mg Cu/l
Sink		1-2 mg Zn/l

De angitte tallverdiene er beheftet med stor usikkerhet og er satt opp først og fremst for å angi en antatt størrelsesorden. Det må imidlertid antas at konsentrasjonen av forurensninger i gruvevannet vil bli vesentlig redusert etter en vannfylling av gruve.

- 3. Sikkerheten i disse konklusjoner kan forbedres ved undersøkelser i gruve og ved laboratorieforsøk.
- 4. Med de nåværende gruvevannsmengder, vil det ta ca. 10 år å fylle Wallenberg grube. De prosesser som skjer under oppfyllingen er ikke vurdert. I de første årene etter vannfyllingen, kan gruvevannets sammensetning være annerledes enn beregnet.
- 5. De tekniske muligheter for å ta hånd om gruvevann om 10 år, vil være bedre enn i dag. Økonomiske og praktiske forhold kan imidlertid få avgjørende betydning, og det er neppe riktig å legge for stor vekt på de tekniske muligheter alene.

En omlegging av grubevannsutslipp måtte etter det lovverk som trådte i kraft fra 1971 søkes godkjent av SFT. I brev av 22.09.76 søkte bedriften SFT om tillatelse til å fylle Wallenberg grubeområde med grubevann. Tre forbindelsesorter til Astrup på nivå 481-430 og 380 m skulle stenges med betongpropper, henholdsvis 15-15 og 13m lange, beregnet å tåle vannstrykket og være tette. Grubevannet fra Astrup grubeområde skulle føres inn gjennom betongproppen på nivå 380 m. Injisering i fjellet, og overgangen mellom fjell og betong var nødvendig for å være sikker på at tettingen ble best mulig.



Oppfyllingen ville ta 10-12 år for det ble overlop på nivå 120 m. Fagerlisålen. Konsentrasjonen av Cu, Zn og Fe hadde NIVA beregnet. Dersom overlopet ikke kunne settes direkte på Raubekken, måtte rørdningen til Thamshavn vedlikeholdes i oppfyllingsperioden for eventuelt å ta overlopet.

Tillatelse ble gitt 28.04.78 i brev fra SFT. SFT tok ikke standpunkt til utslippet, men fastholdt at rørdningen ble vedlikeholdt.

Forberedelsene til oppfylling kunne starte og de nødvendige arbeider med stenging av orter i grube gjennomføres.

Det viste seg imidlertid at malmengden i Wallenberg varte lengre enn først antatt, og bedriften søkte SFT

om utsettelse av oppfyllingen. Dette godtok SFT og pumping av grubevann ble først stanset 10.10.83. Oppfyllingen var igang.

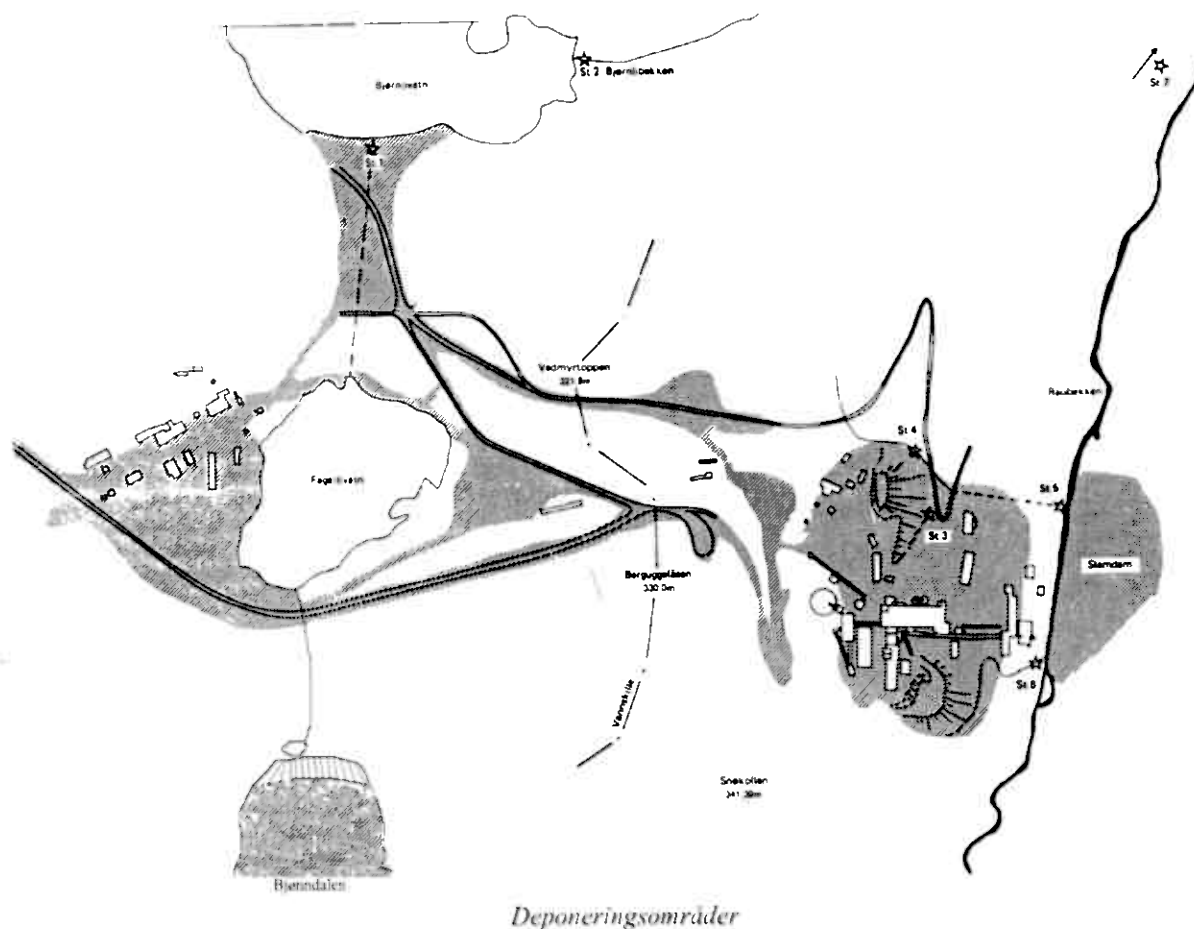
Selv etter at SFT i 1976 hadde gitt tillatelse til oppfylling ønsket Departementet at bedriften skulle fortsette å undersøke mulighetene for også å rense grubevannet, da spesielt med henblikk på sink, da kobber måtte regnes som løst. SFT hadde sikkert i tankene at det var riktig å prøve å finne en løsning på renseproblemet dersom det ble nødvendig å rense overlopet. Det var naturlig at dette ikke kunne gis høy prioritet da det var klart at et renseanlegg på Thamshavn ville gi mangedobbelte investeringer og en avgang som krevde behandling for lagring. Det rensede vann var heller ikke vesentlig bedre

5.4 Sigevann

Sigevann er benevnelsen på vann som er forurenset av tungmetaller fra utlagte bergvelter. Dette er som regel ikke salgbare produkter som gjennom driftsperioden er deponert i nærheten av grube eller oppredningsverk. Når vann og luft kommer til vil oksydasjon av malmineraler starte og kobber og sink løses og føres bort sammen med vannet, og bekker og elver blir forurenset av disse metaller. Prosessvann er overskuddsvann som brukes ved fremstilling av salgsproduktene. Det er spyling under sikteprosessen i anrikningsverk, vann under flotasjon o.s.v. Dette vannet fører også med seg finkornige metall-

produkter ut fra verket til setledam (slamdamm), i vår grubedrift også svovelkis-produkter til deponeringsdam i Bjønndalen. I tillegg vil prosessvann inneholde kjemikalier fra opprednings-prosessene. Disse kjemikaliene har liten betydning i tungmetallforurensningen.

Som kartet viser er de tungmetallholdige biprodukter lagt ut i relativt begrensede områder. Dette sagt på bakgrunn av at driftstiden har vært lang, 333 år. Lovverket for deponering av slike produkter har i store deler av driftstiden vært minimale. På tross av dette har bedriften og alle ansatte lagt vekt på å begrense utlegg av forurensete masser.



Berghalder på vestsiden av Løkken-dalen

I grubedriftens første 250 år har vi hørt at det måtte til en utstrakt skeiding for å skaffe frem rene malmprodukter for smeltehyttene. I denne periode ble det lagt ut en stor berghald nord for vaskeriet og øst for Gammelsjakt. Dette er materiale som inneholder impregnasjoner av kobberkis, sinkblende og svovelkis, men i så små mengder at det ikke var salgbare produkter. Beregninger viser at det er utlagt ca. 330.000 tonn som inneholder 13,8% svovel, 0,35% kobber og 0,50% sink. Berghaldene ligger i skrånende terreng og har en største mektighet på 20 m.

Berghalder nedenfor inngangen til Gammelgruva er også fra samme periode. Denne består i tillegg til skeideprodukter, også av grubeberg med varierende gehalter. På toppen er utlagt noe slagg og røstet malm fra forsøksdrift. Berghalden inneholder ca. 115.000 tonn.

Etter at stordriften kom igang rundt 1920 ble det nødvendig å legge ut masser også syd for oppredningsverket. I den første tiden var det stort sett skeidegods og frem til 1950 var det beskjedne mengder i og med at råmalmen var ganske ren. På den tid kom raset i gruben og impregnasjoner og gråberg i råmalmen økte. I tillegg til skeidegods ble forskjellige apparater innsatt i verket som jiggmaskiner - setzmaskiner, synk/flyt og flotasjon. Alt dette førte til at mengde avfallsgods økte. Dette førte til at flotasjonsavgangen ble deponert ved Fagerlivannet. Veier i området ble anlagt med synk/flytavgang som fyllmasser. Magnetittmalmen like ved nordre berghald er lagt opp på toppen av gråbergmasser som inneholder lite kis. Velten består av magnetitt og magnetkis med en del kobber og sink. Avfallet forvitrer kraftig, så kraftig at varmeutviklingen kan observeres og føles på overflaten. Deler av velten drenerer trolig til Fearnley gruveområde gjennom et rasområde.

Ovenfor flotasjonsverket er også utlagt en del avfall. Veien opp til Vedmyrtoppen er bygget av samme type avfall som på andre siden av toppen ned til Fagerlia. Veien ble bygget i 1963. Det må bemerkes, som tidligere sagt, begrensning av ibruktagen av nye områder som fyllplasser ble sterkt prioritert.

Men dette til tross, en kunne ikke unngå at sivevann inneholdende tungmetaller økte. Dette viste også vår kontroll med utslippene i Raubekken og Orkla elv. De fleste berghalder hadde god tilgang på luft og vann. Terrenget de var opplagt i var sterkt skrånende og oksydasjon kunne rimelig lett komme igang. En tildekking med morenemasse og myrjord ble igangsatt i 1973-74. På grunn av rasvinkelen på haldene var det vanskelig å få et noenlunde tykt lag som kunne tette godt på alle plasser.

Hele området ble tilsådd med gressfro og gjødsel. På den tid var det etablert et spesialfirma som sprøytet ut gressfro av en spesiell kvalitet samt blandet med gjødsel. Resultatet av denne tilsåingen var varierende. De fleste stedene var nok for barske til at en god grasrot kunne trives.

Et annet tiltak ble også gjennomført, planting av trær. Ved Thamshavn hadde det vokst frem enkelte tresorter som kunne motstå røyken fra kismelteverket bedre enn andre. Landbrukskoleen på Ås hadde også forsket på dette. Flere forsøksfelt ble anlagt ved berghaldene og med

godt resultat. Idag er mange berghalder godt tilvokst av bjørk, rogn, selje og delvis furu.

Det gjengis et brev fra Ola Mylde, som var engasjert for dette arbeid:

«Bergkollene som ligger ca. 100 m nord for det gamle vaskeriet, og den nye oppredningen, har ligget der ca. 300 år.

Da tomta for den nye oppredningen ble gravet ut, ble massen kjørt utover bergkollene. Det har vært forsøkt med gressfro, for å få bergkollene til å bli grøntareal, men det har ikke lyktes. Saken er vel den, at jorda er for sur. Jeg sendte en prøve av jorda på labben for pH-undersøkelse og den viste en pH på 2,75. Jordbrukskalk er kanskje det eneste som kan hjelpe på å få vekst på bergkollene. Jordsmonnet må muligens ha minst en pH på 6-7.

Den plantingen som jeg gjorde først i vår viste seg å komme seg fint, og det var først på mai (1982). Da jeg fikk dette oppdraget, måtte jeg selvsagt finne planter, samt god jord og fast fin jord. Jeg måtte også ha lett adgang med bil og tilhenger. Kjent som jeg er, fant jeg snart ut at det måtte bli mellom veien til «Fagerlia og Fagerlivann». Den andre plantingen som jeg foretok var medio september. Det ble plantet ut ca. 1000 stk. Når plantene ble hentet, brukte jeg en stikkspade til å stikke rundt rota på planten, slik at jeg fikk med ganske mye jord, så jeg kunne frakte den opp til tilhengeren og fra tilhengeren ut til plantefeltet.

På plantefeltet grov jeg opp en grop, stor nok til jordklumpen med planten. Ved første plantingen ble kalken lagt rundt gropa, men ved september-plantingen ble det lagt dugelig med kalk nede i gropa og rundt, slik at den jorda som ble fylt rundt planten ble godt blandet med kalk. Derpå ble det kastet kalk utover feltet, så det ble sammenhengende kalkfelt mellom alle plantene.

Det ble plantet bjørk, alder, selje og rogn. Høyden på plantene kunne variere fra 10 cm opp til 50 cm.

Om jeg skal beskrive plantefeltet, så var det ikke flat mark, men det var bratt og løs jord og stein. Jord-dybden kunne variere mellom 10 og 20 cm, og under jorda var det forvitret malm, delvis med ganske store steiner. Problemet var å få disse steinene til å ligge rolig, så det ikke raste utover bratthengen, for nedenfor går det en vei som trafikkeres av biler og fotgjengere. Men det gikk bra! Håper plantene trives.»

Forholdene tatt i betraktning var hele dette arbeidet en god begynnelse på reduksjon av tungmetallene i sivevannet fra bergveltene vest for Løkken-dalen. Å stoppe all tilførsel av luft og vann til disse avfallsdeponier var en umulighet. Det krevde mer eller mindre flat mark der en kunne svope massene inn i plastlag, leire eller legge alt under vann. Dette krevde flytting av alle masser til et slikt sted, men selve flyttingen var et risikabelt foretak.

*Tiltak mot tungmetallavrenning og opprydding i industriområdene.
Løkkendalen vest.*

*Bilde fra 1973.
Nordre berghald
tildekket med morene,
og tilsås med grasfrø.*



*Bilde fra 1992.
Gresset gror, og
buskene vokser.
Nordre berghald sett
fra området ved
Gammelgruva.*



*Bilde fra 1992.
Toppen av nordre
berghald.
Gammelsjaktan og
viadukten blir
industriminne.*





Bilde fra 1996.
25 år etter tildekking
henter elgen sitt
vinterbeite på nordre
berghald.



Bilde fra 1971.
Tildekking med
morene, såing av
grasfrø og planting
av bjørk.



Bilde fra 1986.
Tildekking av kobber-
og sinkhydrat fra
grubevannrensing.

Nye veier bygges med gråberg fra grube og oppredning.

Bilde fra 1971. Ny vei over Vedmyrstoppen. Vi ser 40. barakkene til venstre som ble revet noen år senere.



Bilde fra 1971. Samme vei mot Bjørnli. Vei skråningene ble morenebelagt og grasfrø sådd.



Bilde fra 1971. Fagerlivann senkes og vei bygges mellom Fagerlia og Oppredningen. Malmveien øverst til høyre er påbegynt.



Fagerlivann - Bjørnlivannområdet.



*Bilde fra rundt 1950.
Bjørnlivannet var
nesten sammen-
hengende med
Fagerlivann.*



*Bilde fra 1971.
Bjørnlivann er
nedtappet 6 - 7 m og
området oppfylt med
gråberg og myrjord.*



*Bilde fra 1982.
Fagerlivannet
begrenses og området
fylles opp med gråberg
og myrjord.*

Slamdamm Løkken

*Bilde fra 1978.
Dammen tørrlagt.
Forsøk med pumping
til oppredningsverk,
øverst til høyre på
bildet.*



*Bilde fra 1987.
Alle opprednings-
forsøk skrinlagt, og
dammen gjevnet ut og
dekket med 30 - 50 cm
gråberg.*



*Bilde fra 1996.
Campingplassen står
ferdig og tatt i bruk.*



Svovelkisindeponi i Bjønndalen.

*Bilde fra 1970.
Gammeldammen i
Bjønndalen.*



*Bilde fra 1973.
Bygging av
hoveddammen med
membrantetting og
overløpstårn.*



*Bilde fra 1992.
Hoveddammen ble 28
m høy og svovelkisen
dekket med 1 - 3 m
vann. Overløp er til
venstre på bildet.*

Fagerlivann-/Bjørnlivann-området

Mesteparten av avfallet er gråberg tatt opp fra Wallenberg grubeområde og flotasjonsavgang pumpet dit i årene 1951-74. Denne avgang holder i gjennomsnitt 4,4% S, 0,35% Cu og 0,35% Zn. Mengden er ca. 500.000 tonn. Gråberget fra gruben utgjør ca. 1 mill. tonn og holder 3,0% S, 0,12% Cu og 0,15% Zn. Flotasjonsavgangen ligger øst for Fagerlivannet i en dertil oppbygd dam mot Fagerlivannet. Berg fra gruben er brukt til tomtegrunn for industribyggene i Fagerlia, utfyllingen i både Bjørnlivann og Fagerlivann samt veibygging.

I 1971-72 ble malmveien, malmtransportvei, mellom råmalmsilo på Vedmyrtoppen og Astrup sjaktanlegg på Moshaugen bygd av synk-flyt berg og gråberg fra gruben. Store områder rundt Astrup sjaktanlegg er fylt opp med slike masser, alt beregnet til ca. 126.000 tonn.

I 1974 stoppet bulk-flotasjon i oppredningsverket og derved også tilførselen av slam til Fagerlidammen. Etter noen år, når overflaten hadde herdnnet og massene satt seg, ble dammen tildekket med noe gråberg, men mest med morene og myrjord.

Både Bjørnlivann og Fagerlivann har vært regulert. Bjørnlivann ble ganske tidlig regulert opp 6-7 m, da oppredningsverket, som sto ferdig i 1913, trengte mer vann til vasking av kis. Da fikk begge vann nesten samme høydenivå og var sammenhengende. Etter hvert ble Bjørnlivann fylt ut med bergmasser og hovedveien omlagt til dagens trasé. Da det nye selektiv-flotasjonsverket ble bygd, som fikk driftsvann fra Frilsoen (1974), kunne Bjørnlivannet senkes til det naturlige leie for bekkens utløp. I 1994 ble vannet igjen hevet med 2 m for å dempe forurensningen ved å legge noe mer masse under vann.

