

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80003-10
Undernummer:
Løpenummer: 1447
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Basisundersøkelse i Ranafjorden - en marin industri-resipient Delrapport 1 (Overvåk. rapp. 63/82)	Dato: 20.1.1983
Forfatter(e): Øivind Tryland	Prosjektnummer: 0-8000310
	Faggruppe: Miljøtekn. divisjon
	Geografisk område: Nordland
	Antall sider (inkl. bilag): 71

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Ranafjorden er i en særstilling i og med at Jernverket og Koksverket som de eneste norske bedrifter av sitt slag har utslipp til fjorden. I tillegg er det to oppredningsverk som tilsammen deponerer ca. 2,2 millioner tonn avgang i fjorden. Utslippene er undersøkt ved prøvetakinger i oktober 1980 og juni 1981. Beregningene av utslippsmengder viser bl.a. at fjorden tilføres årlig ca. 68 tonn PAH, ca. 135 tonn cyanid, ca. 114 tonn fenoler og ca. 1666 tonn ammonium/ammoniakk. Mobekken tilføres også partikulært materiale, sink, alkalier, m.m. For øvrig viste målinger av synkehastighet at avgangs-partikler sank raskere enn de små kuleformede partikler i Jernverkets hovedavløp.

Statlig program
Overvåkingsrapport 63/82
Ranafjorden
Industriutslipp
Utslippsmengder
Basisundersøkelse

4 emneord, engelske:
1. Industry
2. Ranafjord
3. Discharge
4. Waste water

Delrapport 1  
Prosjektleder:

For administrasjonen:

*Lars A. Kirkerud*

*Amundson*

Divisjonssjef:  
*Arvid Eide*

ISBN 82-577-0579-9

*Lars O. Olesen*

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-8000310

Basisundersøkelse i  
RANAFJORDEN  
en marin industriresipient  
Delrapport 1

Undersøkelser av utslipp fra Jernverket, Koksverket,  
Rana Gruber og Bergverkselskapet Nord-Norge i oktober 1980 og juni 1981

Oslo, 20. januar 1983

Saksbehandler: Øivind Tryland

Medarbeider: Harry Efraimsen

For administrasjonen:

Arne Tollan

Lars N. Overrein

I N N H O L D

	Side
0. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	7
1. INNLEDNING	10
2. TIDLIGERE BEREGNEDE UTSLIPPSMENGDER	11
2.1 A/S Norsk Jernverk. Jernverket (NJ)	11
2.1.1 Produksjon	11
2.1.2 Vanntilførsel	11
2.1.3 Avløpsforhold	15
2.1.4 Analyseresultater for avløpsvann	16
2.1.5 Utslippsmengder fra Jernverket (i 1974)	16
2.2 A/S Norsk Jernverk. Rana Gruber, Avd. Gullsmedvik	20
2.2.1 Produksjon	20
2.2.2 Avløpsforhold	22
2.2.3 Analyser av avløpsvann og avgang	22
2.2.4 Utslippsmengder	24
2.3 Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	24
2.3.1 Produksjon	24
2.3.2 Avløpsforhold og utslippsmengder	25
2.4 Norsk Koksverk A/S	28
2.4.1 Produksjon	28
2.4.2 Avløpsforhold og utslippsmengder med avløpsvann (1975)	30
2.5 Annen industri	35
2.6 Samlede forurensningstilførsler fra industri, befolkning, jord- og skogbruk, beregnet 1974	35
3. INDUSTRIUTSLIPP MÅLT I 1980 OG 1981	38
3.1 A/S Norsk Jernverk, Jernverket	38
3.1.1 Prøvetaking	38
3.1.2 Analyseresultater (NJ)	39
3.1.3 Utslippsmengder (NJ)	42
3.2 Norsk Koksverk A/S	44
3.2.1 Prøvetaking	44
3.2.2 Analyseresultater	45
3.2.3 Utslippsmengder	45
3.3 A/S Norsk Jernverk, Rana Gruber, Gullsmedvik	49
3.3.1 Analyseresultater	49
3.3.2 Utslippsmengder	49

INNHold forts.	Side
3.4 Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	51
3.4.1 Prøvetaking	51
3.4.2 Analyseresultater	51
3.4.3 Utslippsmengder	51
3.5 Mofjellet gruve	53
3.5.1 Analyseresultater	53
3.5.2 Utslippsmengder	53
3.6 Mobekken	53
3.6.1 Prøvetaking og analyseresultater	53
3.7 Ranaelv	56
3.7.1 Prøvetaking og analyseresultater	56
3.8 Oppsummering	56
4. PARTIKKELUNDERSØKELSER MED ELEKTRON-MIKROSKOP	60
4.1 Eksperimentelt	60
4.2 Resultater	60
4.2.1 A/S Norsk Jernverk, hovedkloakk	60
4.2.2 Rana Gruber, Gullsmedvik	60
4.2.3 Bergverkselskapet Nord-Norge	61
5. SEDIMENTERINGSEGENSKAPER TIL PARTIKLER	65
5.1 Prøver	65
5.2 Metodikk	65
5.3 Eksperimentelt	65
5.4 Resultater	66
6. UTLUTNINGSFORSØK MED AVGANG	69
6.1 Faststoff-analyser	69
6.2 Eksperimentelt	70
6.3 Resultater	70
7. REFERANSER	71

F I G U R E R

	Side
Fig. 2.1 Geografisk plassering av industri	12
" 2.2 Utslippssteder for industriavløp	13
" 2.3 A/S Norsk Jernverk. Flytskjema	14
" 2.4 Norsk Koksverk A/S. Flytskjema (1975)	29
" 4.1 Elektronmikroskopi av partikler i Jernverkets hovedkloakk (okt. 1980)	62
" 4.2 Elektronmikroskopi av partikler i avgang (a) og avløp fra fortykker (b) ved Rana Grubers oppredningsverk (okt. 1980)	63
" 4.3 Elektronmikroskopi av partikler i avgang fra Bergverkselskapet Nord-Norge (okt. 1980)	64
" 5.1 Sedimenteringshastighet for avgangspartikler fra Bergverkselskapet Nord-Norge (okt. 1980)	68

T A B E L L E R

	Side
Tabell 2.1 Vannforbruk på de forskjellige anlegg, Jernverket	15
" 2.2 Analyseresultater for hovedkloakk, middelverdier for 1973 og 1974	17
" 2.3 Analyser av avløpsvann fra råjernverket til Mobekken og av Mobekken der den forlater Jernverkets område, 1974	18
" 2.4 Utslippsmengder fra Jernverket i 1974, fordelt på kilder	19
" 2.5 Samlede utslippsmengder fra Jernverket, 1974	20
" 2.6 Analyser av avløpsvann fra oppredningsverket i Gullsmedvik, 1974	23
" 2.7 Utslipp med avløpsvann fra oppredningsverket i Gullsmedvik	25
" 2.8 Analyseresultater for drenevann fra gruve, Mofjellet, 1975	26
" 2.9 Utslipp med gruvevann og prosessavløpsvann, Bergverkselskapet Nord-Norge A/S, 1975	27
" 2.10 Utslipp fra tjæreskillingsanlegg (A2)	} 34
" 2.11 Utslipp fra ammoniåkvaskere (A3)	
" 2.12 Utslipp fra forvarmer (A4a)	
" 2.13 Utslippsmengder fra Koksverket i 1974, fordelt på kilder	

TABELLER forts.	Side
Tabell 2.14 Beregnede tilførsler fra småindustri, 1974	35
" 2.15 Tidligere beregnede forurensningstilførsler i tonn pr. år, gruppert etter kilde (NIVA, 1977a)	36
" 2.16 Tidligere beregnede utslipp med avløpsvann fra A/S Norsk Jernverk, Norsk Koksverk A/S og Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	37
" 3.1 Analyseresultater for avløpsvann fra Norsk Jernverk A/S, hovedkloakk og avløp fra sedimenteringsdam i Svortdalen, oktober 1980 og juni 1981	40
" 3.2 PAH i avløpsvannet fra A/S Norsk Jernverk. Hovedkloakk og avløp fra sedimenteringsdam i Svortdalen oktober 1980 og juni 1981	41
" 3.3 Utslippsmengder fra A/S Norsk Jernverk, via hovedkloakk og avløp fra sedimenteringsdam i Svortdalen, oktober 1980 og juni 1981	43
" 3.4 Analyseresultater for avløpsvann fra Norsk Koksverk A/S i oktober 1980 og juni 1981 (blandprøver)	46
" 3.5 PAH i avløpsvann fra Koksverket i oktober 1980 og juni 1981	47
" 3.6 Utslippsmengder fra Norsk Koksverk A/S til Ranafjorden i oktober 1980 og juni 1981	48
" 3.7 Analyseresultater for prøver fra avgang og fortykker ved Rana Gruber, Gullsmedvik	50
" 3.8 Analyseresultat for prosessvann ved Rana Gruber	50
" 3.9 Utslippsmengder fra Rana Gruber, Gullsmedvik	50
" 3.10 Analyseresultater for prøver av avgang fra Bergverkselskapet Nord-Norge A/S, Andfiskå	52
" 3.11 Utslippsmengder fra Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	52
" 3.12 Analyseresultater for gruvevann fra Mofjellet gruve, oktober 1980 og juni 1981	54
" 3.13 Utslippsmengder fra Mofjellet gruve	54
" 3.14 Analyseresultater for Mobekken før og etter industriutslipp, oktober 1980 og juni 1981 (ufiltrerte prøver)	55
" 3.15 Analyseresultater for Ranaelv i oktober 1980 og juni 1981	58
" 3.16 Samlede utslippsmengder fra industri i Mo i Rana, basert på målinger i oktober 1980 og juni 1981 (tonn/år)	59
" 5.1 Partiklenes sedimenteringshastighet etter 30, 60 og 120 min.	67
" 5.2 Partiklenes sedimenteringshastighet på 50, 70 og 90 cm dyp i sedimenteringsrøret	68

TABELLER	forts.	Side
Tabell 5.3	Turbiditetens variasjon med sedimenteringstiden	67
"	6.1 Kjemiske analyser av avgang (prosent av tørrvekt)	69
"	6.2 Resultater fra utlutning av avgang fra Rana Gruber og Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	71

## 0. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

1. Ranafjorden er i en særstilling i norsk sammenheng i og med at Norsk Jernverk og Norsk Koksverk som de eneste bedrifter av sitt slag har sine utslipp til fjorden. I tillegg er det to oppredningsverk som tilsammen har utslipp av store mengder partikulært materiale.

Utslippene fra de dominerende industribedriftene ved fjorden er beregnet på grunnlag av prøvetakingen i 1980 og 1981. Utslippsmengdene er sammenlignet med situasjonen i 1975. Ranafjorden mottar fortsatt forholdsvis store mengder forurensninger, og målingene foretatt i oktober 1980 og juni 1981 bekrefter det.

2. Utslippsundersøkelsene er konsentrert omkring partikulært materiale, cyanid, fenoler, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), ammonium/ammoniakk og tungmetaller. I tillegg er det foretatt elektronmikroskopiske undersøkelser av partikler fra oppredningsverkene og fra Jernverkets hovedkloakk. Sedimenteringsegenskapene til de ulike typer partikulært materiale er undersøkt etter en ny metode. Det er også foretatt utlutningsforsøk med avgangs-prøver. Vannmengdene som er brukt i beregningene av utslippsmengden samt utslippsmengdene av avgang er oppgitt av de respektive bedrifter.

### 3. Samlede utslippsmengder

Målingene i oktober 1980 og juni 1981 viste følgende gjennomsnittlige utslippsmengder (jfr. tabell 3.16 side 59). Tallene fra forrige undersøkelse (NIVA, 1977 a) er gitt i parentes.

Partikulært materiale (avgang m.m.)	tonn/år ca.	2 236 724	(2 000 000)
KOF (dikromat)	"	7 342	(2 200)
Løst organisk karbon	"	845	(ikke målt)
Cyanid, total	"	135	(130)
Fenoler	"	114	(52)
PAH, totalt	"	68	(ikke målt)
Ammonium (som N)	"	1 666	(1 356)



Nitrogen, totalt		tonn/år 1 883	(1 460)
Fosfor tot. (løst)		" 1,5	(ikke sammen- lignbare analyser)
Jern (filtrerte prøver)		" 15,5	"
Mangan	" "	" 28,9	"
Kobber	" "	" 2,7	"
Sink	" "	" 13,6	"
Bly	" "	" 1,2	"
Kadmium	" "	" 0,13	"

Disse tallene omfatter utslippene fra Jernverket, Koksverket, Rana Gruber (Gullsmedvik), Bergverkselskapet Nord-Norge (Andfiskå og Mofjellet gruve). To av avløpene munner ut i Mobekken, tre avløp går til Mellomvika mens de øvrige fire avløpene går ut i Ranafjorden. Utslippsmålingene i oktober 1980 og juni 1981 viste forholdsvis god overensstemmelse for de fleste parameterene (jfr. kap. 3).

4. Undersøkelsene i 1980 og 1981 av Jernverkets og Koksverkets utslipp av PAH, fenoler, cyanid og ammonium viste følgende gjennomsnittsverdier:

	tonn/år	Jernverket	Koksverket
PAH, tot.		54	14
Fenoler	"	0,9	113
Cyanid, tot.	"	13	122
Ammonium (som N)	"	91	1 575

5. Jernverkets utslipp foregår særlig via hovedkloakken som munner ut i Ranafjorden. Verket har også utslipp til Mobekken via sedimenteringsdammer i Svortdalen og dette avløpet er sterkt alkalisk (pH 11,3 i oktober 1980 og pH 10,7 i juni 1981). Det fører til at oppløst sink som tilføres fra Mofjellet gruver (ca. 10 tonn/år) delvis utfelles i bekkene. Mobekkens pH øker fra gjennomsnittlig pH 6,9 oppstrøms industritilførselene til pH 10,9 i Mo (ved E6). Bekkens partikkelinnhold øker fra mindre enn 1 mg/l til 29 mg/l på den samme strekningen (jfr. kap. 3).

