



O-89252

**Nikkel og Olivin AS**  
Konsekvensanalyse  
for mineralbryting ved  
Bruvannsfeltet,  
Ballangen

I samarbeid med

**COWIplan as**

Rådgivende ingeniører og planleggere

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

**Hovedkontor**  
Postboks 69, Korsvoll  
0808 Oslo 8  
Telefon (02) 23 52 80  
Telefax (02) 39 41 89

**Sørlandsavdelingen**  
Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033  
Telefax (041) 43 033

**Østlandsavdelingen**  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752  
Telefax (065) 78 402

**Vestlandsavdelingen**  
Breiviken 5  
5035 Bergen-Sandviken  
Telefon (05) 95 17 00  
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:
0-89252
Undernummer:
Løpenummer:
2433
Begrenset distribusjon:
sperret

Rapportens tittel:	Dato:
Nikkel og Olivin A/S	24. april 1990
Konsekvensanalyse for mineralbryting ved Bruvannsfeltet, Ballangen	Prosjektnummer:
	0-89252
Forfatter (e):	Faggruppe:
Iversen, Eigil, NIVA	Industri
Kjærstad, Erling, COWiplan A/S	Geografisk område:
Lindgren, Kai, COWiplan A/S	Nordland
Rasmussen, Søren, COWiplan A/S	Antall sider (inkl. bilag):
	- 64

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
Nikkel og Olivin A/S	

Ekstrakt:
Det er utført en konsekvensanalyse av gruvedriften til Nikkel og Olivin A/S i Ballangen. Analysen omfatter virkningen av utslipp til vann, støy, lagring av avfall, risiko ved uhell og virkninger på naturforholdene. Virksomheten vil medføre økt metallbelastning av nikkel og arsen på resipientene. Det er vanskelig å vurdere hvor stor belastningen vil bli uten mer omfattende kontrollundersøkelser.

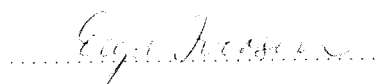
4 emneord, norske:

1. Nikkelgruve
2. Konsekvensanalyse
3. Avfallsdeponering
4. Gruvevann

4 emneord, engelske:

1. Nickel Mining
2. Consequence Analyses
3. Tailings Disposal
4. Mine Drainage

Prosjektleder:

  
Eigil Iversen

For administrasjonen:

  
Bjørn Olav Rosseland

ISBN 82-577-1740-1

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0 - 8 9 2 5 2

**NIKKEL OG OLIVIN A.S**

**Konsekvensanalyse for mineralbryting  
ved Bruvannsfeltet, Ballangen**

15. juni 1990

Norsk institutt for vannforskning  
COWIplan A/S

## I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	<u>Side</u>
0 FORORD .....	4
1 INNLEDNING .....	5
2 BESKRIVELSE AV BERGVERKSDRIFT VED BRUVANNSFELTET OG FORNESODDEN .....	6
2.1 Arealplanlegging .....	7
2.1.1 Fjordsystemet .....	7
2.1.2 Bruvannsfeltet .....	7
2.1.3 Fornesodden .....	8
2.2 Situasjonsplan .....	9
2.3 Råvarer .....	10
2.4 Ferdigvarer .....	10
2.5 Prosessbeskrivelse .....	11
2.5.1 Opparbeiding av vegpukk .....	11
2.5.2 Opparbeiding av nikkelkonsentrat og olivin .	11
3 KARTLEGGING AV FORURENSNINGEN .....	17
3.1 Avløpsvann og fast avfall .....	17
3.1.1 Gruvevann .....	17
3.1.2 Overflateavrenning .....	17
3.1.3 Prosessavløp .....	17
3.1.4 Sanitæravløp .....	17
3.2 Støy .....	19
3.2.1 Støy fra knuseverket/Bruvannsfeltet .....	19
3.2.2 Støy fra utskipning (Fornesodden) .....	20
3.3 Kartlegging av risiko .....	21
3.3.1 Muligheter for vannforurensning fra flotasjonsanlegget .....	21
3.3.2 Muligheter for vannforurensing fra Fornesodden .....	23
3.3.3 Muligheter for vannforurensing ved transport .....	24
3.3.4 Muligheter for vannforurensing ved prosessfeil og annet .....	25
3.3.5 Muligheter for vannforurensing fra kjemiekalielager .....	26
3.3.6 Mulighet for samtidige feil .....	27

forts.	<u>Side</u>
4 VURDERING AV FORURENSNINGEN .....	28
4.1 Utslipp til vann .....	28
4.1.1 Feltundersøkelser .....	28
4.1.2 Laboratorieundersøkelser .....	29
4.1.3 Betydningen av nikkel og arsen .....	32
4.1.4 Slamdeponering .....	33
4.1.5 Flotasjonskjemikalier .....	33
4.1.6 Samlet vurdering av utslipp til vann .....	34
4.2 Vurdering av støyforhold .....	35
4.3 Vurdering av risiko .....	36
4.3.1 Mulighetene for vannforurensning .....	36
4.3.2 Vurdering av vannforurensning av flotasjonsanlegget .....	39
4.3.3 Vurdering av vannforurensning fra Fornesodden .....	41
4.3.4 Vurdering av vannforurensning ved transport .....	41
4.3.5 Vurdering av vannforurensning ved prosessfeil .....	42
4.3.6 Vurdering av vannforurensning fra kjemikalielager .....	42
4.3.7 Vurdering av flere feil .....	43
5 VURDERING AV EKSISTERENDE OG EVENTUELT SUPPLERENDE TILTAK MOT FORURENSNING .....	44
6 NATURFORHOLD .....	45
6.1 Omgivelsene ved Bruvannsfeltet .....	45
6.2 Diffuse utslipp og støv fra bedriften .....	46
6.3 Oppdemning av Bruavannet .....	47
6.4 Omgivelser ved Fornesodden .....	48
6.5 Fjordsystemet .....	48
7 REFERANSELISTE .....	50
8 VEDLEGG .....	52

## 0. FORORD

Konsekvensanalysen er utarbeidet som et samarbeid mellom NIVA og COWIplan a.s.

NIVA har utredet spørsmål vedr. utslipp til vann.

COWIplan har beskrevet prosessen og utredet forhold vedr. støy samt risiko for det eksterne miljø.

Rapportskrivningen har vært delt mellom de to institusjoner. Skrivetekniske problemer har medført at det samlede produkt bærer preg av dette.

I utarbeidelsen har deltatt:

Eigil Iversen	NIVA
Erling Kjærstad	COWIplan a/s
Søren Rasmussen	COWIplan a/s
Kai Lindgren	COWIplan a/s

Oslo, 15. juni 1990

Eigil Iversen

## 1. Innledning

Nikkel og Olivin A.S har, den 22. september 1988, fått en midlertidig utslippstillatelse av Statens Forurensningstilsyn til årlig å bryte 500.000 tonn malm samt fremstilling av 200.000 tonn flotasjonsprodukter inneholdende 15.000 tonn nikkel. Disse flotasjonsprodukter omfatter olivinkonsentrat og nikkelkonsentrat, som inneholder henholdsvis 0,1% og ca. 10% nikkel (SFT 1988a).

Som en forutsetning for den midlertidige tillatelse har Statens Forurensningstilsyn pålagt Nikkel og Olivin A.S å gjennomføre en konsekvensanalyse av forurensningen fra mineralbruddet i Bruvannsfeltet og de tilhørende aktiviteter ved Fornesodden (SFT, 1988b, SFT 1989).

NIVA og COWIplan fremsendte den 10. januar 1989 forslag til handlingsplan til Nikkel og Olivin A.S for gjennomføringen av en konsekvensanalyse for deres bergverksdrift.

Statens Forurensningstilsyn har med brev av 4. april og 26. september 1989 godkjent opplegget til konsekvens-analysen, dog med den bemerkning at avsnittet om luftkvalitet helt kunne utgå og avsnittet om støy kunne reduseres.

Bergverksdriftens støybidrag i omgivelsene vurderes på grunnlag av beregninger ved hjelp av den Nordiske beregningsmodell for ekstern støy fra virksomheter. Som grunnlag for beregningene er anvendt støydata fra målinger, leverandører og antatte data for de vesentligste støykilder fra prosessanleggene og den interne transport på bergverksområdet.

Opparbeidningen av nikkelkonsentrat ble satt i drift i juni 1989 med et flotasjonsanlegg ved Bruvannsfeltet. Opparbeidelsen av Olivin ved Fornesodden forventes i drift i februar-mars 1990.

Konsekvensanalysen omfatter virkningen fra

- utslipp til vann
- emisjon av støy
- lagring og fjerning av avfall
- uhell som medfører utslipp av vesentlige mengder av forurensede stoffer
- virkninger på naturforholdene

Konsekvensanalysen er utarbeidet på grunnlag av opplysninger innhentet hos Nikkel og Olivin A.S og kommuneingeniøren i Ballangen kommune.

## **2. Beskrivelse av bergverksdriften ved Bruvannsfeltet og Fornesodden**

I det etterfølgende beskrives aktivitetene ved bergverksdriften ved Bruvannsfeltet som omfatter

- brytning
- knusing og formaling
- opparbeiding av nikkelkonsentrat og rensing av olivin ved hjelp av flotasjon

samt følgende aktiviteter ved Fornesodden

- tørkingsanlegget for olivin
- lagrings- og utskipingsanlegg for nikkel- og olivinproduktene



## 2.1 Arealplanlegging

### 2.1.1 Fjordsystemet

Bergverksdriften ved Bruvannsfeltet ligger ca. 1 km SSØ for Ballangsfjorden, en mindre fjord som munner ut i den vesentlig større Ofotfjord, se tegning nr. 1.

Innerfjorden er omfattet av kommunedelplanen for Ballangen.

Fjordens sydkyst, som ligger ca. 2 km for vest for Bruvannsfeltet, er omfattet av kommunedelplanen for Arnes. I følge denne planen er et område på Fornesodden utlagt til industri.

Det er fiskeplasser langs hele Ofotfjorden, men ikke inne i Ballangsfjorden.

### 2.1.2 Bruvannsfeltet

#### Historie

Bruvannsfeltet ved Arnesfjellet har siden 1940 vært anvendt til gruvedrift.

Firmaet LKAB har opprinnelig fått tillatelse til utvinning av malm, hvor det med grunneiere og interesseorganisasjoner i området ble inngått en rekke avtaler vedrørende driftsforholdene.

Disse avtaler er overtatt av Nikkel og Olivin A.S i forbindelse med overtakelse av konsesjonsrettighetene.

#### Beliggenhet

Gruven med olivin og nikkelmalmen ligger ca. 2 km fra Fornesodden i ØSØ-retning i ca. 375-400 meters høyde over havet.

Gruvens sentrum ligger ca. 1 km vest for høydedraget Arneshesten (ca. 700 m.o.h.).

Syd for gruven ligger Bruavatnet i 421 meters høyde, og mot nord og vest skråner terrenget ned mot Ballangsfjorden.

Regulering Området ved Bruvannsfeltet er omfattet av reguleringsplan for Arneslia og Bruvannsfeltet - Ballangen kommune, kfr. Reguleringsplan 1854-12-12

Reguleringsplanen tillater dagbrudd i en avstand på ca. 500 meter fra olivin- og nikkelforekomstene.

Det kan forøvrig i tilknytning til gruvevirksomheten midlertidig etableres industri for bearbeiding av råstoffer som er uttatt på stedet. Slik industri skal opphøre samtidig med opphør av gruvevirksomheten.

### 2.1.3 Fornesodden

Anvendelse Området er et gammelt hytteområde som er blitt oppkjøpt av kommunen og som er utlagt til tung industri.

Beliggenhet Det er plassert på en mindre halvøy ved Ballangfjorden - kfr. tegning nr. 1.

Regulering Fornesodden er omfattet av kommunedelplanen for Arnes. Et område på tilsammen 41 daa er utlagt til tung-industri.

Industriområdet er omfattet av en reguleringsplan - Fornes - som Ballangen kommune stadfestet den 10. august 1988, jmf. Reguleringsplan 1854-12-11B

Området skal først og fremst dekke Nikkel og Olivin's aktiviteter, dvs. oppkonsentrering av olivin, utskiping av produkter samt landvinning ved hjelp av deponering av slam i sedimentbassenger. Dessuten skal Nor-Asfalt ligge der.

## 2.2 Situasjonsplan

Det fremgår av tegning nr. 3 hvordan bergverksdriftens aktiviteter er plassert i området.

Bruvannsfeltet Ved Bruvannsfeltet foregår følgende:

- dagbrudd av vegpukk
- underjordisk brytning av nikkell- og olivinmalm
- knusing av vegpukk og nikkell- og olivinmalm
- opparbeiding av nikkellkonsentrat og rensed olivin ved hjelp av flotasjon.

Transport til Fornesodden Vegpukkmaterialiet transporteres bort med bil og nikkellkonsentratet transporteres med bil til Fornesodden.

Oppslemmet rensed olivin ledes via et rørsystem til Fornesodden.

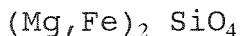
Fornesodden Ved Fornesodden foregår følgende:

- lagring og utskipping av nikkellkonsentrat
- tørking, lagring og utskipping av olivin som forventes satt i drift etter februar-mars 1990
- utledning av prosesspillevann og sanitærspillevann til basseng i fjorden

## 2.3 Råvarer

Arnesfjellet inneholder nikkell, olivin, noritt og pyroksit. I brytningsområdet finnes olivin med et høyt innhold av nikkell. Nikkellmalmen ligger i en skråstillet skive med en tykkelse på ca. 36 meter og en høyde på ca. 100 meter. Den rentable del av nikkellmalmen inneholder fra 0,6 - 2,0% Ni og foreligger som sulfider.

Olivin er et magnesiumferrosilikat med konstitusjonsformlen:



Olivinen som opparbeides inneholder typisk:

- 40-41% SiO<sub>2</sub>
- 38 MgO
- 0,7% Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O
- 12% Fe
- 0,6% Ni
- 0,1% Co
- 1% S

Dagbrudd

Om sommeren foretas dagbrudd til vegpukk. Denne produksjon er ikke omfattet av den midlertidige konsesjonstillatelse. De miljømessige forhold vil derfor ikke bli behandlet.

Det brudte materiale til vegpukk knuses i det samme pukkverk som anvendes til nikkell og olivinmalmer. Til vegpukk anvendes for tiden noritt, men det er senere tanken å bruke den hardere og mer slitesterke pyroksitt.

Underjordisk brytning

Brytning av nikkell- og olivinmalm ble innledningsvis gjennomført som dagbrudd. Da den mest nikkellrike olivin forefinnes under jorden, blir dagbrudd ikke lengere gjennomført.