Fagerlivann ble senket noe etter raset i gruben 1948-49. En fryktet at sprekkene kunne nærme seg vannene. For Wallenberg-gruben ble stengt i 1982-83, var det utenklig å heve vannivået for å dempe forurensningen, nettopp i frykt for inn-trenging av vann til gruben.

Slamdamm Lokken

Slamdammens oppbygging er kort beskrevet i avsnitt «5.2. Perioden 1900-1930» Den inneholder 138.500 tonn

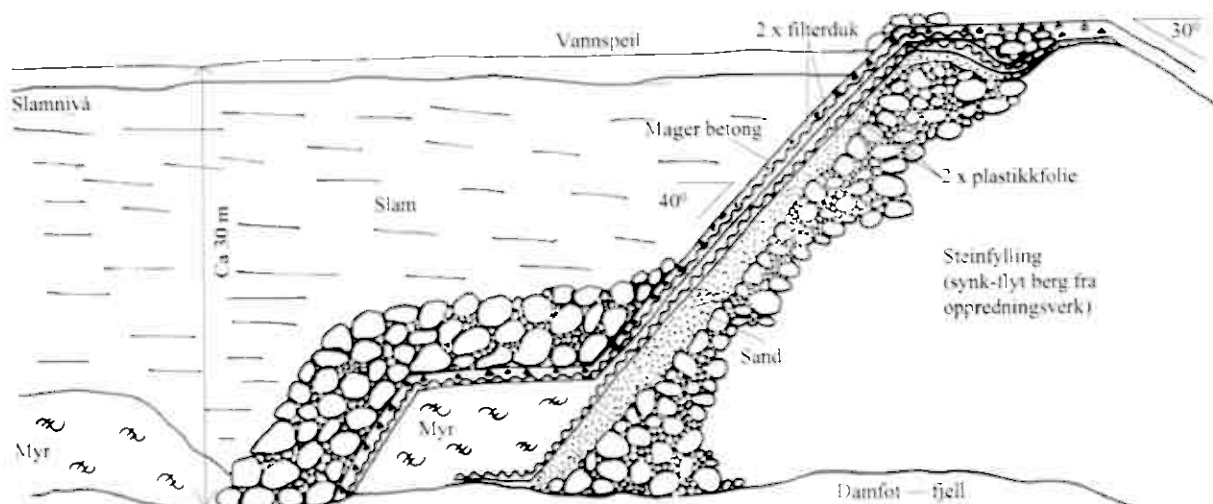
kisprodukter, fmgods fra oppredningen. Dette godset inneholder; 19% S, 1,78% Cu og 1,64% Zn. Gehaltene i det finkornige slammene er altså betydelige. Det har vært gjort flere forsøk med å nyttiggjøre seg dette produkt i oppredningsprosessen. Dette med bakgrunn i at de nye flotasjonsprosessene burde kunne behandle produktet bedre. De første forsøkene (i 1960-70 årene) ble slam pumpet opp i verket. Flere anlegg for dette formål ble forsøkt. En bygde et eget hus i søndre del av slamdammen, inneholdende mølle for ytterligere finmaling samt å gi godset nye flater med tanke på flotasjon. Det var vanskelig å få gode resultater. I 1986-87 ble en annen teknikk tatt i bruk. En kjørte godset opp i verket med lastebil. Det ble kjørt flere tusen tonn, med disse slamproduktene hadde en tendens til å ødelegge den vanlige flotasjonsprosess og måtte derfor stanses.

Vinteren 1987/88 ble hele slamdammområdet på Løkken planert, og hele området dekket med et lag gråberg. Det ble kjørt på 50.000 tonn gråberg for dette formål.

I 1995-96 er området ytterligere bearbeidet for anlegg av Løkken Camping. Vann- og kloakkledninger er tilført området. 8 hytter er flyttet dit og grøntanlegg anlagt. Området er forsøkt gjort attraktivt for turister og andre. Løkken Camping er et aksjeselskap og har stått i spissen for dette arbeidet.

Svovelkisdeponi-Bjørndalen

Ved overgang til selektiv flotasjon i 1974 viste det seg umulig å produsere et salgbar svovelkiskonsentrat av vår malm. Malmen var for finkornig slik at konsentratet ikke ble rent nok med henblikk på kobber og sink. En måtte derfor betrakte en vesentlig del av grubeproduksjon som et avfallsprodukt. Det ble valgt å legge deponiet for dette til Bjørndalen. Store mengder skulle deponeres, 200-300.000 tonn pr. år. Tre dammer ble planlagt, en hoveddam i nord og to mindre mot syd. Massene skulle fordeles jevnt utover slik at overflaten skulle bli så jevn som mulig. Dette fordi all masse skulle være tildekket med 1-2m vann. Pumper plassert i det nye verket, rørledning til Bjørndalen med fordeling utover dammen, sørget for at massene kom riktig frem. Løftehøyden var på 126 m.



Tegning av selve dambyggingen

I driftsperioden 1974-87 ble tilsammen 3,2 mill. tonn flotasjonsavgang pumpet opp til Bjørndalen. Denne avgangen besto av svovelkis og bergartsslam, og gjennomsnittsanalysen var: 36,3% S, 0,24% Cu og 0,32% Zn.

Salgsproduktene i denne periode var kobber- og sinkkonsentrat. I perioden ble fremstilt 312,526 tonn kobberkonsentrat med 23-25% Cu og 88,063 tonn sinkkonsentrat med 52-54% Zn.

Bjørndalen ligger på et høydetrug, og derved på vannskillet. Minimale vannstrømmer kan forstyrre deponiet, men det har hittil ikke vært mangel på vann for å holde den foreskrevne vannoverdekking. Antageligvis er dette anlegget et av de bedre deponier som er bygget for oppbevaring av svovelkisprodukter. Vannoverløpet har i alle år vært under kontroll av NIVA, og analyseresultatene er tilfredsstillende. Overløpet går via Bjørnli-vann til Raubekken.

De fire områder som nu er beskrevet: Berghaldene, Fagerli-Bjørnli-vann, Slamdalen og Bjørndalen er regnet som hovedområder for tungmetallholdig sigevannsutslipp via Raubekken til Orkla elv. Det er naturlig at disse områdene med forskjellig styrke har bidratt til å øke utslipp av sigevann. Dette kan også sannsynliggjøres gjennom det kontrollprogram som ble gjennomført.

Hva har så det utførte tiltaksarbeid betydd for begrensning av sigevannsutslippet? Som nevnt tidligere var det ulike oppfatninger om dette. Bedriften mente å tjene to hensikter:

1. Tildekningen skulle bedre forholdene i Orkla elv.
2. Den inngripen som var foretatt i landskapet skulle forbedres.

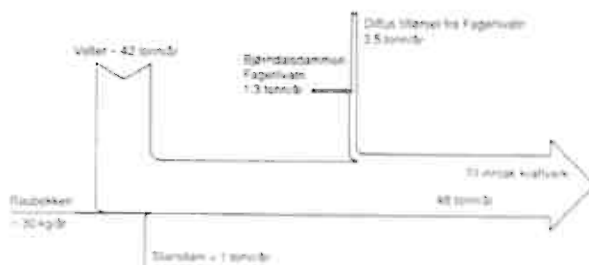
I 1970-80 årene hadde bedriften regelmessige besøk av SFT-representanter. De fulgte opp de utslippstillatelser som var gitt i 1973-74 og befaring i aktuelle områder ble gjennomført. Som nevnt tidligere var grubevann et spesielt tema, med rensing, oppfylling av Wallenberg o.s.v.

Svovelkisindeponiet i Bjørndalen ble befart ved flere anledninger og bedriften mottok anerkjennelse for dette arbeid. Sigevannproblematikken var nok mer bekymringsfull. Det var viktig for begge parter å få klarhet i hvilke områder som fortsatt ga den største avrenning av tungmetaller, spesielt med tanke på de endelige tiltak. Selv om konsentrasjonene av kobber i Orkla ved Vormstad hadde gått betydelig ned i '80-årene, delvis p.g.a. kraftutbygging og jevnere vannføring, men også p.g.a. forskjellig tiltaksarbeid, ønsket SFT å redusere tungmetall-utslippene slik at kobberkonsentrasjonen i elva lå mellom 5-15 microgram pr. liter. Her skulle også utslipp av grubevann være inkludert.

På denne tid var Sverige og Canada regnet som foregangsland når det gjaldt tiltak mot tungmetallforurensning. Svenskene arbeidet med Falun og i Canada med flere grubeanlegg. Vi besøkte både Falun og flere gruber i Canada. I Falun satset de på renseanlegg og tildekking, i Canada forskjellige anlegg for rensing ved kalking, mere avanserte renseanlegg, tildekking o.s.v.

Et kanadisk firma i Vancouver fikk et lite oppdrag på Løkken i 1987. De var inne på forskjellige løsninger, flytting av masser, tildekking under vann o.s.v. Vi lærte mye om tiltaksarbeid i disse årene, men det endelige resultat for Løkken var ikke kommet frem ennå.

Både SFT og bedriften ble enige om at NIVA burde være den rette til å foreta en større utredning, særlig med vekt på sigevann. I 1989 fikk derfor NIVA i oppdrag å vurdere forurensningskildene på nytt og komme med tiltaksforslag. Det ble igangsatt en utstrakt prøvetaking og mengdemåling på forskjellige steder, og resultatet ble presentert i følgende oppstilling:



Transport av kobber, Løkkenområdet

Det viste seg at berghaldene i vestsiden av Løkkendalen sto for den største kobbertransporten til Raubekken.

Mot denne bakgrunn vurderte NIVA hvilke tiltak som kunne være aktuelle for en reduksjon av denne betydelige kobbertransport. Etter både egne erfaringer, samt samtaler med inn- og utenlandske eksperter kom NIVA frem til en konklusjon som følger:

Veivalg og oppsummering

Ved prioritering av tiltak står man overfor et veivalg. I korthet vil man ta stilling til følgende valgmuligheter:

1. Er det aktuelt å benytte Astrup gruve til deponeringsformål?

Et slikt tiltak har mange fordeler. Man får neppe mulighet til å vurdere dette på et senere tidspunkt. I våre forslag til hovedalternativ er det ikke forutsatt å benytte Astrup gruve.

2. Skal man flytte avfall eller skal man la det ligge?

Hverken nasjonalt eller internasjonalt har man tilstrekkelig erfaringsgrunnlag til å si noe sikkert om hva en deponering under vann vil innebære for slikt avfall som på Løkken. Erfaringer fra tiltak i andre land er at man ikke ønsker å flytte avfall hvis det kan unngås. Vi tilrår derfor at minst mulig avfall flyttes. Velger man likevel å flytte avfall til Fagerli-vann, vil man også der kunne få til en akseptabel deponeringsløsning hvis man er villig til å ta den risiko det innebærer.

3. Renseanlegg eller overdekking?

Valg av renseanlegg vil sannsynligvis gi en bedre effekt i vassdraget. Ulempen er at man binder seg økonomisk på lang sikt samtidig som anlegget produserer et avfall som må på spesialdeponi. Velger man overdekking som tiltakslosning, tar man en liten forurensningsmessig risiko, men det ligger en del tekniske utfordringer i valg av metode. Tiltaket kan medføre noe kostnader i forbindelse med vedlikehold av dekskjikt.

Ved valg mellom disse alternativer er det også naturlig å trekke inn andre momenter som ikke omfattes av denne utredning.

- *Estetiske forhold. Ønsker man å beholde gruveområdet og miljøet slik det er idag?*
- *Ønsker kommunen å benytte seg av muligheten til å rense kommunal kloakk og drensvann i samme anlegg?*

4. Hva gjør man med gruvevannet?

Når Wallenberg gruve får overløp, regner vi med at tilførslene fra gruva vil bety relativt lite i forhold til den totale transport fra Løkken. I hovedalternativ A, renseanlegg, har man mulighet til også å ta med gruvevannet hvis det er nødvendig. I de to andre alternativene har vi ikke forutsatt noen rensing av gruvevann. For å avgjøre om tiltak er nødvendig etter at det blir overløp, må man gjøre et valg m.h.t. håndtering av dette ved alt. B og C:

- *Gruvevannet må enten føres på røret til fjorden eller på bekken i en prøveperiode på min. 2 år for å vurdere sammensetning og mengde.*
- *Dersom dette ikke er aktuelt, foreligger intet annet alternativ enn å holde vannstanden i Wallenberg gruve ved å pumpe fra Wallenberg sjakt til Fagerlivatn/Bjørnlivatn. Vi regner med at denne vannkvaliteten vil være vesentlig bedre enn framme på Løkken. Ved valg av denne løsning får man imidlertid aldri vite hva som blir vannkvaliteten ved naturlig overløp og man blir avhengig av et teknisk opplegg som medfører vedlikehold og kontroll.*

5. Konklusjon.

Tiltakene som er foreslått i denne rapport har som strategi å konsentrere innsatsen om de største forurensningskildene, dvs. tilførslene til Raubekken fra Løkken-siden, slik at samlet avrenning fra gruveområdet blir tilstrekkelig redusert for å sikre en akseptabel situasjon i Orkla. De foreslåtte tiltak er konsentrert i 3 hovedalternativer:

- Rensing av drensvann*
- Overdekking på stedet*
- Deponering i Fagerlivatn*

Ut fra en samlet forurensningsmessig vurdering av alle alternativ vil vi anbefale at alternativ B, overdekking på stedet, velges som tiltaksløsning i Løkken. Vi forutsetter da at det samtidig aksepteres at overløp fra Wallenberg gruveområde slippes ubehandlet til Raubekken. Dersom dette ikke er akseptabelt, vil alternativ A, renseanlegg, være eneste aktuelle alternativ. Denne prioriteringen begrunnes med at tiltaket vil gi en akseptabel effekt og at man tar liten forurensningsmessig risiko ved å gjennomføre tiltaket.

Hvis det fra myndighetenes side kreves forurensningsbegrensende tiltak ut over det overdekkingsalternativet gir, anbefaler vi at renseanleggalternativet velges.»

Rapporten fra NIVA forelå i mai 1990 og ble sendt SFT umiddelbart.

Bedriften hadde fått et utmerket grunnlagsmateriale for videre bearbeiding. Det endelige valg skal vi komme tilbake til i avsnitt «7. Tiltak»

5.5 Driftsbygninger

Før 1981 var alle driftsbygninger tilknyttet grubedriften eid av Orkla Grube-Aktiebolag (navnebytter ingen betydning). Fra 1981 overtok Løkken Gruber A/S & Co. ansvaret for grubedriften og fikk konsesjon fra Næringsdepartementet. Dette innebar at grunnstykkene der bygningene sto ble overdratt til Løkken Gruber. Områdene var:

- 1) Løkken, med slamdam, oppredningsverk, berg-halder, gammelsjakt, viadukt etc.
- 2) Fagerlia: Wallenberg sjakt, verksteder, heishus, badeanlegg osv.
- 3) Moshaugen: Astrup sjakt - ventilasjonssjakt, personalbygg, kompressorhus osv.
- 4) Bjørndalen: Svovelkisindeponi
- 5) Moen: Åpning for ventilasjonssjakt fra gruben

Da grubedriften stanset i juli 1987 meddelte Løkken Gruber hjemfall til staten slik konsesjon foreskrev. I grove trekk betød dette at grunnstykkene ble statens eiendom, likeså sjaktene og sjakttårn, samt grubemaskineri. Løkken Gruber hadde ansvar for sikring av alle bygg og det generelle miljøarbeid i tillegg. De fleste av driftsbygningene kom ikke under hjemmfall-bestemmelsen. Derfor måtte selskapet arbeide for at disse bygninger kunne gjenbrukes. Sammen med Meldal kommune, Salvesen & Thams, Distriktenes Utbyggingsfond og Løkken Grubearbeiderforening kunne Løkken Industripark etableres i 1988. Løkken Gruber solgte både bygningene i Fagerlia og Moshaugen til industriparken. Senere ble Moshaugen overtatt av Norges Geologiske Undersøkelse som etablerte et nasjonalt geodatasenter.

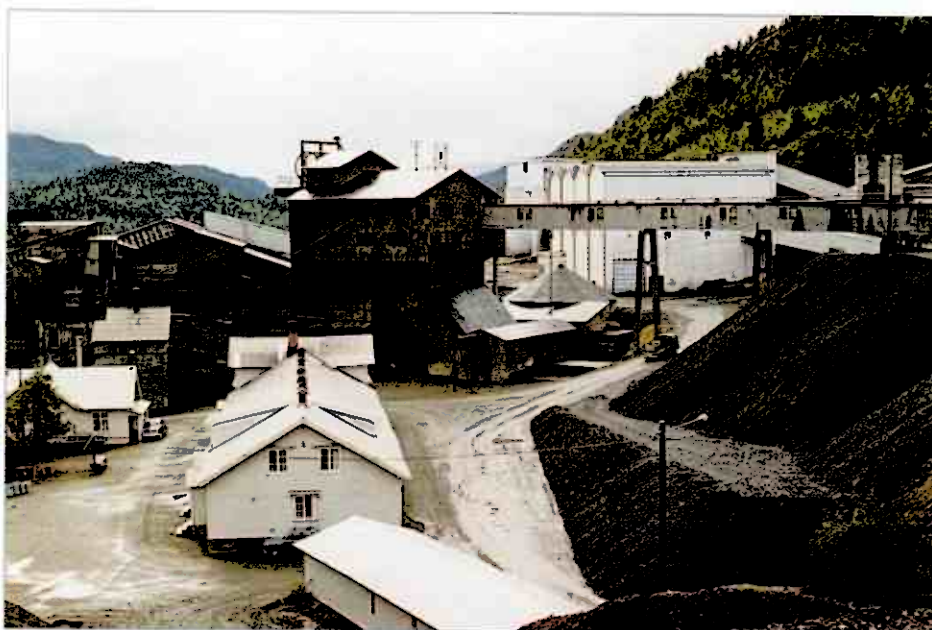
Salvesen & Thams og Muséene på Løkken arbeidet aktivt for å utvide muséene, og 10.07.88 ble Astrup sjakt åpnet for turister. Navnet ble «Løkken-gruva». Først på '90-tallet ble det arbeidet med prosjekter for detonering av foreldet sprengstoff og ammunisjon under jord istedet for enkelte daganlegg som fantes. Tanken gikk mot Astrup-gruben. Sprengning var vanskelig forenlig med turisme, og enden ble etablering av selskapet Norwegian Ammunition Disposal Co A/S (NAD) og sprengning kunne ta til. Omvisning av turister tok slutt i 1993.

I Løkkenområdet ble det nye knuseverk og flotasjonsbygning stående tilgjengelig for eventuell ny industri.

Det gamle oppredningsverk med siloer ble vurdert som industriminne. Her ble diverse arbeider utført, sikring av vinduer, tak osv. En del andre bygg ble revet, mek.verksted, filtreringen osv.

Som vi har lest tidligere ble slamdammen utbygget til campingplass.