6. Koksverkets utslipp tilføres fjorden hovedsakelig via en avløpsledning som munner ut i fjorden nær verkets gasstanker. En stor del (44 prosent) av cyanidutslippet foregår også via en avløpsledning som går ut i Mellomvika. Etter prøvetakingen i oktober 1980 ble det installert sandfilter for rensing av tjæreholdig avløp.
7. Elektronmikroskopiske partikkelundersøkelser viste at Jernverkets hovedkloakk inneholdt svært små og kuleformede partikler som antagelig kommer fra vaskingen av røkgasser. Avgangs-prøvene besto av både små og store partikler. De hadde skarpe kanter og bar preg av at de var nedknuste.
8. Undersøkelser av partiklernes sedimenteringshastighet etter en ny metode viste at størsteparten av avgangs-partiklene sank forholdsvis raskt, men prøvene inneholdt noe finfordelt svevestoff. Partiklene i Jernverkets hovedkloakk var svært finfordelte og sedimenteringshastigheten var mindre enn avgangs-partiklernes.
9. Utvaskingsforsøk i laboratoriet med avgang fra Bergverkselskapet viste at mengden bly som ble utløst i sjøvannet var svært liten sett i forhold til blymengden som var til stede i avgangen. Blykonsentrasjonen i sjøvannet som hadde trengt igjennom kolonnen med avgang inneholdt 40 - 60  $\mu\text{g Pb/l}$ .

Rana Grubers avgang inneholder spor av mineralsk fosfat, men utvaskingsforsøkene tydet ikke på at noe fosfat ble utløst.

## 1. INNLEDNING

Statens forurensningstilsyn (SFT) startet i 1980 en basisundersøkelse av Ranafjorden innenfor det statlige program for forurensningsovervåking. Etter oppdrag fra de 3 største industribedriftene, ble det i 1975-77 utført en innledende resipientundersøkelse. Forurensningstilførslene til Ranafjordens indre del ble i 1977 beregnet på grunnlag av spesifikke avløpstall for befolkning, land- og skogbruk samt ut fra bedriftenes søknader om konsesjon for utslipp av avløpsvann (NIVA, 1977 a). Ranafjordens indre del er til dels sterkt påvirket av utslipp fra oppredningsverkene, Jernverket og Koksverket. Resipientundersøkelsene foretatt i perioden 1975-1977 viste det (NIVA, 1977 b).

Ranafjorden er i en særstilling i norsk sammenheng i og med at Norsk Koksverk og Norsk Jernverk har sine utslipp til fjorden. Begge disse verkene har aktiviteter som medfører utslipp av forurenset avløpsvann, bl.a. cyanid, hydrogensulfid, fenoler, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), ammonium/ammoniakk, og finfordelt partikulært materiale. I tillegg er det to oppredningsverk, Rana Gruber og Bergverkselskapet Nord-Norge, som har sine utslipp av avgang til fjorden.

I forbindelse med basisundersøkelsene i fjorden ble det funnet å være nødvendig å få en bedre oversikt over de største bedriftenes utslipp enn det som er rapportert tidligere (NIVA, 1977 a). Etter en del forarbeid, bl.a. befaring ved Koksverket og Jernverket, startet utslippsundersøkelsene i oktober 1980. Disse undersøkelsene omfattet kjemiske analyser av avløpsvann fra Koksverket og Jernverket, gruvevann fra Mofjellet gruver, samt analyser av prøver fra Mobekken og Ranaelv. I tillegg ble det foretatt utlutningsforsøk med avgang fra Bergverkselskapet Nord-Norge A/S, Andfiskå og med avgang fra Rana Gruber, Gullsmedvik. Det er også foretatt kvalitative partikkelundersøkelser med elektron-mikroskopi og tester av partiklenes sedimenteringsegenskaper.

## 2. TIDLIGERE BEREGNEDE UTSLIPSMENGDER

### 2.1 A/S Norsk Jernverk. Jernverket (NJ)

Opplysningene nedenfor er stort sett hentet fra den forrige rapporten om forurensningstilførsler til Ranafjorden (NIVA, 1977 a). Bakgrunnen for disse opplysningene er Jernverkets søknad om utslippstillatelse, sendt SFT i januar 1976.

#### 2.1.1 Produksjon

Bedriftens plassering er avmerket i figur 2.1 og 2.2. Jernverket består av råjernverket, stålverket, valseverket, sveise- og prime-anlegget. Råjern fremstilles i elektriske ovner av slig, koks og kalkstein. Mengden produsert råjern var i 1974 559.000 t. Stål fremstilles av bl.a. råjern. I 1974 ble det produsert 709.000 tonn stål. Valseverket består av blokk-, grov- og finvalserverk. Produksjonen var i 1974 henholdsvis 645.000 t, 390.000 t og 183.000 t. I prime-anlegget foregår overflatebehandling av skipsprofiler, og i sveiseanlegget fremstilles sveisede profiler.

I 1982 var produksjonen ifølge opplysninger gitt av SFT:

Råjern	: 430.000 tonn
Flytende stål	: 600.000 "
Blokkverksprodukter	: 558.000 "
Grovverksprodukter	: 263.000 "
Finverksprodukter	: 98.000 "

Råjernverket har kontinuerlig produksjon (5-skifts drift). Stålverket og valseverkene har også hovedsakelig kontinuerlig produksjon, men med stans i de store høytider (4-skifts drift). Sveise- og prime-anlegget ble i 1976 drevet på dagtid (ett skift).

Pr. 31.12.1974 hadde Norsk Jernverk i alt 4128 ansatte, herav var 3269 ansatt ved Jernverket.

#### 2.1.2 Vanntilførsel

Jernverket får sin vannforsyning fra Andfiskvassdraget. Fra inntakstunnelen ved Andfiskvatn føres vannet gjennom en 4 km lang tunnel inn i Jernverkets vannverk og fordeles derfra til de forskjellige interne brukere samt til Rana kommune.

Forbruket av vann og fordelingen på de forskjellige anlegg er vist i tabell 2.1 og figur 2.3.

- Gruve
- ▲ Oppredningsverk
- Jernverk
- Koksverk
- x Næringsmiddelindustri
- Sjøpelfylling

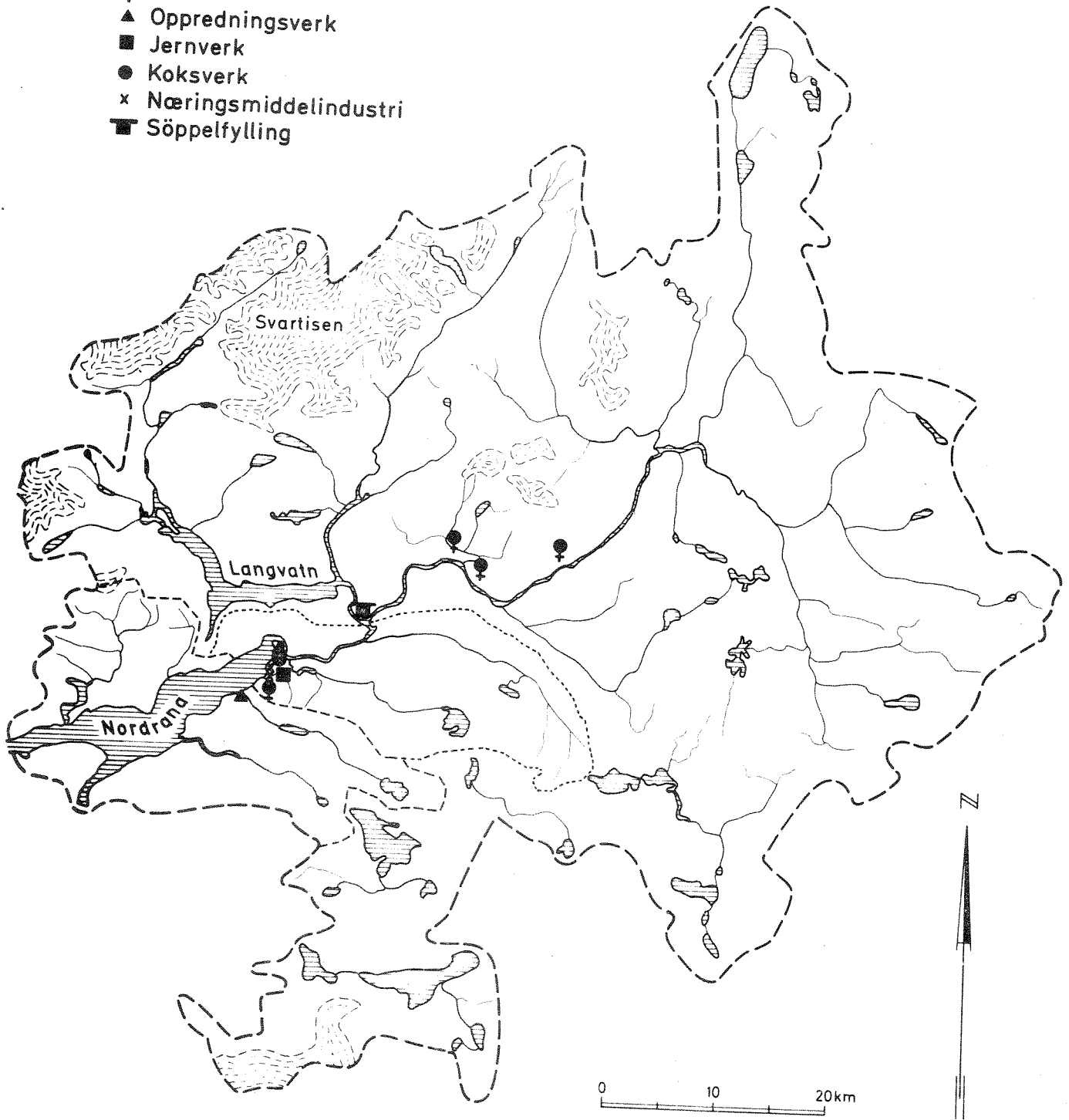
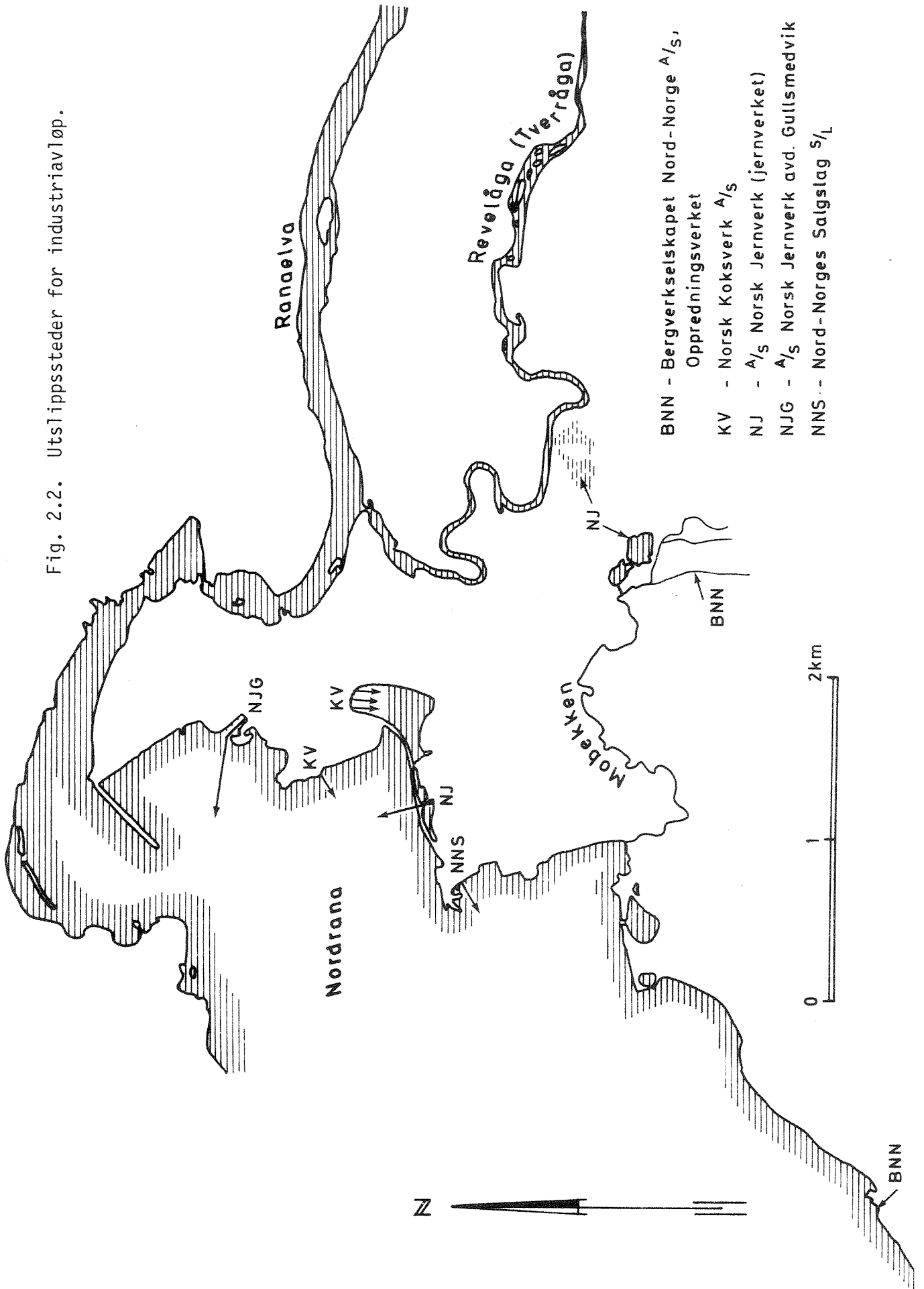


Fig. 2.1. Nedbørfelt med plassering av industri.