#### 2.4 Ferdigvarer

Den midlertidige konsesjon omfatter produksjon av (SFT 1988a):

	<u>tonn pr/år</u>
Total bergverksdrift	500.000
Herav:	
Nikkelkonsentrat	15.000
Renset olivin	200.000

Nikkelkonsentratet inneholder:

- 10% Ni
- 3,5% Cu
- 0,5% Co

og rensset olivin (Leonard Nilsen & Sønner a.s):

- 41-44% MgO
- 40% SiO<sub>2</sub>
- 0,1% Na<sub>2</sub>O
- 0,03% K<sub>2</sub>O
- 0,1% Ni

## 2.5 Prosessbeskrivelse

I det følgende beskrives vegpukk-, nikkel- og olivinopparbeidingen.

### 2.5.1 Opparbeiding av vegpukk

Dagbrudd

Brytningen av vegpukk foregår i åpent brudd i april-september måned. Utsprengning av materialet foregår med dynamitt.

Grovknusing

Det utsprengte materiale føres med dumper til grovknusing til under ca. 140 mm, hvorefter det via et transportbånd og fødetrakt føres videre til en spindelknuser til knusing til under 70 mm, jmf. flytskjemaet for oppredningsverket ved Bruvannsfeltet, vist i bilag 1.

I tørkeperioder sprinkles det sprengte materiale med vann for å nedsette støvutslipp fra knuserne og ved den øvrige håndtering av materialet.

### 2.5.2 Opparbeiding av nikkelkonsentrat og olivin

Underjordisk brytning

Ved brytningen anlegges tunneler rundt om og inn i selve nikkelforekomsten.

Sprengninger i gruen foregår 3-4 ganger i døgnet med dynamitt.

Vannet i gruen kommer dels fra bormaskinene og dels fra det inntrengende vann. Det inntrengende vann vil bli forsøkt holdt på et minimum ved å lede overflatevannet i området til Arneselven.

Vannet fra gruve som inneholder boreslam, støv m.v. pumpes først til en ca. 2 m<sup>3</sup> slamtank i selve gruve. Deretter ledes vannet, via tre slambassenger og et basseng som fungerer som oljeutskiller, utenfor gruve til Arneselven.

Endelig ventileres gruve for støv fra sprengninger og boringer samt avgasser fra dieselboreaggregater og -trucker.

Grovknusing Det utsprengte materialet kjøres med dumper fra gruve til behandling i grov- og spindelknuseren, dvs. det samme anlegg som anvendes til vegpukk i sommerperioden.

Det utsprengte materialet fra gruve er fuktig, og det forekommer derfor ikke støvproblemer ved grovknusingen.

Finknusing og formaling Den videre oppredning av den nikkelholdige olivin foregår innendørs i oppredningsverket ved Bruvannsfeltet, jmf. bilag 1.

Det knuste materiale fra spindelknuseren, mindre enn ca. 70 mm, ledes til en rågodssilo, hvor materialet føres til en 10 mm sikt. Materiale større enn 10 mm returneres via en knuser til rågodssiloen.

Aktiv nikkel- malm Nikkelmalmen blir mere "aktiv", etter hvert som den males finere og finere. Malmen i fjellet kan betraktes som biologisk inaktiv, mens malmstøvet etter maling i kulemøllen er vesentlig mere aktiv. Dette skyldes:

- at overflaten mangedobles under malingen (ca. 15.000 ganger)
- at de enkelte malmpartikler etter malingen vil være så små, at de kan spres og forbli oppslemmende lengre.

Flotasjonsavgangen inneholder rester av nikkelsulfid. Denne er riktignok tungtløselig i vann. Løseligheten i sjøvann er ikke tilstrekkelig undersøkt i denne rapport. Når nikkelsulfid forvitrer, dannes nikkelsulfat, som er ca. 50.000 ganger mer oppløselig. Nikkelsulfatet oppløses som salt og forlater oppfyllingsområdet med det utledende vannet. Den utlagte membranen er ikke virksom ovenfor oppløst salt.

Forvitringsegenskapene til nikkelmalm og flotasjonsavgang er ikke vurdert.

Transporten fra knuserene til kulemøllen foregår ved hjelp av bånd.

Nedknust materiale mindre enn 10 mm føres via en møllesilo til våt formaling i en kulemølle ned til ca. 70% under 75 my.

Kulemøllens kapasitet er ca. 55 tonn/t og forsøkes øket til 75 tonn/t.

Ved en kapasitet på 75 tonn/t vil det bli tilsatt til sammen 100-120 m<sup>3</sup> vann pr. time til formalingsanlegget.

Prosessbeskrivelsen vil i det følgende bli basert på en tilgang til kulemøllen på 75 tonn/t.

Etter kulemøllen resirkuleres for grovt materiale via møllesiloen ved hjelp av en skrueklasserer og 3 paralleltstilte sykkloner.

#### Flotasjon

Flotasjonsprosessen består av følgende prosess-avsnitt.

- et råflotasjonsanlegg (grovrensing), hvor det foretas en grov adskillelse mellom nikkel og olivin
- et 3-trinns flotasjonsanlegg for oppredning av nikkelkonsentratet
- rensing av olivin, en prosess som for tiden er under utvikling på NTH

#### Kjemikalie-tilsetning

Ved flotasjonsprosessen tilsettes følgende kjemikalier basert på en møllepågang på 75 tonn pr. time:

- ca. 2.150 kg vannglass pr. døgn med henblikk på å hindre at kaliumamylxantat, KAX, binder seg til gråsten/ olivin
- ca. 153 kg KAX pr. døgn for at nikkelsulfid skal binde seg til de oppstigende bobler

- ca. 101 kg av skummidlet Metylamilalkohol, MAA, pr. døgn for å danne skum som får med seg KAX og nikkelsulfid opp.

Vannglasset tilsettes i kulemøllen.

I en kondisjoneringstank umiddelbart før råflotasjonsanlegget tilsettes KAX og MAA.

#### Kondisjoneringstank

Formålet med kondisjoneringen er å justere egenskapene på malmens overflate, slik at nikkelsulfiden blir vannbeskyttende. Da oppnår man at nikkelsulfidet binder seg til luften som blåser inn i bunnen av flotasjonscellene. Samtidig tilsettes et skummiddel slik at nikkelsulfiden ender i skummet.

Med dette er det oppnådd en fysisk adskillelse, idet skummet renner over. Den beskrevne prosess er ikke 100% effektiv i et trinn, da adskillelsen skjer i en 3-trinns prosess for å øke innvinningen av nikkel. Selv etter 3-trinns prosessen vil det være nikkel i prosess-spillvannet.

Den etterfølgende rensing av nikkel er basert på flotasjon i likhet med nikkelutskillelsen.

#### Regulering

Prosessen reguleres primært ved tilførsel av malm og vann til kulemøllen. Den øvrige prosess antas å bli regulert ved en kombinasjon av nivåregulerende pumper og høydeforskjeller.

Utløpet til rørledningene skjer ved nivåregulering.

KAX og MAA tilsettes videre i prosessen som vist i flytskjema, vedlegg 1.

#### Råflotasjon

Ved den innledende råflotasjon foretas en grov adskillelse av nikkel og olivin.

Råflotasjon består av to grovvaskere, type BFP 300 (Sala 3,3/4). Overløpene fra de to grovvaskere som inneholder nikkelsulfid ledes videre i flotasjonsanlegget som vist i flytskjema, vedlegg 2.



- Skrap-flotasjon I skrapflotasjonen (type AS 9-2) foregår den siste utskilling av nikkelsulfid som føres til rensetrinn 1 i flotasjonsanlegget for opparbeiding av nikkelkonsentrat. Bunnuttaket føres videre til utskilling av olivin fra gråsten.
- Rensing av nikkel-konsentrat Rensingen foregår i tre flotasjonstrinn. Overløpet som inneholder nikkelsulfider føres til konsentrattank for videre opparbeiding av nikkelsulfider. Bunnuttak fra trinn 1 og 2 resirkuleres som vist på prosess-skjemaet. Bunnuttaket fra trinn 3 ledes som prosesspillvann til Fornesodden.
- Fortykker Ved hjelp av en fortykker foretas en grovfiltrering av nikkeloppslemmingen fra konsentrattanken. Den oppkonsentrerte nikkelfraksjon ledes heretter til den siste oppkonsentrering i et trommelfilter.
- Lamell-fortykker Den filtrerte vannholdige oppløsning fra fortykkeren ledes videre til en lamellfortykker med henblikk på filtrering av hovedparten av de siste rester av nikkelkonsentrat, som heretter resirkuleres til konsentrattanken. Det filtrerte vann fra lamellfortykkeren resirkuleres heretter til hydrosyklonen i formalingsanlegget.
- Trommelfilter Ved trommelfiltreringen opparbeides et nikkelkonsentrat som inneholder ca. 7% vann. Prosesspillvann ledes sammen med sanitærspillvann i rør til basseng i sjøen ved Fornesodden.
- Transport Nikkelkonsentratet fra trommelfilteret føres ved hjelp av transportbånd til en innendørs silo. Nikkelkonsentratet føres med bil til Fornesodden. Olivin føres oppslemmet i rør til Fornesodden.

Videre  
opparbeiding  
av olivin

Prosessen ikke fastlagt.

Andre grunn-  
stoffer

Det foreligger ingen analyse av malmen med hensyn til innhold av andre grunnstoffer og mineraler enn nikkell og olivin. Man vet at malmen utenom nikkell, også inneholder kobber. Det antas at malmen utover dette inneholder mindre mengder av andre metaller.

Det foreligger ikke opplysninger om hvordan andre metaller og mineraler behandles i prosessen. Det antas at de hovedsakelig ender i spillvannet.

### 3. KARTLEGGING AV FORURENSNINGEN

#### 3.1 Avløpsvann og fast avfall

Avløp fra bergverksdriften omfatter følgende typer:

1. Gruvevann
2. Overflateavrenning
3. Prosessavløp
4. Sanitæravløp.

##### 3.1.1 Gruvevann

Gruvevannet har sin årsak i tilførsel av driftsvann til boringen og naturlig tilsig av grunnvann til gruva. Gruvevannsmengden er vanskelig å vurdere, særlig på lang sikt. Den er foreløpig anslått til 20 m<sup>3</sup>/h, men vil trolig øke med årene etter hvert som gruvevolumet blir større. Hvor store vannmengdene vil bli er helt avhengig av fjellets beskaffenhet.

Gruvevannet vil inneholde:

- oppløste komponenter fra bergart og mineraler
- boreslam
- rester av sprengstoff
- noe olje fra maskinelt utstyr.

##### 3.1.2 Overflateavrenning

Overflateavrenningen fra gruveområdet føres naturlig til Arneselva. Mye av avrenningen fanges opp i veigrøft nedenfor flotasjonsverket. Grøfta drenerer til Arneselva. Avrenningen omfatter utvasking av forvittringsprodukter fra løsmassetipper, malm- og olivinlager fra dagbrudd og fra annet fast avfallsberg som lagres på området. Vannmengder er vanskelig å vurdere da mye antas å tilføres vassdraget via grunnvannet.

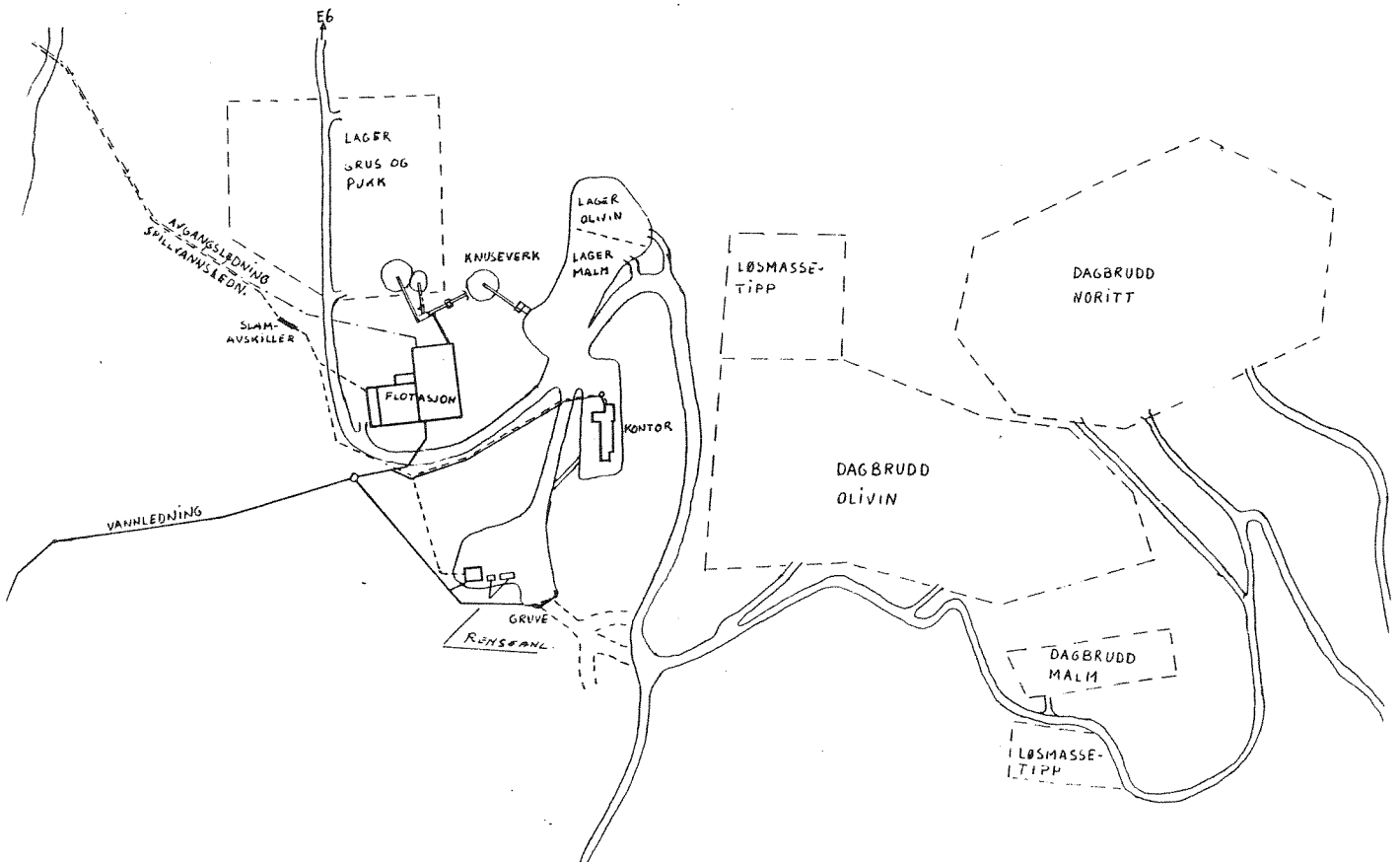
##### 3.1.3 Prosessavløp

Avløp fra oppredningsprosessen består av nedmalt, fast avfall fra sulfidflotasjonen og avfall fra olivinrensingen. Avfallet, eller avgangen, er en vandig slurry som normalt består av 30 % fast gods. Avgangen deponeres i slamlaguner anlagt ved Fornesodden. Avgangs-

mengden er anslått til 30.000 tonn/år, men kan øke vesentlig avhengig av hvor mye olivin det er mulig å få avsatt. I den første driftstid er olivin ført til deponering. Ved siden av slam inneholder avgangen oppløste komponenter fra det nedmalte slam og flotasjonskemikalier.