Driftsbygninger - Lokken



Bilde fra 1971.
Nytt knuseverk til
høyre (1969). Fearnley
sjakt-tårn i midten blir
revet i 1972. Nytt
flotasjonsverk kommer
istedet.



Bilde fra 1974.
Nytt flotasjonsverk
overst, bygningene
ellers står stort sett
som før.



Bilde fra 1995.
Alle trekonstruksjoner
er fjernet.
Glassoverbygg likedan.
Betongbygg skal stå
som industriminne.
Slamdamp blir
campingplass.

Bilde fra 1992.
Vindusglass er erstattet
av plater og
omramming i
impregneret materiale.



Løkken Industripark
har overtatt
driftsbygningene i
Fagerlia. Wallenberg
sjakttårn skal stå som
industriminne.



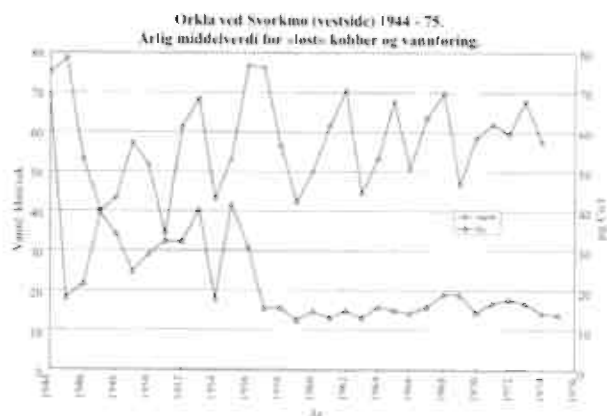
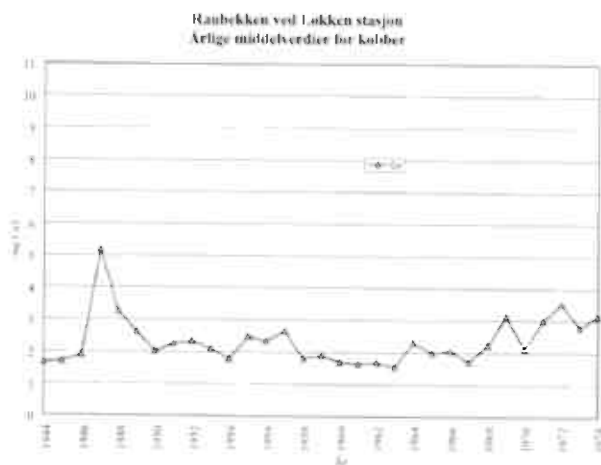
Norges Geologiske
Undersøkelse har
kjøpt driftsbygningene
ved Astrup sjakt.
Norwegian
Ammunition Disposal
Company AS driver
sjaktanlegget.



6. Kontrollprogram

6.1 Løkken-området og Orkla elv

Som tidligere nevnt har driftsmetoder og behandling av råmaterialer for fremstilling av salgbare produkter variert mye gjennom 333-års grubedrift. Avfallsprodukter, utlagt gjennom århundrer, har medført sur avrenning og skapt tungmetall-forurensning i bekker og vassdrag. For å få klarhet i omfanget av denne forurensning måtte en utstrakt prøvetaking til. I tillegg måtte vannprøvene analyseres spesielt på tungmetallene kobber og sink. Før år 1900 er dette arbeid vist liten interesse, men lensing av gruben først på 1900-tallet gjorde det nødvendig å få en bedre oppfølging. Analysematerialet fra de første 30 år er tynt, men fra 1927 foreligger mer detaljerte opplysninger. Laksesaken gjorde nok sitt til at bedriftens laboratorium ble mer orientert mot prøvetaking og analyse. Den gang var det ikke mange andre laboratorier som utførte slike kompliserte analyser for å finne små mengder tungmetaller i elvevannet. Bedriftens laboranter ble etter hvert spesialister og fra 1944 finnes det komplett analysemateriale fra prøvesteder i Raubekken og Orkla elv.



I midten av 1960-årene ble det tatt kontakt med Ås Landbruks høyskole der det var opprettet en avdeling for bl.a. å drive forskning på tungmetallenes innvirkning på laks og ørret. Det var viktig å erverve kunnskap om bruken av det store analysemateriale som etterhvert kom frem. Her gjengis utdrag av brev angående bedømmelse av analyseresultater for vassdrag forurensset med kobber og sink:

«I Trøndelag er flere elver og sideelver forurensset med kobber og sink fra svovelkisgruber (bergvelter utenfor grubene og utpumping av grubevann). Det gjelder viktige lakseelver som Namsen, Gaula og Orkla. Disse metallforurensninger er sterke gifter for laks og ørret selv i ganske små konsentrasjoner. I Øvre Ålen er således Gaula helt død for fisk i en strekning av over 2 mil, og virkningen for fisket nedover vassdraget er sannsynligvis større enn man tror, fordi laksen viser unntakelsesreaksjoner overfor slike forurensninger i konsentrasjoner som ligger under dødelighetsgrensen.

I det følgende er det referert til en større undersøkelses-serie utført av Norsk Institutt for Vannforskning i 1962-64, og omfattende forurensninger av Namsen med sludevassdrag fra Skorvass svovelkisgruber tilhørende Elektrokemisk A/S.

Laksens unntakelsesreaksjoner overfor oppløst kobber og sink er beskrevet i et arbeid av J.B. Sparague og R.L. Saunders: «Avoidance of sublethal mining pollution by atlantic Salmon», Fishery Research Board of Canada, Studies 1964, Part 1, No. 881, side 221-236.

Konklusjonen ut fra undersøkelsene refereres:

- 1) Atlanterhavslaksen oppdager oppløst kobber og sink i meget små konsentrasjoner, mindre enn 10% av nivået for innledende dødelighet («ILL»).
- 2) Kobber og sink er i det minste additiv i sine virkninger på fisk, og kan potensielt hverandre under visse forhold.
- 3) Graden av kobber-sink-forurensning i en elv kan noenlunde lett beregnes og uttrykkes ved et enkelt tall, i det minste med hensyn til virkningen overfor fisk.
- 4) Atlanterhavslaksens oppvandring synes å bli forstyrret hvis kobber-sink-forurensningen overskrider 35-45% av nivået for innledende dødelighet («ILL»).

Forskningene ble utført under betingelser som tok hensyn til foruten kobber- og sinkinnholdet også til vannets hardhet. Undersøkelsene ble satt i gang etter at det var iaktatt unormal utvandring av oppvandret laks fra the Northwest Miramichi River under utpumping av grubevann og etter gjenopptagelse av drift ved nedlagt kisgrube.

«ILL» er definert som det konsentrasjonsnivå over hvilket fisken ikke kan overleve på ubestemt tid. (Fry 1947). Det kan imidlertid ikke angis en bestemt grense for konsentrasjonen for giftig stoff som ikke dreper fisk, fordi det alltid finnes særskilt ømfølsomme og særskilt robuste eksemplarer av den undersøkte arten. Man har derfor valgt å angi ILL som den grenseverdi som fører til 50% dødelighet, og den bestemmes ved å måle tiden som ved forskjellige konsentrasjoner fører til 50% døde-

lighet (LT 50). Ved avtagende konsentrasjon går LT 50 mot dødelighetstærskelen ILL under hvilken det ikke oppstår 50% dødelighet lenger.

Et senere arbeid av J.B. Sprague og B. Ann Ramsey: «Lethal Levels of Mixed Copper-zinc Solutions for Juvenil Salmon», J. Fish. Res. Bd. Canada, 1965, V.22, No. 2, side 425-432 viser giftigheten av kobber og sink ved lav hardhet - 7,9 mg CaO/l. I Sprague og Saunders undersøkelser fra 1964 med noe hardere vann - 11 mg CaO/l - er referert undersøkelser av Lloyd og Herbert fra 1962 med vann av samme hardhet.

Uti fra forsøk som er basert på bestemmelse av ILL fås følgende tabell:

Autorer	Cu		Zn		pH	Hardhet mg CaO/l	Fiskeart
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l			
Lloyd 1961	0,044	0,56	8,7-7,0	7			Regnbueørret
Lloyd and Herbert 1962	0,055	0,70		7,9			Regnbueørret
Sprague 1964	0,048	0,60	7,1-7,3	11			Laks
Sprague and Ramsey 1965	0,032	0,42	7,0-7,4	7,9			Laks

Disse verdier for ILL sammen med de verdier som er ført opp i NIVA's rapport for dødelighetsgrenser, tabell 31, side 77 og tabell 32 side 79 har den største interesse for bedømmelse av kobber-sink-forurensninger i elvene Namsen, Gaula og Orkla i Trøndelag. Verdiene for kobber ligger noe høyere enn det som ble lagt til grunn i Orklasaken, nemlig Sten Vallms verdi for skadegrensen 0,025 mg Cu/l. 0,05-0,1 mg Cu/l ble ansett som dødelige konsentrasjoner for laks. Tilsvarende ble skadegrensen for sink satt til 0,5 - 1 mg Zn/l, og 3,5 mg Zn/l ble betraktet som dødelig konsentrasjon. (O. Braadlie 1949).

Giftigheten avhenger av temperatur, hardhet, pH, kulldioksyd og ifølge NIVA også av humusinnholdet. Økende hardhet- og humusinnhold nedsetter giftigheten. Lav pH og høyt kulldioksydinnhold befordrer giftigheten idet utfelling av metallene som uøselige, primært mer uskadelige forbindelser forhindres. (Alt dette er forøvrig påpekt av professor Printz i Orklasaken).

Samvirkende giftighet av kobber og sink

Mangedobling av giftvirkningen for de enkelte metaller ved nærvær av begge metaller er påstått tidligere i faglitteraturen, og nyere undersøkelser av Herbert og senere Sprague har bekreftet en viss synergisme, men bare under bestemte forhold. Fra Sprague og Ramsey's arbeid av 1965 refereres:

«Concentrations were expressed in «toxic units» by taking them as proportions of incipient lethal levels (ILL). Compared this way, resistance-times were similar for the two metals. Experiments showed that incipient lethal level for mixtures was attained when addition of toxic units contributed by each metal reached a total of 1. The lethal threshold was therefore governed by simple additive effect of the two toxicants. This result is useful for applying to pollution problems in the field.

In the stronger mixtures totalling 2 and 5 toxic units, fish died faster than would be expected from their resistance to the metals separately. This type of potentiation in short-term tests seems to account for more-than-additive effects previously reported in the literature».

Dette arbeid er meget verdifullt fordi det angir en metode for beregning og bedømmelse av om summen av kobberets og sinkens giftvirkning er over dødelighetsgrensen. Videre er det funnet at giftvirkningen i nærheten av ILL er additiv for de to metallene, men den er større enn det når summen av konsentrasjonene er over 2 ganger høyere enn ILL. I siste tilfelle skal det derfor ikke så svært store konsentrasjonsøkninger til for å gi stor giftvirkning i løpet av kort tid (synergisme).

Beregningen blir følgende:

Kalles konsentrasjonen av kobber etter analysen for «Cu», og ILL for kobber i den aktuelle vanntype for «Cu», og tilsvarende for sink - «Zn» og «Zn_i», må, for at dødelighetsgrensen ikke skal overskrides:

$$\frac{Cu}{Cu_i} + \frac{Zn}{Zn_i} = 1 \quad \text{(for kobberforurensning alone)}$$

$$\frac{Cu}{Cu_i} + \frac{Zn}{Zn_i} = 1 \quad \text{(for sinkforurensning alone)}$$

$$\frac{Cu}{Cu_i} + \frac{Zn}{Zn_i} = 1 \quad \text{(for samtidig kobber- og sinkforurensning)}$$

Disse betingelser må være oppfylt for at vannet skal være levelig for laksen.

For at laksen ikke skal unnvike og vandre ut etter oppgang, må følgende betingelse være oppfylt:

$$\frac{Cu}{Cu_i} + \frac{Zn}{Zn_i} < 1$$

Det knytter seg selvsagt en viss usikkerhet til en slik skjematisk bedømmelse, men den burde kunne lette vurderingen av analyseresultater.

For sink bør ifølge NIVA $Zn < 0,1$ for at klekking skal gå bra ved en hardhet av 5 mg CaO/l.

Vanskeligheten ligger i å bestemme Cu_i og Zn_i , da disse grenseverdier varierer med vanntypen, og da bl.a. med hardhet og humusinnhold. Dette kompliseres ytterligere ved at disse parametre, særlig humusinnholdet varierer med tiden for samme vassdrag.

For å ha et utgangspunkt antas at $Cu_i = 0,025$ mg/l og $Zn_i = 0,30$ mg/l som rimelige og forsiktig ansatte verdier for blott vann av hardhet 5 mg CaO/l og med lite humusinnhold. Antas videre at Cu_i og Zn_i varierer med hardheten på samme måte som Spragues grenseverdier fra 1964 og 1965 for hardhet 11 (eg. 11,2) og 7,9 (eg. 7,85), fås følgende tabell:

mg CaO/l	Laks		Klekking	
	Cu _i	Zn _i	Cu _i	Zn _i
5	0,025		0,30	0,10
10	0,031		0,57	0,19
15	0,037		0,84	0,28
20	0,043		1,1	0,37

Den samlede giftvirkning for kobber og sink på dødelighetsgrensen ILL blir da, for hardhet 5 mg CaO/l:

$$\frac{Cu}{0,025} + \frac{Zn}{0,30} = 1$$

og tilsvarende for andre hardhetstall. Hvis humusinnholdet er høyt, og har sterkt tendens til kompleksdannelse med kobber og sink, blir dette utslagsgivende. I slike tilfelle får uttrykket ovenfor for giftighetens variasjon med hardheten bare begrenset verdi, og forsøk med den aktuelle vann type blir nødvendig.

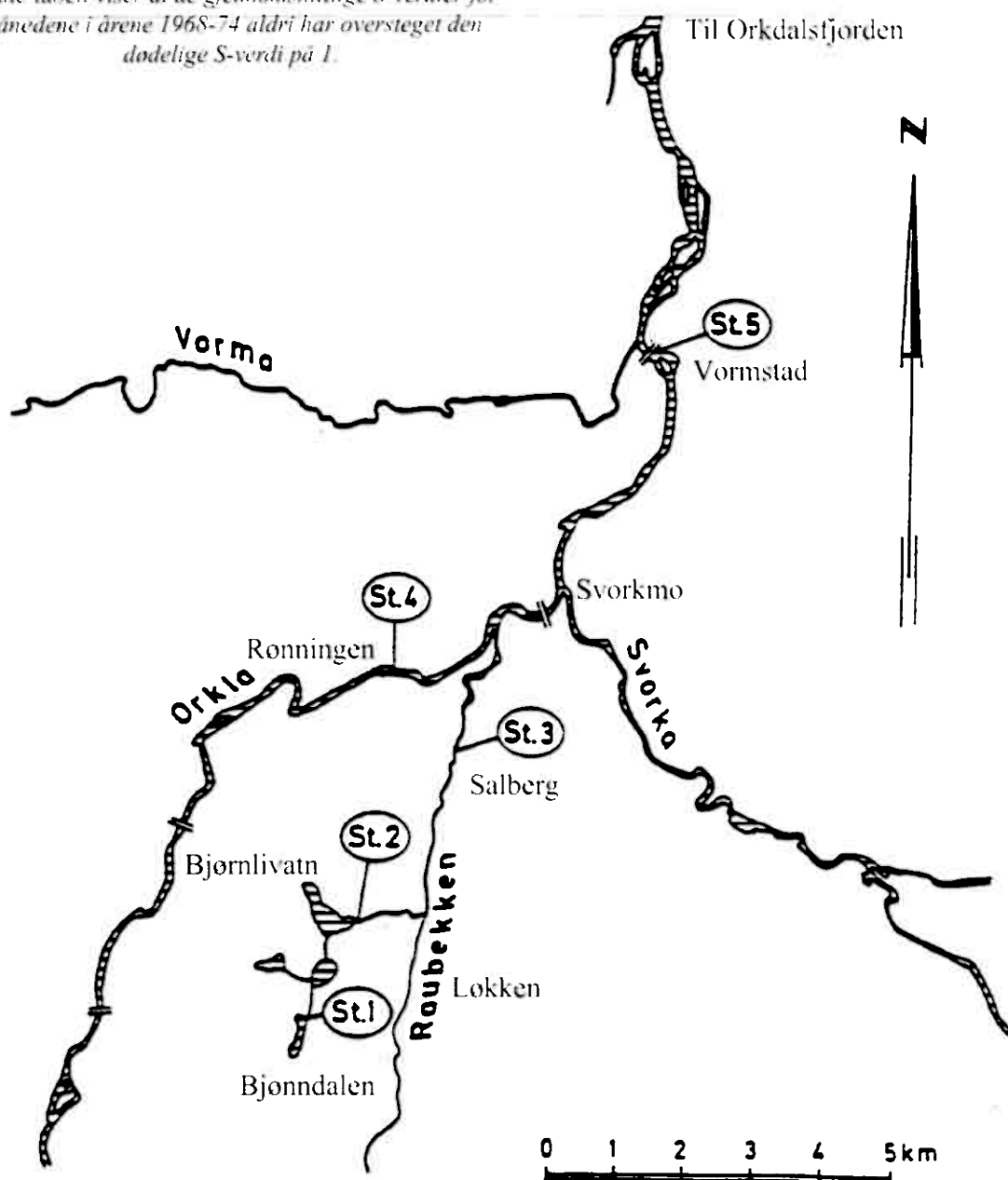
Tabell. Gjennomsnittlige S-verdier (toksisitet) for hver måned i 1968-74.

Lokalitet	Middel for Vormstad + Fannrem		
Måned	n	$\bar{x}$	s
Januar	10	0,86	0,19
Februar	10	0,51	0,41
Mars	10	0,01	0,66
April	10	1,30	0,83
Mai	10	0,75	0,74
Juni	12	0,37	0,21
Juli	12	0,43	0,49
August	12	0,57	0,46
September	12	0,76	0,54
Oktober	8	0,82	0,50
November	10	1,33	0,87
Desember	10	0,75	0,51

Denne tabell viser at de gjennomsnittlige S-verdier for månedene i årene 1968-74 aldri har oversteget den dødelige S-verdi på 1.

Et annet institutt hadde etter hvert opparbeidet seg kompetanse på tungmetall-føurensning i vassdrag. NIVA. Selv om bedriftens personell satt inne med gode kunnskaper og verdifull erfaring, var det med bakgrunn i at dens arbeid ikke skulle dras i tvil, bl.a. av myndighetene, at det ble opprettet avtale med NIVA om å koordinere arbeidet med tungmetallføurensning. Fra 1975 har derfor NIVA gjennomført et kontroll-program i Løkkenområdet. Programmet har i hovedsak bestått av prøvetaking på fem hovedpunkter: Utløp Bjørndalen, Bjørnlivann, Raubekken, Orkla ved Rønningen og ved Vormstad.