Fig. 2.2. Utslippssteder for industriavløp.



BNN - Bergverkselskapet Nord-Norge A/S,  
Oppredningsverket  
KV - Norsk Koksverk A/S  
NJ - A/S Norsk Jernverk (jernverket)  
NJG - A/S Norsk Jernverk avd. Gullsmedvik  
NNS - Nord-Norges Salgslag S/L

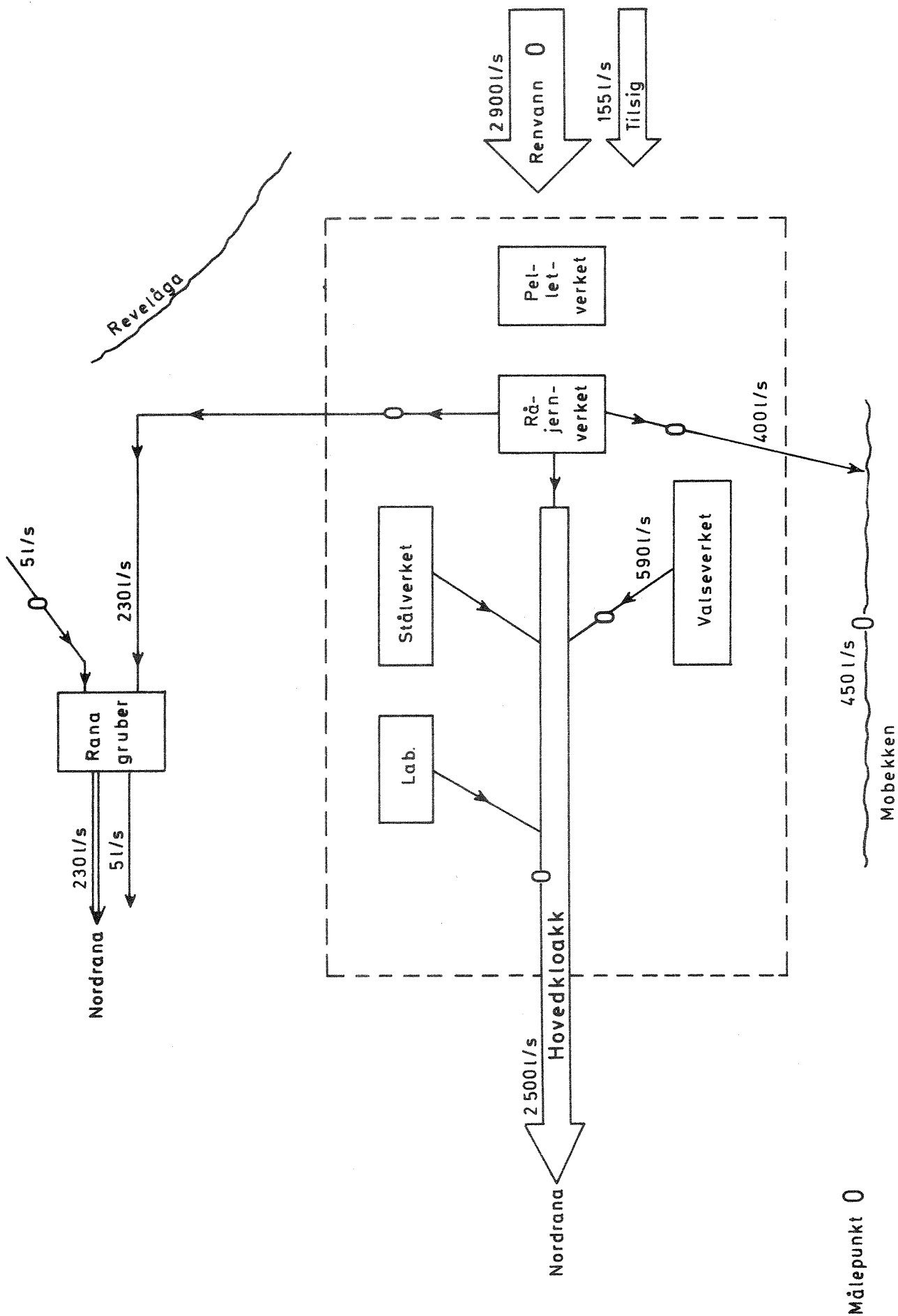


Fig. 2.3 A/S Norsk Jernverk. Flyteskjema.

Tabell 2.1. Vannforbruk på de forskjellige anlegg, Jernverket.

Råjernverket	ca.	1,50 m <sup>3</sup> /s
Stålverket	"	0,34 "
Valseverkene	"	0,60 "
Hovedtrafohall	"	0,10 "
Sum Jernverket	Ca.	2,54 m <sup>3</sup> /s

### 2.1.3 Avløpsforhold

Avløpene fra stålverket, valseverket og en del av avløpet fra råjernverket, foruten laboratorier, går ut i hovedkloakken (se figur 2.3). Kjølevann fra råjernverkets ovner føres i separat ledning til Rana Grubers oppredningsverk hvor det nyttes som prosessvann. Det er også avløp fra råjernverket til Mobekken. Avløpet fra pelletverket går til Revelåga. (I 1980 var dette avløpet koplet til hovedkloakken.)

Hovedkloakk. I hovedkloakken går prosessavløpsvann, mindre mengder kjølevann, sanitært avløpsvann og overflatevann. Vannmengden i hovedkloakken varierer stort sett fra 1900 l/s til 3000 l/s, men ved sterke regnskyll og ekstrem snøsmelting kan vannmengden over kortere perioder overstige 5000 l/s. Hovedkloakken går ut i Nordrana ca, 180 m fra land på ca. 5 meters dyp (se figur 2.2). En del kloakker fra byen er også ført inn på hovedkloakken.

Avløp til Mobekken. Fra råjernverket pumpes vann og granulat, som er fin-kornet slagg, via tre separate avløpsledninger til Mobekken i Svortdalen. Målinger i juli 1974 viste at vannmengden fra råjernverket til Svortdalen var 400-450 l/s. Når vannet kommer til Svortdalen, sedimenterer granulatet mens vannet renner til bekken. Mobekken mottar dessuten overflatevann fra en del av Mofjellet, og overflatevannmengden kan variere fra 0 til 2000 l/s.

Når Mobekken forlater Jernverkets område, inneholder den vann fra granulatpumpingen, tilsig fra Mofjellet og vann som har trengt gjennom fyllinger og tipper langs bekken.



Avløp fra pelletverket. Fra pelletverket gikk det tidligere et lite avløp til Revelåga. Dette vannet består av kjølevann og takvann fra pelletverket, tilsig og sanitæravløp fra råjernverkets kjeller. Vannmengden varierer mellom 20 og 25 l/s og tilføres nå hovedkloakken (oktober 1980).

Jernverkets tomteareal er ca. 750.000 m<sup>2</sup>. Med en gjennomsnittlig årsnedbør på 1300 mm er avrenningen ca. 975.000 m<sup>3</sup>/år. Det antas at ca. 75 prosent av denne vannmengden går i kloakken.

#### 2.1.4 Analyseresultater for avløpsvann

Hovedkloakken. Middelerverdiene for de analyserte komponentene er beregnet for 1973 og 1974 og gjengitt i tabell 2.2. Prøvene som ble tatt i 1973, var både momentanprøver og døgnprøver, mens prøvene fra 1974 var døgnprøver tatt i januar, april, juli og oktober ved normal drift. Flere prøver av hovedkloakken ble tatt med jevne mellomrom over døgnet og blandet til en døgnprøve. Målestasjonen i hovedkloakk er i kulvert som ligger mellom administrasjonsbygget og stripperhallen.

Avløp til Mobekken. Den 4.7.1974 ble det tatt en prøve av avløpsvannet som går fra råjernverket til Mobekken, og analyseresultatene er vist i tabell 2.3. I 1974 ble det også tatt 4 prøver av Mobekken der bekken forlater Jernverkets område. Middelerverdiene for de analyserte stoffene er vist i tabell 2.3.

#### 2.1.5 Utslippsmengder fra Jernverket

Tabell 2.4 gir en oversikt over de målte utslippsmengder fra Jernverket. Målingene er foretatt i hovedkloakken, i Mobekken der den forlater Jernverkets område og i avløpet til Revelåga (alle tallene er fra søknaden om utslippsstillatelse, 1976).

For beregning av totalt årsutslipp fra Jernverket er det gjennomsnittlige døgnutslipp (tabell 2.4) multiplisert med 365 dager, og resultatet i tonn/år er gitt i tabell 2.5.

Tabell 2.2. Analyseresultater for hovedkloakk, middelveier for 1973 og 1974.

Komponent	1973		1974	
	Middel	Antall målinger	Middel	Antall målinger
pH	9,1	3	8,8	4
Susp.tørrstoff, mg/l	205	3	190	4
Susp.gløderest, mg/l	184	3	161	4
Sulfat, mg SO <sub>4</sub> /l	9,1	4	13	4
Olje, mg/l	1,2	3	0,3	4
Fosfor, tot., mg P/l	0,24	2	0,2	2
Nitrogen, tot., mg N/l	1,3	2	2,0	3
Cyanid, tot., mg CN/l	0,17	3	0,14	4
Kjemisk oksygenforbruk (KOF) mg O/l	-	0	25,4	1
Natrium, mg Na/l	9,5	5	9	4
Kalium, mg K/l	13,5	5	15	4
Kalsium, mg Ca/l	30,3	5	16,3	4
Magnesium, mg Mg/l	19,8	5	21	4
Mangan, mg Mn/l	5,3	3	4,6	4
Jern, mg Fe/l	46	3	54,4	4
Kobber, mg Cu/l	0,14	3	0,1	4
Sink, mg Zn/l	1,0	3	0,9	4
Arsen, µg As/l	300	2	5,8	4
Kvikksølv, µg Hg/l	-	0	0,065	2

Tabell 2.3. Analyser av avløpsvann fra råjernverket til Mobekken og av Mobekken der den forlater Jernverkets område, 1974.

Komponent		Avløpsvann fra råjernverket 1 prøve	Mobekken middel av 4 prøver
pH		10,2	11,3
Susp.tørrstoff	mg/l	-	13
Susp.gløderest	mg/l	-	8,5
Natrium	mg Na/l	2	18
Kalium	mg K/l	1	3
Kalsium	mg Ca/l	16	71
Magnesium	mg Mg/l	5	3
Mangan	mg Mn/l	1,3	0,24
Jern	mg Fe/l	3,5	2
Kobber	mg Cu/l	0,09	0,07
Sink	mg Zn/l	0,09	0,1
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	5	20

Tabell 2.4. Utslippsmengder fra Jernverket i 1974, fordelt på kilder.

Komponent \ Sted	Hovedkloakk kg/døgn	Mobekken kg/døgn	Fra pellet- verket kg/døgn	Fra valse- verket kg/døgn 1)	Gjennom- snitt kg/døgn
Vannføring l/s	2473	450	21	550	-
Susp.tørrstoff	40596	505	27	2957	41128
Susp. gløderest	34400	428	20	2599	34840
Sulfat	2777	778	22	204	3577
Olje	64	-	-	-	64
Arsen	1,2	-	-	-	1,2
Fosfor total	43	-	-	-	43
Nitrogen, total	427	-	-	-	427
Jern	11623	78	3,6	3008	11705
Kobber	21	2,7	0,16	7,1	24
Sink	192	4	0,12	2,5	196
Cyanid, total	30	-	-	-	30
Mangan	983	33	0,09	32	1016
Kalsium	3483	2760	20	306	626
Magnesium	4487	117	3,6	51	4608
Natrium	1923	699	13	102	2635
Kalium	3205	117	2,3	51	3324
Kvikksølv	0,013	-	-	-	0,013
Kjemisk oksygen- forbruk (KOF)	5427	-	-	-	5427

1) Avløpet fra valseverket går til hovedkloakken, og mengdene som er bestemt i hovedkloakken (tabell 2.4) inkluderer avfallsmengdene fra valseverket. Avløpsvann fra pelletverket går til Revelåga (1976).

Tabell 2.5. Samlede utslippsmengder fra Jernverket, 1974.

Komponent	Utslipp, tonn/år
Suspendert tørrstoff	15012
Suspendert gløderest	12717
Sulfat	1306
Olje x)	23
Arsen	0,4
Fosfor, total	16
Nitrogen, total	156
Jern	4272
Kobber	8,8
Sink	72
Cyanid, total	11
Mangan	371
Kalsium	228
Magnesium	1682
Natrium	962
Kalium	1213
Kvikksølv	0,005
Kjemisk oksygenforbruk, KOF	1981

x) Tapet av olje i valseverket var i 1974 ca. 170 tonn.

## 2.2 A/S Norsk Jernverk, Rana Gruber, Avd. Gullsmedvik

### 2.2.1 Produksjon

Opplysningene nedenfor er basert på bedriftens søknad om utslipps-  
tillatelse fra 19.6.1975.

Oppredningsverket i Gullsmedvik er en produksjonsavdeling innenfor A/S Norsk Jernverk og har til hovedoppgave å levere råstoff (slig) til selskapets råjernverk. Malmen som oppredes kommer fra Rana Grubers gruveavdeling på Storforshei, ca. 30 km fra oppredningsverket.

Produksjonen er kontinuerlig året rundt, bortsett fra stans i de store høytider, og antallet driftstimer var 7705 i 1973. Ca. 100 personer er ansatt i oppredningsverket.