### 3.1.4 Sanitæravløp

Sanitæravløpet fra anleggene i Bruvannsfeltet og på Fornesodden, i alt fra ca. 45 personer, føres på avgangsledningen.



Figur 1. Kartskisse over gruveområdet.

### 3.2 Støyforhold

Støyen fra virksomheten er oppdelt i:

1. Støy fra knuseverket (Bruvannsfeltet)
2. Støy fra Utskipning (Fornesodden)

For ingen av områdene er det ikke foretatt målinger av støyen. Ved besiktigelse av anlegget i november 1989, var det planlagt å utføre støymålinger, men på grunn av snedekke var det ikke mulig å gjennomføre målingene, og deler av anlegget var dessuten ikke satt i drift. Da det ikke er oppgitt støydata for de aktuelle støykilder, er de etterfølgende vurderinger derfor basert på støydata fra andre tilsvarende støykilder.

#### 3.2.1 Støy fra knuseverket/Bruvannsfeltet

De vesentligste støykilder på Bruvannsfeltet er:

- Dagbrudd av veipukk
- Underjordisk brytning av nikkell- og olivinmalm
- Knusing av nikkell- og olivinmalm i pukkverk

- Intern transport fra gruve til pukkverk  
Som nevnt ovenfor finnes ingen spesifikke støydata for støykildene ved Bruvannsfeltet. Det er derfor ikke mulig å bestemme støybelastningen fra Bruvannsfeltet nøyaktig. Støydata fra et tilsvarende knuseverk kan imidlertid indikere hvor høyt støynivået hos de nærmeste naboer vil være.

De nærmeste helårsbebyggelser ligger ca. 1.500 m fra Bruvannsfeltet i nordvestlig retning. Hvis det kun regnes med avstandsdemping, overflatedemping og luftabsorbasjon, vil støynivået fra knusing og intern transport hos disse beboere være ca. 40-50 dB(A) når anlegget er i drift.

Da fjellet i de fleste retninger skjermer for støyen er det reelle støynivået 2-5 dB lavere.

Det blir vurdert om underjordisk brytning av nikkell- og olivinmalm ikke vil medføre merkbare støynivåer i omgivelsene.

Støy fra dagbrudd av veipukk inngår ikke i nikkell- og olivinproduksjonen og er derfor ikke medtatt i denne vurdering.

### 3.2.2 Støy fra utskipning (Fornesodden)

De vesentligste støykilder ved Fornesodden er:

- Transport internt på tomten
- Transportbånd
- Tørring av olivin

Det foreligger ennå ikke presise opplysninger om omfanget av den interne transport og ingen data om støyen fra transportbåndet og olivintørringsanlegget.

Innenfor en radius på 500 m er det ca. 10 boliger/sommerhytter, som kan bli berørt av støyen.

Den nærmeste av disse boliger ligger umiddelbart opp til områdeavgrensningen og ca. 150-250 m fra det område, som den interne transport vil foregå.

På dager med konstant aktivitet i området vurderes støyen fra intern transport til å være ca. 45-60 dB(A) ved nærmeste bolig. (50-60 dB(A) svarer til den uskjermede støy fra 1 lastevogn og 1 gummihjulslesser under samtidig konstant kjøring).

Ved de øvrige boliger innenfor 500 m radius vil støyen fra intern transport være 35-55 dB avhengig av terrengforhold.

Støyen fra transportbåndet er ikke kjent. Da transportbåndet støyer meget forskjellig, er det forbundet med stor usikkerhet å anvende støydata fra andre transportbånd. Det er derfor ikke beregnet noe støynivå fra transportbåndet, men det antas at støyen fra transportbåndet ikke vil være dominerende i området.

Olivintørringsanlegget er ennå ikke etablert, og det fremtidige støynivået kjennes ikke. Det antas at støyen fra tørring kan dempes/innkapsles hvis det oppstår for høye støynivåer i omgivelsene.

### 3.3 Kartlegging av risiko

Kartlegging av mulighetene for forurensning som følge av uhell er foretatt for vannforurensning. Mulighetene for luft- og støyforurensning er beregnet som begrenset og en kartlegging er derfor ikke foretatt.

Følgende typer av uhell og påvirkninger er relevante for risikoanalysen:

- Lekkasje og brudd på flotasjonsceller, beholdere, rør m.v.
- Strømsvikt
- Frost
- Transportuhell
- Rørlekkasje og -brudd
- Prosess- og reguleringsfeil

Proessen er tørr eller vannvåt. Det er vurdert at det ikke er muligheter for større branner eller eksplosjoner i prosessanlegget.

**Avgrensning av risikoanalysen** Risikoanalysen er begrenset til aktiviteten på Bruvannsfeltet, rør- og veitransport til Fornesodden samt lager på Fornesodden. Vurderingen inkluderer intern kemikalie- og produkttransport, gruve- og flotasjonsanlegg.

Analysen omfatter ikke utskipning av produkter og svikt av demningen omkring sedimenteringsbassenget. Den fremtidige oppredning av olivin ved Bruvannsfeltet og filterering av olivin på Fornesodden er også holdt utenfor analysen.

I de følgende avsnitt gjennomgås flotasjonsanlegg, lager og lasteanlegg, transport med hensyn til rørbrudd m.v. Prosessfeil er beskrevet i et særskilt avsnitt.

#### 3.3.1 Muligheter for vannforurensning fra flotasjonsanlegget

Mulighetene for forurensning som følge av uhell, ytre påvirkninger, prosessfeil m.v. er kartlagt. I det følgende gjennomgås produksjonen trinn for trinn med henblikk på mulighetene for forurensning fra uhell.

**Gruven**

Det vurderes at muligheten for forurensende uhell fra gruve er meget begrenset. Den bortsprengete malm representerer ingen forurensningsfare selv om den skulle mistes fra gravemaskiner, dumpers o.l. Dette skyldes at malmen er sprengt i store stykker og at tapt malm kan samles opp. Det innsivende vannet ledes bort straks og kan derfor ikke medføre forurensning ved uhell.

**Utendørs knusing**

I knuseverket utendørs skjer en tørr knusing til maksimalt 70 mm i flere trinn. Når malmen er knust, vil malmen kunne støve. I tilfelle av større spill vil den fine del av malmen spres over et større område. Det meste av malmen vil legge seg i nærheten av spillstedet og kan fjernes. Potensialet for denne forurensning antas å være liten og er derfor ikke vurdert nærmere.

**Innendørs knusing**

Den siste tørre knusing skjer i spindelknuseren, som ligger i fabrikkhallen. Her knuses malmen og siktes til maksimalt 10 mm. Deretter fylles malmen i rågodssiloen.

Det er mulighet for spill av den finmalte malm fra spindelknuser, transportbånd, sikt og rågodssilo. Det største potensiale finnes i rågodssiloen hvis denne kollapser e.l. I alle tilfelle skjer spillet i fabrikkhallen og malmen kan umiddelbart returneres til prosessen.

**Våt prosess Kulemølle**

Det første trinn i den våte prosessen er kulemøllen som foretar den endelige formaling. Her tilsettes vann til prosessen som bl.a. medfører at et eventuelt spill lettere kan spres.

En særlig forurensningsmulighet er møllekretsen som består av kulemølle, skrueklasserer og sykklon. En strømstans vil medføre at ca. 10 m<sup>3</sup> renner ut av møllekretsen.

Spillet vil renne ned i sumpen som ligger under gulvnivå. Herfra kan det enten føres tilbake i prosessen eller ledes ut med prosessspillvannet. Det antas i det følgende at det ledes ut. Hvis spillvannet tilbakeføres, skjer det ingen påvirkning av miljøet.



**Flotasjon og oppredning** De følgende trinn i prosessen er adskillelse av nikkel og olivin ved flotasjon til to prosesslinjer. Videre rensing i de to prosesslinjer foregår også ved flotasjon. Flotasjonen utgjør et lukket kretsløp, hvor det kun kan oppstå spill ved brudd, lekkasje eller overløp på grunn av svikt i reguleringsystemet.

**Konsentrasjon og filtrering** Prosessen avsluttes med oppkonsentrasjon av nikkel og olivin. Nikkel oppkonsentreres på selve anlegget, mens olivinen føres oppslemmet til Fornesodden.

Til sist filtreres nikkelinholdet i et tromelfilter. Spill fra disse prosesstrinn kan kun skje ved brudd, lekkasje eller feil i reguleringsystemet.

**Nikkelprodukt** Etter prosessen foreligger nikkel som nikkel-sulfid med 7% vann.

**Andre muligheter for forurensing** Foruten de nevnte muligheter for forurensing, kan det skje forurensing på grunn av prosessfeil. De identifiserte prosessfeil er overløp og feildosering. Disse mulighetene er beskrevet nedenfor i avsnitt 4.3.4.

### 3.3.2 Muligheter for vannforurensing fra Fornesodden

Det endelige anlegg på Fornesodden vil bestå av filteranlegg til olivin-opslemming, lager til nikkelsulfid og olivin samt lasteanlegg. De eksisterende anlegg er lagerhall til nikkel-sulfid og lasteanlegg.

**Lager til nikkel** Nikkelsulfiden lagres innendørs i lagerhall, primært for å hindre opptak av fuktighet. Det er vurdert at det neppe kan skje forurensende uhell fra lageret.

**Brann** Nikkelsulfid kan avgi giftige svovel-gasser ved oppvarming. Mulighetene for en tilstrekkelig stor brann i lagerhallen vurderes som meget liten og at denne forurensingrisiko er liten.

**Lastning** Det er mulighet for spill av nikkelsulfid i forbindelse med lasting av skip. Denne muligheten er ikke vurdert.

**Stormflo** Det er mulighet for at ekstremt høyvann eller stormflo kan skylle nikkelsulfid i fjorden. Denne muligheten er ikke vurdert.

**Olivinprosess** Den endelige filtrering m.m. av olivin på Fornesodden foretas p.t. ikke og olivinen ledes ut i sedimenteringsbasseng i fjorden. Den fremtidige prosess på Fornesodden er ikke analysert. På det nåværende tidspunkt er det derfor ikke mulig å si hvilke metallmengder det endelige avfall avgir ved deponering i sjøvann.

Den fremtidige lasteoperasjon for olivin er ikke vurdert.

### 3.3.3 Muligheter for vannforurensing ved transport

Analysen av transportens muligheter for å forurense er avgrenset til "intern" transport:

- kemikalietransport fra E6 til flotasjonsanlegget
- nikkelsulfid fra flotasjonsanlegget til Fornesodden
- rørledninger fra flotasjonsanlegget til Fornesodden

Transport på veien mellom flotasjonsanlegget og E6 regnes for "intern" selv om veien er offentlig.

### Kjemikalie transport

Kjemikalietransporten medfører en forurensingsrisiko. Hjelpstoffene kjøres til anlegget i fat. Det antas at ikke alle fatene ødelegges ved et uhell. De fleste kjemikalier kjøpes som pulver og det antas at kun en del av innholdet vil renne ut av et ødelagt fat. Kjemikalie transporteres som vist i tabell 1

**Tabell 1: Oversikt over kjemikalier**

Kjemikal	Tilstand	Mengde	Lager	Forbruk
Vannglass	36% oppl.	-ikke opplyst-	90 kg/h	
KAX	pulver	150 kg/fat	40 fat	6 kg/h
MAA, MIBC	væske	160 kg/fat	20 fat	4 kg/h
Diamin	pulver	150 kg/fat	40 fat	-

Note: Svovelsyre og natriumhydroxid inngår sammen med diamin i den fremtidige olivinprosess.

**Transport av nikkel**

Nikkelsulfiden transporteres løst på en lastebil. I tilfelle av dårlig vær tildekkes lasten med presenning. Det betyr at en vesentlig del vil falle av ved alvorlige uhell. Nikkelsulfiden er i pulverform og fuktig og kan samles opp. En stor mulighet for forurensning er uhell hvor lastebilen mister nikkelsulfid direkte i Arneselven. Her vil nikkelsulfiden bli skyllet bort og ende i fjorden.

**Rørtransport**

Olivinoppslemming og prosessspillvann føres fra flotasjonsanlegget til Fornesodden i separate rør. De to rørledningene har et forurensningspotensiale hvis de lekker eller frostsprenges.

Rørledningene fra flotasjonsanlegget til Fornesodden er gravd ned. Dette gir noe beskyttelse mot frost og ytre påvirkninger. Nedgraving medfører også at det blir vanskeligere å konstatere mindre lekkasjer.

**Lekkasje i rør**

Høydeforskjellen mellom flotasjonsanlegget og Fornesodden er ca. 400 m. Det betyr at det er et kort stykke fra anlegget er et betydelig trykk i rørene og selv en meget liten lekkasje vil medføre en betydelig utsiving.

Den kritiske størrelse av hull er ca. 2-3 ganger partikkelstørrelsen fra kulemøllen (ca. 200  $\mu\text{m}$ ). Omkring denne størrelse vil oppslemming kunne flyte fritt og hullet vil hurtig slites større. Lekkasjen av et hull på 200  $\mu\text{m}$  ved Arneselven er beregnet til ca. 4 l/time. Det er mulighet for at en lekkasje ikke blir oppdaget på lang tid.

**Rørbrudd**

Hvis det plutselig oppstår en stor lekkasje eller rørbrudd, vil dette oppdages hurtig. Det totale spill vil derfor være begrenset og de spilte stoffer vil være spillvann eller olivinoppslemming.