Ved å flytte prøvestedet i Orkla fra Svorkmo bro ned til Vormstad mente NIVA en fikk et bedre prøvested, bl.a. hadde flere bi-elver kommet til. Bedriften skulle fortsatt ha både prøvetaking og analysering. Det ble innkjøpt avansert absorpsjonsapparat for analysene. Disse forhold kan gjøre det vanskelig direkte å sammenligne analyseresultat før og etter 1974.



Figuren viser de 5 stasjoner som ble valgt.

Analyseresultatene ble sendt NIVA som foretok de nødvendige vurderinger. Forskjellige kurver og diagram kunne så utarbeides. Vi tar her med kurver fra Raubekken ved Salberg og Orkla ved Vørnstad.

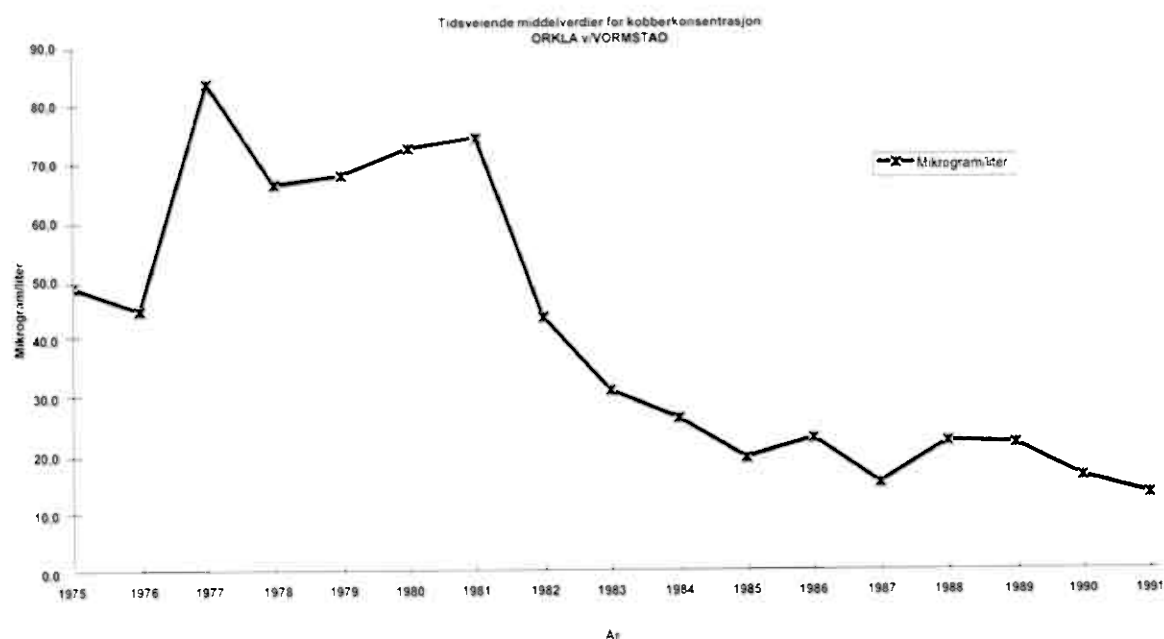
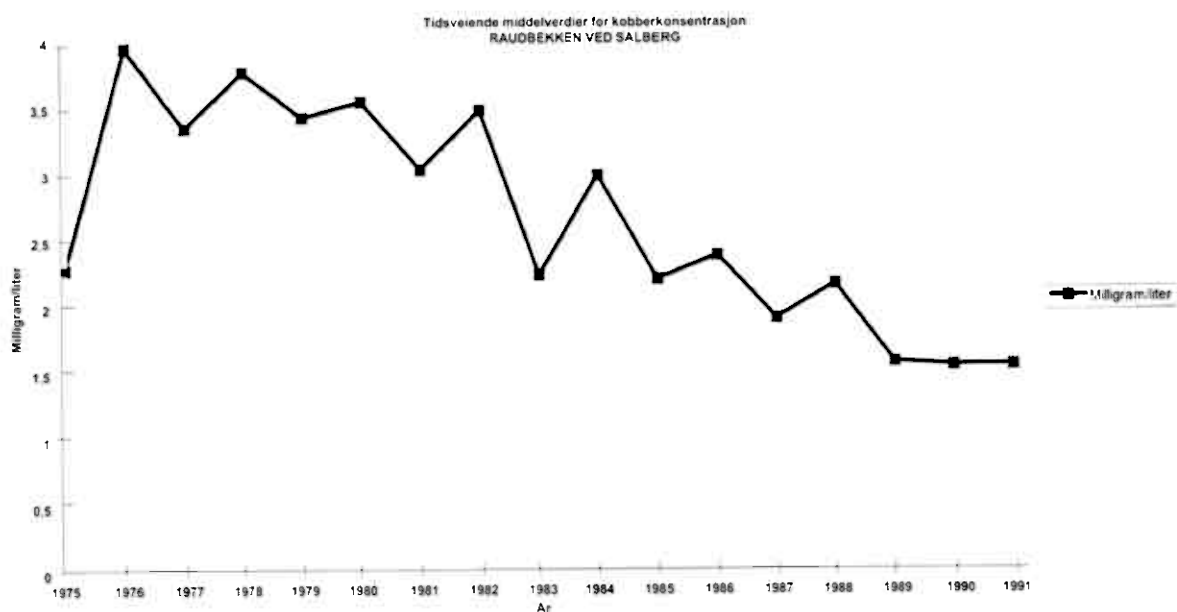
NIVA skriver i sitt sammendrag for 1991:

- «1. Kontrollundersøkelsene av avrenningen fra Løkken gruveområde har pågått siden 1975. Denne rapporten gir en vurdering av resultatene for undersøkelser foretatt i 1991.
2. I rapporten er foretatt en vurdering av samtlige analyseresultater som foreligger for stasjoner i området.
3. Resultatene for avrenningen fra denne delen av gruveområdet som drenerer til Bjørnlivvatn har endret seg lite i måleperioden og er av størrelsesorden ca. 10% av den totale tungmetalltransport fra Løkken-området. Vannkvaliteten i slamdammen i Bjørndalen har blitt

noe surere og metallkonsentrasjonene har vist en moderat økning siste år. Transporten av forurensningskomponenter herfra er fortsatt beskjeden da nedbørfeltet er lite.

4. I Raubekken har det skjedd en gradvis reduksjon i tungmetallkonsentrasjonen i den perioden det foreligger datamateriale for (1968-91). Tendensen er fortsatt avtagende. Dette kan ha naturlige årsaker, men kan også settes i sammenheng med forurensningsbegrensende tiltak i området. Den samme tendens kan observeres i Orkla ved Vørnstad også etter at reguleringen av vassdraget ble avsluttet i 1984.»

Den videre utvikling beskrives i avsnitt 8, da den endelige tiltaksplan ble satt i drift 10. april 1992.



7. Tiltak

7.1 Tiltaksplan

Som nevnt tidligere gjennomførte NIVA et større arbeid for å kartlegge forurensningsforholdene i grubeområdet. I tillegg hadde bedriften deltatt i flere studieturer i inn- og utland, delvis sammen med SFT. NIVA og forurensningsutvalget i kommunen, men også på egen hånd for å skaffe seg opplysninger om de fordeler og ulemper de aktuelle tiltak kunne ha. I brev av 07.09.90 fikk bedriften pålegg om å fremlegge en tiltaksplan for reduksjon av tungmetallforurensningen.

SFT's påleggsbrev refereres:

Pålegg om at Løkken Gruber A/S & Co. må legge frem tiltaksplan for begrensning av tungmetallavrenningen fra området, slik at konsentrasjonen av kobber i Orkla ved Vormstad maksimalt vil være 10 µg/l. Planen skal foreligge senest 15.01.91.

Det vises til Deres brev av 29.05.90, NIVA-rapport O-88226 «Løkken Gruber A/S & Co. - vurdering av forurensningsstatus og alternative tiltak for å redusere forurensnings-tilførselen fra grubeområdet», og til møte i SFT 22.06.90.

Foreløpig vurdering av rapporten:

Rapporten foreslår tre alternative måter å redusere forurensningstilførselen fra området på:

- A) Oppsamling og rensing av drensvann. Tiltaket er aktuelt dersom en av forskjellige grunner ikke ønsker å gjennomføre tiltak som innebærer flytting av veltmasser eller overdekking. Beregninger viser at dersom det samles opp vannmender opp til ca. 25 liter pr. sek. vil ca. 90% av årlig transport fra veltene kunne behandles i rensenanlegg.
- B) Overdekking på stedet for å begrense omsetning av vann og oksygen i avfallet. Ulike tetningsmaterialer er vurdert. Effekten av tiltakene kan bli ca. 100%, i det minste på kort sikt.
- C) Deponering under vann, enten i Astrup gruve eller i Fagerlivann.

Ut fra en foreløpig vurdering mener SFT at alternativ A) vil være det sikreste og beste for å oppnå en varig forbedring i vassdraget. Fordelen ved tiltaket er rask respons i vassdraget, ingen store inngrep i avfallsmassene og stor effekt.

Den største ulempen miljømessig er de store slammengdene som må deponeres på spesialdeponi.

Alternativ B) kan etter vår mening vurderes, men det er knyttet større usikkerhet til effekten av tiltaket på sikt.

Alternativ C) er etter vår mening uaktuelt idet det innebærer omveltning i massene, med stor risiko for utlekking av store mengder tungmetaller.

Målsetting for forurensningsbegrensende tiltak:

Naturlilstanden i et vassdrag skal tilstrebes, jfr. intensjonen i forurensningslovens § 1. Med naturlilstand mener man denne kvalitet vannet ville ha uten vesentlig påvirkning av forurensning.

Statens Forurensningstilsyn (SFT) har tidligere varslet at bedriften på bakgrunn av undersøkelsene som nå er foretatt,

vil bli pålagt å utføre tiltak som skal redusere forurensningen fra grubeområdet på Løkken.

Kobber

Etter SFT's oppfatning bør målsettingen for tiltak i området være å oppnå en reduksjon i tungmetallavrenningen slik at kobberkonsentrasjonen i Orkla ved Vormstad aldri overskrider 10 µg/l.

Denne målsettingen skal sikre at de biologiske forholdene påvirkes minimalt av forurensningsbidraget fra grubeområdet. Det er tatt utgangspunkt i kobberkonsentrasjonen da kobber er en sterk, akuttvirkende gift overfor vannlevende organismer og av særlig stor betydning for livsvilkår og reproduksjon av fisk. Ved å holde kobberkonsentrasjonen under 10 µg/l forventes kun moderat påvirkning av plankton, begroing og bunndyr sammenlignet med naturlige (upåvirkede) forhold.

Kravet om maksimalt 10 µg/l Cu i Orkla faller inn i klasse 2 i SFT's «Vannkvalitetskriterier for ferskvann».

Sink

Selvom sink er mindre giftig enn kobber, regnes det med at kobber og sink sammen gir additive og muligens synergiske effekter i ferskvannsresipienter. Tiltak som resulterer i ovennevnte reduksjon av kobbertilførselen forventes også å gi sterkt redusert tilførsel av sink til vassdraget.

Plan for tiltak

Løkken Gruber A/S & Co. pålegges med dette å legge frem en plan for reduksjon av tungmetallavrenningen til Orkla slik at konsentrasjonen av kobber aldri overskrider 10 µg/l. Planen må forelegges SFT innen 15.01.90, og må også inneholde hva man planlegger å gjøre med Astrup sjakt og Wallenberg sjakt. Det skal tas sikte på at tiltak kan utføres i 1991 og 1992. Det understrekes at det er bedriftens ansvar å få frem de tekniske løsninger og deres kostnader.

Vi gjør oppmerksom på at overvåkingen av vassdraget må fortsette inntil videre, og at programmet etterhvert avpasses i forhold til de valgte løsninger.

Pålegget om å utarbeide plan for tiltak er gitt med hjemmel i forurensningslovens § 20.

Pålegget kan påklages til Miljøverndepartementet innen 3 uker etter at meddelelse om avgjørelsen er mottatt. Klagen bør begrunnes, og andre opplysninger av betydning for saken bør nevnes. Klagen skal sendes Statens forurensningstilsyn.

SFT mener at tiltaksplanen sammen med ovennevnte NIVA-rapport bør sendes på høring til Fylkesmannens miljøvern-avdeling og Meldal kommune før endelig vedtak om pålegg fattes. Vi ber derfor bedriften sende oss ytterligere to eksemplarer av NIVA-rapporten sammen med tiltaksplanen.

Bedriften reagerte på SFT's pålegg om konsentrasjon av kobber ved Vormstad maksimalt skulle være 10 µg/l ved å påklage dette i brev av 24.09.90. Argumentene som bedriften fremførte var for det første at det kunne bevises ved framlagt analysemateriale at elven allerede før Raubekken utløp kunne ha større kobberkonsentrasjoner i perioder.

I tillegg så ikke bedriften noen mulighet til å stoppe vannføringen i Raubekken i spredte flomperioder som ville kunne utløse høyere konsentrasjoner av kobber i elven enn 10 µg/l.

I brev av 26.10.90 skriver SFT at klagebehandlingen ble utsatt til etter at tiltaksplanen var fremlagt, noe bedriften fant å godta.

I januar 1991 legger Løkken Gruber frem tiltaksplan for videre reduksjon av tungmetall-tilførslene fra Løkken via Raubekken til Orkla elv.

Etter nøye vurderinger har bedriften kommet til nye forslag for begrensnig av tungmetallforurensningen.

Den positive rensingen av grubevannet i Wallenberg måtte kunne utnyttes til også å rense sigevannet fra bergveldene. Sammen med Meldal kommunes forurensningsutvalg besøkte vi renseanlegget ved Falun grube i Sverige. Vi så de store konsekvenser et renseanlegg ville medføre både i utførelse og ikke minst deponering av avfall. Heller ikke det rensede vann holdt alltid den målsetting en hadde satt seg. Kontinuitet i verket var heller ikke imponerende.

Forurensningsutvalget i Meldal var heller ikke imponert og vi fikk støtte for vår plan om rensing i gruben.

Løkken Gruber A/S & Co's endelige tiltaksplan

Sammendrag

Orkla elv har de senere år hatt en gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon varierende mellom 14 og 21 µg/l. Analyser viser at det ikke er regelmessig sammenheng mellom kobbertransporten i Raubekken og i Orkla ved Vormstad.

SFT's krav om en konsentrasjon ved Vormstad som aldri overstiger 10 µg/l ansees derfor umulig å nå.

Med vårt forslag til tiltak ansees det som realistisk at gjennomsnittsverdiene bringes ned på 10 µg/l ved Vormstad.

NIVA's tre alternative tiltak er vurdert. Ingen av disse tiltakene anbefales av Løkken Gruber A/S & Co.

Vårt anbefalte alternativ er å samle opp sigevannet fra bergveltene på Løkkens vestsida som representerer 87,5% av kobberavrenningen i Løkken. Vannet pumpes inn i Gammelgruva. Vannet må da sige vestover i gruben til Wallenberg sjakt hvor «renset» vann pumpes opp.

Oppholdstiden på vannet vil sannsynligvis bli flere år før det kommer frem til Wallenberg sjakt.

Analyser viser at tungmetallene utfelles og synker til bunns i gruben. Overflatevannet ved Wallenberg sjakt inneholder idag ca. 0,2 mg Cu pr. liter.

Med vårt foreslåtte tiltak vil tungmetallene tilbakeføres til gruben hvor de opprinnelig kom fra.

Tiltaket vil medføre at de totale kobberutslippene fra Løkken-området halveres.

Nivas forslag

Med den fordeling av kobbertransporten som er vist tidligere er det naturlig å angripe de områder der transporten er størst. NIVA har konkludert med det samme og skriver i sin rapport 0-88226, side 93:

«Tiltakene som er foreslått i denne rapport har som strategi å konsentrere innsatsen om de største forurensningskildene, dvs. tilførsene til Raubekken fra Løkken-siden, slik at samlet avrenning fra gruveområdet blir tilstrekkelig redusert for å sikre en akseptabel situasjon i Orkla.»

NIVA har utredet tiltak i tre hovedalternativer:

- a) Rensing av drens vann
- b) Overdekking på stedet
- c) Deponering i Fagerlivann

NIVA har arbeidet gjennom forslagene grundig og brukt konsulenter til delutredning. En videre detaljering vil ikke være riktig å bruke mer tid og penger på før en har bestemt hvilke reduserende tiltak det er riktig å gjennomføre. Konsulentene mener det vil være tale om noen måneder å fremskaffe anbudsmateriale når valget er gjort.