Driftsvann til oppredningsverket kommer i egen ledning fra råjernverket, der vannet har vært benyttet til kjøling. Vannmengden er ca. 250 l/s, og temperaturen er 16-18 °C på vannet når det kommer til oppredningsverket.

Malmen består av jernoksydene hematitt og magnetitt. Jerngehalten er ca. 33 prosent. Bergartsmineralene er særlig kvarts og kalkspat. Gjennomsnittlig inneholder malmen 0,2 prosent fosfor.

Ved oppredningsverket skilles jernoksydene fra bergartsmineralene. Første trinn i prosessen er knusing og sikting. Den finfordelte massen tilsettes vann og føres ned i spiralformede renner. Der skilles bergartsmineralene fra de tyngre jernmineralene hematitt og magnetitt. I første trinn skilles hovedmengden ut av avfallet. Konsentratet (63 prosent Fe) går til magnetseparator der magnetitten skilles fra den umagnetiske hematitten. Hematitten og noe av magnetitten går så videre til flotasjon der fosforholdig mineral (apatitt) floterer av og fjernes. Hovedmengden av hematitten går fra flotasjon til avvanning og blir til sinterslig. Noe av hematitten males senere ned i en kulemølle og blandes med nedmalt magnetitt. Dette konsentratet kalles pelletslig.

Verkets kapasitet (1975) er ca. 1,2 mill. tonn slig pr. år fordelt på ca. 700.000 t sinterslig og 500.000 t pelletslig.

I prosessen benyttes flotasjonskjemikalier og det er av bedriften antatt at mesteparten av disse reagensene følger med avfallet. Forbruket av kjemikalier i 1974 var:

Lut (NaOH)	102.450 kg
Dextrin hvit nr. 50	43.350 "
Safacid	198.300 "
Orfloc A	3.250 "
Praestol 3000	170 "
Totanin	2.125 "

Safacid er en mettet fettsyre fremstilt av sild- eller hvalolje. Dextrin er et stivelseslignende stoff. Orfloc er et syntetisk utfellingspreparat. Totanin er et lignosulfonat (biprodukt ved sulfittcellulose-produksjon). Praestol 3000 er en polyelektrolytt.

### 2.2.2 Avløpsforhold

Avfallet fra anrikningsprosessene pumpes gjennom to gummierte stålrør ut til marbakken og videre ut i sjøen gjennom to flytende plastledninger som holdes i stilling av flottører og lodd. Total lengde på ledningene er 620 m. Utslippspunktet er ca. 240 m ute i Nordrana, ca. 30 m under overflaten og ca. 35 m over bunnen.

I den ene ledningen pumpes hovedavfall (avgang) fra prosessen og i den andre går spillvann fra fortykkere.

Vannmengden som pumpes ut med avgangen er anslått til ca. 250 l/s, dvs. ca. 6,9 mill. m<sup>3</sup>/år.

### 2.2.3 Analyser av avløpsvann og avgang

I 1974 ble det tatt fire prøver av avløpsvannet fra oppredningsverket, og analyseresultatene er vist i tabell 2.6. Analysene er utført på vannet etter sedimentering i 5 min. Metallanalysene er foretatt på filtrerte prøver.

Tabell 2.6. Analyser av avløpsvann fra oppredningsverket i Gullsmedvik, 1974.

Komponent \ Dato	27.1.	23.4.	2.9.	27.11	Middelverdi
pH	7,7	9,2	8,8	9,6	8,8
Konduktivitet $\mu\text{S/cm}$	255	194	-	-	225
KOF, dikromat, mg O/l	45,9	15,1	-	-	31
Susp.tørrstoff mg/l	34	-	-	-	34 1)
Susp.gløderest mg/l	25	-	-	-	25 1)
Olje mg/l	0,40	<0,25	<0,25	<0,35	<0,31
Fosfor, total mg P/l	13	0,7	7,8	6,8	7,1
Nitrogen, total, mg N/l	9,8	6,4	4,0	34,4	13,7
Jern, mg Fe/l	0,15	<0,02	5,3	0,23	<1,4
Kobber, $\mu\text{g Cu/l}$	30	7	5	22	16
Sink, $\mu\text{g Zn/l}$	10	15	5	50	20
Bly, $\mu\text{g Pb/l}$	5	0,5	2,6	<0,5	<2,2
Kadmium, $\mu\text{g Cd/l}$	0,3	0,15	0,3	2,4	0,8
Cyanid, total $\mu\text{g CN/l}$	<15	265	< 2	15	<74
Mangan, $\mu\text{g Mn/l}$	520	2,5	970	33	381
Arsen, $\mu\text{g As/l}$	<5	<5	<5	<5	<5
Kvikksølv, $\mu\text{g Hg/l}$	0,31	0,12	0,11	-	0,18

1) Disse verdiene angir mengde suspendert stoff etter sedimentering. De vil derfor være lavere enn avløpsvannets totale partikkelinnhold.

En analyse av fast stoff i hovedavgang gav følgende sammensetning:

Fe tot.	15,7	prosent
FeO	2,0	"
SiO <sub>2</sub>	52,3	"
TiO <sub>2</sub>	0,25	"
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,3	"
MnO	0,7	"
CaO	4,6	"
MgO	5,25	"
P	0,12	"
S	0,15	"
Na <sub>2</sub> O	1,38	"
K <sub>2</sub> O	1,11	"



#### 2.2.4 Utslippsmengder

Mengden avgang som ble pumpet ut i Nordrana, var i 1975 ca. 1.640.000 tonn fordelt i ca. 6.900.000 m<sup>3</sup> vann (250 l/s). Kornfordelingen til avgangen er:

100% < 0,8 mm, 30% < 0,074 mm, 15% < 0,044 mm.

I tillegg til hovedavfallet slippes det ut spillvann fra to fortykkere. Mengdene utgjør ca. 2.800 l/min. eller ca. 1.300.000 m<sup>3</sup>/år (ca. 47 l/s). Innholdet av fast stoff i dette spillvannet er ca. 0,15 prosent.

Mengden prosessavløpsvann som slippes ut, utgjør med dette ca. 7.2 mill. m<sup>3</sup>/år, og utslippet av partikulært stoff er ca. 1.8 mill. tonn/år.

I tillegg til dette kommer utslipp av stoffer som er oppløst i avløpsvannet. Tabell 2.7 viser årsutslippene av noen løste stoffer.

Verdiene er beregnet ut fra middelverdiene i tabell 2.6 og en årlig vannmengde på 6.900.000 m<sup>3</sup>. Mengdene av de enkelte komponenter som finnes partikulært i avgangen, er beregnet ut fra den ovenfor nevnte sammensetning og en utslippsmengde på 1.640.000 tonn/år.

### 2.3 Bergverkselskapet Nord-Norge A/S

#### 2.3.1 Produksjon

Bedriftens beliggenhet er avmerket i figurene 2.1 og 2.2. Bergverkselskapet Nord-Norge har vært sporadisk i produksjon fra ca. 1860 til 1920. Fra 1928 har det vært nesten sammenhengende produksjon. I gruen og i oppredningsverket er det til sammen ca. 70 ansatte.

Råmaln blir transportert ca. 7 km fra gruen i Mofjellet til oppredningsverket nær sjøen ved Andfiskåga der den knuses og males. For 1981 var råmalnproduksjonen ca. 150.000 tonn. Ved selektiv flotasjon produseres følgende mengder konsentrater:

ca. 9.000 tonn sink-konsentrat	å ca. 56 prosent Zn
" 1.400 " bly-	" " 65 " Pb
" 1.400 " kobber-	" " 25 " Cu

Tabell 2.7 Utslipp med avløpsvann fra Rana Grubers oppredningsverk i Gullsmedvik (1975).

Komponent		Oppløste stoffer tonn/år	Partikulært (avgang) tonn/år
Avgang, totalt		-	1 800 000
Kjemisk oksygen- forbruk (dikromat)	O	214	-
Olje		< 2,1	-
Fosfor, total	P	49	1 968
Nitrogen	N	95	-
Cyanid, total	CN	0,5	-
Svovel	S	-	2 460
Mangan	Mn	2,6	8 893
Jern	Fe	< 9,7	257 480
Kobber	Cu	0,11	-
Sink	Zn	0,14	-
Arsen	As	< 0,04	-
Kvikksølv	Hg	0,001	-
Bly	Pb	< 0,015	-
Titandioksyd	TiO <sub>2</sub>	-	4 100
Aluminiumoksyd	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	136 120
Silisiumdioksyd	SiO <sub>2</sub>	-	857 720
Organiske flotasjons- kjemikalier		247	-

### 2.3.2 Avløpsforhold og utslippsmengder

Opplysningene nedenfor er fra bedriftens søknad om utslippstillatelse, sendt SFT i 1975 (jfr. NIVA, 1977 a).

Fra Mofjellet gruve slippes det drens vann fra graven ut i Mobekken. Utslippstedet er ca. 2 km ovenfor bekkens utløp i Nordrana og ca. 0,5 km ovenfor det punkt der avløpsvann fra Jernverket tilføres bekket. Vannmengden som slippes ut i Mobekken er ca. 300 l/min. eller ca. 412 m<sup>3</sup>/døgn. Årsutslippet blir ca. 150.000 m<sup>3</sup>/år (hvis det foregår 365 dager/år).

Det er tatt 2 prøver av drensvann fra gruen - vår og sommer 1975. Middelerdier av analyseresultater er vist i tabell 2.8.

Tabell 2.8. Analyseresultater for drensvann fra gruen, Mofjellet, 1975.

Komponent	Middelerdi
Surhetsgrad, pH	6,9
Jern	0,06 ppm
Kobber	0,02 "
Sink	?
Bly	0,03 "

Arsutslippene av jern, kobber og bly med gruevann skulle ifølge disse målinger og en vannmengde på 150.000 m<sup>3</sup>/år utgjøre: 9 kg jern, 3 kg kobber og 4,5 kg bly.

Avløpsvannet fra flotasjonsverket inneholder ca. 20 prosent partikulært stoff som er avfallsstoffer (avgang) fra oppredningsprosessen. Vannmengden er ca. 96 m<sup>3</sup>/h, dvs. 2.300 m<sup>3</sup>/døgn og 840.000 m<sup>3</sup>/år. Utslipet av avgang utgjorde i 1975 ca. 21 tonn/h, dvs. ca. 500 tonn/døgn eller ca. 180.000 tonn avgang/år. Det er planlagt en økning av produksjonen og utslippsmengde på ca. 50 prosent. Avløpsvannet fra flotasjonen er ifølge bedriftens søknad praktisk talt fri for oppløste metaller og har pH = 10.

Det er foretatt analyser i 1975 av det faste stoff i avgangen, og middelerdiene er:

Jern,	Fe	7,31	prosent
Svovel,	S	2,06	"
Kobber,	Cu	0,06	"
Sink,	Zn	0,16	"
Bly,	Pb	0,10	"

Forbruket av flotasjonsreagenser var i 1974:

Kaliumamyl xanthat	720 kg			
CuSO <sub>4</sub>	3280 "	dvs. 1306 kg som Cu		
ZnSO <sub>4</sub>	525 "	"	213 "	" Zn
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	820 "	"	290 "	" Cr
Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	2600 "	"	790 "	" P
P <sub>82</sub> (ZnSO <sub>4</sub> + Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) <sup>x)</sup>	2700 "	"	547 "	" Zn
NaP <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	650 "	"	223 "	" P
Pine oil	700 "			

x) Antatt 1350 kg ZnSO<sub>4</sub>.

Av disse flotasjonsreagensene er det av bedriften antatt at ca. 10 prosent av kjemikalierne følger med avgangens faste partikler ut i sjøen, resten bindes til konsentratene.

Utslippene med gruvevann og prosessavløpsvann fra flotasjonen er sammenstilt i tabell 2.9. Mengdene tungmetaller som finnes partikulært i avgangen er beregnet ut fra den ovenfor nevnte sammensetning og en utslippsmengde på 180.000 tonn/år.

Tabell 2.9. Utslipp med gruvevann og prosessavløpsvann, Bergverkselskapet Nord-Norge A/S, 1975.

Komponent	Gruvevann	Prosessavløpsvann		Totalt
		Avgang	Kjemikalier	
Organiske flotasjonskjemikalier t/år	-		0,14	0,14
Krom t Cr/år	-	-	0,3	0,3
Jern t Fe/år	0,009	13158	-	13158
Kobber t Cu/år	0,003	108	1,3	109,3
Sink t Zn/år	-	288	0,8	288,8
Bly t Pb/år	0,005	180	-	180
Fosfor t P/år	-		1,1	1,1
Svovel t S/år	-	3708	-	3708
Avgang t/år		180000		180000

## 2.4 Norsk Koksverk A/S

### 2.4.1 Produksjon

Bedriften ligger i Gullsmedvik, Rana kommune, og plasseringen fremgår av figurene 2.1 og 2.2. Det er ca. 300 ansatte ved bedriften. Produksjonen var pr. år i 1981 og 1982:

Koks	ca.	340.000	tonn	tørr basis	
Ammoniakk	"	30.000	"		
Tjære	"	15.000	"		
Råbensol	"	4.300	"	(råbensol består særlig av bensen, $C_6H_6$ ).	
Svovel	"	220	"		

Råvarene er hovedsakelig kull og mindre mengder kvartssand.