**3.3.4 Muligheter for vannforurensning ved prosessfeil og annet**

Det er 4 muligheter for spill eller forurensning fra prosessen på grunn av prosessfeil og lignende. Mulighetene er:

- reguleringsfeil
- pumpevikt
- vedlikehold og reparasjon
- doseringsfeil

De 2 første uhellstypene kan medføre spill i fabrikkhallen. Spillet vil renne til sumpen. Herfra kan det føres tilbake til prosessen og ledes bort med spillvannet.

**Vedlikehold og reparasjon** Vedlikehold og repårasjon vil leilighetsvis kreve at en prosessenhet skal tømmes. Det antas at innholdet vil løpe i sumpen for senere å bli ledet ut. Det er et åpent spørsmål om spill fra vedlikehold m.m. skal regnes med i de alminnelige utledninger eller uhell. I dette tilfelle er de regnet med her.

**Doseringsfeil** Doseringsfeil kan føre til forurensing av en annen type enn de tidligere beskrevne uhell. I tilfelle av prosessfeil er prosessutstyr og rørledninger intakte, mens sammensetningen av prosesstrømmen vil være endret.

Formålet med kjemikalietilsetningen er som nevnt i prosessbeskrivelsen å oppnå en adskillelse av nikkel og olivin fra gråfjell. Hvis kjemikalene feildoseres, vil adskillelsen bli dårligere og det vil bli utledet nikkel sammen med spillvannet fra prosessen eller olivinslammet. I begge tilfeller vil resultatet være større utledning av nikkel til sedimenteringsbassenget.

**Årsaker til feildosering**

Årsakene til feildosering kan være:

- malmen har endret egenskaper
- en eller flere doseringspumper svikter
- et eller flere arbeidslagre for kjemikalier er tømt

**3.3.5. Muligheter for vannforurensing fra kjemikalielager**

Det finnes et lagerrom hvor kjemikalene oppbevares i fat. Rommet er en branncelle med egen ventilasjon.

**Brann**

MAA er en brannfarlig væske med et flammepunkt på 41°C. Det betyr at MAA-dampene vil kunne antennes hvis fatene varmes opp til 41°C. En eventuell brann i et MAA-fat vil kunne varme opp de øvrige fatene med MAA og antakelig også KAX-fatene. Vannglass kan ikke brenne.

Lagerrommet er en branncelle for seg og en eventuell brann kan begrenses til rommet. Slukningsvannet vil skylle kjemikalierester utendørs. Det antas at MAA ved oppvarming åpner fatene og slipper ut.

Kjemikaliene tilføres prosessen fra et arbeidslager som finnes i fabrikkhallen.

### 3.3.6 Mulighet for samtidige feil

En særlig type uhell er de som medfører samtidig spill fra flere enheter eller av det samlede prosessvolum.

De identifiserte uhell av denne type er:

- frostspregning av fylte prosessdeler ved meget langvarig stopp i prosessen om vinteren
- sne eller stenras

Frostspregning av prosessdeler ved en lang stopp i prosessen kan lett unngås ved å tømme enhetene.

Det er vurdert at sne eller stenras er så usannsynlig at de ikke er relevante i forurensingssammenheng. Sne eller stenras kan ikke ødelegge rørledningene til Fornesodden da disse er nedgravd.

## 4. Vurdering av forurensninger

### 4.1 Utslipp til vann

Felt- og laboratorieundersøkelser viser at nikkel og arsen er hovedkomponenter i utslippsvann fra gruvevirksomheten.

#### 4.1.1 Feltundersøkelser

I tiden fra driftsstart av flotasjonsverket og fram til februar 1990 er det tatt en del orienterende vannprøver av gruvevann, i Arneselva og i Ballangen. Resultater fra undersøkelser i Ballangen rapporteres i særskilt rapport. De øvrige resultater er samlet i tabell 1.

Det er tatt to prøver i Arneselva ovenfor Nikkel og Olivin, den 28/6-89 og 21/2-90. Resultatene viser at vannkvaliteten er ionefattig, har lav bufferkapasitet og inneholder lite kalsium og magnesium. I prøve tatt 28/6-89 var alle tungmetallkonsentrasjoner (unntatt jern) lavere enn eller i nærheten av deteksjonsgrensene. Det er sannsynlig at prøvene ble tatt mens vannføringen var relativt stor i Arneselva. Den 21/2-90 var vannføringen lav. I denne prøven ble det påvist relativt høy nikkelkonsentrasjon (4.6 µg/l), noe som viser virkningen av nikkelholdige mineraler i nedbørfeltet. I Arneselva ved E6, nedenfor gruveanlegget, øker konduktiviteten, kalsium- og magnesiumverdien og bufferkapasiteten. Dette har sin årsak i at løsmassene i nedbørfeltet avgir ioner som følge av forvitring og utvasking med nedbøren.

Dette er naturlige prosesser. Tungmetall-konsentrasjonene øker også merkbart nedenfor gruveområdet. Spesielt hadde prøve tatt 19/10-89 et uvanlig høyt nikkelinnhold (880 µg/l). Ny prøve ble tatt 30/11-89. Nikkelinnholdet var falt til 280 µg/l. Analyse av filtrert prøve (-0.45 µ) viste at nikkelinnholdet for en stor del var partikulært bundet. Nikkelkonsentrasjonen i filtratet var likevel relativt høy, ca. 32 µg/l, noe som er uvanlig i norske vassdrag. Det ble også påvist konsentrasjoner av arsen i Arneselva nedenfor bedriften (5 og 9 µg/l) som sannsynligvis ligger minst en størrelsesorden over vanlig bakgrunnsnivå (d.v.s. områder uten arsenholdig kis i dagen). Om bakgrunnsnivåer i ferskvann henvises til Lithner (1989).

Gruvevannet føres til elva etter sedimentering av boreslam i settlingsdammer utenfor gruveåpningen. Gruvevannet er alkalisk (pH 8.7), noe som også er ventet p.g.a. bergartenes basiske egenskaper. Hovedkomponentene i gruvevannet, når det gjelder metaller, synes å være nikkel og arsen som ble påvist i konsentrasjoner på henholdsvis

200 µg Ni/l og 130 µg As/l i utløpet av siste klaredam (i filtratet). I tillegg kommer en del totalnitrogen (sprengstoffrester).

Avgangen deponeres i sedimenteringsbasseng anlagt i strandsonen ved Fornesodden. Ved befaring 30/11-89 var anlegget her ennå ikke ferdig. Det var planlagt å forsterke damveggene og tette med fiberduk. På dette tidspunkt var det en del slamflukt gjennom damveggene. Analyse av filtrat av avgangen viste at ved den høye pH-verdi (10.1) var det bare arsen av metallene som kunne påvises i noen konsentrasjon av betydning (270 µg/l).

#### 4.1.2 Laboratorieundersøkelser

Resultatene fra resipientundersøkelsene i Ballangen tyder på en økning av nikkel-konsentrasjonene i overflatevann i nærheten av Fornesodden. Dette tyder på at avgangspartikler kan avgir nikkel ved kontakt med sjøvann. Nikkelsulfid er riktignok tungt løselig i vann. I sjøvann er det imidlertid mulig at nikkelsulfid kan ha en høyere løselighet enn løselighetsproduktet skulle tilsi. Dette skyldes de spesielle aktivitetsforhold som er i sjøvann. Disse forhold bør undersøkes nærmere i et fremtidig kontrollprogram. Det er i denne omgang satt i gang et utvaskingsforsøk med avgang i sjøvann. Dette er statiske forsøk som har til hensikt å vurdere hvilke nikkelkonsentrasjoner man har ved likevekt mellom fast avfall og sjøvann. Forsøkene utføres i store rundkolber med faststoffmengder på henholdsvis 1 % og 10 %. Forsøkene bør gå inntil likevekt oppnås (minst 3 måneder). Noen resultater kan oppgis foreløpig:

Prøve uttak	Ni, løst µg/l	As, løst µg/l
1 % fast 1 døgn	544	99
1 % fast 13 døgn	796	77
10 % fast 1 døgn	960	116
10 % fast 13 døgn	1160	88

Resultatene så langt viser at avfallet avgir nikkel og arsen ved kontakt med sjøvann. Nikkelkonsentrasjonene er hittil økende.

Et av miljøproblemene i forbindelse med gruvedrift etter kisminerale er faren for dannelse av surt, tungmetallholdig drensvann fra avfall og gruverom p.g.a. forvitningsprosesser. Utvikling av slike prosesser er avhengig av mange faktorer bl.a. kistype og innhold av basiske, buffrende bergarter. I Bruvannsfeltet er det stort overskudd av

basiske basibergarter (olivin) i forhold til teoretisk syreprodu- serende kismineraler. Under oppredningen er det bl.a. ikke nødvendig å tilsette kalk for å oppnå pH-verdier over 10. Det er derfor lite trolig at gruvevannet vil bli surt. Resultatene så langt tyder likevel på en viss metallutløsning fra gruverom og avfall. Mest interesse knytter det seg til arsenutløsningen som også er påfallende stor selv ved høyere pH-verdier (270 µg/l ved pH 10.1 i avgangen, 130 µg/l ved pH 8.5 i gruvevannet).

Det er derfor igangsatt tilsvarende utvaskingsforsøk som med flotasjonsavgang. Utvaskingen foretas med nedknust råalm i ferskvann:

Foreløpige resultater:

Prøve uttak	pH	Kond. m S/m	Ni, løst µg/l	As, løst µg/l
1 % fast, 1 døgn	6.40	4.72	100	19
1 % fast, 13 døgn	6.60	6.70	210	30
10 % fast, 1 døgn	6.60	8.14	49	43
10 % fast, 13 døgn	6.90	13.25	43	38



Tabell 1. Analyseresultater

Arneselva ovenfor Nikkel og Olivin:

Dato	pH	Kond. mS/m	Alkalitet mmol/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Mn µg/l	Ti µg/l	V µg/l	susp. tørrst. mg/l	TOC mgC/l	TOT-N mgN/l	TOT-P µgP/l	
8/6-89	6.36	2.27	0.064	2.4	0.72	0.44	64	0.6	<10	32	<0.10	<0.5	<5	<0.5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/2-90	6.81	3.49	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	4.6	<1	-	-	-	-	-	-	-	-

Arneselva nedenfor Nikkel og Olivin, ved E6:

Dato	pH	Kond. mS/m	Alkalitet mmol/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Mn µg/l	Ti µg/l	V µg/l	susp. tørrst. mg/l	TOC mgC/l	TOT-N mgN/l	TOT-P µgP/l
28/6-89	6.84	2.89	1.108	3.7	1.21	0.77	7890	1.3	<10	2120	<0.10	<0.5	<5	7.8	11	<2	-	-	-	107	-	-	-
19/10-89	7.52	9.24	-	-	4.85	4.00	-	32	30	-	0.12	2.4	53	39.4	880	-	-	-	-	384	2.1	6.0	115
30/11-89	6.74	6.44	-	-	-	-	-	14.6	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	-	211	-	-	-
30/11-89	Filtrert prøve:																						
21/2-90	6.92	6.51	-	-	2.63	3.13	58	4.6	10	-	<0.10	0.7	<5	-	32	5	6.7	<10	<5	-	-	-	-
					-	-	-	6.1	-	-	-	-	-	-	36	9	-	-	-	-	-	-	-

Gruvevann 30/11-89. 1: utløp gruve, 2: utløp siste klaredam. Metallanalyser på filtrerte prøver (-0.45 µ).

	pH	Kond. mS/m	Alkalitet mmol/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Mn µg/l	Ti µg/l	V µg/l	susp. tørrst. mg/l	TOC mgC/l	TOT-N mgN/l	TOT-P µgP/l
1	8.70	136.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	130	5.9	<10	<5	-	1670	-	270	205
2	8.45	52.9	-	37	6.21	20.9	28	7.3	<10	-	<0.10	1.0	<5	-	-	-	<10	<5	166	2.4	75	59	

Avgang til deponi, filtrat (-0.45 µ)

Dato	pH	Kond. mS/m	Alkalitet mmol/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Mn µg/l	Ti µg/l	V µg/l	susp. tørrst. mg/l	TOC mgC/l	TOT-N mgN/l	TOT-P µgP/l
30/11-89	10.12	30.3	-	16.5	1.14	4.86	29	0.9	<10	-	<0.1	<0.5	<5	-	7	270	1.2	<10	<5	-	19.4	60	265

#### 4.1.3 Betydningen av nikkel og arsen

En har liten erfaring med utslipp av nikkel og arsen i norske resipienter.

Det er en kjent sak at arsen forekommer i varierende mengder i norske kistforekomster. En har få data for arsenkonsentrasjoner i drensvann. Dette har sin årsak i at slikt drensvann som regel inneholder betydelige konsentrasjoner av tungmetallene kobber, sink, kadmium og jern, og at disse metaller betraktes som hovedkomponentene. Ved forurensningsbegrensende tiltak vil også konsentrasjoner av andre sporelementer som f.eks. arsen reduseres.

Arsen kan forekomme i flere oksidasjonstrinn. I vandig miljø er normalt arsen mest stabil i femverdig form som arsenationer. Arsen anses vanligvis mest toksisk i treverdig form (Eister 1988). Men i akvatisk miljø er det nylig vist at arsenat kan være meget sterkt giftig overfor alger (Blanck et al., 1989). Under visse betingelser kan også arsen forekomme i treverdig form som arsenittioner. Dette gjelder spesielt i marint miljø. Når det gjelder miljøeffekter, vil grenseverdiene for når effekter oppstår, variere mye avhengig av vanntype og miljøeffekt. Arsenets opptreden i vandig miljø i naturen er meget kompleks hvor både kjemiske, biokjemiske og geokjemiske reaksjoner foregår.

Av resultatene til Blanck et al. (1989) fremgår imidlertid at man må være særlig oppmerksom på belastning som kan medføre skade på primærprodusenter. De vannkvalitetskriterier som foreligger, er i så måte foreldet og sterkt misvisende under gitte omstendigheter. Særlig vil fosfatfattige vannforekomster være utsatt (Blanck et al. 1989). I ekstreme tilfeller skal det bare mindre økning i forhold til naturlige nivåer for at giftvirkninger skal opptre.

Nikkel er uvanlig i norske vannforekomster. Det er påvist overkonsentrasjoner av nikkel i resipienter som mottar drensvann fra områder der det har vært gruvedrift etter nikkel (Ringerike, Evje), men her er også andre tungmetaller som kobber også tilstede i betydelige konsentrasjoner. For nikkel gjelder også at kunnskapen om effekter er ufullstendig på mange felter. Det er likevel anbefalt en del generelle krav til nikkelinhold i ferskvann til forskjellige formål. Kravene ligger i området fra 25 til 250 µg/l. Utfra Mance og Yates (1984) fremtrer nikkel som mer toksisk i marint miljø. I sjøvann er anbefalt en grense på 30 µg/l når det gjelder kronisk toksisitet

(årlig middelkonsentrasjon for løst nikkel, - 0.45  $\mu$ ), i ferskvann 50  $\mu\text{g/l}$ , EPA (1986, oppdatert 1/5-87) opererer med en grense på 22  $\mu\text{g/l}$  i bløtt ferskvann og 8  $\mu\text{g/l}$  i sjøvann.