En kommentar direkte til forslagene er:

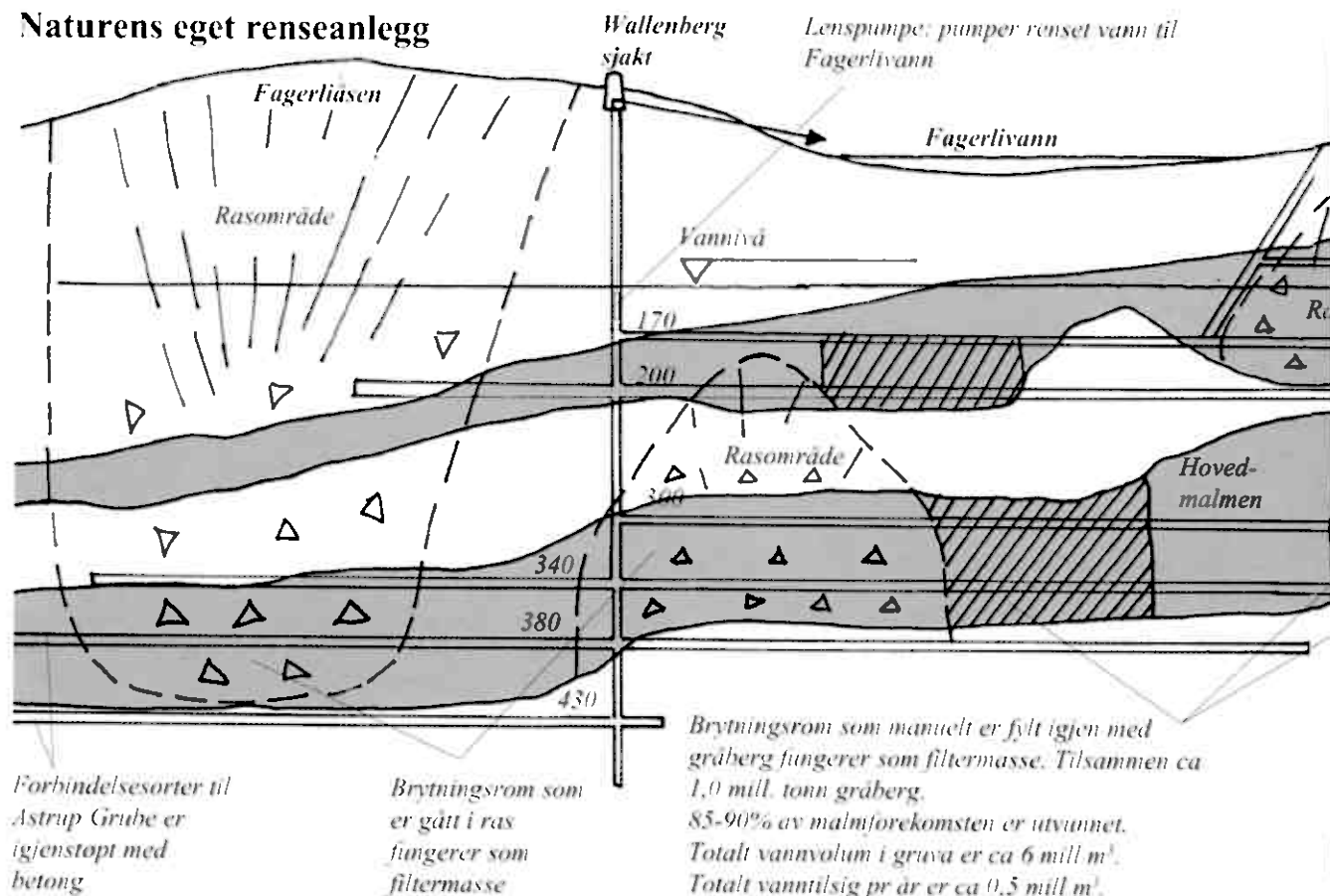
a) Rensing av drens vann

Dette forslag har som positiv side at det gir hurtig reduserende virkning. Negativ side ved det er at det gir store mengder avfallsprodukt som må behandles forskriftsmessig. Det er lite sannsynlig at det finnes plasseringsmulighet for avfallet i selve Løkken-området og at det må transporteres noen kilometer for deponering. Oppsamling av drens vann etter det system som er foreslått med store mengder nedgravde drensrør vil opplagt være et problem for tilgroing med slam. Disse rørene må kunne spyles (renses) med visse mellomrom. I tillegg er investeringskostnadene svært høye. Driftskostnadene er betydelige og vil måtte være det i mange år fremover. Erfaringer fra bl.a. Falun tilsier også at det vil være usikkerhet ved driftsregulariteten.

b) Overdekking på stedet

Dette forslag har den usikkerhet som ligger i muligheten av å få til en god nok overdekking. Med de bratte bergveltene kan det bli et problem. Rensegraden avhenger av dette. Å foreta store inngrep i veltene er uønsket, både sett ut fra bevaringsmessige som miljømessige hensyn. Investeringskostnadene er også her betydelige, men det årlige vedlikehold er minimalt.

Naturens eget renseanlegg



c) Deponering i Fagerlivann

Dette forslag griper inn i Løkken's særpreg i for stor grad. Investeringskostnadene er høye samt at det er risiko for store metallutslipp i anleggsfasen. Deponering i Fagerlivann er derfor uaktuelt.

Nye vurderinger, nytt forslag

Når nødvendigheten av nye tiltak mot forurensnings skal vurderes er det viktig å analysere forholdene i elven slik den er idag. Elven er en viktig ressurs på flere områder, og denne ressurs bør ikke forringes, helst forbedres. Kostnadene ved slike tiltak skal stå i rimelig forhold til det som derved vinnes.

Orkla har de siste årene figurert helt i toppen på listen over Norges beste lakseelver til tross for sur avrenning fra grubene på Kvikne og på Løkken og omfattende kraftverksutbygging i såvel hovedvassdraget som en del sidevassdrag.

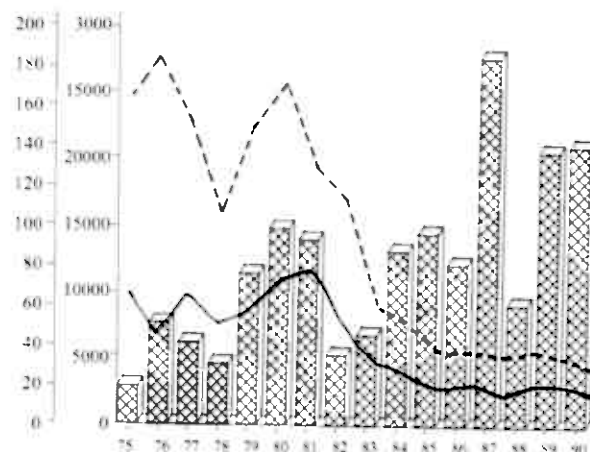
Tungmetallkonsentrasjonene i nedre delen av vassdraget har avtatt betydelig de siste årene, noe som har ført til økt plantevekst og økt produksjon av bunndyr. Bedringen er en kombinasjon av følger av kraftutbyggingen og tiltak ved grubene på Løkken for å redusere tilførselen av forurenset vann.

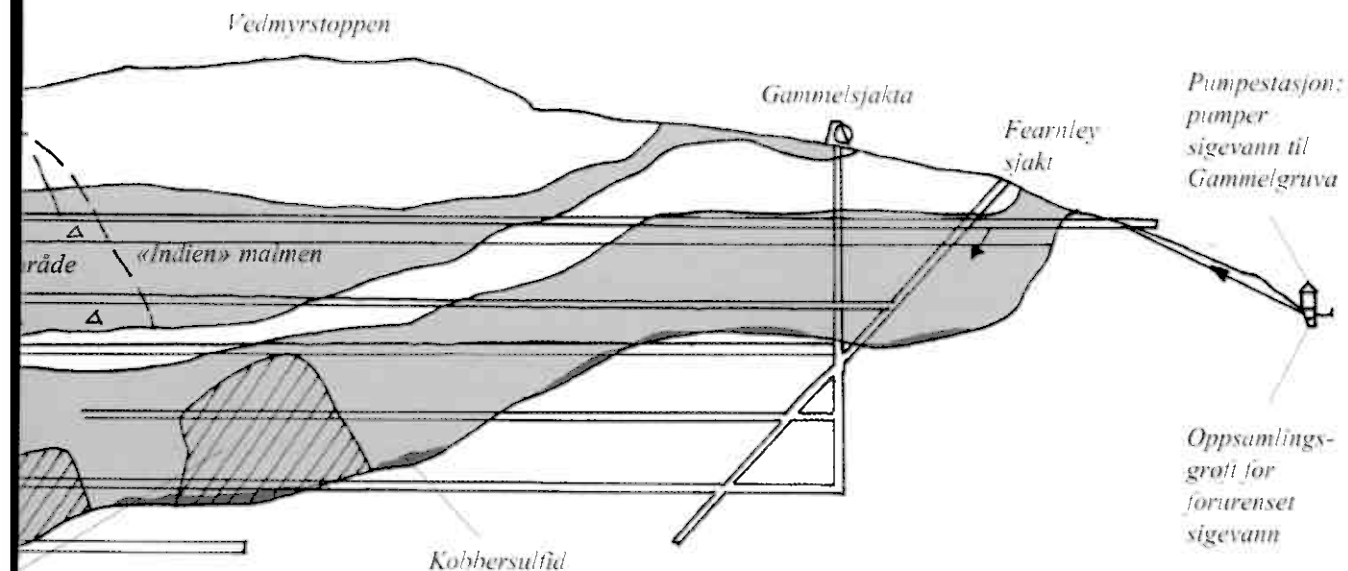
Elven har nå en jevnere vannføring enn for kraftverksutbyggingen.

På Løkken Verk har Løkken Gruber A/S & Co. de siste årene gjort omfattende arbeider for å redusere utslippene.

Det overvåkingsprogrammet som NIVA har ledet når det gjelder forurensningene fra Løkken-området viser at de tilførte mengder av kobber og sink er redusert med omlag 2/3 de siste 10 årene. I samme periode har oppfisket kvantum av laks vist til dels sterk økning. Toppen ble nådd i 1987 med 27,6 tonn. Også 1989 og 1990 ble gode fangstår med ca. 20 tonn pr. år.

Nedenstående diagram viser utviklingen når det gjelder laksefisket i Orkla (kilo) og forurensningen (mikrogram/l) målt ved Vormstad i årene 1975-1990. Kobber er tegnet i hel strek og sink i stiplet strek.





WALLENBERG GRUBE SOM RENSEANLEGG

En dreneringsgrøft samler opp tungmetallholdig sigevann fra Løkkendalens vestsida. En pumpestasjon pumper det forurensette vannet inn i Gammelgruva.

Vannet passerer gjennom den vannfylte gruben og brytningsrommene som er delvis fylt med gråberg (grønnstein). Vannet reagerer med kalsiumforbindelsene i grønnsteinen og kobberet felles ut som kobbersulfid og synker til bunns. Renset vann pumpes opp Wallenberg sjakt og slippes ut i Fagerlivann. Råvann som pumpes inn med 200 milligram kobber pr liter inneholder mellom 1 og 5 milligram kobber når det pumpes ut i Fagerlivann.

Det gode laksefisket har ført til sterk økning i antall tilreisende fiskere, og laksefisket er etter hvert blitt selve grunnlaget for en spirende reiselivsnæring i regionen.

Utviklingen i Orkla de siste årene har forøvrig ført til at elva aldri tidligere har produsert så mye smolt som idag. Undersøkelser som Norsk Institutt for Naturforskning har foretatt siden 1979 viser at smoltproduksjonen har økt med 40%.

Det er først og fremst den økte vannføringen om vinteren som har gitt disse positive resultatene, men det er grunn til å tro at den reduserte avrenningen fra Løkken-området, også har hatt positiv innvirkning ettersom produksjonen av bunndyr har økt.

Som diagrammet viser, er det klare forbedringer i konsentrasjonen av tungmetaller i elven ved Vormstad og likeledes i fanget kvantum fisk. Vil en ytterligere forbedring av tungmetallkonsentrasjonen ved Vormstad gi bedre fangster? Vil kostnadene ved slike tiltak stå i forhold til det som derved vinnes? Statens Forurensningstilsyn har gitt Løkken Gruber A/S & Co. pålegg om å foreslå tiltak som sørger for at konsentrasjonen av kobber ved Vormstad aldri overstiger 10 µg/l. Selv ved moderne renseanlegg der strømbrudd, flom og regularitet i drift er hensyntatt vil denne formuleringen «aldri overstiger» være tilnærmet umulig å oppnå da analyser viser at elva kan inneholde 10 µg/l. før den kommer til Løkken. Løkken kan ikke ta ansvar for tilrenning lengre opp i elva. I tillegg vil et slikt anlegg medføre store tilleggs-

investeringer til de som er skissert i NIVA-rapporten under punktet «Renseanlegg».

Løkken Gruber A/S & Co. har gitt Reinertsen i Trondheim og Rupro Plast AS, Løkken Verk, oppdrag å vurdere et forslag som går ut på å bruke gruben som renseanlegg. Dette forslag innebærer en oppsamling av sigevann fra de områder som idag gir mest tungmetallutslipp, områdene vest for Løkken-dalen, og lede dette inn i Gammelgruva. Det må etableres en pumpestasjon i Wallenberg sjakt som pumper opp tilstrekkelig mengde grubevann for å holde nivået i gruben under 120 m, slik at det ikke blir utløp på Løkken. For å få mest mulig av sigevannet til gruben må det også etableres en pumpestasjon på Løkken som pumper vann til Gammelgruva. Hensikten med dette er at sigevannet skal renses i gruben og grubevann som pumpes opp i Wallenberg sjakt skal være tilstrekkelig rent til å settes på Fagerlivann eller Bjørnlivann.

Analysen NIVA har gjort viser at tungmetallene felles ut i Wallenberg ved tilstrekkelig lang oppholdstid. Den mest sannsynlige årsak er at sulfater omdannes til sulfider som synker til bunns.

Oppholdstiden for vannet i gruben vil kunne bli flere år fra innløpet i Gammelgruva til det pumpes ut i Wallenberg sjakt.

Med et slikt opplegg vil forurensningene tilbakeføres til gruben hvor de opprinnelig kom fra.

Som det går frem av Reinertsens utredning har de også sett på en forenklet tildekking som kunne gi

en viss forbedring i den sure avrenningen, samtidig som særpreget med bergveltene ikke blir ødelagt. Hensikten med tildekking vil i stor grad være estetiske, da alt sigevann allikevel samles opp i pumpestasjonen nedenfor bergveltene og pumpes til gruben. Det foreslås derfor at tildekkingen i stor grad utsettes til man ser effekten av rensingen.

Forventede forbedringer

Som tidligere beskrevet er konsentrasjonen av kobber i de øverste vannlag i Wallenberg rundt 200 µg/l. Etter endt fylling er det naturlige vanntilsig til gruben beregnet å bli 250-300.000 m³/år. Dersom kun denne vannmengde ble pumpet opp i Wallenberg ville utslippet av kobber fra Bjørnliområdet øke med 60 kg/år, altså helt uvesentlig.

Dersom sigevannet fra berghaldene på Løkken pumpes og ledes til Gammelgruva, beregnet til 170.000 m³/år, og konsentrasjonen av kobber i grubevannet som pumpes opp i Wallenberg fremdeles holder seg rundt 200 µg/l, vil kobbermengden fra Bjørnli øke med 120 kg/år, fremdeles meget akseptabelt.

Reinertsen har i sin rapport beregnet at ca. 60% av forurensningene fra berghaldene blir ført til Gammelgruva ved et slikt tiltak. Kobbertransporten fra vestsiden av Løkken-dalen vil derved reduseres fra 42 t/år til 17 t/år. Dersom sigevannet renses som forutsatt i gruben vil den totale forbedring være slik tabellen nedenfor viser, ca. 52 %.

Utslipp tonn kobber pr år

Løkken Vest	Slamdam	Bjørnli	Totalt	Tidligere
42 - 25 = 17	1	5	23	48

Dersom en tenker seg at tilførsel av sigevann til Gammelgruva mot formodning vil forverre konsentrasjonen av kobber i grubevannet i Wallenberg slik at den tidobles til 2 mg/l, vil den opp-pumpede kobbermengde stige til 1 tonn/år.

Den totale forbedring vil likevel bli 50 %.

Konsentrasjonen av kobber i elven ved Vormstad har de siste årene i gjennomsnitt vært: (NIVA-rapport. *Kontrollundersøkelser i nedre del av Orkla-vassdraget*)

1987:	15,2 µg Cu/l
1988:	21,1 µg Cu/l
1989:	21,2 µg Cu/l
1990:	14,9 µg Cu/l, 10 første måneder

Av ti prøver i 1990 har fire ligget lavere enn 10 µg/l, tre under 15 og tre over 20 µg/l. Det vises til NIVA's notat, bilag 6.6.

I løpet av årene 1985 til 1990 har antall dager i året der kobberkonsentrasjonen ved Vormstad er under 10 µg/l øket. Med den planlagte reduksjon på 50-52% av tungmetalltransporten fra Raubekken ansees det som realistisk at gjennomsnittsverdiene bringes ned på 10 µg Cu/l ved Vormstad.

Kostnader

Etter den kjennskap en har til forholdene på nåværende tidspunkt, er kostnader beregnet for de forskjellige aktiviteter. På enkelte områder kan forholdene være annerledes enn forutsatt og derved kostnadene mer usikker. Dette gjelder først og fremst grøfter for sigevann.

Kostnader i 1.000 kr (1990)

Pumpestasjon Wallenberg	kr.	819
Oppsamling rent vann	kr.	301
Oppsamling forurenset vann	kr.	1.210
Pumpestasjon Løkken	kr.	1.177
Tetting, injisering	kr.	400
Grunnundersøkelser	kr.	100
Rigg	kr.	220
Detaljprosjektering, anbudsbeskrivelse	kr.	100
Prosjektledelse, generalomkostn.	kr.	800
Uforutsett, 15%	kr.	770
Renter i byggetiden	kr.	380
Prisstigning, 5%	kr.	310
Totalt, ekskl. mva.	kr.	6.587

Investeringskostnadene er basert på forprosjektene. Endelig kostnad vil først foreligge når detaljprosjekteringen er ferdig og anbudsrunder avsluttet.

Driftskostnader i 1.000 kr (1990)

Driftskostnadene vil i hovedsak bestå av tre komponenter:

Tilsyn, vedlikehold og administrasjon	kr.	180
El.kraft	kr.	200
Prøvetaking analyser	kr.	20
Årlige kostnader ekskl. mva.	kr.	400

Som grunnlag for kostnadene er det vurdert at et halvt årsverk går med til tilsyn og vedlikehold. El.kraftprisen er satt til 50 øre pr. kWh.

Tidsplan for gjennomføringen

	1991												1992											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tiltaksplan	■																							
Beh. i kommune, fylke og SFT		■	■																					
Detaljerings, anbudsbeskrivelse				■																				
Anbud						■																		
Finansiering				■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Pumpest. Wallenb.								■	■	■	■	■												
Grøfter renvann								■	■	■	■	■												
Grøfter sigevann									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pumpest. sigevann																■	■	■	■	■	■	■	■	■
Prøvetaking av oppumpet vann													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tidsplanen forutsetter anleggsstart 1. august 1991. Pumpestasjonen i Wallenberg må senest være driftsklar på det tidspunkt vann-nivået har nådd 10 m under overløpsnivået i gruben, 120 m. Pumpestasjon for sigevann og andre aktiviteter planlegges ferdig innen 1. juli 1992.

Bedriften hadde fått frist til 15.01.91 med å ferdigstille tiltaksplanen. Dette ble overholdt og planen sendt SFT. SFT gjennomgår de tilsendte materialer og i brev av 06.06.91 pålegges Løkken Gruber A/S & Co å gjennomføre de foreslåtte tiltak.

Her gjengis påleggsbrevet:

«Pålegg om tiltak for å redusere forurensning fra Gruveområdet»

Pålegg om tiltak for å redusere tungmetallavrenningen fra gruveområdet på Løkken samt orientering om at Statens forurensningstilsyn (SFT) frafaller pålegg om å fylle Astrup gruve med rent vann. Tiltakene forventes å redusere tilførselene av kobber til Orkla med 60-70%, og vil bidra til å sikre Orklas status som en av landets beste lakseelver. Tiltakene skal gjennomføres i 1991/92.

Bakgrunn

Løkken Gruber A/S & Co. ble, i brev av 7.9.90, pålagt å legge frem en tiltaksplan for begrensnig av tungmetallavrenningen fra gruveområdet, slik at konsentrasjonen av kobber i Orkla ved Vormstad maksimalt skal være 10 µg/l.

NIVA har, etter oppdrag fra bedriften, utarbeidet en vurdering av forurensningsstatus og alternative tiltak for å redusere forurensningstilførselene fra gruveområdet.