Produksjonsgangen ved Koksverket med de forskjellige utslippene av avløpsvann er skjematisk vist i figur 2.4

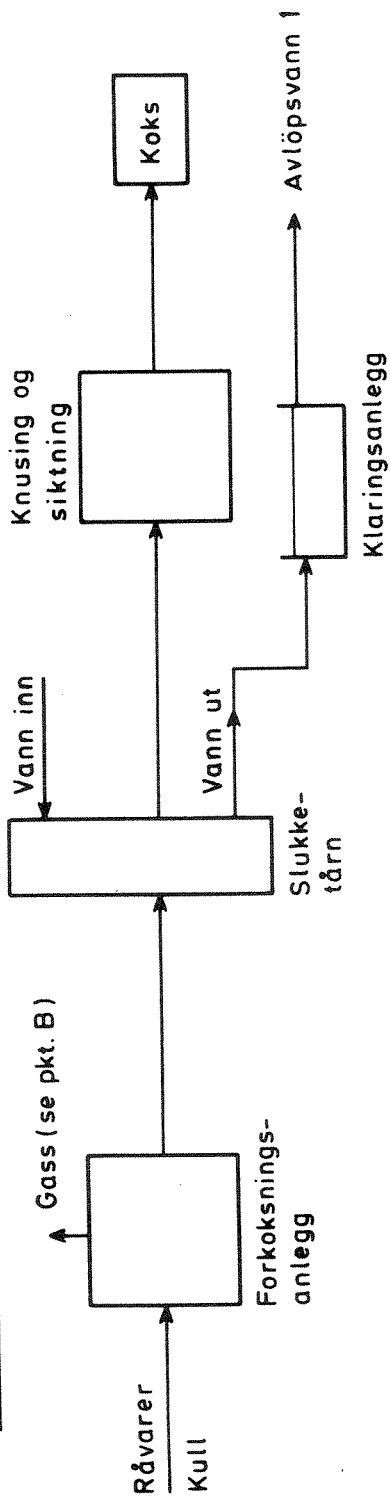
Koksproduksjonen foregår ved oppvarming av kullene til ca.  $1000^{\circ}C$  i forkokningsanlegget. Dette anlegget består av 2 batterier, hvert med 27 forkokningskammer. Koksen slukkes med vann i et slukketårn, og overskuddsvannet går til et klaringsanlegg før det slippes ut (Avløpsvann 1, i figur 2.4). Luften i knuseri og sikteri renses i sykkloner og etterfølgende vannvask.

Koksgassen går til gassforlag og dusjes og kjøles med vann til ca.  $85^{\circ}C$ . Derved kondenseres hovedmengden av tjære i gassen. Blandingen av vann og tjære skilles gravimetrisk i tjæreskillingsanlegget. Overskuddsvannet slippes ut (Avløpsvann 2). Gassen avkjøles videre i kjølere og tjære utskilles. Blandingen av tjære og vann pumpes til tjæreskillingsanlegget. Gassen passerer elektrofiltre og sugere som komprimerer gassen.

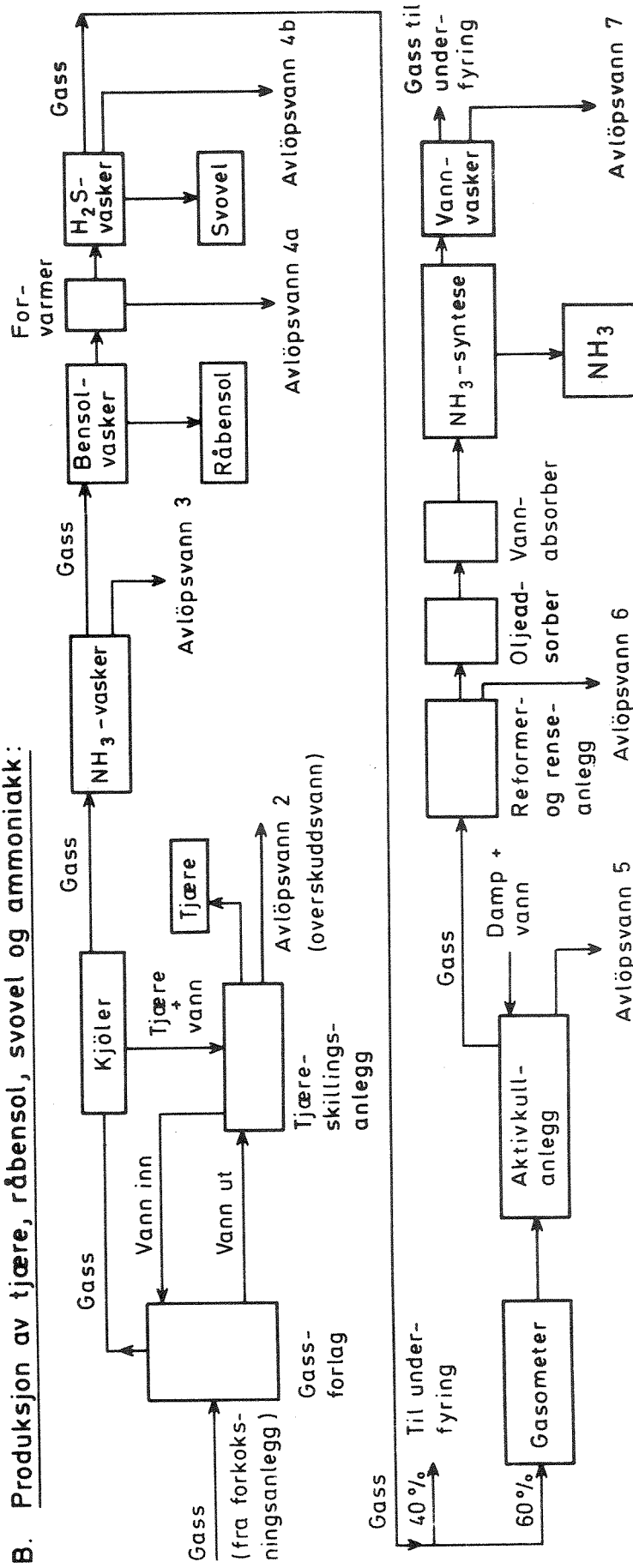
I ammoniakkvaskere renses gassen ved vasking med vann og brukt vaskevann slippes ut (Avløpsvann 3). Deretter går gassen til bensolvaskere.

Fig. 2.4 Norsk Koksverk A/S. Flyteskjema (1975)

**A. Produksjon av koks:**



**B. Produksjon av tjære, råbensol, svovel og ammoniakk:**



Vaskemiddelet er en lett tjæreolje som destilleres og sirkuleres. Råbensol kondenseres.

Hydrogensulfid i gassen fjernes deretter i et vaskeanlegg, og  $H_2S$  omdannes til elementært svovel. Gassen renses med vaskelut (arsenikk og soda løst i vann) (Avløpsvann 4 b). I søknaden er det i forbindelse med omtalen av utslippsmengder også angitt et utslipp av vann fra forvarmer mellom bensolvaskere og  $H_2S$ -vaskere (Avløpsvann 4 a).

Gass for ammoniakkproduksjonen tas fra gasometer og renses for organiske svovelforbindelser i et to-trinns aktivkull adsorpsjonsanlegg. Regenereringen av anlegget foregår med damp og vann som tilsettes alkalier. Avløpsvann slippes ut (Avløpsvann 5).

Renset gass komprimeres i kompressor og ledes til reformeranlegg der luft tilsettes. Karbondioksyd fjernes ved vannvask, og karbonmonoksyd fjernes i et kobberlutanlegg (Avløpsvann 6).

Gassen komprimeres i stempelkompressorer og deretter renses den i oljeavskillere og vannadsorbere. Ammoniaksyntesen skjer ved høyt trykk (250-300 ato), og ammoniakken kondenseres ut fra gassen ved kjøling. Ammoniakken fra syntesen går til egne tanker, mens overskuddsgassen tilføres gassnettet for underfyring av forkokningsbatteriene etter sluttvasking i vannvasker (Avløpsvann 7).

#### 2.4.2 Avløpsforhold og utslippsmengder med avløpsvann (1975)

Opplysningene her er basert på Koksverkets søknad om utslippstillatelse, januar 1975.

Koksverket har sammen med konsulent foretatt målinger av sammensetning og mengde av avløpsvann. Utslippstallene er basert på målinger over kortvarige perioder og enkeltmålinger. De er derfor til dels usikre.

I oktober 1970 ble vannmengden i de forskjellige kloakkene (utslippstrengene) målt av konsulent. Mengdene fordelte seg slik:

Streng A:	350 l/s	=	1250 m <sup>3</sup> /h
" B:	600 "	=	2160 "
" C:	115 "	=	415 "
" D:	120 "	=	425 "
Sum:	<u>1185 l/s</u>	=	<u>4250 m<sup>3</sup>/h</u>

Streng A, B og C går til Mellomvika og utgjorde ca.  $3800 \text{ m}^3/\text{h}$ . Streng D går direkte ut i Nordrana (figur 2.2). Ved regn og snøsmelting er vannmengdene større. Vannmengden nevnt ovenfor var ca. 135 l/s større enn uttaket fra pumpestasjonen ved Ranaelva. Grunnen til dette antas å være infiltrasjon av vann, idet ledningsnettets ligger delvis under grunnvannstand.

Strengene A, B og C inneholder bl.a. oljerester og arsenforbindelser, mens streng D inneholder ammoniakk og ammoniumsalter, fenoler, cyanider, sulfider og tjære.

I det følgende gis et resymé av Koksverkets data for utslipp i de enkelte avløpene slik situasjonen var i 1975. Det vises til figur 2.4. Alle utslippstall er overført til samletabell (tabell 2.13) over Koksverkets utslipp.

Avløpsvann A1. Avløp fra klaringsbasseng etter slukketårn. Utslippet av faststoff fra klaringsbasseng etter koks-slukking er bestemt til ca. 10 kg/h (januar 1975). (Ingen analyse-resultater.)

Avløpsvann A2. Overskuddsvann fra tjæreskillingsanlegg. Vannmengden er målt til  $5,5 \text{ m}^3/\text{h} \pm 20$  prosent. Konsentrasjoner og utslippsmengder for dette avløpsvann er vist i tabell 2.10. Målingene ble foretatt i 1970 og 1971. Siden disse målingene ble foretatt, er det installert sandfilter på dette avløpet. Utslipp i kloakk D.

Avløpsvann A3. Vaskevann fra ammoniakk-vannvaskere. Vannmengden er ca.  $32,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . Analyseresultater og utslippsmengder er vist i tabell 2.11. Målinger foretatt i 1970 og 1971. Utslipp i kloakk D.

Avløpsvann A4a. Vann fra forvarmer mellom bensolvaskere og  $\text{H}_2\text{S}$ -vaskere (tabell 2.12). Vannmengde  $12 \text{ m}^3/\text{h} \pm 15$  prosent, Målinger fra 1970 og 1971. Kloakk D.



Tabell 2.10. Utslipp fra tjæreskillingsanlegg (A2).

Komponent		Konsentrasjon mg/l	Utslippsmengde kg/h
Tjære		500	2,75
Ammoniakk	NH <sub>3</sub>	3700	20,35
Cyanid	CN	135	0,74
Thiocyanat	SCN	567	3,12
Monofenol		661	3,64
Fenoler totalt		899	4,94
Hydrogensulfid	H <sub>2</sub> S	206	1,13
Surhetsgrad	pH	9,4	-

Tabell 2.11. Utslipp fra ammoniakkvaskere (A3).

Komponent		Konsentrasjon mg/l	Utslippsmengde kg/h
Ammoniakk	NH <sub>3</sub>	3200	104
Cyanid	CN	388	12,61
Thiocyanat	SCN	156	5,07
Monofenol		9	0,29
Fenoler totalt		36,4	1,18
Hydrogensulfid	H <sub>2</sub> S	1390	45,18
Surhetsgrad	pH	9,5	-

Tabell 2.12. Utslipp fra forvarmer (A4a).

Komponent		Konsentrasjon mg/l	Utslippsmengde kg/h
Ammoniakk	NH <sub>3</sub>	1,8	0,022
Cyanid	CN	66,2	0,79
Thiocyanat	CSN	103,4	1,24
Monofenol		1,3	0,016
Fenoler totalt		4,7	0,056
Hydrogensulfid	H <sub>2</sub> S	17,5	0,21
Surhetsgrad	pH	6,9	-

Avløpsvann A4b. Avløp fra H<sub>2</sub>S-vask. Vaskingen foregår med en vandig løsning av arsenikk og soda. Vaskeluten regenereres, og utslippet fra regenereringen av 300 m<sup>3</sup> vaskelut var i 1974 ca. 2.6 tonn arsen (som As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) og ca. 5,4 tonn tiocyanat (SCN). Utslipp i kloakk B.

Avløpsvann A5. Utslipp fra aktivkull-adsorpsjonsanlegg. Fra regenereringen av anleggets første trinn (utdamping) slippes ut vann i likevekt med råbensol (benzen). For øvrig inneholder avløpsvannet karbonater og sulfat. Utslippene kan ikke spesifiseres. (Ikke kjent hvilken kloakk dette tilføres.)

Avløpsvann A6. Avløpet fra reformeranlegget inneholder karbonater og rester av vaskelut samt kobber, ammoniakk og maursyre (mengde ikke oppgitt).

Antatt utslipp (1974):

1 t Cu/år
20 t NaOH/år
100 t NH <sub>3</sub> /år.

Utslipp i kloakk B.

Avløpsvann A7. Utslipp fra vannvasker etter NH<sub>3</sub>-syntesen. Utslipet av ammoniakk er av bedriften antatt å ligge i området 20-30 kg/h.

#### Oljeutslipp

Oljene som slippes ut er smøreoljer fra kompressorene. Olje skilles ut som kondensat fra kjøling etter kompressorene.

Oljeutslippene er ca. 66 kg olje/døgn samt ca. 3,6 l olje/døgn fra syntese-kompressor. Totalt oljeutslipp er ca. 69 kg/døgn eller ca. 24 t/år (350 dager/år).

Utslipp i kloakk A, C og D.