#### 4.1.4 Slamdeponering

Avgangen deponeres i dag i slamdammer ved Fornesodden. Levetid på disse vil endre seg betydelig hvis det ikke er mulig å få avsetning på olivinen. Andre deponeringsløsninger må derfor vurderes. I den forbindelse er det gjort sedimenteringsforsøk med dagens avgang. Forsøkene er gjort i laboratorieskala i sedimenteringsrør med 1 m fyllhøyde og volum 30 l. Det er gjort forsøk med 1 % og 10 % suspensjon av fast stoff i sjøvann. Det er tatt ut delprøver fra forskjellige dyp og tid. Resultatene er samlet i vedlegg 4 bakerst i rapporten.

Resultatene viser at jo mer man tynner avgangen ut i sjøvann, jo dårligere sedimenterer den. Finere deler av avgangen sedimenterer dårlig. I den tynneste suspensjonen synes sedimenteringen å avta sterkt etter 8 timer og man ender opp med en tørrstoffkonsentrasjon på 50-60 mg/l. Dette innebærer at dersom man velger sjøvann som deponeringssted, bør deponeringen skje innenfor et avgrenset område som man har kontroll over som f.eks. i et lagunesystem som benyttes idag.

#### 4.1.5 Flotasjonskjemikalier

Bedriften bruker flotasjonskjemikalierne Kaliumamylxantat (KAX) Metylamlalkohol (MAA). Det er hittil ikke stilt noen spesielle krav til utslipp av flotasjonskjemikalier. Det er vanskelig å si noe bestemt om hvilke effekter utslipp av disse kjemikalier vil ha i resipienten. Effektene kan enten være additive (lik summen av flere enkeltkomponenters effekter), eller synergistiske (effektene er større enn summen av enkeltkomponenters effekter) eller antagonistiske (observert effekt er mindre enn sum av enkeltkomponenters effekter). I litteraturen er bl.a. rapportert om synergistiske effekter ved kombinasjon av xantater og metaller. Slike forhold vil eventuelt kunne vurderes nærmere i et fremtidig kontrollprogram.

#### 4.1.6 Samlet vurdering av utslipp til vann

Gruvedrift etter kisminerale vil alltid føre til en belastning med tungmetaller i større eller mindre grad. Når det gjelder forholdene i sjøen kan avgangsdeponering komme til å medføre en betydelig økning av arsen og nikkel-konsentrasjonene i forhold til naturlig bakgrunnsnivå i de nærmeste omgivelser av utslippsstedene. Hvor stor økningen vil bli vil avhenge av hvor godt avgangsdeponiet fungerer m.h.t. slamflukt til Ballangen. Vi forutsetter da at avgangen deponeres under vann for å redusere forvitningsreaksjonene. Dette representerer en risiko for skade, særlig på alger, slik at forholdet bør overvåkes både ved biologiske observasjoner og målinger av arsen- og nikkelinnholdet i alger.

I Arneselva vil også metallkonsentrasjonen bli høyere enn naturlig. Det er sannsynlig at nikkel- og arsenkonsentrasjonene vil ligge høyere enn de generelle kvalitetskrav til drikkevann og ut fra foreliggende målinger overskride grensene for skade på begroingsalgeri betydelig grad. Hva dette konkret betyr vil avhenge av brukerinteresser knyttet til vassdraget, herunder generelle naturvern hensyn. Effektene på begroingssamfunn bør undersøkes. Her vil også utviklingen i gruvevannsmengden og kvaliteten bety mye. Selv om utviklingen blir den at vannkvaliteten til gruvevannet ikke endrer seg så mye i forhold til dagens nivå, er det imidlertid sannsynlig at vannmengdene vil øke en del som følge av vanninntrengning gjennom borehull, forkastningssoner etc.

#### 4.2 Vurdering av støyforhold

Støyforholdene omkring virksomheten er beskrevet i avsnitt 3.2.

I nedenstående skjema er de foreløpige vurderte støynivåer i naboskap angitt, sammen med SFT's veiledende grenseverdier.

Støykilde	Mottaker	Ekvivalent lydtrykksnivå i driftstiden L i dB	SFT's veiledende grenseverdier		
			Dag	Aften	Natt
Bruvannsfeltet	Nærmeste nabo 1500 m mot NV	35 - 48	55	45	35
Utskipning ved Fornesodden	Nærmeste nabo	45 - 60	40	35	35
	Øvrige naboer innenfor 500 m radius	35 - 55	40	35	35

Utendørs aktiviteter i Bruvannsfeltet bør ifølge ovenstående unngås på nattetid.

Aktiviteten på Fornesodden finner sted på et areal kommunen nylig har regulert til industriformål.

Ifølge SFT's veiledning bør det gjøres unntakelser fra kravene, da det kun er et fåtall hytter eller boliger som utsettes for støy over de angitte grenser.

### 4.3 Vurdering av risiko

Risikogjennomgangen viser at det bare er et forurensningspotensiale i den våte delen av prosessen og i transporten.

Dette skyldes at det ikke er identifisert uhell ved selve gruvedriften, som medfører ukontrollert spredning. Det vil være mulig å samle eventuelle spill, og føre malmen tilbake til prosessen.

#### 4.3.1 Mulighetene for vannforurensning.

Det er i følgende avsnitt foretatt en vurdering av de kartlagte mulighetene for forurensning. Disse vurderingene er gjengitt på neste side i tabellform. Dessuten er hyppigheten vist for de viktigste uhell, som kan lede til spill inne i fabrikkhallen eller utslipp utenfor fabrikkhallen.

Det er ikke beregnet hyppigheter for de enkelte hendelser. Det er dog foretatt en kvalitativ inndeling etter hyppighet av de enkelte uhell etter en 5-trinns skala. Til hvert skalatrinn er det valgt en betegnelse, og gitt en kort beskrivelse.

Tabell 2: Kvalitativ skala for hyppighet	
Betegnelse	Beskrivelse
Ofte	Flere ganger pr. år
Jevnlig	1 gang pr. 1-2 år
Sjeldent	Få ganger i anleggets levetid (20-25 år)
Neppe	Skjer neppe i " "
Usannsynlig	Meget lite sannsynlighet i anleggets levetid

Det foreligger ikke kvalifiserte kriterier for hvilken mengde av nikkel som kan anses for en betydelig forurensning. Isteden velges det å sammenligne med de ordinære utslipp fra virksomheten.

Det er derfor foretatt et skjønn over hvilke mengder nikkel, som føres ut i ordinær drift av virksomheten. Den dominerende faktor i skjønnet er den andel av nikkel, som utvinnes fra bruddmalmen. Pga. mangel på målinger, er denne andel forutsatt å være 99%. De øvrige forutsetninger for skjønnet er angitt i avsnitt 4.4.2.

Resultatet av kartleggingen av mulighetene for forurensning og vurdering av de enkelte bidrag, er sammenfattet i tabell xxx. Det er generelt forutsatt, at spill i fabrikkhallen som føres til avgang eller ut i naturen er den verste tenkelige forutsetning, da det normalt er mulighet for å tilbakeføre spill til prosessen. De nevnte mengder er derfor maksimalverdier.

Tabell 3: Oversikt over uhell, konsekvenser og hyppighet		Tilsv. norm. avgang		
Uhell	Sted	Mengde		Hyppighet
Spill av 10 m <sup>3</sup> fra møllekrets pga. strømsvikt	inne	230 kg nikkel	8 timer	jevnlig
Spill fra 1. trinn i flotasjon ved brudd på bunnuttak	inne	300 kg nikkel	10 timer	sjeldent/ neppe
Spill fra kondisjonerings tank eller konsentrattank	inne	1200 kg nikkel	40 timer	neppe
Spill pga. vedlikehold	inne	300 kg nikkel	10 timer	jevnlig
Utslipp fra fabrikkhall fra 1. trinn i flotasjon	ute	300 kg nikkel	10 timer	neppe
Utslipp av lagret nikkel på Fornesodden	ute	-ikke opplyst-	-	neppe
Utslipp fra fat med KAX/MAA pga. lastebil-uhell	ute	150 kg	<1 time	sjeldent
Utslipp av nikkel pga. lastebil-uhell eller spill	ute	opp til 1 lass	-	sjeldent
Mindre lekkasje i rør	ute	variabelt	lenge	sjeldent
Rørbrudd eller tilsvarende	ute	variabelt	kort	neppe
Doserings- eller andre prosessfeil	ute note-3	Litt	kort	jevnlig
Utvasking av kjemikalier pga. brann i kjemikalielager	ute	primært MAA	-	neppe
Størst tenkelige utslipp, dvs. hele prosessvolumet	ute	4,5 tonn nikkel	<1 uke	usansynlig
do.		kobber	1-2 dager	do.



#### 4.3.2. Vurdering av vannforurensning av flotasjonsanlegget.

Forurensningspotensialet fra den våte prosessen, primært flotasjonen, vurderes å være meget begrenset. Bortsett fra møllekretsen kan det kun skje spill ved brudd eller lekkasje, som er sjeldne hendelser.

Møllekretsen vil kunne medføre hyppigere spill, da innholdet renner ut under strømsvikt.

Dessuten vil vedlikehold eller reparasjon kunne føre til spill i hallen.

**Forebygg-  
ende  
tiltak** Eventuelle spill fra møllekrets eller prosess forøvrig, vil renne i sumpen.

Det er mulighet for at sumpen renner over, og dermed at prosessvann med innhold kan renne ut av fabrikkhallen. Dette kan skje hvis spillet overstiger sumpens kapasitet, eller hvis sumpen ikke er tømt før spillet.

Det er planlagt et utendørs oppsamlingsbasseng, som ytterligere vil redusere både sannsynlighet for- og mengde i et utslipp.

Hvis det likevel slippes ut prosessvann, skal det renne 500-1.000 m nedover fjellet innen det når elven.

Hvis det skjer et utslipp, mens det er snedekke, vil utslippet fryse eller holdes tilbake av sneen. Hvis det skjer et utslipp uten snedekke, vil det spres og bremses av gress, mose og andre planter.

Den kortsiktige belastning av Arneselven antas å være liten. Utslippet vil langsomt utvaskes og medføre en øket belastning av Arneselven. En del av nikkelsulfidet må antas å være oxidert før utvaskingen. Det vil si at en del av nikkelspillet oppløses i elven og føres ut i fjorden.

Det antas at utslipp fra fabrikkhallen vil være sjeldne og mengden begrenset. Skulle det skje et uhell, kan området renses for nikkelsulfid.

**Oversikt over spilllets størrelse** Det er foretatt en grov oversikt over spilllets størrelse inne i fabrikkhallen. De viktigste forutsetninger for oversikten er:

- malmtilgang på 75 tonn/time
- vanntilførsel på 110 m<sup>2</sup>/time
- 99% av den brutte nikkelen utvinnes
- nikkelinhold i malm på gj.snitt 4%
- spill fra møllekrets 10 m<sup>3</sup>
- spill fra flotasjonscelle 14 m<sup>3</sup>

Følgende spill er beregnet utfra forutsetningene i kg nikkel og i antall timers alminnelig utledning.

Ordinært spill av nikkel i avgangsvannet er 0,1%

Følgende spill tilsvarer spill fra ordinær produksjon

- spill fra møllekrets (i hall):  
230 kg - 8 t produksjon
- spill fra 1. flotasjonstrinn (i hall):  
300 kg - 10 t produksjon
- spill fra 2. flotasjonstrinn (i hall):  
80 kg - 3 t produksjon

Antas det alternativt at 99,5 % nikkel utvinnes, halveres det alminnelige utslippet. Spillet i fabrikkhallen fra de enkelte prosesstrinn er det samme. Den tid som spillet svarer til i alminnelig slipp, fordobles. Det største spill svarer til ca. 2 døgnslipp under disse forutsetninger.

**Konsekvenser**

Antas det at spillet ledes ut isteden for tilbakeføring til prosessen, blir resultatet en mindre forøkelse av nikkelutslippet i sedimenteringsbassenget.

Det kan oppstå forøkelser på kort sikt, selv om spillet blandes i prosesspillvannet. Effekten av disse slippene til sedimenteringsbasseng i fjorden er ikke vurdert.

Årsakene til spill fra flotasjonsprosessen er mest sannsynlig strømsvikt og vedlikehold/reparasjon. Strømsvikt kan kun medføre spill fra møllekretsen, mens vedlikehold/reparasjon kan medføre spill fra vilkårlige enheter.

- Hyppighet** Det antas at det kun sjeldent vil skje spill på grunn av strømsvikt og vedlikehold. Spill på grunn av rørbrudd vurderes å være meget sjeldne.
- Utslipp** Da spill i fabrikkhallen antas å være sjeldne, er det ikke foretatt oversikt over hvilke hendelser som kan medføre overløp og mengden av overløp.

#### 4.3.3 Vurdering av vannforurensning fra Fornesodden.

Mulighetene for forurensning fra anlegget på Fornesodden er vurdert. Den vesentligste kilde er antagelig spill fra lasteoperasjonen, hvor det kan forekomme spill av nikkellproduktet direkte i vannet. Det er ikke foretatt vurdering av mengdene.

Det er mulighet for brann i nikkelsulfid-lageret. Sannsynligheten for brann er ikke vurdert.

Det kan være teoretisk mulighet for at en stormflod kan skylle hele nikkellageret i havet.

Prosessen for tørking av olivin er ikke vurdert.

#### 4.3.4 Vurdering av vannforurensning ved transport.

Det er 2 typer transport: lastebiltransport med kjemikalier og nikkelsulfid, samt rørtransport av olivinslam og prosessvann.

Mulighetene for forurensning fra kjemikalietransporten begrenses av at kjemikaliene transporteres i fat. Det antas at spill av KAX og MAA direkte i Arneselven er de alvorligste konsekvenser som kan oppstå.

Nikkelsulfiden transporteres løst på lastebil til Fornesodden. Ved et uhell vil spillet være større enn for pulverformige kjemikalier. Bortsett fra spill direkte i Arneselven, vil hovedparten av tapt nikkelsulfid kunne samles opp.

Muligheten for et uhell rett ved elven er små.