Rapporten foreslår tre alternative måter å redusere forurensningstilførselene fra området på:

Oppsamling og rensing av drens vann

Overdekking på stedet for å begrense omsetning av vann og oksygen i avfallet

Deponering under vann, enten i Astrup gruve eller i Fagerlivann

Bedriften har vurdert NIVA's tre alternative tiltak, men anbefaler ingen av dem. Løkken Gruber A/S & Co vil samle sigevannet fra bergveltene på Løkkens vestsida, og pumpe dette inn i Gammelgruva. Vannet vil da sige vestover i gruva til Wallenberg sjakt, hvor «renset vann» pumpes opp. Oppholdstiden på vannet vil sannsynligvis bli flere år før det kommer frem til Wallenberg sjakt. Analyser viser at tungmetallene felles som sulfider under anaerobiske forhold, og synker til bunns i gruva. Overflatevannet fra Wallenberg sjakt inneholder idag ca. 0,2 mg Cu pr. liter.

Astrup gruve

Løkken Gruber A/S & Co ble, i brev av 2.03.89, pålagt å tette Moen sjakt samt fylle Astrup gruve med rent vann. Samtidig ble bedriften pålagt å utrede aktuelle tiltak mot tungmetallavrenningen fra området. På bakgrunn av bedriftens klage på vårt pålegg om vannfylling samt diskusjoner med Bergvesenet og NIVA, kom SFT senere frem til at oppfyllingen av Astrup gruve med rent vann kunne utsettes inntil nærmere undersøkelser var foretatt. SFT aksepterte samtidig at Astrup skulle holdes som reservevolum dersom overløpsvannet fra Wallenberg ikke har en slik kvalitet at det kan slippes direkte til resipient.

Astrup gruve ble drevet frem til 1987. I 1988 ble gruve tatt i bruk til turistformål, og heis og øvrige installasjoner er holdt i stand som ved ordinær drift.

Norwegian Ammunition Disposal Co. A/S vil benytte Astrup for destruksjon av ammunisjon i de månedene av året gruve ikke benyttes til turistformål.

Resipient:

Orkla nedstrøms Raubekken munning har vært påvirket av avrenning fra Løkken Gruveområde i lang tid. Inntil 1983 ble, i tillegg til overflatenilførsene til Raubekken, også gruvevannet ført i treledning til Orkdalsfjorden. Denne treledningen står nå i reserve. De totale tilførsler fra Løkken gruveområde til Orkla og Orkdalsfjorden er idag betydelig lavere enn de var i 1983. Årsaken til forbedringen skyldes tiltak og driftsendringer ved Løkken Verk, men også i vesentlig grad at vassdraget ble regulert og at kraftverkene kom i drift i perioden 1981-1985. Følgende tabell viser gjennomsnittlig konsentrasjon av kobber og sink i Raubekken og i Orkla, slik det fremgår av NIVA-rapporten:

	År	Kobber	Sink
Raubekken	1975	3,07 mg/l	8,46 mg/l
	1985	2,13 mg/l	3,63 mg/l
	1987	1,84 mg/l	3,48 mg/l
	1989	1,55 mg/l	2,55 mg/l
	1990	1,51 mg/l	
Orkla ved Vormstad	1975	69,3 µg/l	162 µg/l
	1985	19 µg/l	152 µg/l
	1987	37,8 µg/l	38 µg/l
	1989	21,2 µg/l	33,8 µg/l
	1990	15,5 µg/l	

Til tallene i tabellen er det å bemerke at det er en viss usikkerhet i målingene. Årsmiddelverdiene gir trolig likevel et representativt uttrykk for utviklingen i Raubekken og Orkla.

Uttalelser

Etter at saken er sendt på høring til Fylkesmannens miljøvern-avdeling, Meldal kommune, Bergvesenet og Sor-Trøndelag fylkeskommune, er følgende uttalelser mottatt:

Bergvesenet:

- Moen sjakt er ennå ikke tett. Sjakten må tettes slik at lekkasje av surt vann herfra unngås.
- Surt gruvevann renner ned i Wallenberg gruve fra overliggende bergveier. Dersom gruveen får renne full til naturlig overløp vil vann fra dette sure området mer eller mindre gå direkte i overløpet.
- Lensing av vann fra Wallenberg til Fagerlivann krever pumpedrift, og løsningen forutsetter derfor et langsiktig og permanent driftsopplegg.
- Gruvevannsledningen må vedlikeholdes og varig disponeres som katastrofeoverløp.
- Man bør forsøke å finne frem til permanente løsninger som ikke krever tilsyn.

- Når det gjelder Astrup Gruve mener Bergvesenet at det beste, både på kort og lang sikt, er å tette Moen sjakt og deretter fylle gruveen med rent vann. Eneste alternativ er å holde gruveen lenset, noe som innebærer at dreinsvannet i gruveen må pumpes opp sjakten og føres til Wallenberg Gruve gjennom stigort ved skytterhuset.
- Utslipp til fjorden av vann med små metallmengder må kunne aksepteres. Ved å ta denne bestemmelsen kan kravet om å beholde Astrup som reserve frafelles, og gruveområdet kan åpnes for annen virksomhet.

Meldal kommune, Helse- og sosialstyret:

Helse- og sosialstyret mener at forurensningen fra Løkken-området må reduseres ved oppsamling og rensing av dreinsvann. Dersom vannet ikke blir tilstrekkelig rent ved «renseprosessen» i Wallenberg Gruve, må det bygges rensenanlegg.

Det må settes tidsfrist for forsøket med rensing i Wallenberg på maks. 2 år. I løpet av denne tiden bør en få klare planer for evt. Rensenanlegg og for plassering av avfall fra dette.

Helse- og sosialstyret støtter forslaget om vannfylling av Astrup med naturlig tilsig.

Meldal kommune, Forurensningsutvalget:

Utvalget støtter bedriftens forslag om å la vannfylling av Astrup skje ved naturlig tilsig, og at vannet pumpes vestover til Wallenberg slik at heissjakten holdes tørr.

Utvalget mener også at Moen sjakt må tettes, og at det må sjekkes hvorvidt muren mellom Slamdammen og Raubekken har nødvendig styrke og stabilitet.

Fylkesmannen i Sor-Trøndelag, Miljøvern-avdelingen:

Miljøvern-avdelingen mener forutsetningen for at forurensningssituasjonen ved Vormstad vil kunne holdes på et akseptabelt nivå, vil være at Svorkmo kraftverk er i drift.

SFT's vurderinger:

Forurensningssituasjonen i Løkken-området er meget komplisert med mange forurensningskilder. For å finne de egnede tiltak er det blitt utført større utredningsarbeider av Løkken Gruber etter pålegg fra SFT.

Flere løsninger ble vurdert i NIVA-rapporten som nevnt tidligere. Disse løsningene har etter SFT's oppfatning klare svakheter ved at løsning A) produserer tungmetallholdig slam som må disponeres forsvarlig, mens løsning B) og C) er teknisk meget vanskelige ut fra både topografien i Løkken-området og de store områder som er berørt av masser fra gruve-driften.

Bedriftens nye forslag om oppsamling og tilbakepumping av forurenset sigevann til Wallenberg gruve innebærer en ny og forsåvidt uprøvd teknisk løsning på problemet med surt, metallholdig vann i snart 10 år, synes det imidlertid dokumentert at det skjer en utfelling av tungmetallene samtidig som det skjer en pH-heving.

SFT mener det er overveiende sannsynlig at denne prosessen vil fortsette om oppsamlet sigevann fra gruvefeltene på Løkkendalens vestsida samles opp og pumpes inn i «Gammelgruva». Renset vann vil da kunne pumpes ut av Wallenberg sjakt. Med den kvalitet dette vannet idag har, med 0,2 mg/l kobber, kan det trolig ledes ut i Raubekken uten at det vil oppstå problemer i Orkla. I alle fall vil treledningen som idag står i reserve, kunne brukes for å unngå utledning til Orkla, dersom det skulle vise seg at kvaliteten på vannet fra Wallenberg blir for dårlig. Forutsetningsvis må da ytterligere utslippsreducerende tiltak gjennomføres. Mål for maksimal konsentrasjon av kobber i overløpsvannet fra Wallenberg skal være 1 mg/l. Med en konsentrasjon på 1-2 mg/l i dette vannet, vil utslippet av kobber herfra bli maksimalt 1 tonn/år. En viss usikkerhet ligger

i pumpesystemet og støtutslipp ved pumpeutfall. Det er derfor krevd nødstrømsaggregat og dobbelt pumpesystem.

Når det gjelder slamdammen øst for Løkken-dalen vurderer SFT den som en mindre forurensningskilde. Muren som holder disse massene tilbake må imidlertid kontrolleres.

Avgangsdammen i Bjørndalen og områdene omkring Fagerlivann/Bjørnlivann er idag overlekket og tilsudd. Heller ikke her synes det naturlig med tiltak i første omgang.

Ventilasjonsjakten i Astrup gruveområde, kalt Moen sjakt, ble i 1987 tettet med en 16 meter tykk betongpropp i bunnen. For å sikre mot lekkasjer av forurenset vann gjennom jakten til Orkla, ble det fylt leire over betongproppen. Det har senere vist seg at jakten ikke er helt tett, og SFT mener jakten nå må tettes slik at faren for fremtidig forurensning herfra gjøres så liten som mulig. SFT har tidligere pålagt Løkken Gruber å fylle Astrup sjakt med rent vann. Den senere tids dokumenterte utvikling i Wallenberg har gjort at vi finner det forsvarlig å omgjøre dette vedtaket. Vi ser heller ikke noe behov for å beholde Astrup som et reservevolum når Wallenberg gruve får overløp. Et slikt krav ville også hindret bruk av Astrup gruveområde til andre formål. Vi forstår at det for området er viktig å beholde turistgruva som er etablert i Astrup sjakt, og at det i andre planer legges opp til bruk av gruverommene.

Med den skisserte løsning vil alt vann tilføres Raubekken. Ved stans i Svorkmo Kraftverk vil Raubekken bli tilført Orkla ufortynnet. Med de reduksjoner i tilførslene som det er regnet med, bør ikke forurensningssituasjonen i Orkla selv under disse ugunstige forhold bli noe verre enn idag. Vi vil samtidig be Kraftverkene i Orkla om å ta hensyn til gruveforurensningene i driftsplanene for Svorkmo Kraftverk.

SFT anser det for viktig at utviklingen i området følges opp med måleprogram som dokumenterer effekten av tiltakene. Utslipsreduksjonen er i samsvar med SFTs langtidsplan, og tiltaket fører seg inn i rekken av tiltak mot forurensning fra gruver.

De vesentlige forhold angående resipienten er vurdert av NIVA i rapporten «Løkken Gruber A/S & Co - Vurdering av forurensningsstatus og alternative tiltak for å redusere forurensningstilførslene fra gruveområdet» og i de løpende rapporter fra overvåkingen av Orkla.

Målingene av tungmetallkonsentrasjonene i Orkla ved Vormstad viser store årlige variasjoner. Det ser imidlertid ut til at man, ved de pålagte tiltak, vil oppnå en reduksjon i tungmetallkonsentrasjonen på 60-70% i forhold til 1985-nivå, og komme ned på en gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon på 10-12 µg/l.

NIVA's prosjekt «Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger» konkluderer med at en kobberkonsentrasjon på gjennomsnittlig 10-15 µg/l kan tolereres uten at det er fare for skade på fisk.

«Pålegg om tiltak»

1. Løkken Gruber A/S & Co. pålegges å tette Moen sjakt slik at lekkasje herfra så langt som mulig unngås. Tettingen skal være ferdig i 1.10.91.

2. SFT frafaller pålegget av 2.03.89 om å fylle Astrup med rent vann, slik at gruva kan benyttes til andre formål. Astrup gruve skal lenses, og pumpeledningen skal føres opp og inn i Wallenberg gruveområde.

SFT kan imidlertid tillate at det stopes en provisorisk betongpropp på nivå 930 slik at det samles noe surt vann i vestre deler av Astrup. Proppen må være en midlertidig løsning mens man etablerer og vinner noe erfaring med oppsamlings- og pumpesystemet for rensing av surt vann i Wallenberg. Etter en prøveperiode på 2 år må betongproppene kunne fjernes, og gruva lenses.

3. Sigevann skal samles fra områdene vest for Løkken-dalen, og det skal etableres pumpestasjon som skal pumpe det oppsamlede sigevannet til Wallenberg. Pumpestasjonen skal utføres i henhold til beskrivelsen i pkt. 4.5 samt tegning nr. 2 i «Gruveforurensning Løkken», utarbeidet av A.R. Reinertsen 1990. Tiltaket skal gjennomføres innen 1.05.92. Groftesystemet må dimensjoneres slik at det ikke er fare for at det oppsamlede, sure vannet renner ut i området. Det skal etableres pumpestasjon i Wallenberg sjakt som pumper opp tilstrekkelig mengde gruvevann for å holde nivået i gruva under nivå 120, slik at overløp til Løkken unngås. Vannet som pumpes opp i Wallenberg sjakt kan ledes til Fagerlivann dersom konsentrasjonen av kobber er mindre enn 1 mg/l. Ved høyere konsentrasjon skal det tas kontakt med SFT som vil avgjøre hvilke tiltak som skal treffes. Kvaliteten på overløpsvannet må overvåkes. Bedriften bør drive lensingen av Wallenberg slik at det er et tilgjengelig reservevolum tilstede som gjør det mulig å stanse utpumpingen i kortere tidsrom (ca. 1 uke). Pumpestasjonene må sikres ved nødstrømsaggregat og dobbelt pumpesystem.

Gruvevannsledningen skal vedlikeholdes og varig disponeres som overløp, jfr. tillatelse av 28.04.78.

Dersom man ved denne løsning etter en innkjørings- og stabiliseringsperiode, ikke oppnår de tilsktede utslippsreduksjoner/forbedringer av resipientforholdene, må ytterligere tiltak gjennomføres. SFT vil ikke nå ta stilling til hvilke tiltak som skal iverksettes, men vil nøye seg med å peke på at rensing da kan bli nødvendig. Bedriften vil i tilfelle bli pålagt de nødvendige utredningsarbeider.

4. Muren mellom Slamdammen og Raubekken må kontrolleres slik at det kan dokumenteres at den har nødvendig styrke og kapasitet til å holde de deponerte masser på plass. Dokumentasjon på dette skal legges frem innen 1.10.91. Det må etableres beredskap for å sikre at eventuelle uhell under arbeidet med utføring av tiltakene ikke fører til støtutslipp av surt, tungmetallholdig vann.

Kontrollprogram

Kvaliteten på overløpsvannet samt mengde overløpsvann fra Wallenberg skal følges opp i eget prøvetakingsprogram som skal starte når overløp finner sted.

Overvåkingen av vassdraget skal fortsette. Forslag til program som er tilpasset tiltakene skal legges frem for SFT innen 1.10.91.

Måleresultater skal sammenfattes i årsrapporter og sendes SFT innen utgangen av hvert år.

Driftskontroll/Vedlikeholdsarbeid

Bedriften plikter å føre jevnlig tilsyn og kontroll med groftesystem og pumper slik at disse alltid drives mest mulig effektivt. For å sikre dette, skal bedriften drive rutinemessig forebyggende vedlikehold av innretningene, og ha et rimelig reservelager av de mest utsatte komponenter.

Det skal utnevnes driftsansvarlig, og det skal utarbeides vedlikeholdsprogram for innretningene. Forslag til vedlikeholdsprogram skal sendes SFT for godkjenning innen 1.05.92.

Egen kontroll og ansvar

Bedriften plikter, gjennom instruks, kontroll og andre tiltak, å sørge for at driften av groftesystem og pumper skjer slik at ulemper og skadevirkninger til enhver tid begrenses mest mulig. Heri ligger bl.a. en plikt til så langt som mulig å søke å hindre unormale driftsforhold som forårsaker forhøyede utslipp.

Klageadgang

Påleggene er gitt med hjemmel i Forurensningslovens § 20, jfr. § 51.

Påleggene kan påklages til Miljøverndepartementet av sakens parter eller andre med særlig klageinteresse innen 3 uker fra meddelelse er mottatt. Eventuell klage skal angi det vedtak som det klages over, og den eller de endringer som ønskes. Klagen bør begrunnes, og andre opplysninger av betydning for saken bør nevnes. Klagen skal sendes til Statens forurensningstilsyn.»

7.2 Gjennomføring

Som nevnt tidligere klaget bedriften på formuleringen i SFTs brev av 07.09.90. Etter gjennomgangen av bedriftens tiltaksplan har SFT formulert dette tvisteområdet slik: Målingene av tungmetallkonsentrasjonene i Orkla ved Vormstad viser store årlige variasjoner. Det ser imidlertid ut til at man, ved de pålagte tiltak, vil oppnå en reduksjon i tungmetallkonsentrasjonen på 60-70% i forhold til 1985-nivå, og komme ned på en gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon på 10 - 12 µg/l.

Dette kunne bedriften godta og bad Rupro Plast A/S, Løkken Verk og A.R. Reinertsen, Trondheim, om å utarbeide anbudsbeskrivelse for gjennomføring av tiltaksplanen.

Utdrag fra Rupro Plast utredning:

«Innledning

Dette delprosjektet omfatter pumping av forurenset sludgevann fra det forurensete området omkring oppredningsverket på Løkken. Vannet samles opp i et dreneringsgrøftesystem og pumpes opp og ledes inn i Gammelgruva som utgjør den østlige del av Wallenberg gruvedistrikt. En pumpestasjon i Wallenberg sjakt pumper «renset» vann opp av gruva, vannet slippes ut i Fagerlivannet.

Pumpestasjon Løkken

Årlig tilførsel er ca. 175.000 m³ vann.

Pumpestasjonen bygges som en prefabrikkert enhet med 2 stk. syrefaste pumper hver med kapasitet på 20 l/sek. (630.000 m³/år med 100% driftstid). Med kun en pumpe i drift vil 94% av årsavrenningen bli tatt vare på. Pumpe nr. 2 trår automatisk i drift ved behov. Med begge pumpene i drift vil ca. 98% av vannet bli tatt vare på.

De 2% man mister i flomsituasjoner ledes via et overløp fra pumpestasjonen inn i eksisterende gruvevannsledning ned til Orkdalsfjorden.

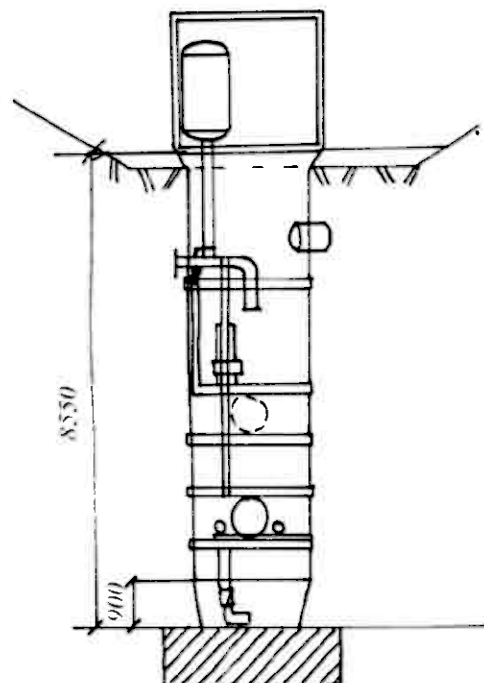
I tillegg etableres det et katastrofeoverløp til Raubekken som dekker ekstremsituasjoner. Slike ekstremsituasjoner vil helst inntre ved flomsituasjoner hvor vannføringen i Raubekken er stor og fortynningen god.