#### Diverse utslipp

Det kan forekomme ukontrollerte utslipp ved driftsuhell, brekkasjer etc. Dessuten er det utslipp ved rengjøring av apparatur (tanker, rør, vaske-tårn etc.), og slik rengjøring foretas vanligvis under den årlige revisjonsstopp.

Tabell 2.13. Utslippsmengder fra Koksverket i 1974, fordelt på kilder.

Komponent	Delavløp nr. Mengder i kg/h							Totalt tonn/år 1)		
	A1	A2	A3	A4a	A4b	A5	A6		A7	Sum
Ammoniakk NH <sub>3</sub>		20,4	104	0,02			12	25	161,4	1356
Cyanid CN		0,7	12,6	0,8					14,1	118
Thiocyanat SCN		3,1	5,1	1,2	0,64				10,0	84
Monofenol		3,6	0,3	0,02					3,9	33
Fenoler totalt		4,9	1,2	0,06					6,2	52
Hydrogensulfid H <sub>2</sub> S		1,1	45,2	0,2					46,5	391
Arsen As					0,24				0,24	2,0
Kobber Cu								0,12	0,12	1,0
Tjære		2,8							2,8	24
Faststoff (bl.a. koksstøv)	10									210 2)
Oljer										24

1) Det er antatt at utslippene foregår 24 h/døgn i 350 dager/år, dvs. 8400 h/år.

2) Sum av 10 kg/h i A1 (8400 h/år) og 63 kg/h fra kullbehandling (2000 h/år).

A1 : Avløp fra klaringsbasseng etter slukketårn.

A2 : " fra tjæreskillingсанlegg.

A3 : " ammoniakkvaskere.

A4a : " forvarmer mellom bensolvasker og sulfidvasker.

A4b : " sulfidvasker.

A5 : " aktivkull adsorpsjonsanlegg (uspesifisert mengde).

A6 : " reformeranlegg.

A7 : " vannvasker etter ammoniakk-syntesen.

Fra trykkvannvasker for syntesegass slippes ut mellom 800 og 1200 m<sup>3</sup> vann/h. Dette er mettet med karbondioksyd og slippes ut i kloakk A.

Utslipp av faststoff, særlig koks-støv, fra kullbehandlingen til kloakk var ca. 63 kg/h i 1974. Anlegget er i drift ca. 2000 h/år. Faststoff-utslippet er da ca. 126 tonn/år.

Kull- og koks-støv blåser til sjøs ved sterk vind. Det kan skje både fra lagerplass og enkelte ganger under lasting og lossing. Ved sterk nedbør kan også noe faststoff utspyles til kloakkene. Rengjøring i verksteder, lager og fabrikkbygninger må i enkelte tilfeller foretas med spyling.

Koksverkets samlede utslipp, slik situasjonen var i 1974, er vist i tabell 2.13.

## 2.5 Annen industri

De beregnede utslipp fra den øvrige industri samt bensin- og service-stasjoner innenfor området er vist i tabell 2.14 (NIVA, 1977a).

Tabell 2.14. Beregnede tilførsler fra småindustri, 1974.

Bedrift	BOF tonn O/år	Tot fosfor tonn P/år	Tot nitrogen tonn N/år	Olje tonn/år
Ranameieriet A/L	23,0	0,34	0,95	
Nord-Norges Salgslag S/L	5,1	0,08	0,77	
Bensin- og servicestaasjoner				0,8
SUM SMAINDUSTRI (avrundede verdier)	28	0,42	1,7	0,8

## 2.6 Samlede forurensningstilførsler fra industri, befolkning, jord- og skogbruk, beregnet i 1974

Tabell 2.15 viser de tidligere beregnede utslipp til Ranafjorden fra de ulike kilder, med unntak av tilførsler via elver og bekker (NIVA, 1977a). Bidragene fra de største bedriftene er vist samlet i tabell 2.16.

Tabell 2.15. Tidligere beregnede forurensningstilførsler i tonn pr. år, gruppert etter kilde (NIVA, 1977a).

Antatte bidrag som ikke er tallfestet er oppgitt med -.

Nr.	Kilde	KOF	BOF	Tot-N	Tot-P	Parti- kulært matr.	Fenoler totalt	Olje	Cyanid	Hydrogen- sulfid	Kobber	Sink	Arsen	Bly
1.	Dyrket mark, skog og annet areal	-	-	640	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Jordbruk 1)	-	70	13	0.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	Befolkning	1670	700	110	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	Tettstedsareal	-	29	7.2	1.4	-	-	-	-	-	-	0.29	-	0.14
5.	Småindustri	-	28	1.7	0.42	-	-	0.8	-	-	-	-	-	-
	SUM 1 - 5	1670	830	770	54	-	-	0.8	-	-	-	0.29	-	0.14
6.	Industri 2)	2200	-	1460	65 (2030)	2000000	52	50	130	390	11 (108)	73 (288)	2.4	(180)

1) BOF-verdien omfatter bare tilførsler fra silo.

2) Samlebetegnelsen industri står for bedriftene A/S Norsk Jernverk (Jernverket og Oppredningsverket), Norsk Koksverk A/S og Bergverkselskapet Nord-Norge A/S.

Tall i parentes representerer tilførsler knyttet til flotasjonsavgang.

Tabell 2.16. Tidligere beregnede utslipp med avløpsvann fra A/S Norsk Jernverk, Norsk Koksverk A/S og Bergverkselskapet Nord-Norge A/S (NIVA, 1977a).

Komponent	A/S Norsk Jernverk		Norsk Koksverk A/S	Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	
	Jernverket	Oppredn. verket			
Vannmengde	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /år	85	7,2	37	1,0
Avgang	t/år	-	1800000	-	180000
Suspendert tørrstoff	t/år	15012	-	210	-
" gløderest	t/år	12717	-	-	-
Kjemisk oksygenforbruk	KOF, t O/år	1981	214	-	-
Oljer	t/år	23	2,1	24	0,7
Nitrogen, totalt	t N/år	162	95	1200	-
Ammoniakk	t NH <sub>3</sub> /år	-	-	1356	-
Cyanid, totalt	t CN/år	11	0,5	118	-
Thiocyanat	t SCN/år	-	-	84	-
Fosfor, løst (total)	t P/år	16	49	-	1,1
Fosfor, i avgang	t P/år	-	1968	-	-
Hydrogensulfid	t H <sub>2</sub> S/år	-	-	391	-
Sulfat	t SO <sub>4</sub> /år	1306	-	-	-
Svovel, i avgang	t S/år	-	2460	-	-
Krom	t Cr/år	-	-	-	0,3
Mangan	t Mn/år	371	2,6	-	-
Mangan, i avgang	t Mn/år	-	8893	-	-
Jern	t Fe/år	4272	< 10	-	-
Jern, i avgang	t Fe/år	-	257480	-	13158
Kobber	t Cu/år	8,8	0,11	1,0	1,3
Kobber, i avgang	t Cu/år	-	-	-	108
Sink	t Zn/år	72	0,14	-	0,8
Sink, i avgang	t Zn/år	-	-	-	288
Arsen	t As/år	0,4	< 0,04	2	-
Bly	t Pb/år	-	<	-	-
Bly, i avgang	t Pb/år	-	-	-	180
Kvikksølv	t Hg/år	0,005	0,001	-	-
Monofenoler	t/år	-	-	33	-
Fenoler, totalt	t/år	-	-	52	-
Tjære	t/år	-	-	24	-
Organiske flotasjonskjemikalier	t/år	-	247	-	0,14

### 3. INDUSTRIUTSLIPP MÅLT I 1980 og 1981

#### 3.1 A/S Norsk Jernverk, Jernverket

##### 3.1.1 Prøvetaking

Hovedkloakk (HK). En automatisk prøvetaker ble installert i kulvert ved Jernverkets administrasjonsbygg 7. oktober 1980. Målepunktet ble anvist av Jernverket. Prøver ble tatt herfra ved Jernverkets tidligere undersøkelser (jfr. kap. 2.1). Vannmengden i målepunktet var ca.  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ifølge bedriften. På grunn av eksplosjonsfare i den 5-6 m dype sjakten ble det brukt en gnist-/eksplosjonssikker prøvetaker. Ved målepunktet var avløpsledningen åpen.

Et blylodd ble festet til enden på prøvetakerens inntaksledning slik at den dykket ca. 0,5 m under vannoverflaten i avløpet. Den automatiske prøvetakingen ble startet tirsdag 7.10.1980 kl. 15.00 og innstilt slik at porsjoner á 0,1 liter ble tatt 4 ganger i timen i 24 timer, dvs. totalt  $0,4 \text{ l} \cdot 24 \text{ t/d} = 9,6 \text{ l}$  prøvevolum/døgn, og døgnblandprøvene ble oppsamlet på 10 l plastkanner. Følgende tre døgnblandprøver (dpr) ble tatt:

HK 1 dpr: Ti. 7.10 kl. 15.00 - On. 8.10. kl. 15.00  
" 2 dpr: On. 8.10 " 15.00 - To. 9.10. " 15.00  
" 3 dpr: To. 9.10 " 15.00 - Fr. 10.10 " 15.00.

Etter at prøvetakingen var avsluttet, ble prøvekanneene grundig rystet, og porsjoner ble tatt ut for konservering/forbehandling. Dette ble gjort på Jernverkets laboratorium. Like mengder av de tre døgnblandprøvene ble sammensatt til en ukeblandprøve.

Et tilsvarende prøvetakingsprogram ble gjennomført i juni 1981, dvs. fra tirsdag 16.6 kl. 15.45 til fredag 19.6. kl. 12.30.

Avløp i Svortedalen (utløp fra sedimenteringsdam). Jernverkets utslipp til Mobekken i Svortedalen ble undersøkt ved stikkprøvetaking. Automatisk prøvetaker kunne ikke benyttes, da det ikke var tilkoblingsmulighet for elektrisk strøm. Prøvene ble tatt der hvor avløpsrøret (ca. 0,8 m diam.) fra sedimenteringsdam munner ut i Mobekken. Stikkprøver á 2 l ble tatt på følgende tidspunkt:

On. 8.10.1980: kl. 11.30, kl. 14.30 og kl. 17.30

To. 9.10. " " 10.15, " 13.00 og " 17.00.

Like porsjoner av prøvene ble sammensatt til en blandprøve (upr) som ble analysert. En tilsvarende prøvetaking ble utført i juni 1981, dvs. fra 17.6 til og med 19.6.1981.

### 3.1.2 Analyseresultater (NJ)

Analyseresultatene for prøvene tatt i oktober 1980 og juni 1981 fra Jernverkets hovedkloakk og fra utløpet av sedimenteringsdammene i Svortdalen, er vist i tabell 3.1. Innholdet av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er vist i tabell 3.2.

Hovedkloakkens gjennomsnittlige innhold av suspendert stoff var henholdsvis 329 mg/l og 319 mg/l for oktober- og juni-prøvene mens pH lå på 9,5-9,6. KOF-innholdet var på 58 og 79 mg O/l, og totalinnholdet av organisk materiale (TOC) var på 8,8 og 8,7 mg C/l for henholdsvis oktober 1980 og juni 1981. Videre var det totale cyanidinnholdet på 0,09 mg CN/l (oktober -80) og 0,24 mg CN/l (juni -81) mens fenolinnholdet var henholdsvis 0,007 mg/l og 0,014 mg/l dvs. spor av fenoler. Av metallene analysert i filtrerte prøver var det bare manganinnholdet som var over 0,1 mg/l, dvs. 0,377 mg Mn/l (oktober -80) og 0,307 mg Mn/l (juni -81). Jerninnholdet i de filtrerte prøver var 0,085 mg Fe/l (oktober -80) og 0,091 mg Fe/l (juni -81). I 1973 og 1974 var hovedkloakkens innhold av suspendert stoff noe mindre, dvs. 205 mg/l og 190 mg/l (jfr. tabell 2.2). KOF-verdien var også en del lavere da. Derimot var cyanidinnholdet og innholdet av total nitrogen på omtrent samme nivå. Resultatene for metallanalysene er ikke uten videre sammenlignbare fordi analysene ble utført på filtrerte prøver ved de siste prøvetakingene.

Hovedkloakkens totalinnhold av PAH var henholdsvis 610 µg/l og 733 µg/l ved prøvetakingene i oktober -80 og juni -81. De dominerende PAH-forbindelsene var fenantren, fluoranten, pyren, benzo(a)antracen, trifenylen/chrysen, benzo(b)fluoranten og benzo(a)pyren. Disse komponentene var til stede i konsentrasjoner over 50 µg/l i den ene eller i begge prøvene. Det tilføyes at analysene er utført på ufiltrerte prøver.



Tabell 3.1. Analyseresultater for avløpsvann fra Norsk Jernverk, hovedkloakk og avløp fra sedimenteringsdam i Svortdalen, oktober 1980 og juni 1981.