Det er mulighet for utslipp fra rørledningene. Innholdet er olivinslam og prosess-spillvann, som begge p.t. utledes. Eventuelle konsekvenser av utslipp skyldes at forurensning på utslippsstedet kan være alvorligere enn avgangen til sedimenteringsbasseng i fjorden.

Forurensning fra rørene kan forekomme som en utsiving. Dette kan over tid bli store mengder eller bli et stort utslipp av kort varighet.

Det er ikke vurdert om forurensning på land eller i Arneselven er alvorligere enn i sedimenteringsbasseng i fjorden. De relative virkninger av langvarig utsiving og momentant utslipp er ikke vurdert.

Det vurderes om det er mulighet for at en mindre lekkasje kan forbli uoppdaget i lengre tid.

Forurensning fra mindre lekkasjer kan forebygges ved at rørtraseen periodevis inspiseres

#### **4.3.5 Vurdering av vannforurensning ved prosessfeil**

Forurensning fra prosessfeil er primært større lekkasjer av nikkelløst spillvann. Det er ikke vurdert, hvor disse mengdene eller konsentrasjonene kan strømme ut.

Eventuelle prosessfeil vil medføre at verdifull nikkelløst går tapt eller at produktkvaliteten forringes. Det antas derfor at prosessen overvåkes, for blant annet å unngå doseringsfeil.

#### **4.3.6 Vurdering av vannforurensning fra kjemikalielager**

Muligheten for vannforurensning fra kjemikalielageret vurderes å være meget små.

#### 4.3.7 Vurdering av flere feil

Det er mulighet for uhell, frost m.m., som medfører flere spill samtidig fra forskjellige enheter. Slike uhell og påvirkninger er vurdert som meget sjeldne.

Det er ikke identifisert uhell, som kan medføre utslipp av det samlede prosessvolum. Imidlertid utgjør utslipp av det samlede prosessvolum en absolutt øvre grense for forurensning fra uhell, og er derfor behandlet nærmere.

**Det maksimale utslipp** Det samlede volumet i flotasjonsanlegget er ca 200 m<sup>3</sup>, som gir en prosesstid på 1 1/2 -2 timer og en total nikkelmengde på ca. 4,5 tonn. Utslipp av det samlede prosessvolumet utgjør det størst tenkelige utslipp.

**Det maksimale nikkel-utslipp** Det maksimale utslipp av nikkel vil være 3 tonn, som ved 99% utvinning svarer til ca. 1 ukes ordinært utslipp. Utslipet av andre metaller enn nikkel, vil svare til utslipp i en vesentlig kortere periode.

Hvis de andre metaller (f.eks. kobber) alene ender i spillvannet, svarer utslippet til 2-3 timers ordinært utslipp. En del av kobberet m.m. vil antagelig være i nikkelproduktet eller i olivinen, slik at perioden blir lengre. En størrelsesorden er 1-2 dager.

Det er ikke medregnet utslipp fra rørledningene, da disse kun inneholder begrensede mengder nikkel. Det øvrige innhold slippes ut i den ordinære drift.

## 5. Vurdering av eksisterende og eventuelt supplerende tiltak mot forurensning

### Tiltak av miljøhensyn:

- Innendørs sedimenteringstank og utendørs klareringsbasseng bør tømmes.
- Virksomheten påtar seg å rense omgivelsene ved eventuelle utslipp fra fabrikkhallen.
- Vurdering av broen over Arneselven med hensyn til muligheten for å kjøre i elven, og for å miste større mengder nikkelsulfid direkte i elven.
- Gjennomgang av rørtraseen av hensyn til lekkasjer, kontroll av jorddekke m.m. Rørledningene er en viktig del av anlegget og bør tilsees jevnlig, f.eks. årlig. Dato for tilsyn og eventuelle bemerkninger skrives ned til senere bruk.

### Øvrige tiltak:

- Strømsvikt stanser flotasjonsprosessen og tilløpet til rørledningene. Rørledningene bør være sikret mot vakuum ved f.eks. strømsvikt. Vakuum kan medføre kollaps av rørledningene.
- Vann fra Bruavatnet tilføres under strømsvikt for å forebygge frysing av rørledningene. Hvis det er snakk om tele, bør vannmengden økes på grunn av:
  - at prosessens energiforbruk antagelig medfører en temperaturstigning i spillvann og olivinoppslemming
  - at frysepunktet av spillvann og olivinoppslemming er lavere enn for rent vann

## 6. Naturforhold

### 6.1 Omgivelsene ved Bruvannsfeltet

**Beliggenhet** Gruven hvor det utvinnes nikkelmalm og olivin, ligger i Bruvannsfeltet ved Arnesfjellet i ca. 375-400 meters høyde over havet (Se tegning nr. xx.). Gruvens sentrum ligger ca. 1 km vest for høydedraget Arneshesten.

**Omgivelser** Mot nord og vest ligger Arneslia, hvor terrenget skråner med mot Ballangsfjorden. Ca. 2 km i NNV retning fra gruve ligger Fornesodden.

Syd for gruve ligger Bruavatnet i 421 meters høyde.

Mot syd og øst består omgivelsene hovedsakelig av fjellområder. Disse områdene har tidligere vært utnyttet til reindrift.

Mot vest, nord og nordøst anvendes områdene særs til skogbruk. Det nærmeste jordbruket ligger ca. 2 km fra gruve ned mot fjorden.

Ballangen sentrum ligger ca. 5 km i vestlig retning fra gruve. Den nærmeste bebyggelse ligger ca. 1 km vest for gruve.

Det etableres nye veier fra gruve til Fornesodden. Dette skjer i overensstemmelse med en planlagt omlegging av hovedvei E6.

Den nye veien skjærer gjennom områder som ifølge reguleringsplanen for Arneslia og Bruvannsfeltet er utlagt til fritidsområder.

**Fritidsarealer** Støy og støv fra trafikken kan muligvis være generende langs veien for utnyttelsen av fritidsarealene på Arnelia.

## 6.2 Diffuse utslipp og støv fra bedriften.

**Malmstøv** Den mest støvete prosess foregår innendørs i oppredningsverket. Imidlertid vil transport av materialer mellom gruve, knuseverk, flotasjonsanlegg og lager også gi antydning til støvgener. Det vil vesentlig være tale om støv av samme sammensetning som malmen - dvs. støvet vil inneholde nikkelsulfid samt sulfider av andre tungmetaller. Støvet vil deponeres på de omliggende fjell- og skovarealer. Ved overflateavstrømning og regnvær vil en del av det tungmetalholdige støv tilføres Arneselven og derved føres til fjorden. De tungt oppløselige sulfider vil i et vist omfang kunne oksideres til de langt mere lettoppløselige sulfater, hvorav tungmetallene blir biologisk tilgjengelige. Oppløseligheten av sulfider stiger ved lave ph-verdier i vann og jord, og oksidasjonsprosessen akselereres ved gode luftforhold. Om dette vil bli et problem er ikke kunnet vurderes ennå.

**Hydrogen-sulfid** Utslipp av hydrogensulfid og andre sulfider kan forekomme under opparbeidelse av rensed olivin. Dette kan gi anledning til luktgener i området. Dette er ikke undersøkt nærmere.

**Nikkel-sulfid-støv** Nikkelkonsentratet - i form av tørt, pulverformig nikkelsulfid - transporteres fra gruva til Fornesodden i åpne lastebiler som dekkes av presenning ved dårlig vær.

Dette kan gi anledning til utslipp av konsentrert nikkelsulfidstøv langs veien. Nikkelsulfid er bedriftens primære sluttprodukt. Alt vil derfor bli gjort for å redusere denne risiko til et minimum. Omfanget av dette problem er ikke vurdert.

Støy og støv fra gruvedrift og trafikk kan eventuelt påvirke reindriften i anleggets nær-område.

Reindriften i området omkring Bruvannsfeltet er på forhånd praktisk talt opphørt, og det er inngått avtaler med reieneierne. Vi mener derfor at gruvedriften neppe vil påvirke reindriften i området.



### 6.3 Oppdemning av Bruavannet

**Endring av naturforhold** For å kunne opprettholde en kontinuerlig produksjon og for sikkert å vite at det er vann nok, har man demmet opp Bruavatnet og har her et 500.000 m<sup>3</sup> regulerbart volum.

**Rydding** I forbindelse med oppdemning av Bruavatnet har det vært nødvendig å rydde beplantningen i ca. 4 meters høyde over sjøens opprinnelige overflate, hele veien rundt sjøen.

**Fisk** Utfra tilgjengelige data har det ikke kunnet vurderes om reguleringen har noen reel betydning for fiskens gytemuligheter. Det er heller ikke vurdert om det er eventuelle andre økologiske konsekvenser som følge av oppdemningen.

**Vannføring** Oppdemning av Bruavatnet har medført en - periodevis kraftig - forminskelse av vannføringen i Arneselven. Det er ikke vurdert om dette har eventuelle økologiske konsekvenser.

**Sedimentasjonsforhold** Tilførsel av mekanisk rensset vann fra gruen i anleggsperioden, har medført en øket sedimentering av partikulært materiale ved Arneselvens munning. Under normal drift vil det mekanisk rensede prosessvannet først ledes til et sedimenteringsbasseng nær gruen, og deretter ledes til Arneselven. Det forventes derfor at tilførselen av partikulært materiale til elven under normal drift vil bli langt mindre enn den har vært i anleggsfasen. Det er dog ikke vurdert det konkrete omfang av den fremtidige sedimentasjonen ved elvens munning.

Det forventes ikke effekter av hygienisk karakter, da det vil være tale om sedimentering av uorganisk materiale. Eventuelle effekter forventes bare å være av estetisk karakter. Etter våre vurderinger vil det ikke bli tale om vesentlige gener for bolig- og fritidsarealene nær elvens munning.

#### 6.4 Omgivelser ved Fornesodden

- Beliggenhet** Fornesodden er en mindre halv-øy ved Ballangsfjorden (se tegning nr 1).
- Anvendelse** Området er et gammelt hytteområde, som er blitt oppkjøpt av kommunen og regulert til tungindustri.
- Omgivelse** Baklandet består av landbruksjord og åpent land. Det finnes et mindre antall sommerhytter umiddelbart syd for området, og et gårdsbruk 100-150 meter i SSØ retning fra odde.
- Ca. 200 meter syd for området går hovedvei E6 i øst-vestlig retning.
- Endring av naturforhold** På Fornesodden er det etablert to sedimenteringsbassenger i fjorden. Bassengene utnyttes til deponering av ikke-utnyttbare restprodukter. Etter oppfylling skal områdene inngå som en del av industriområdet.

#### 6.5 Fjordsystemet

- Beliggenhet** Ballangsfjorden er en mindre fjord som munner ut i den vesentlig større Ofotfjorden (Se tegning nr. 1).
- Anvendelse** Det er fiskeplasser langs hele Ofotfjorden, men ikke inne i selve Ballangsfjorden.
- Arnesholmen og andre småholmer ca. 1 km ØNØ for Fornesodden er utlagt til rekreative områder.
- Mellom Fornesodden og Ballangen tettsted ligger en campingplass.
- I den indre del av Ballangsfjorden er det lavvann og allerede delvis oppfylt fra tidligere svovelkis-gruve ved Bjørkåsen vest for Ballangen.
- Det mest populære område for fritidsaktiviteter ligger nord og nordvest for fjorden.

**Endring i naturforhold** i Landvinning ved Fornesodden kan medføre lokale endringer i strømforhold.

Derved endres sedimenteringsforholdene i nærområdet. Det er ikke vurdert, om dette vil påvirke naturforholdene.

**Skips-  
trafikk** Etter vurderinger, vil ikke den økte skipstrafikken til og fra Fornesodden påvirke fjordens miljø merkbart.

## 7. REFERANSER

- Andersson, I. og L. Landner. 1987. Test og bedømmning av kemiska emmens miljøfarlighet. "ESTHER". Statens Naturvårdsverk. Rapport 3375. 41s.
- Blanck, H., K. Holmgren, L. Landner, H. Norin, M. Notini, A. Rosmarin og B. Sundelin, 1989. Advanced hazard assessment of arsenic in the Swedish Environment s. 256-328 i L. Landner (red): Chemicals in the aquatic environment. Advance hazard assessment. Springer-Verlag, Berlin.
- Eisler, R. 1988. Arsenic hazards to fish, wildlife, and invertebrates. A synoptic review. Fish and Wildlife Service. U.S. Dep. of the Interior. Biol. Report 85 (1.12) January 1988.
- EPA, 1986. Quality criteria for water, 1986. EPA-nr. 440/5-86-001. NTIS-nr. PB 87-226759. OBS: Oppdatering av 1/5-87 for enkelte variable.
- Hansen og Søltoft, 1990. Kjemiske Enhetsoperasjoner.
- Iversen, E.R. og Arnesen, R.T., Vannforurensninger fra nedlagte gruver. NIVA. 1990 L. nr. 2363. 51 s.
- Landner, L. (red) 1989: Chemicals in the Aquatic Environment. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg.
- Leonard Nilsen & Sønner a.s 1987. Søknad om bergverkskonsesjon. Brev av 06.07.1987.
- Lithner, G., 1989. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrunnsdokument 2. Metaller, Naturvårdsverket (Sverige). Rapport 3628.
- Mance, G. og J. Yates, 1984. Proposed environmental Quality Standards for List II Substances in Water. Arsenic. Water Research Centre. Technical Report TR212.
- Mance, G. og J. Yates, 1984. Proposed Environmental Quality Standards for List II Substances in Water. Nicked. Water Research Centre. Technical Report TR211.
- Perry's Chemical Engineers Handbook, 1984 Ed., 8-20 ff, 19-79 ff, 21-46 ff.

SAX: Dangerous Properties of Industrial Materials, 6 th. ed.

SFT 1988a. Midlertidig utslippstillatelse. SFT-22.09.1988.