For å etablere så stort fordrøyningsvolum som mulig utnyttes det flate partiet av oppsamlingsgrøften som vil kunne gi flere hundre m³ fordrøyningsvolum. Dette er meget gunstig for pumpesystemet.

Pumpestasjonen plasseres på vestre side av oppsamlingsgrøften med innløp i grøftebunnivå. Innløpet utstyres med en innlaksrist.

Pumpene styres av trykceller som også vil registrere vannnivået i stasjonen. Trykcellene kan også brukes som givere for driftsovervåking.

Overløpet fra pumpestasjonen plasseres ca. 5,0 m over innløp. Det legges en Ø 250 ledning ca. 10 m mot nord og knyttes til eksisterende ledning til Orkdalsfjorden.



Fra pumpestasjonen/opsamlingsgrøften etableres det et rør-/kulvertsystem ut i Raubekken som tar ekstremsituasjoner. Fra pumpene går en Ø 160 PEH trykkledning via tilbakeslagsventiler opp skråningen og inn stollen på Gammelgruva.

Løftehøyden blir ca. 38 m med et tillegg på 4 m V/S for rørfriksjon. Rørledningen legges ca. 200 m horisontalt inn i gruva hvor det etableres en svingekum for å unngå store trykkskudd for vannet slippes via en ca. 200 m ledning ned i gruva. Utløpet ender opp i Fortunaområdet under taket i et større bergrom for å gi maksimal plass for utfelt slam.

Fra pumpestasjonen og opp til stollen i Gammelgruva graves ledningen ned på frostfri grunn. I stollen isoleres ledningen i ca. 50 m lengde. I selve stollen legges ledningen på gulvet. Selve pumpestasjonen utføres i glassfiberarmert polyester med diameter 2,0 m og høyde ca. 8,0 m. Den utstyres med 2 stk. Flygt syrefaste neddykkede pumper som enkelt kan trekkes opp og kontrolleres. Over pumpestasjonen er det et isolert oppvarmet overbygg hvor all styring og el-anlegg plasseres.

Wallenberg pumpestasjon

Vanntilførselen til Wallenberg gruvedistrikt forutsettes å bli:

Naturlig gruvevanninnslag	250.000 m ³ /år
Innpumpet vann i Gammelgruva	175.000 m ³ /år
	425.000 m ³ /år

For å unngå unødvendig stor strømningshastighet i gruva fra øst mot vest er det ønskelig at pumpingen foregår så jevnt som mulig. Svingningen i vannføringen bør derfor oppfattes av en viss høydevariasjon i vannspeilnivået slik at gruva fungerer som et utjevningsbasseng.

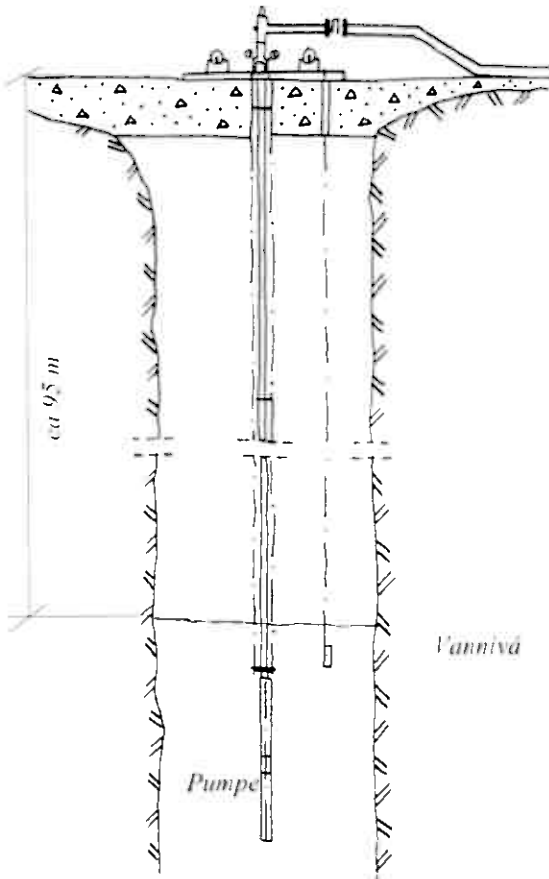
Nivået i Wallenberg legges på 10 meter under sålenivå (gulv) i Gammelgruva. Løftehøyden blir 95 m V/S.

Det velges en kapasitet på 20 l/sek som tilsvarer 630.000 m³ pr. år med 100% driftstid.

Wallenberg sjakt er ikke tilgjengelig annet enn på toppen, slik at pumpe med rørføring og kabel må senkes ned og henges i syrefast wire. Det velges en pumpe med løftehøyde 110 m V/S ved kapasitet 20 l/sek.

Dette blir en pumpe med 12 trinn. Rørføringen velges til Ø 125 innvendig rør som flenses sammen i 12 m lengder.

Det baseres på at alle konstruksjoner inne i sjakta utføres i syrefast stål. Fra sjakt og ut i Fagerlivannet legges det 200 m PEH rør Ø 160 som graves ned utenfor stollen og ut til vannet. Styringen av pumpen skjer ved en trykceller som henges i en egen wire i sjakta. Trykcellen brukes også til driftsovervåking av vannnivået.



Wallenberg sjakt

Tekniske data

Pumpe	Kapasitet 20 l/sek ved 110 mV/S, motor 37 kW, El.kabel 35 mm ² , 220 V.
Rør i sjakt	Ø 130 x 2,5 AISI 316 med faste flenser PN 10 med syrefaste bolter.
Oppheng	2 stk. Ø 10 Wire i AISI 316 festet til oppheng på pumpe. El.kabel klamres til rør.
Løftanordning	På sjaktopp rigges det opp et dobbelt trommelvinsj-system for å trekke opp og senke pumpen.
Styring	Trykceller som henger i egen syrefast wire i sjakt.
Overvåking	Driftsovervåking kan skje via telenett til sentralt sted. Mulige kontinuerlige driftsdata er bl.a.: Vannivå, pH-verdi og vannmengde.

Utdrag fra A.R. Reinertsen's beskrivelse:

Bakgrunn for prosjektet

Løkken Gruber A/S & Co. ble av Statens Forurensningstilsyn, SFT, pålagt å utrede tiltak mot tungmetallavrenning fra gruveområdet på Løkken.

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, utarbeidet i den anledning rapport 0-88226 «Vurdering av forurensningsstatus og alternative tiltak for å redusere forurensningstilførselen fra gruveområdet».

Rapporten forelå i mai 1990 og etter det fikk A.R. Reinertsen rådgivende ingeniør i oppdrag å vurdere og beskrive aktuelle tiltak, samt å kostnadsregne disse. Grunnlagsmaterialet for denne rapporten var:

- NIVA-rapport 0-88226 av 11. mai 1990
- Nedbørs- og tilsigsdata fra Kraftverkene i Orkla (KVO)
- Kartet i målestokk 1:1000

Denne rapporten, som i tillegg til grunnlagsmaterialet, var basert på befaringer i området og prosjektmøter, konkluderte med at en skulle iverksette tiltak på selve bergveitene og isteden sørge for bortledning av rent vann og å samle opp forurenset vann for tilbakeføring til gruva.

På dette grunnlag utarbeidet Løkken Gruber A/S & Co. en tiltaksplan som ble sendt Statens Forurensningstilsyn i januar 1991. I juni samme år mottok selskapet pålegg om gjennomføring av de foreslåtte tiltak.

A.R. Reinertsen rådgivende ingeniør fikk i oppdrag å utarbeide anbudsbeskrivelse, velge entreprenør og ha hovedansvar for prosjekt- og byggeledelse.

Prosjekt- og byggeledelse

Valg av entreprenør

Etter en anbudskonkurranse hvor 4 firma fra Orkaldalsområdet deltok ble firmaene Jordet og Drugli valgt til å utføre anleggsarbeidene. Firmaene ga et felles tilbud og ble å betrakte som et firma under utførelse av arbeidene.

Til prosjektering og levering av komplett pumpestasjon og kummer med nødvendige tilkoblingsdeler ble firmaet Rupro Plast A/S valgt.

Byggeledelse

I tillegg til detaljprosjektering av anlegget, fikk A.R. Reinertsen rådgivende ingeniør i oppdrag å utføre byggeledelse for alle arbeider frem til ferdigstillelse av anlegget og oppstartning av pumpestasjonen.

Byggeledelsen ble gjennomført med jevnlig byggemøter med befaringer og i tillegg besøk på anlegget når viktige avgjørelser måtte tas.

Spesielt i forbindelse med den dype grøfta syd for pumpestasjonen ble det nødvendig med spesiell tett oppfølging for å sikre en god oppsamling av forurenset sigevann.

Beskrivelse av anlegget

Generelt

Tiltaksplanen omfatter et system av grøfter, rør, kummer og pumpestasjon, som skal samle opp og bringe det tungmetallholdige sigevannet fra veitene på Løkken tilbake til gruva. På nordre del av området tas det forurenset vann direkte inn i Gammelgruva. Begge har flomoverløp som sørger for å redusere mengden av vann som føres inn i gruva. Når flomoverløpene trer i kraft er vannmengden så stor at forurensningen blir svært liten.

Fra pumpestasjonen pumpes forurenset vann til Gammelgruva.

Øverst i området er det etablert et åpen grøft for avledning av rent vann. Lengst syd munngrøfta ut i et naturlig bekkefar. Vannet går inn i en eksisterende kum og kommunen har lagt ny overvannsledning fra eksisterende kum og ned til hovedveien. Vannet tas her inn på kommunens overvannsnett.

Vannmengder

Arealet som gir «gruvevannavrenning» er på 19,4 ha og utgjør 0,59% av Raubekkens nedslagsfelt.

Raubekkens nedslagsfelt er på 32,0 km² tilsvarende 10,08% av nedslagsfelt Svorka-Raubekken.

30 års avrenningsstatistikk for nedslagsfelt Svorka-Raubekken har dannet grunnlag for bestemmelse av årsavrenning og ukeavrenning for «gruvevannet».

For bestemmelse av kortvarige avrenningstopper har urbanhydrologiske beregninger med utgangspunkt i Tyholt-kurven dannet grunnlag.

Aktuelle fordrynningsvolumer inngår i beregningene.

I kortidsnedbørsituasjoner med svært høye regnintensiteter er det akseptert at vann går i overløp til Raubekken. Dette er overflateavrenning med kort kontaktid med bakken. Anslått overlopsvannmengde er på ca. 6%. Pga. lavere forurensningskonsentrasjon i overlopsvannet enn gjennomsnittskonsentrasjonen over året, ligger forurensninger ut med overlopsvannet vesentlig lavere enn 6%.

Bygningsmessig utførelse

Sigevannet er surt og alle bygningsmessige materialer måtte utføres i syrebestandig materiale. Stasjonen ble besluttet prefabrikkert i glassfiberarmert polyester. Rørstusser for innløp og overløp ble utført i PVC og innstøpt i stasjonsveggene. Alle ståldetaljer ble valgt i syrefast stål SIS2343. Stasjons høyden ble 8550 mm og utført med et mellomdekk 4550 mm over bunnen. I mellomdekket er det 2 stk. ristluker i syrefast stål for nedsenkning av pumpene. Stasjonsdiameter: ø2000 mm.

Pumpestasjonen ble opplagret på et betongfundament på 3000 x 3000 mm med tykkelse 900 mm. Stasjonen er festet til fundamentet med 6 stk. stag ø16 mm i SIS2343. I fundamentet

er det innstøpt 6 stk. øyeholter ø16 mm i SIS2343 for feste av stagene.

Toppdekket i stasjonen er i glassfiberarmert polyester og støpt til selve stasjonen. Overbygget er utført i tre, 75mm stenderverk og isolert med 75mm GLAV. Utvendig kledd med brunbeiset tommermannskledning. Isolert tak med pappshingel. Innvendig fuktbestandige sponplater med plasmalim.

Rør og ventiler

Alle rør er i syrefast stål SIS2343. Flenser er fast sveiseflenser med hals i SIS 2343. Flenspakninger er i gummi med stål-innlegg.

Trykkør fra pumpene opp til samlestokk er ø84 x 2,0 mm. Samlestoken er ø154x2,0 mm. Trykkør opp til trykktank ø154x2,0 mm. Tommeledning fra samlestokk og ned til pumpe-sump ø54x2,0 mm.

På pumpefjøttene i bunnen av stasjonene er det montert DN80 kausoklaff tilbakeslagsventiler av innspenningstypen. Ved samlestokken er det på hver pumpeledning montert 2 stk. DN80 kauso innspenningsskyvespjeldventiler. På ø54 tommeledningen er det montert en 2" kuleventil i SIS2343.

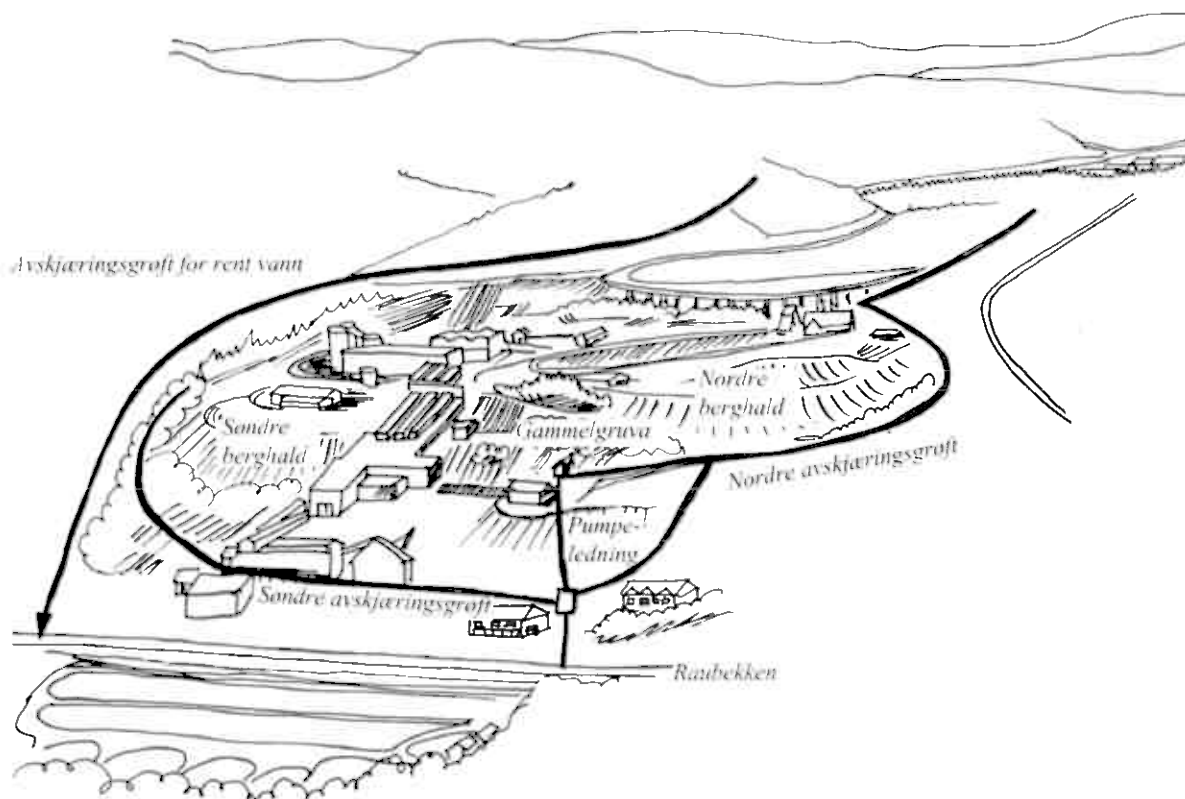
I bakenden på samlestokken er det montert en oppsamlingsspotte for partikler som eventuelt kommer i retur fra pumpeledningen. Ved å demontere oppsamlings-potten er det mulig å foreta staking av pumpeledningen.

Kummer og rør

Materialvalg og utførelse

Det sure sigevannet krevde at alle kummer med utrustning måtte utføres i syrefaste materialer.

Det ble valgt kummer helstøpt i glassfiberarmert polyester med innstøpte muffe i veggene for roranslutninger tilpasset på de enkelte kummer. Inntakrister ble utført i syrefast stål SIS2343. På grunn av stor høyde er kum nr. 1 og 2 utført med et mellomdekk i glassfiberarmert polyester med hengslet rist-luke i syrefast stål. Leiden i kum 1, 2 og 3 er utført i syrefast stål SIS2343.



Nordre avskjæringsgrøft

Sigevannsgrøft til GAMMELSJAKTA

Nordre avskjæringsgrøft starter nord og øverst på området på ca. kote + 280. Frem til pel 70 er grøfta 1,0-1,5 m dyp og åpen. Denne grøfta har en sideforgreining på ca. 40 m vest for bebyggelse. Forbi bebyggelsen (ca. 50 m) er grøfta 1,0-1,5 m dyp og lukket. Det er lagt anleggssrør DV 300 A og en drensrør DV 150 D i de lukkede grøftene. Fra kum 8 går sigevannet i eksisterende rør til GAMMELSJAKTA.

Sigevannsgrøft til GAMMELGRUVA

Kum 8 har overløp for flomvann. Fra Kum 8 er det lukket grøft til kummene 6 og 7 og frem til Gammelgruva.

Fra kum 8 til ca. pel 130 er det lagt avløpsrør DV 400 A. Grøfte er ca. 2,0 m dyp. Fra pel ca. 110 til 130 er det tatt inn tre eksisterende avløpsrør som kommer fra nærliggende bebyggelse.

Videre ned til kum 6 er det i lukket grøft lagt avløpsrør DV 300 A og drensrør DV 150 D. Drensrøret er ført forbi kum 6 og går direkte til kum 7. Langs øvre side av Tårnveien er det ca. 100 m lukket grøft med drensledning DV 150 D som er ført inn i kum 7.

Søndre avskjæringsgrøft

Søndre avskjæringsgrøft starter lengst syd på området som åpen grøft. Grøfta er åpen frem til ca. pel 60 og er 1,5-2,0 m dyp. Den er gravd ned i fast tett morenemasse og er plastret med sprengt stein for å hindre utvasking.

Fra pel 60 og frem til kum 4 (ca. pel 210) er grøfta utført som lukket grøft. Det er lagt dobbeltvegget anleggssrør DV 300 A og drensrør DV 150 D i denne delen. For å avskjære spesielt dype vannårer i området fra pel 100 til pel 170, ble grøfta sprengt ned i fjell og er ca. 3,0 - 3,5 m. dyp. Bunn i grøfta er avrettet med tette leirmasser og på bunn og nedstrømsiden av grøfta er det lagt Volcay som ekstra sikring. Drens- og anleggssrør er omfyllt med pukk ca. 4-12 mm, og over dette er grøfta tilbakefylt med sprengningstein.