Parameter	Hovedkloakk (kulvert)										Svortdalen utløp, dam	
	Blandprøver 1980		Middel	Blandprøver 1981			Middel	Oktober 1980	Juni 1981			
	7-8.10	8-9.10	9-10.10	16-17.6	17-18.6	18-19.6	1981	8-9.10	17-19.6			
Suspendert tørrstoff	293	356	338	352	388	218	319	84	19,4			
gløderest	269	228	307	310	348	193	284	76	11,2			
Surhetsgrad	9,6	9,5	9,4	9,4	9,9	9,4	9,6	11,3	10,7			
Konduktivitet (20 °C)	280	338	284	230	226	223	226	445	164			
Turbiditet	91	91	85	75	83	57	72	32	4,5			
Kjem. oksyg. forbruk, KOF <sub>Cr</sub>	55	60	60	66	73	98	79	13	23			
Tot.org.karbon, TOC	11	8	7,5	10	8	8	8,7	5	4,3			
Løst org.karbon, LOC	6	3	3	4,1	2,8	2,8	3,2	-	4,1			
Cyanid, total	0,08	0,08	0,104	0,32	0,2	0,2	0,24	0,024	0,01			
Fenoler	-	-	-	-	-	-	0,014	0,006	0,002			
Ammonium, filtr.prøve	1,0	1,0	1,0	1,15	0,8	0,92	0,96	1,2	0,52			
Nitrat	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,025	0,025	0,12	0,085			
Tot.nitrogen, filtr.	1,7	1,8	2,0	3,1	2,7	2,9	2,9	1,7	2,2			
Ortofosfat, filtr.	1	1	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3	<0,1			
Tot. fosfor, filtr.	6	10	6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	13			
Jern,	57	93	105	120	53	100	91	<30	90			
Mangan,	318	431	383	440	80	400	307	13	18			
Kobber,	10	4	7	13	22	8	14	3	14			
Sink,	28	12	24	20	10	20	17	13	10			
Bly,	3,6	2,2	1,3	2,6	0,8	1,6	1,7	0,7	0,9			
Kadmium	0,7	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2			
Olje							0,23					

Tabell 3.2. PAH i avløpsvannet fra A/S Norsk Jernverk. Hovedkloakk og avløp fra sedimenteringsdam i Svortdalen oktober 1980 og juni 1981.

PAH	Avløpsledning	Hovedkloakk, µg/l		Svortdalen, utl.dam, µg/l	
		okt. 80	juni 81	okt. 80	juni 81
Naftalen			1,1	0,17	2,3
2-Metylnaftalen					0,4
1-Metylnaftalen			2,5		0,3
Bifenyl					0,4
Acenaftalen			23,2	0,13	1,1
Acenaften			3,4	0,59	0,7
4-Metylbifenyl					
Dibenzofuran			7,9		0,8
Fluoren		1,09	12,4	0,30	1,1
9-Metylfluoren					
9.10-Dihydroantracen					
2-Metylfluoren					
1-Metylfluoren					
Dibenzothiophen			6,5		0,4
Fenantren		13,06	53,1	1,83	3,4
Antracen		13,65	27,3	1,57	0,9
Acridine				0,30	
Carbazole					0,2
2-Metylantracen		2,23	6,6	0,54	0,5
1-Metylfenantren		1,82	3,7(?)	0,33	0,3
9-Metylantracen					
Fluoranten		9,96	140,0	4,43	5,4
Pyren		91,88	110,0	7,35	3,8
Benzo(a)fluoren		2,24		0,85	0,4
Benzo(b)fluoren		2,34		0,16	
1-Metylpyren		13,26		0,94	0,3
Benzo(c)fenantren		5,30		0,35	
Benzo(a)antracen		73,20	61,4	4,53	1,3
Tritenylen/Chrysen		111,04	93,1	6,55	2,5
Benzo(b)fluoranten	}				
Benzo(j,k)fluoranten		112,23	84,9	7,42	2,0
Benzo(e)pyren		47,94	34,6	3,08	0,7
Benzo(a)pyren		50,50	39,1	3,04	0,9
Perylen		13,18	11,4	0,76	0,2
0-Phenylene-pyren		14,82	7,1	1,23	0,1
Dibenz(a,h)antracen		8,15		0,96	0,1
Picen					
Benzo(ghi)perylen		20,30	4,0	2,25	0,1
Anthanthrene		2,22			
Coronen					
Sum		610,41	733,3	49,66	30,6

Avløpsvannet fra sedimenteringsdammen i Svortdalen var atskillig mindre forurenset med partikulært stoff enn hovedkloakken. Analysene viste at innholdet av suspendert stoff var 84 mg/l i oktober 1980 og 19 mg/l i juni 1981, noe som tyder på en bedre utfelling av det partikulære materialet ved den siste prøvetakingen. Avløpsvannet som går ut i Mobekken, var forholdsvis sterkt basisk, dvs. pH 11,3 (oktober -80) og pH 10,7 (juni -81), og dette fører til at Mobekken får en høy pH helt ned mot utløpet i fjorden. For øvrig inneholdt avløpsvannet spor av cyanid, dvs. 0,024 mg CN/l (oktober -80) og 0,01 mg CN/l (juni -81). Det totale PAH-innholdet var ca. 50 µg/l i oktober -81 og ca. 31 µg/l i juni -81, dette er atskillig mindre enn i hovedkloakken.

### 3.1.3 Utslippsmengder (NJ)

Beregningene er basert på en vannføring i hovedkloakk (ved kulvert) på  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$  og en avløpsmengde fra sedimenteringsdam i Svortdalen på  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Begge antas å foregå 24 timer pr. døgn. Døgnutslippene er videre beregnet på grunnlag av analyseresultatene gitt i tabell 3.1 og 3.2. Årsutslippet er beregnet under forutsetning av at utslippene foregår i 365 dager pr. år. Utslippsmengdene er vist i tabell 3.3.

Utslippsmengden av suspendert tørrstoff via hovedkloakk var ca. 71 tonn/døgn i oktober 1980 og ca. 70 tonn/døgn i juni 1981. De tilsvarende tall for avløpet fra sedimenteringsdammen i Svortdalen var henholdsvis 3,6 og 0,8 tonn/døgn. Samlet utslipp av suspendert stoff var gjennomsnittlig 72 tonn/døgn eller ca. 26.400 tonn/år. I 1974 var utslippet av suspendert tørrstoff ca. 15.000 tonn/døgn (tabell 2.5).

Måleresultatene fra oktober og juni viser videre at KOF-utslippet tilsvarte 5.680 tonn/år mot 1.980 tonn/år i 1974. Videre viste de siste målingene at utslippene av totalt organisk karbon (TOC) var 763 tonn/år, og utslippene av olje var 18 tonn/år, og totalt cyanid utslipp var 13 tonn CN/år (mot 11 tonn CN/år i 1974). Utslippene av total nitrogen og total fosfor er beregnet til 216 tonn N/år (156 t N/år i 1974) og 0,5 tonn P/år (16 t P/år i 1974). Årsaken til forskjellen for fosfor er at ved de siste målinger ble analysene utført på filtrerte prøver, mens de ved tidligere prøvetakinger er utført på ufiltrerte prøver.

Tabell 3.3 Utslippsmengder fra A/S Norsk Jernverk, via hovedkloakk og avløp fra sedimenteringsdam i Svortdalen, oktober 1980 og juni 1981.

Komponent	Hovedkloakk kulvert kg/døgn			Utløp dam, Svortdalen kg/døgn			Sum	
	okt.80	jun.81	Snitt	okt.80	jun.81	Snitt	kg/døgn	tonn/år
Suspendert tørrstoff	71064	68904	69984	3630	838	2234	72218	26400
Suspendert gløderest	57888	61344	59616	3280	484	1882	61498	22400
Kjem. oksygenforbr., KOF, dikromat	12528	17064	14796	562	994	778	15574	5680
Tot. organisk karbon	1900	1880	1890	216	186	201	2091	763
Løst organisk karbon	864	691	778	-	177	177	955	349
Cyanid, total	19,4	51,8	35,6	1,0	0,4	0,7	36,3	13
Fenoler	1,5	3,0	2,3	0,3	0,09	0,2	2,5	0,9
PAH, total	132	158	145	2,2	1,3	1,75	146,75	54
Olje	-	50	50	-	-	-	50	18
Ammonium (som N)	216	207	212	52	22	37	249	91
Nitrat	8,6	5,4	7	5	3,7	4,4	11,4	4,2
Total nitrogen	389	626	508	73	95	84	592	216
Ortofosfat, løst <sup>x)</sup>	0,28	<0,02	0,15	0,13	<0,004	0,07	0,22	0,08
Total fosfor, "	1,58	<0,02	0,8	0,4	0,6	0,5	1,3	0,5
Jern "	18,4	19,7	19	<1,3	3,8		22,8	8,3
Mangan "	81,4	66,3	73,9	0,6	0,8	0,7	74,6	27,2
Kobber "	1,5	3,0	2,3	0,13	0,6	0,36	2,7	1,0
Sink "	4,5	3,7	4,1	0,6	0,4	0,4	4,5	1,6
Bly "	0,5	0,4	0,5	0,03	0,04	0,04	0,5	0,2
Kadmium "	0,1	0,04	0,07	0,008	0,008	0,008	0,08	0,03
Vannmengde, m <sup>3</sup> /døgn			216000			43200		

x) Basert på GF/C-filtrerte vannprøver.

Utslippet av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) var gjennomsnittlig ca. 147 kg PAH/døgn for hovedkloakk og utløp fra sedimenteringsdam. Av denne mengden bidro hovedkloakken med ca. 145 kg PAH/døgn. Årsutslippet er beregnet til ca. 54 tonn PAH/år. Målingene i oktober 1980 og juni 1981 viste at totalutslippene var på henholdsvis 134 kg PAH/døgn og 159 kg PAH/d. PAH-utslippene i Jernverkets hovedkloakk og avløp til Mobekken er tidligere beregnet til 93 kg PAH/døgn (NIVA, 1980). Denne rapporten gir for øvrig en oversikt over analysemetoder og PAH-innhold i drikkevann, avløpsvann, sedimenter og biologisk materiale.

Bortsett fra visse forskjeller som skyldes forskjellig analysemetodikk, synes det å være relativt gode overensstemmelser mellom beregnede tall for Jernverkets utslipp i 1974 og 1980/81. Enkelte prosessendringer kan også være gjennomført som har betydning for utslipps situasjonen.

### 3.2 Norsk Koksverk A/S

#### 3.2.1 Prøvetaking

Koksverket hadde fem utslippsledninger til fjorden. Tre av disse, kalt A, B og C, munnet ut i overflaten i Mellomvika. Ledning A er nærmest administrasjonsbygget, B er litt lengre unna, mens C er lengst borte. Avløpsledningene nye D og gamle D munnet ut i sjøen ved Koksverkets gass-tanker (jfr. fig. 2.2). I avløpsledningen gamle D (gl D) ble vannprøvene tatt med en automatisk prøvetaker i en anvist kum inne på bedriftsområdet (8.10-9.10, 9.10-10.10, dvs. 2 døgnblandprøver). I de andre avløpsledningene ble stikkprøver å 1 liter tatt 3 ganger pr. dag (8.10 og 9.10) og blandet til døgnblandprøver. Prøvene fra avløpene A, B og C ble tatt i munningen av rørene, mens prøvene fra ny D ble tappet fra en anvist kran inne på bedriften. I juni 1981 (17.6 og 18.6) ble det gjennomført en tilsvarende prøvetaking.

Et sandfilter var under installasjon på avløpet fra tjæreskillingsanlegget ved den første prøvetakingen. Filteret var ikke satt i drift under prøvetakingen i oktober 1980, men i juni 1981 var det i rutinemessig drift.

Vannmengdene i prøvetakingspunktene ble oppgitt av Koksverket (jfr. tabell 3.5). Ved beregning av årsutslippene er det antatt at utslippene foregår kontinuerlig i 365 dager pr. år.

### 3.2.2 Analyseresultater

Alle de fem avløpene fra Koksverket inneholdt forholdsvis lite partikulært materiale (tabell 3.4). Høyest innhold av suspendert tørrstoff inneholdt avløpet gl D med henholdsvis 39 mg/l og 117 mg/l i oktober 80 og juni 81, og dette var særlig kokspartikler. Avløpsledningene A og C inneholdt vesentlig kjølevann og overflatevann o.l., mens B inneholdt noe prosess-avløpsvann. Gl D inneholdt avløpsvann fra klaringsbasseng etter slukketårn, mens ny D inneholdt avløpsvann fra tjæreskillingsanlegg, ammoniakkvasker m.m. (jfr. fig. 2.4).

Avløpsvannet i ny D var sterkt farget med et meget høyt innhold av organisk stoff, cyanid, fenoler, ammonium (tabell 3.4) og PAH (tabell 3.5). Cyanidinnholdet i ny D var 154 mg CN/l i oktober 1980. Fenolinnholdet lå på 240 mg/l (okt.) - 275 mg/l (juni). Det totale PAH-innhold var 8,7 - 12,6 mg/l i oktober 1980, mens det ble målt til ca. 40 mg/l i juni 1981.

### 3.2.3 Utslippsmengder

Utslippsmengdene pr. døgn er beregnet på grunnlag av måleresultatene i tabell 3.4 og 3.5. De gjennomsnittlige utslipp for oktober 1980 og juni 1981 er summert for de enkelte avløpsledningene, og utslippsmengdene er beregnet ved å multiplisere med 365 dager pr. år. (tabell 3.6).

De gjennomsnittlige utslippene av noen hovedkomponenter for 1980/81 er:

Cyanid, total	122	tonn/år	(118	tonn/år	(NIVA, 1977a))
Fenoler	113	" "	(52	" "	( " " )
PAH, totalt	14	" "	(8,4	" "	(NIVA, 1980))
Ammonium	1575	" "	(1356	" "	(NIVA, 1977a))
Suspendert stoff	323	" "	(210	tonn	koksstøv/år (NIVA, 1977a)).

Tallene i parentes viser tidligere beregnede utslippsmengder for Koksverket.

I oktober 1980 ble prøvene fra ny D tatt på plastflasker, og en del brune tjærestoffer festet seg til plasten. Ved prøvetakingen i juni 1981 ble alle prøvene som skulle analyseres for PAH tatt på glassflasker, og ved

Tabell 3.4. Analyseresultater for avløpsvann fra Norsk Koksverk i oktober 1980 og juni 1981 (blandprøver).