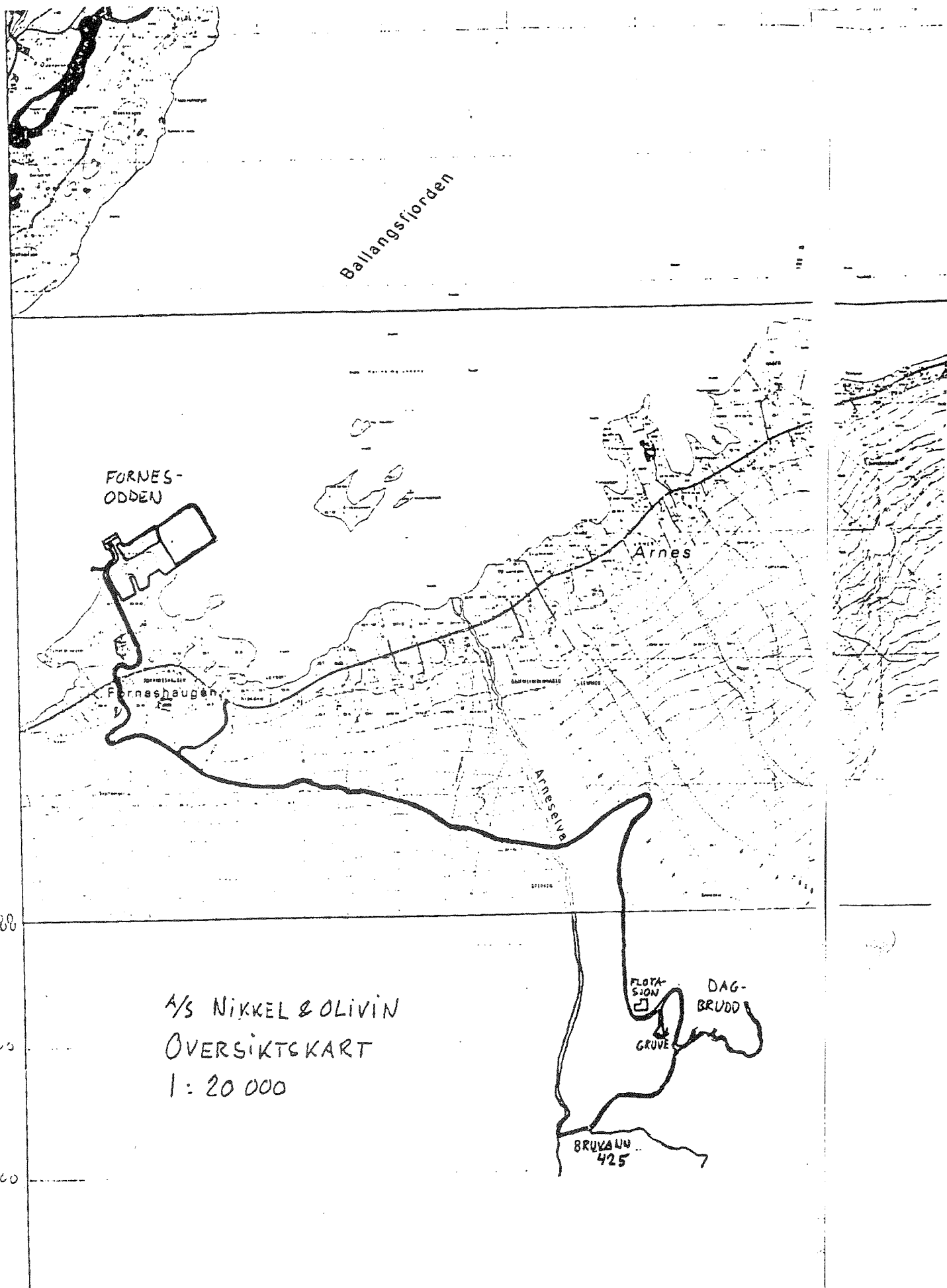
SFT 1988b. Konsekvensanalyse og måleprogram. SFT-06.10.1988.

SFT 1989. Bedriftens midlertidige utslippstillatelse.  
Konsekvensanalyse og måleprogram. SFT-25.04.1989.

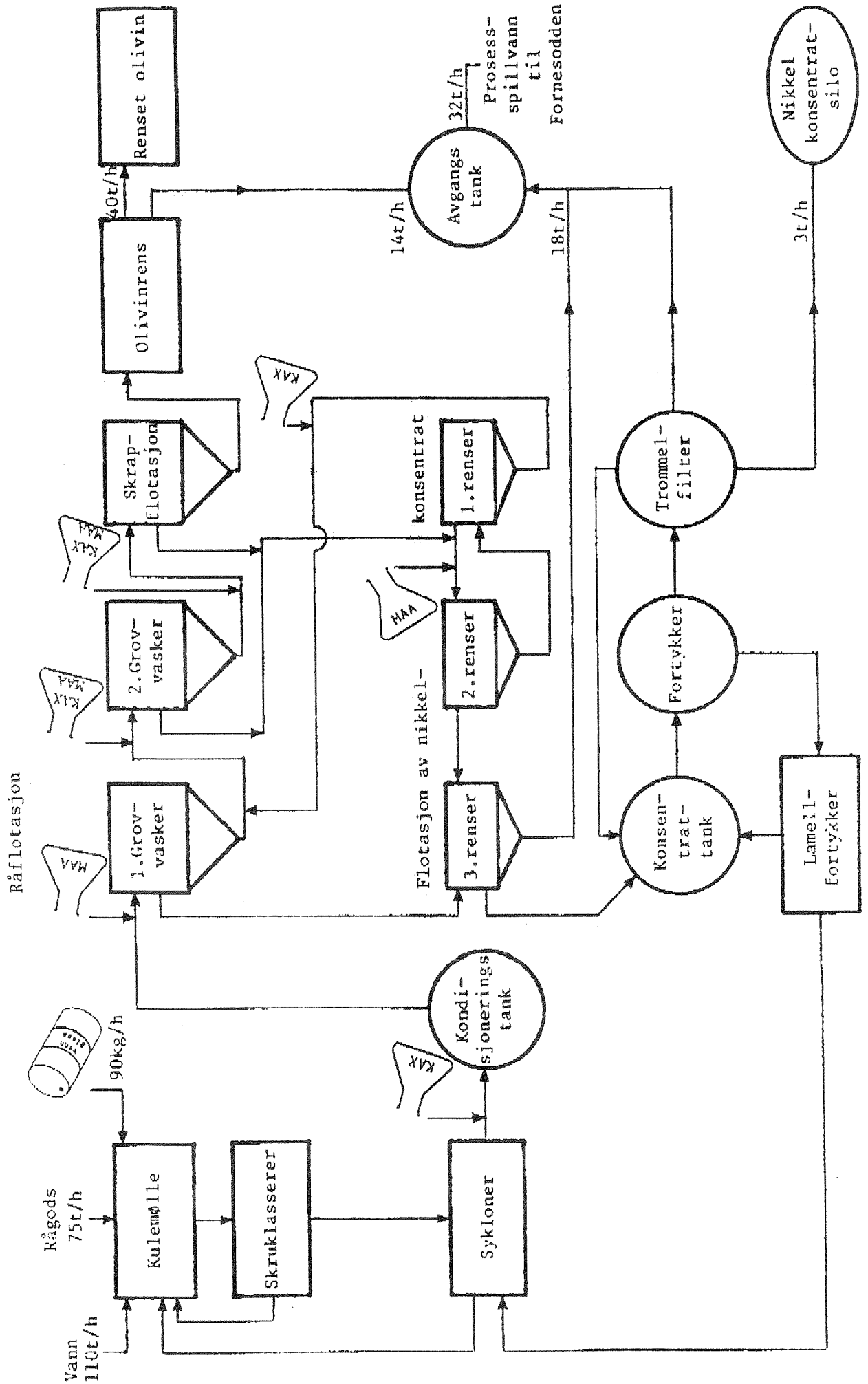
Wathne, B.M., 1990: Flotasjonskjemikaliers virkning på resipienter.  
NIVA (manus).

**8. VEDLEGG**

- Vedlegg 1            Oversiktskart 1:20.000
- Vedlegg 2            Prosess-skjema for flotasjonsanlegg  
ved Bruvannsfeltet.
- Vedlegg 3            Forkortelser for kjemikalier  
med Sikkerhetsblad.
- Vedlegg 4            Resultater for sedimenteringsforsøk.



Flytskjema for flotasjonsanlegg






**Forkortelser for kjemikalier**


Vannglass	Natronvannglass (Se sikkerhetsblad)
MAA	Metylamylalkohol (Flotanol M) (MIBC) (Se sikkerhetsblad)
KAX	Kalium-Amylxanthat (Se sikkerhetsblad)

# PRODUKTDATABLAD (SIKKERHEIT) (TABLAD)

Datablad nr. 100103  
Dato: 3.6.1985

Produsent/Importør   <b>THOR'S KEMISKE FABRIKKER</b> AKTIESELSKAP POSTBOKS 7 - N - 1473 SKÅREI - TEL. 70 41 00	Handelsnavn NATRONVANNGLASS 38/40°Be  Anvendelse Hjelpekjemikalie for kjemisk/teknisk industri  Utarbeidet av LIN
---	--

## 1. KLASSIFISERING/MERKING

Faresymboler    IRRITERENDE  YL-gruppe YL-tall	R-setn. (R-38) - Irriterer huden. (R-41) - Risiko for alvorlig øyeskade.  S-setn. (S-26) - Får man stoffet i øynene, skylk straks grundig med store mengder vann og kontakt lege. (S-39) - Bruk vernebriller/ansiktsskjerm.
--	---

## 2. TRANSPORTKLASSIFISERING

UN	IMDG	ADR/RID	ICAO/IATA
Ingen klassifisering		(1982)	

## 3. SAMMENSETNING

	Vekt%	Fareklasse	Adm. norm
Natriumsilikat (SiO <sub>2</sub> : Na <sub>2</sub> O = 3,3)	ca. 36 %		
Tørrstoff:	ca. 35,7 %		

## 4. FYSIKALSKE DATA

Farge/lukt Klar fargeløs væske/uten lukt			
Form/konsistens <input type="checkbox"/> FAST (briketter, stenger) <input type="checkbox"/> PULVER <input type="checkbox"/> PASTA <input checked="" type="checkbox"/> VÆSKE <input type="checkbox"/> GASS <input type="checkbox"/> AEROSOL			
Damptrykk (mmHg) (°C)	Løselighet (vann) 20°C: <input type="checkbox"/> Ikke løselig <input type="checkbox"/> Delvis løselig <input checked="" type="checkbox"/> Lett løselig	Løselighet i org. løsemidler <input type="checkbox"/>	
Damptetthet (luft = 1)	Tetthet Ca. 1360 (20°C) kg/m <sup>3</sup>	Viskositet 80-200 cPs v/20°C	pH (kons.): ca. 11,5 pH (%):
Smeltepunkt/-område	Kokepunkt/-område Ca. 100°C	Andre data:	
Eksplisjonsgrenser Vol %	Tennetemperatur °C	Flammepunkt °C	Metode <input type="checkbox"/> Closed cup <input type="checkbox"/> Open cup
Reaktivitet			

## 5. TOKSIKOLOGISKE DATA

LD <sub>50</sub> = 5150 mg (rotte oral) (for 36,3% løsning)
LC <sub>50</sub>

Produktet klassifiseres som irriterende på grunn av sin alkalitet. Svelging kan forårsake etseskader på slimhinner, svelg, spiserør og magesekk.

Produktet vil irritere huden og ved gjentatt eller langvarig kontakt føre til uttørring.

Direkte kontakt med øynene vil svi og irritere, og kan gi alvorlige øyeskader på grunn av alkaliteten.

#### 7. BRANN OG EKSPLOSJONSFARE

Produktet er ikke brannfarlig.

Brannslukningsmiddel:

#### 8. VERNETILTAK

Verneutstyr: Bruk hansker og øyevern.

Dusj og øyespylingsmuligheter bør forefinnes nær arbeidsplassen.

Forsiktighetsregler ved bruk

Spill gjør golv og arbeidsredskap glatte og sleipe.

Forsiktighetsregler ved lagring:

Lagring ved lave temperaturer vil medføre handteringsproblemer. Produktet bør da røres godt om før bruk.

#### 9. FØRSTEHJELP (Generelt, svelging, innånding, hud, øyne)

Bruk vann, gjerne varmt, for å fjerne sprut av produktet.

Svelging: Drikk store mengder vann. Kontakt straks lege/sykehus.

Hud : Vask med vann og såpe.

Øyne : Skyll straks grundig under rennende vann i minst 15 min. Kontakt lege/sykehus. Skylling under transport.

#### 10. INFORMASJON TIL HELSEPERSONELL

Helsekontroll:

#### 11. TILTAK VED SPILL OG LEKKASJE

Rengjøring/destruksjon: Små mengder spyles vekk med vann, gjerne varmt. Større mengder samles opp mekanisk eller med egnet absorberende materiale. Destruksjon med sterk Utslipp til vann: fortykning med vann og nøytralisering med syre.

Vil gi alkalisk reaksjon med vann. Fare for fiskedød. Sørg for varsling av impliserte vannbrukere.

Utslipp på gater, mark etc.:

Tett til avløp, rennesteiner o.l. Eventuelt destruer som beskrevet.

#### 12. ANDRE OPPLYSNINGER

# Sikkerhetsdatablad (Produktdatablad)

58

**Hoechst** 

Dato

Desember 15, 198

Firma NORSKE HOECHST A/S. POSTBOKS 177 ØKERN, 0509 OSLO 5

Handelsnavn	Flotanol M	Produkt-Nr.	E25037
-------------	------------	-------------	--------

1.1 Kjemisk betegnelse  
Metylamilalkohol

1.2 Form flytende  
1.3 Farge fargeløs  
1.4 Lukt alkoholaktig

2. Fysikalske og sikkerhetstekniske data Pr.

2.1 Tilstandsending

	smeltepunkt:	-90	°C	
	kokepunkt :	ca. 130	°C	DIN 53 170

2.2 Egenvekt ( 20 °C) 0,80 g/cm<sup>3</sup> DIN 51 757

Volumvekt g/cm<sup>3</sup>

2.3 Damptrykk ( 20 °C) 4,9 mbar

( °C) mbar

2.4 Viskositet ( 20 °C) 5,2 mpas DIN 53 015

2.5 Løslighet i vann ( 20 °C) løslig g/l (16,4 g/l)

( °C) g/l

2.6 PH-verdi (ved g/l H<sub>2</sub>O) ( °C)

2.7 Flammepunkt 41 °C

2.8 Antennelsestemperatur 305 °C DIN 51 794

2.9 Eksplosjonsgrenser

nedre: 1,0 vol.-% (i luft ved 1013 mbar)

øvre: 5,5 vol.-% (i luft ved 1013 mbar)

2.10 Termisk spalting

2.11 Farlige spaltingsprodukter

2.12 Farlige reaksjoner

2.13 Andre opplysninger

3 Transport

GGVSee/IMDG - Code:- 3.3	UN-Nr:-	2053/III
GGVE/GGVS:- 3/31c	RID/ADR:-	3/31c
ICAO/IATA-DGR:- 2053/3/III	ADNR:-	3/3, K2

Andre opplysninger

4 Forskrifter

Produktet er merkepliktig:

Faresymbol: Xi - Irriterende

R-setn.: 10 - Brannfarlig

" 37 - Irriterer luftveiene

S-setn.: 24/25 - Giftig ved hudkontakt og svelging.