Mellom kum 4 og kum 3 bak siloanlegget er grøfta sprengt ned i fjell i hele sin lengde. Dybde er 2,0-3,0 m og det er lagt dobbelt rad med drensrør DV 150 D i tillegg til avløpsrør DV 600 A. På nedstrøms side av grøfta er det lagt Volcay. Omfylling rundt rør og tilbakefylling er utført med tilført pukk og sprengte steinmasser.

Grøft mellom kum 3 og pumpestasjonen har en dybde fra 4,0 m til ca. 8,0 m. Den er sprengt ned i fjell bortsett fra to steder hvor fjellet falt noe av. Her ble det rensket ned til fast fjell.

Pumpeledning til Gammelgruva

Fra pumpestasjonen og opp til GAMMELGRUVA er det lagt pumpeledning i lukket grøft. Pumpeledningen har en ytre diameter på 180 mm. Type PE180 PN10.

Ved inngangen til GAMMELGRUVA er røret tilkoblet et stålrør som fører sigevannet ca. 100 m innover tunnelen frem til sjakta. Inne i tunnelen er røret lagt på slipert direkte på salen.

Avskjæringsgrøft for rent vann

Øverst i området og over alle velter er det etablert ei avskjæringsgrøft for rent vann. Den starter på kote + 310 og går ned til ca. kote + 280. Grøfta er utført som åpen grøft gravd ned i morenemasse. Bunn og nedstrømsiden av grøfta er tett med leire. Det er utført fjellsprengning for en del av grøfta.

Grøfta avsluttes i et hekkefar og vannet tas inn igjen i en kum på ca. + 235. Fra kummen og ned til hovedvegen har kommunen lagt en overvannsledning i lukket grøft.

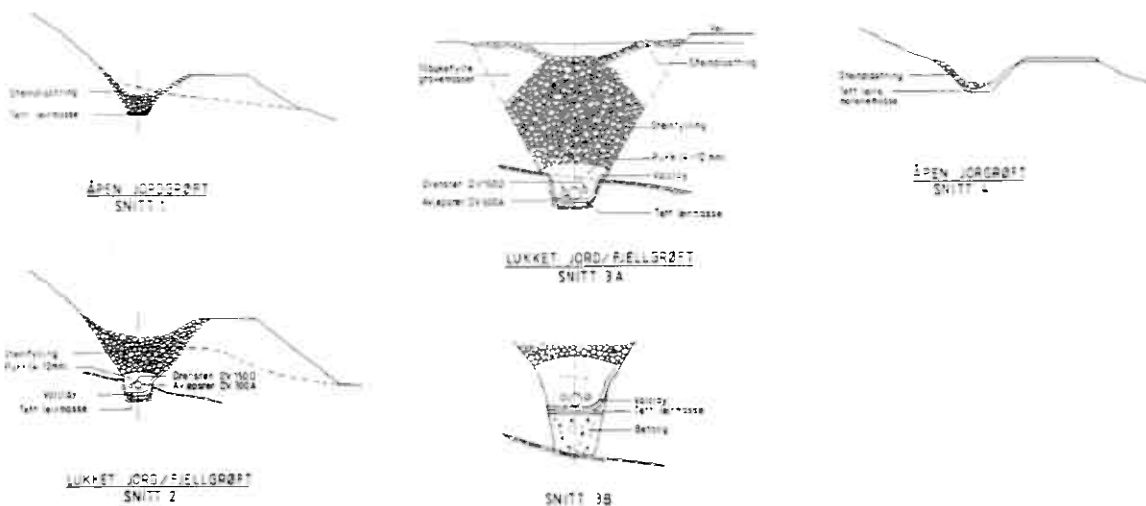
Entreprenørene

Rupro Plast, som hadde prosjektert og tegnet pumpestasjonene Løkken og Wallenberg sjakt, fikk leveranse og montering av alt utstyr til disse anleggene.

Etter en anbudsrunde der fire firma fra Orkladal-området deltok ble maskinentreprenør Odd Drugli, Løkken Verk valgt til å utføre anleggsarbeidene. Han knyttet til seg lastebileier Inge Jordet, Jerpstad.

A.R. Reinertsen fikk i oppdrag å utføre byggeledelse frem til ferdigstilling og oppstart. Jevnlige byggemøter ble holdt hvor byggherren Løkken Gruber A/S & Co., Rupro Plast A/S og entreprenørene deltok. Formann i Forurensingsutvalget i Meldal deltok også i enkelte møter.

Alle berørte parter må berømmes for sin innsats. De oppsatte planer for prosjektet ble nøye fulgt, og de økonomiske rammer for tiltaksplanen på 6,6 mill. kr. ble overholdt.



Tiltaksplan 1991/92



Til venstre: Starter med hovedgrafi fra eksportkissilo til pumpestasjon ved barnelagen.

Under: Groften er 7 m dyp og tre rør legges, et større transportrør og to mindre drenerør.



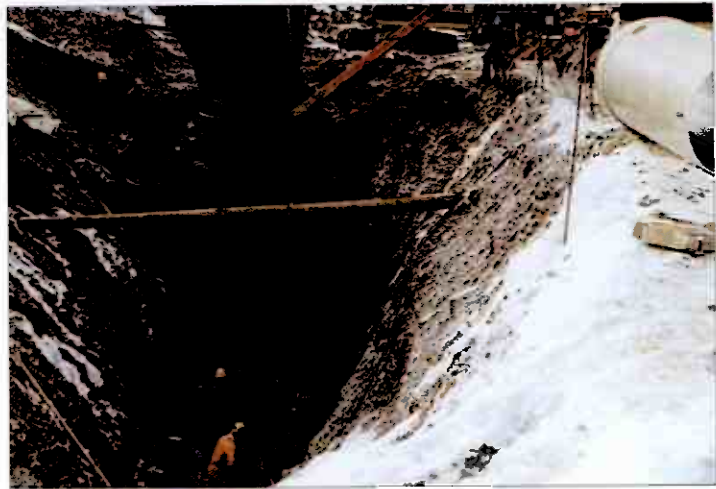
Over: Ved pumpestasjon graves ned til 10 m og fundament for stasjon stopes.



Til høyre: Vannet pumpes til Gammelgruva. Midlertidig pumpe.



Til venstre: Pumpestasjon ankommer.



Til høyre: Plasseres ned på fundamentet og boltes fast.



Over: Hovedgroften er ferdig. Vi ser to blå stakelummer. Dette er nedgang til transportrøret.



Til høyre: Tilbakefylling av graderte masser starter.



*Til venstre: Drensgroft mot sydvest. Her
hak eksportkissiloen.*



*Over: Her skal plasseres en ny plastkum
for adgang til transportrør.*



*Over: Berget i grøften må sprenges bort
flere steder for å komme dypt nok.*



*Til høyre: Øverst er grøften åpen og
plastret med grovere stein.*



Drensgroften ved foten av nordre herghald samler surt vann som ledes direkte til gammelgruva.



Groften fortsetter oppover mot grubeverkstedet og Gammelsjakt.

Fra grubeverkstedet fortsetter groften videre oppover.



Den ender nesten helt opp til vannskillet ved Vedmyrtoppen.



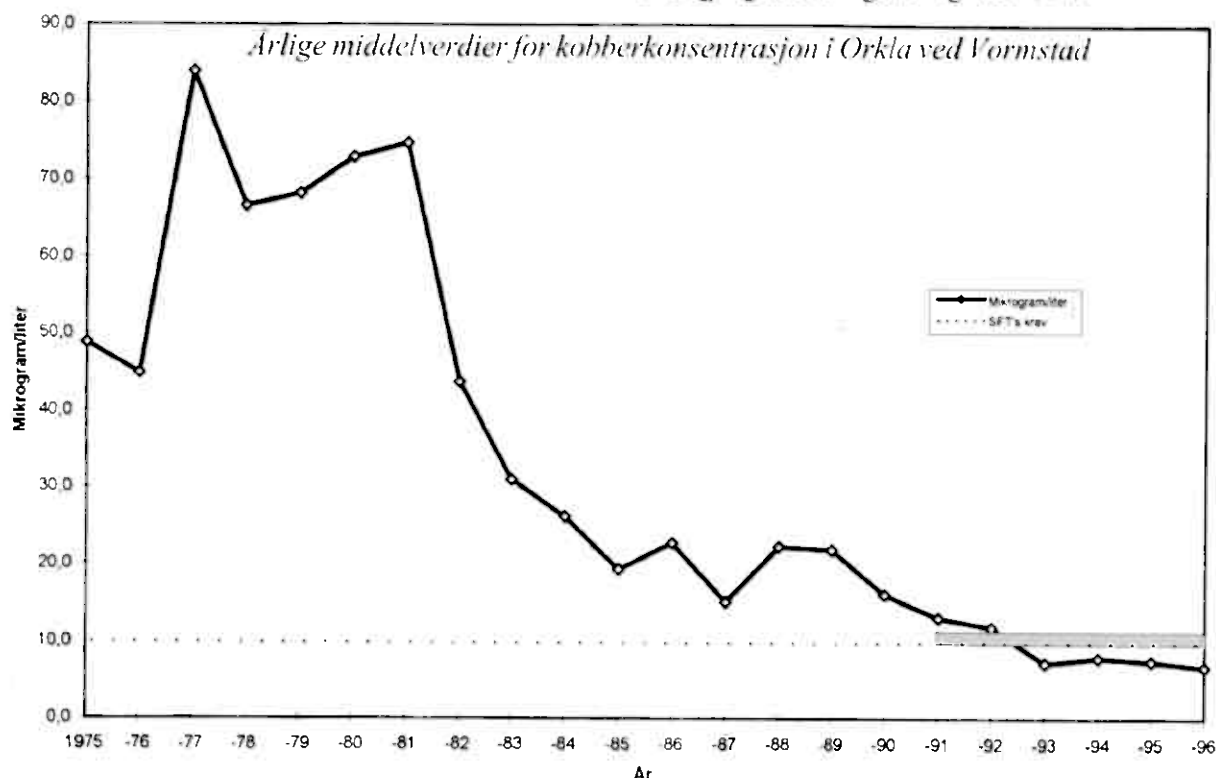
8. Resultat

8.1 Analyser Orkla elv

Det hovedkrav SFT hadde til den tiltaksplan som skulle gjennomføres var at kobberkonsentrasjonen i Orkla ved Vormstad gjennomsnittlig skulle komme ned på 10-12

mikrogram/l. Den tiltaksplan som ble gjennomført var da også utarbeidet med henblikk på å nå dette hovedmål.

Overvåkingen av vassdraget skulle fortsette, og ned-
enfor gjengis utviklingen til og med 1996.



Resultatene er gode og kobberkonsentrasjonen i Orkla elv ved Vormstad ligger under 10 mikrogram pr. liter.

Tiltaket er unikt i verdenssammenheng. Dette sagt med bakgrunn i at det ikke er hørt om eller funnet materiale der noe lignende er beskrevet. Rensemethoden ble oppdaget ved en systematisk prøvetaking i 10 år av vannkvaliteten i Wallenberg grube mens denne ble fylt med vann.

Sigeannet som pumpes inn i Gammelgruva holder fra 75 til 200 milligram kobber pr. liter, og etter å ha passert fellingsbassenget i gruben er kobberkonsentrasjonen redusert til 0,5-10 milligram pr. liter. Anlegget har først rensert grubevannet, dernest innpumpet tungmetallholdig vann fra Løkken-området og grubevann som tilføres fra Astrup grubeområde.

Et viktig tilleggsmoment er at alle tungmetallforurensningene tilbakeføres gruben hvor de en gang har kommet fra.

8.2 Kostnader

Grubedriften på Løkken har vært langvarig, og driftsmetodene forskjellige. Som vi har hørt har dette ført til at ikke salgbare produkter er lagt ut i terrenget rundt grubeanleggene. Tungmetallholdig grubevann og sigevann har etter hvert øket i mengde og konsentrasjoner av

metaller. Driftsselskapene har underveis løst problemene i henhold til det lovverk som forelå. I dette hefte har vi hørt om lensing av gruben rundt år 1900, rensing av grubevann fra 1927-1952, tildekking av berghalder o.s.v. Kostnadene med disse arbeider tilhørte som regel driftsbudsjett. Ett unntak var nok grubevannsledningen som hadde en investering på 4,5 mill.kr. (1952-kroner).

I 1981 overtok Løkken Gruber A/S & Co. driftsansvaret for gruben og derved også ansvaret for den endelige opprydding ved en nedleggelse av driften. Dette skjedde gjennom konsesjoner som dette selskap måtte ha. Etter at grubedriften ble nedlagt 10. juli 1987, tok det 5 år før den endelige tiltaksplan ble gjennomført og enda 4 år før selskapet Løkken Gruber A/S & Co ble oppløst i 1996.

Selskapet arbeidet aktivt med å klarlegge hvilket økonomisk ansvar som lå på siste eier. Da grubedriften var konsesjonsfri frem til 1981, og de tidligere eiere hadde behandlet miljøspørsmålene etter lovverket, mente selskapet at Staten ved Miljøverndepartementet og Næringsdepartementet måtte ha et visst ansvar.

Etter flere samtaler og møter med de berørte parter søkte selskapet i brev av 30/10-91 Næringsdepartementet om støtte til å opprette et fond på kr. 5 mill. for å dekke driftsutgiftene i 20 år vedrørende tiltak for å redusere forurensningene.

I brev av 18.12.91 uttaler Departementet: «Etter en samlet vurdering finner Næringsdepartementet å kunne bidra med kr. 2,5 mill. til etablering av et fond til dekning av de utgifter som skisseres i søknaden. Det forutsettes at Løkken Gruber skyter inn samme beløp når fondet opprettes.»

Miljøverndepartementet søkes i brev av 15.10.91 om støtte til de investeringer bedriften får i forbindelse med tiltakene for å redusere tungmetallforurensningene. Det tar lang tid med flere møter og brevvekslinger før departement bestemmer seg.

I sitt svarbrev av 28.07.93 skriver Departementet følgende: «Departementet finner på denne bakgrunn å kunne

gi støtte til oppryddingsstiltakene på opptil 30% av kostnadene. Etter departementets vurdering, i henhold til bedriftens siste innsendte oversikt, utgjør kostnader som er direkte knyttet til opprydding og sikring av forurensningssituasjonen i forbindelse med avslutning av gruvedriften ca. 11 mill.kr. Departementet har trukket fra utgifter som er å betrakte som ordinære driftskostnader til miljøtiltak.

Departementet kan på dette grunnlag dekke 30% av kostnadene oppad begrenset til 3,3 mill.kr.»

De totale miljø-, sikrings- og oppryddingskostnader i perioden 1981-1996, pålagt av myndighetene, fremgår av følgende tabell:

(1000 kr)				
	1981/1987	1988/1991	1992/1996	Sum
Arrondering, tildekking av bergvelter	925	935		1860
« , tildekking av slamdamm, Løkken	1400	550		1950
Bjøndalsdammen (svoveikisdeponi)	1530	670		2200
Moen sjakt (tetting)	300	300		600
Forberedelse til oppfylling Astrup		510		510
Grubevannsrøret (vedlikehold)	230	140		370
Utslippskontroll	1830	985		2815
Konsulenter (NIVA, SINTEF, Kummeneje, GRONER og andre)	400	600		1000
Bygninger (indre og ytre miljø)	200	550	2116	2866
Andel av faste kostnader	1180	1900		3080
Diverse	100	205		305
Tiltaksplan (1991-1992)			6592	6592
Div. sikringsarbeider 1993, 1994, 1995			3912	3912
Driftsfond			5000	5000
	8095	7345	17620	33060

9. Oppfølging

9.1 Driftsfond

Som nevnt tidligere ble det opprettet et driftsfond på kr. 5 mill. som skulle dekke driften av tiltaksplanen i 20 år fra 1993-2013. Hele beløpet har stått som bankinnskudd frem til 05.05.94 da det ble kjøpt obligasjoner pålydende kr. 5 mill. i Norsk Hydro til fast rente på 6,25%. Prisen på obligasjonene var kr. 4,47 mill. Plasseringen, inklusive kursgevinsten vil gi en effektiv rente på 7,98%.

Størrelsen på fondet er en kommet frem til ved å beregne de antatte kostnader ved driften av tiltaksplanen. Meningen er at avkastningen (rentene) skal dekke de årlige kostnader. I 1990, ved utarbeidelse av tiltaksplanen ble driftskostnadene beregnet slik:

	i 1000 kr
Tilsyn, vedlikehold, administrasjon	kr. 180
Elektrisk kraft	« 200
Prøvetaking	« 20
	kr. 400

Kostnadene har hittil vært:

1993	kr. 331.064
1994	kr. 393.827
1995	kr. 219.540 (fra 1/1-1/10)

Det er utarbeidet statutter for fondet. Her gjengis noen punkter fra disse:

Forvaltning av fondet

Fondet forvaltes og regnskapsføres av Nærings- og Energidepartementet ved Bergvesenet.

Bergvesenet inngår på vegne av fondet avtale med en ansvarlig operator om drift av tiltaksplanen utarbeidet av Løkken Gruber.

Operatøren fakturerer driftskostnadene til Bergvesenet etter egen avtale en gang pr. år. Bergvesenet attesterer fakturaene som anvises av Norges Geologiske Undersøkelser for utbetaling.

Inntil annet er avtalt er Løkken Gruber A/S & Co. ansvarlig operator. Det inngås en operatoravtale mellom Bergvesenet og Løkken Gruber.

Rapportering

Ansvarlig operator skal lage årsrapport og regnskap som rapporteres til Nærings- og energidepartementet v/Bergvesenet og Løkken Gruber A/S & Co innen 01.04 i etterfølgende år.

Eventuell oppløsning av fondet

Ved endelig opphør av tiltaksplanen, skal midlene som gjensvår på fondet utbetales til innskyterne etter innbetalt fordelingsnøkkel.

Selv om deler av tiltaksplanen opphører, skal de midlene som kan henføres til den opphørte delplanen fortsatt stå i fondet frem til endelig opphør.

Løkken Gruber A/S & Co. har hatt operatoransvaret for tiltaksplanen frem til 01.10.95 da Meldal kommune overtok etter egen avtale med Bergvesenet.

Selskapet gjennomførte også de resttiltakene som ble pålagt i brev fra SFT 08.06.95 og har derved fullført alle pålegg fra myndighetene.

Selskapsmøte i Løkken Gruber A/S & Co. vedtok den 22.09.95 å avvikle selskapet.

Vi takker forurensningsutvalget som ble opprettet for å være Meldal kommunes særskilte organ for å ivareta lokalsamfunnets interesser i avviklingen av grubedriften. Det konstruktive og tillitsfulle samarbeidet selskapet hadde med Forurensningsutvalget var særdeles viktig både i planleggings- og gjennomføringsfasen.

En stor takk også til SFT, NIVA og Bergvesenet for godt og utviklende samarbeid og vi ønsker lykke til videre.