# Sikkerhetsdatablad (Produktdatablad)

59

**Hoechst** 

Dato

Desember 15, 198

Handelsnavn	FLotanol M		
5.	Vernetiltak, lagring og håndtering		
5.1	Tekniske vernetiltak	Anvendes bare i godt ventilert sted. Holdes vekk fra antennelseskilder - Røyking forbudt Damp må ikke innåndes.	
5.2	Personlig verneutstyr		
	Ansiktsbeskyttelse:	-	
	Håndbeskyttelse:	hansker	
	Øyebeskyttelse:	vernebriller	
	Annet:	-	
5.3	Arbeidshygiene	Unngå at stoffet kommer i kontakt med øyne og hud.	
5.4	Brann og eksplosjonsvern	Anvendes bare i eksplosjonssikret område. Sørg for tiltak mot elektrostatisk ladning. Unngå slag og friksjon.	
5.5	Destruksjon	Risikoutsatte beholdere kjøles med vann.  Spesialdeponi eller i forbrenningsanlegg i hht. de lokale myndigheters bestemmelser.	
6.	Tiltak ved ulykker og brann		
6.1	Ved søl og lekkasje	Tas opp med væskebindende materiale (f.eks. sand eller fin sagflis).	
6.2	Brannslukningsmidler, egnede:	'Forstøvet' vann, skum (alkoholbestandig), CO <sub>2</sub> , tørrslukningsmiddel, sand	
	Bør ikke brukes:	Vannsprutstråle	
6.3	Førstehjelp	Sørg for frisk luft. Ved utilsiktet svelging, ikke fremkall oppkast - kontakt lege. Får man stoffet i øynene, skylt grundig med mye vann og kontakt lege. Tilsølte klær fjernes straks. Ved kontakt med huden, vask straks med vann og såpe.	
6.4	Tilleggsopplysninger		
7.	Toksikologiske data		
	Akutt oral toksitet (LD <sub>50</sub> ):	> 2.000 mg/kg	(rotte)
	Akutt fisketoksitet (LC <sub>50</sub> ):	360 mg/l	(24 h; gullfisk)
	Akutt dermal toksitet (LD <sub>50</sub> ):	> 2.000 mg/kg	(kanin)
8.	Økologiske data		
	Biologisk nedbrytbarhet :	> 80 %	(OECD test-G. 302B)
	Skadelighet for bakterier :	100 - 1.000 mg/l	(gjærrørstest)
9.	Andre opplysninger		

8805

# Sikkerhetsdatablad (Produktdatablad)

60

# Hoechst

Dato

September 19, 1

Firma NORSKE HOECHST A/S. POSTBOKS 177 ØKERN, 0509 OSLO 5				
Handelsnavn	Kalium-Amylaxanthat			Produkt-Nr. E25008
1.1	Kjemisk betegnelse	Ditiokullsyre-O-amyloster, kaliumsalt		
1.2	Form	pulver		
1.3	Farge	fargeløst til grønnlig gul		
1.4	Lukt	ubehagelig lukt		
2.	Fysikalske og sikkerhetstekniske data	Pr.		
2.1	Tilstandsendring	°C °C		
2.2	Egenvekt ( °C)	g/cm <sup>3</sup>		
	Volumvekt	500 - 700	g/cm <sup>3</sup>	
2.3	Damptrykk ( °C)	mbar		
	( °C)	mbar		
2.4	Viskositet ( °C)	mpas		
2.5	Løslighet i vann ( 20 °C)	løslig	g/l	(ca. 300 g/l)
	( °C)		g/l	
2.6	PH-verdi (ved 100g/l H <sub>2</sub> O) ( 20 °C)	ca. 10		
2.7	Flammepunkt	°C		
2.8	Antennelsestemperatur	°C		
2.9	Ekspljosjonsgrenser nedre: øvre:			
2.10	Termisk spalting	235°C	(DTA)	
2.11	Farlige spaltingsprodukter	Ved påvirkning av syrer dannes svovelkarboner		
2.12	Farlige reaksjoner	Se pkt. 2.11		
2.13	Andre opplysninger	Med vann langsom hydrolyse (mulig anrikelse av svovelkarboner på bunnen av løsningsbeholderen; se pkt. 5,4)		
3	Transport	GGVSee/IMDG - Code:- GGVE/GGVS:- ICAO/IATA-DGR:-	8 8/65c 1759/8/III	UN-Nr:- RID/ADR:- ADNR:- 1759/III 8/65c 8
	Andre opplysninger			
4	Forskrifter	Produktet er merkepliktig. Faresymbol: C - etsende R-setn.: 22 - 34 S-setn.: 26 - 28.2 - 36/37/39		

# Sikkerhetsdatablad (Produktdatablad)

61

**Hoechst** 

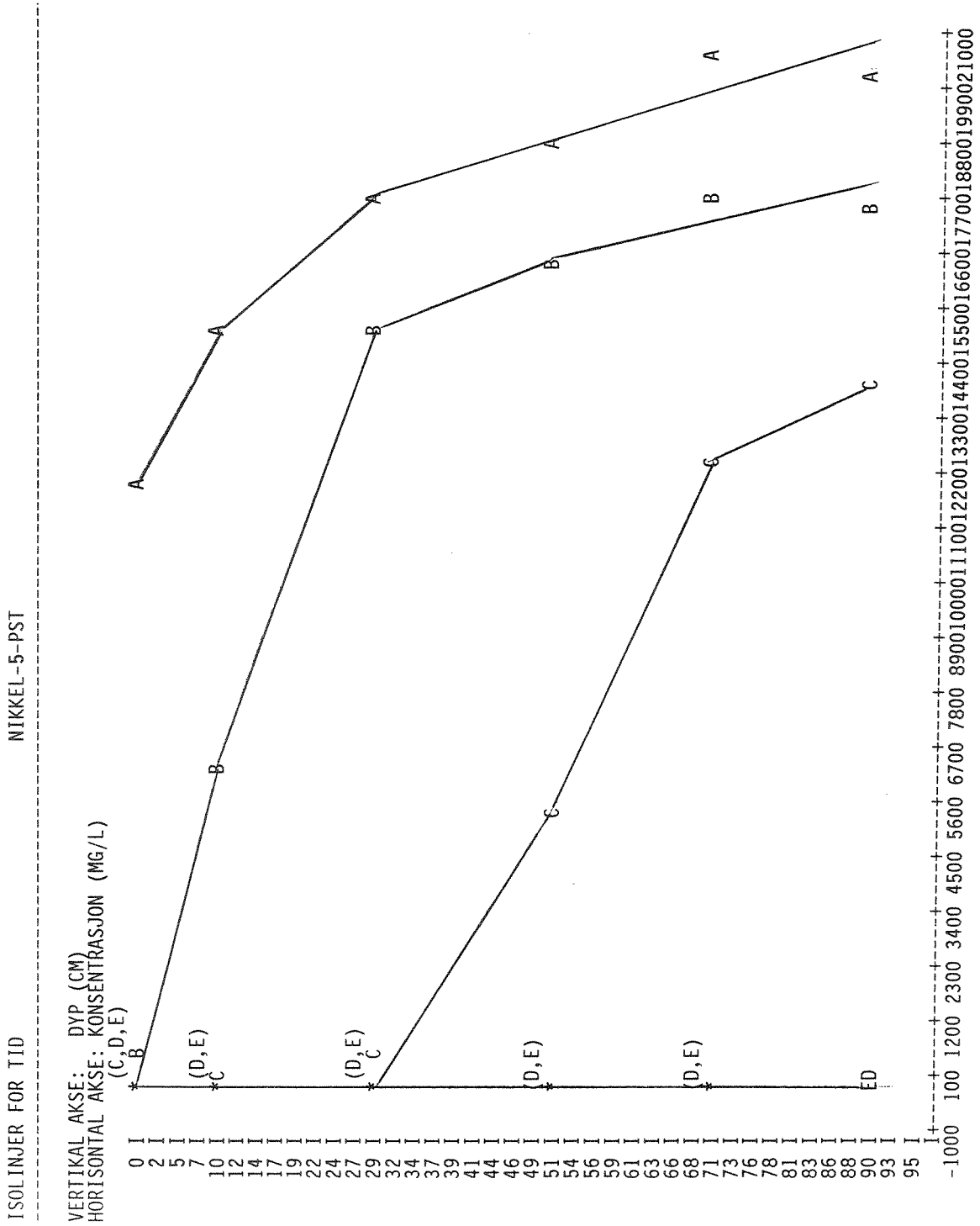
Dato

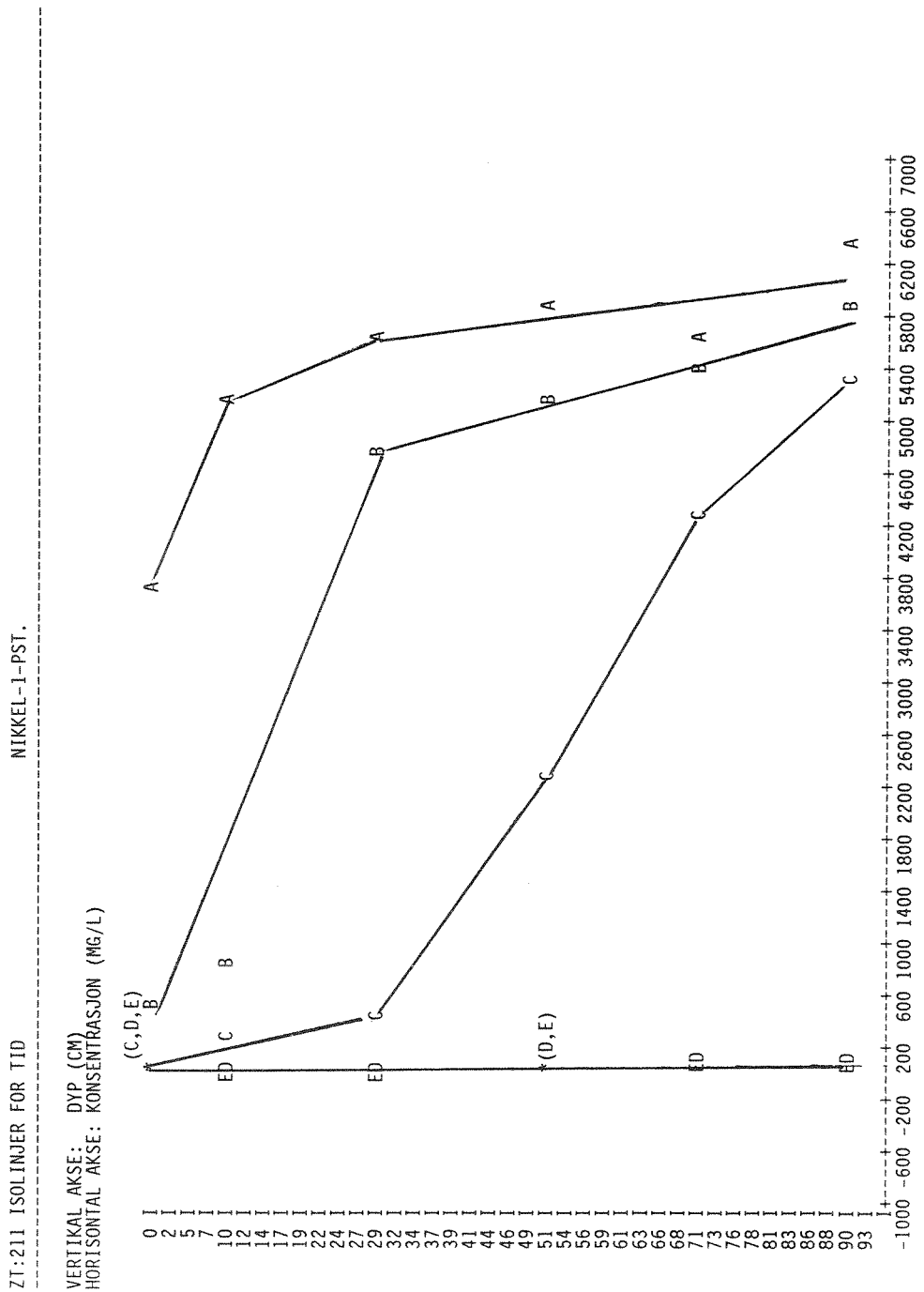
September 19, 19

Handelsnavn	Kalium-Amylvanthat
5.	Vernetiltak, lagring og håndtering
5.1	Tekniske vernetiltak Emballasjen må holdes tett lukket og oppbevares tørt, på kjølig, godt ventilert sted. Unngå innånding av støv.
5.2	Personlig verneutstyr Ansiktsbeskyttelse: - Håndbeskyttelse: hansker Øyebeskyttelse: vernebriller Annet: egnede verneklær
5.3	Arbeidshygiene
5.4	Brann og eksplosjonsvern Unngå at stoffet kommer i berøring med øyne og hud.
5.5	Destruksjon Vis omhyggelighet ved håndtering av xanthatopløsning (ved aldring er dannelse av svovelkarboner mulig.) Forskriftsmessig deponi eller i godkjent forbrenningsanlegg ihht. de lokale myndigheters bestemmelser (som spesialavfall)
6.	Tiltak ved ulykker og brann
6.1	Ved søl og lekkasje Tas opp mekanisk. Må ikke tømmes i kloakkavløp eller vassdrag.
6.2	Brannslukningsmidler, egnede: 'Forstøvet' vann, skum, CO <sub>2</sub> , tørrslukningsmiddel Bør ikke brukes:
6.3	Førstehjelp Ved svelging, kontakt lege straks og vis emballasje eller etikett. Får man stoffet i øynene, skyl grundig med vann og kontakt lege. Tilsølte klær fjernes straks. Ved kontakt med huden, vask straks med vann og såpe.
6.4	Tilleggsopplysninger
7.	Toksikologiske data Akutt oral toksitet (LD <sub>50</sub> ): 500 - 2.000 mg/kg (rotte) Hudømfintlighet: etsende (kanin) Slimhinneømfintlighet: (ikke testet) (kaninøyne) Akutt fisketoksitet (LC <sub>50</sub> ): 10 - 100 mg/l (96 h;sebrafisk)
8.	Økologiske data Kjem. oksygenbehov (CSB): 1.360 mg O <sub>2</sub> /g Org. kullstoff (DOC): 290 mg C/g Biologisk eliminerbarhet: > 80 % (OECD test-G. 302 B) Skadelighet for bakterier: 100 - 1.000 mg/l (gjærrørstest)
9.	Andre opplysninger









Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll  
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1740-1