Avløpsledning		A		B		C		GI D		Ny D	
		1980	1981	1980	1981	1980	1981	1980	1981	1980	1981
Suspendert tørrstoff	mg/l	2,1	1,9	1,7	1	1,4	1,9	39	117	30	77
-"- gløderest	mg/l	0,6	0,8	0,4	<1	0,4	0,6	8	-	1	-
Surhetsgrad	pH	5,1	5,2	9,7	9,3	7,8	6,9	7,4	7,3	9,5	9,4
Konduktivitet	µS/cm	53	40	172	137	66	42	93	95	9000	9100
Turbiditet	JTU	1,0	1,2	1,4	0,7	1,0	1,2	7,2	20	15	17
Farge	mg Pt/l	16	30	18	26	17	28	265	1215	690	800
-"- filtret	mg Pt/l	6	11	9	13	9	10	16	16	360	330
Kjem. oksygenforbruk, KOF <sub>Cr</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	<10	<10	<10	10	12	<10	85	135	2800	1200
Tot.org.karbon, TOC	mg C/l	-	2,7	5	4,1	2	2,1	4	7,4	700	800
Løst org.karbon, LOC	mg C/l	3	1,8	4	3,9	2	2,1	3	3,7	680	780
Cyanid, total	mg CN/l	<0,005	0,06	3,8	1,9	<0,005	0,01	0,02	0,05	154	-
Fenoler	mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/l	0,007	0,004	0,007	0,005	0,003	0,004	0,015	0,034	240	275
Benzen	mg/l	-	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	8,1
Ammonium, filtr. prøve	mg N/l	0,07	0,02	36	24	0,4	1,0	0,9	2,2	2530	2017
Nitrat	mg N/l	0,1	0,03	0,1	0,06	0,1	0,03	0,1	0,05		
Tot, nitrogen, filtr.	mg N/l	0,5	0,29	36	25	1	1,12	1,5	7,7	2540	2017
Ortofosfat	µg P/l	9	10	11	<0,1	10	18	8	<0,1	300	-
Tot. fosfor	µg P/l	15	14	22	41	14	21	14	12	300	97
Jern	µg Fe/l	<30	110	<30	66	<30	28	124	140	2510	1620
Mangan	µg Mn/l	35	15	<10	5,8	16	8	43	47	28	6
Kobber	µg Cu/l	27	60	38	50	17	22	33	60	40	80
Sink	µg Zn/l	82	90	16	20	167	30	67	70	121	60
Bly	µg Pb/l	6	3,7	1,8	1,2	2,2	0,7	3	1,8	5	0,8
Kadmium	µg Cd/l	0,6	0,4	0,2	0,4	0,5	0,2	1,7	0,5	0,5	0,24

Tabell 3.5. PAH i avløpsvann fra Koksverket i oktober 1980 og juni 1981.

PAH	Koksverket, µg/l					
	B		G1 D		Ny D	
	1980	1981	1980	1981	8.10.80	9.10.80 17-19.6.81
Naftalen	12,8	33,4			1174	1540 1934
2-Metylnaftalen	12,6	13,4			60	99 2222
1-Metylnaftalen	13,2	10,7		0,5	40	64 1299
Bifenyl	1,5	11,2		0,6	34	51 769
Acenaftalen		0,6		0,8	271	442 1842
Acenaften	16,0	18,3		3,8	87	122 1081
4-Metylbifenyl						
Dibenzofuran	3,3	12,9		2,8	94	149 1119
Fluoren	10,3	9,6		2,7	144	246 1118
9-Metylfluoren						
9.10-Dihydroantracen						
2-Metylfluoren		0,6				
1-Metylfluoren		0,3				
Dibenzothiophen	1,0	0,8		0,5	49	82 1829
Fenantren	2,3	6,8	1,0	3,0	834	1382 2978
Antracen	1,8	1,0	0,3	0,9	247	396 558
Acridine						
Carbazole	1,3					
2-Metylantracen	0,4				109	184 356
1-Metylfenantren	0,2				33	47 66
9-Metylantracen						
Fluoranten	1,5	2,1	2,4	1,7	845	1348 1485
Pyren	5,1	1,6	3,1	1,2	683	1086 1113
Benzo(a)fluoren						
Benzo(b)fluoren						
1-Metylpyren					36	57
Benzo(c)fenantren						
Benzo(a)antracen	2,6	0,5	0,7	0,4	362	537 145
Trifenylen/Chrysen	3,9	0,7	1,4	0,8	468	717 454
Benzo(b)fluoranten						
Benzo(j,k)fluoranten	3,8	0,6	5,2	0,8	751	931 643
Benzo(e)pyren	1,6	0,2	4,7	0,4	263	338 230
Benzo(a)pyren	4,3	1,1	7,3	0,8	562	646 460
Perylen	0,8		1,5		104	212 122
0-Phenylenepyren	0,6	0,2	1,7	0,3	411	533 189
Dibenz(a,h)antracen					155	225
Picen						293
Benzo(ghi)perylene	0,5	0,5	3,4	0,6	843	1144 291
Anthanthrene						
Coronen						
Sum	118,4	127,1	32,7	22,6	8659	12578 40002



Tabell 3.6. Utslippsmengder fra Norsk Koksverk A/S til Ranafjorden i oktober 1980 og juni 1981.

Komponent	Utslippsmengder (kg/døgn) i de enkelte avløpsledninger												Sum				
	A		B		C		G1 D		Ny D		Snitt kg/døgn	tonn/år					
	okt.80 jun.81	Snitt okt.80 jun.81	okt.80 jun.81	Snitt okt.80 jun.81	okt.80 jun.81	Snitt okt.80 jun.81	okt.80 jun.81	Snitt okt.80 jun.81	okt.80 jun.81	Snitt okt.80 jun.81							
Susp. tørrstoff	63	57	124,4	67,4	96	19,9	16,9	18,4	423	864	644	36	92	66	884	323	
" gløderest	18	24	41,5	<22	<32	5,9	8,0	7,0	54	387	220	1,2	-	1,2	<281	<103	
Kjem. oksygenforbr., KOF Cr	-	-	<518	518	<518	120	<100	<110	765	1215	990	3360	1440	2400	<4018	<1465	
Tot.org.karbon	-	81	259	213	236	19,9	20,9	20,4	36	66,6	51	840	960	900	1288	470	
Løst org.karbon	90	54	207	202	205	19,9	20,9	20,4	27	33	30	816	936	876	1203	439	
Cyanid, totalt	0,15	1,8	197	98	148	0,05	0,1	0,08	0,18	0,45	0,32	185	-	185	334	122	
Fenoler	0,21	0,12	0,36	0,26	0,31	0,03	0,04	0,04	0,14	0,3	0,22	288	330	309	310	113	
PAH, total	-	-	6,1	6,6	6,5	-	-	-	0,3	0,2	0,25	15	48	32	39	14	
Benzen	-	-	-	<0,005	<0,005	-	-	-	-	-	-	-	9,7	9,7	9,7	3,5	
Ammonium	2,1	0,6	1866	1244	1555	4,0	10,0	7,0	8,1	19,8	14	3036	2420	2728	4315	1575	
Nitrat	3	0,9	5,2	3,1	4,15	1,0	0,3	0,7	0,9	0,45	0,68	-	-	-	-	-	
Nitrogen, totalt	15	8,7	1866	1296	1581	10,0	11,1	10,5	13,5	69,3	41,4	3048	2420	2734	4379	1598	
Ortofosfat, løst	0,27	0,3	0,57	<0,005	<0,3	0,1	0,18	0,14	0,07	<0,0009	0,014	0,4	-	0,4	1,1	0,4	
Tot.fosfor "	0,45	0,42	1,1	2,1	1,6	0,14	0,2	0,17	0,13	0,11	0,12	0,4	0,1	0,25	2,6	0,9	
Jern "	<0,9	3,3	<1,5	3,4	<2,5	<0,3	0,28	0,28	1,1	1,3	1,2	3,0	1,9	2,5	8,6	3,1	
Mangan "	1,05	0,45	0,5	0,3	0,4	0,16	0,08	0,12	0,39	0,42	0,4	0,03	0,007	0,02	1,7	0,6	
Kobber "	0,81	1,8	1,9	2,6	2,25	0,17	0,22	0,195	0,3	0,54	0,42	0,05	0,1	0,075	4,2	1,5	
Sink "	2,46	2,7	0,8	1,0	0,9	1,66	0,3	0,85	0,6	0,63	0,6	0,15	0,07	0,11	5,0	1,8	
Bly "	0,18	0,11	0,09	0,06	0,075	0,02	0,007	0,014	0,03	0,016	0,023	0,006	0,001	0,004	0,3	0,1	
Kadmium "	0,018	0,012	0,01	0,02	0,015	0,005	0,002	0,004	0,015	0,0045	0,01	0,0005	0,0002	0,0004	0,04	0,01	
Vannmengde, m <sup>3</sup> /time												1250	2160	415	375	50	

analysene ble flaskene skylt med ekstraksjonsmiddel. Dette antas å være årsaken til at det er funnet høyere PAH-innhold i juni 81 enn i oktober 80. Sandfilteranlegget for tjæreholdige avløp var i drift i juni 1981, og utslippet av PAH skulle av den grunn være mindre i juni enn i oktober.

### 3.3 A/S Norsk Jernverk, Rana Gruber, Gullsmedvik

#### 3.3.1 Analyseresultater

Det ble tatt prøver av avløpsledningen for avgang og fra avløpet fra fortykker. Prøvene ble tatt 7. oktober 1980 og 17. juni 1981 inne på bedriftens område. Utslipp av partikulært materiale ble av bedriften oppgitt til ca. 2,1 mill tonn pr. år (okt. 1980). Kornfordelingen ble oppgitt til å være som nevnt i kap. 2.

Ved prøvetakingen i oktober -80 ble det også tatt en prøve av prosessvann som kommer fra Jernverket og analysert for fosfat m.m.

Analyseresultatene for de filtrerte prøvene (tabell 3.7) viste at innholdet av kobber, sink, bly, kadmium og organisk stoff er på et lavt nivå. Det ble ikke registrert cyanid i noen av prøvene slik som i 1974 (tabell 2.6). Fosfatinholdet var også lavt. Filtratene inneholdt en del aluminium og løst og eventuelt svært finfordelte jernholdige partikler som passerte gjennom filteret ved filtreringen.

Prosessvannet som kommer fra Jernverket ble særlig undersøkt for å klarlegge fosfatinholdet i og med at enkelte av prøvene i 1974 hadde høyt fosfatinhold. Analysene viste imidlertid at fosfatinholdet nå var lavt (tabell 3.8).

#### 3.3.2 Utslippsmengder

Utslippene er beregnet på grunnlag av analyseresultatene i tabell 3.7 og vannmengder på 250 l/s i avgangsledning og 47 l/s i avløpet fra fortykker. Mengden partikulært mineralsk materiale (avgang) er av oppredningsverket oppgitt til ca. 2,1 mill. tonn pr. år. KOF(Cr)-utslippet er beregnet til ca. 175 tonn/år (tabell 3.9) mot tidligere beregnet til 214 tonn/år (tabell 2.7). Utslippene av løste metaller var på 9,3 tonn Al/år og 4,0 tonn Fe/år, mens utslippene av løst kobber, sink, bly og kadmium alle var mindre enn 0,2 tonn/år.

Tabell 3.7. Analyseresultater for prøver fra avgang og fortykker ved Rana Gruber, Gullsmedvik.

Parameter	Avgang, 250 l/sek				Fortykker, 47 l/sek				
	9.10.80	17.6.81	18.6.81	Snitt	9.10.80	17.6.81	18.6.81	Snitt	
Surhetsgrad	pH	8,9	7,7	7,9	8,2	8,3	7,6	7,6	7,8
Konduktivitet	µS/cm	300	230	220	250	187	129	140	152
KOF <sub>Cr</sub>	mg O/l	<10	20	<26	<18,7	<10	18	27	<18,3
Løst organisk karbon	mg C/l	4,3	5,5	5,8	5,2	5,2	10,4	6,8	7,5
Cyanid, totalt	mg CN/l	<0,005	-	-	<0,005	<0,005	-	-	<0,005
Ortofosfat	µg P/l	2	-	-	2	4	-	-	4
Total fosfor	µg P/l	10	-	-	10	25	-	-	25
Total nitrogen	mg N/l	2,7	8,4	3,9	5,0	1,6	4,5	2,1	2,7
Aluminium, løst <sup>x)</sup>	µg Al/l	160	1300	1930	1130	130	295	340	255
Jern	µg Fe/l	124	400	870	465	83	350	200	211
Mangan	µg Mn/l	13	170	150	111	<10	150	176	<110
Kobber	µg Cu/l	12	17	14	14	10	16,5	15	13,8
Sink	µg Zn/l	26	0,1	0,5	9	<10	0,4	0,1	0,3
Bly	µg Pb/l	11	22	2,2	12	<10	1,7	1,6	1,6
Kadmium	µg Cd/l	<50	0,4	0,7	0,5	<50	0,6	0,4	0,5

x) Analyser utført etter filtrering av prøver gjennom Whatman GF/C filtre.

Tabell 3.8. Analyseresultat for prosessvann ved Rana Gruber.

Parameter	Prosessvann, 9.10.1980	
Surhetsgrad	pH	7,25
Konduktivitet	µS/cm	31
Tot. organisk karbon	mg C/l	2,2
Total nitrogen	µg N/l	230
Ortofosfat	µg P/l	<0,5
Total fosfor	µg P/l	6

Tabell 3.9. Utslippsmengder fra Rana Gruber, Gullsmedvik.

Komponent	Avgang kg/døgn	Fortykker kg/døgn	Totalt	
			kg/døgn	tonn/år
Partikulært materiale (avgang)	-	-	7665	2,1·10 <sup>6</sup>
Kjem. oksygenforbruk. KOF <sub>Cr</sub>	404	75	479	175
Løst organisk karbon	112	30	142	52
Total fosfor, løst	0,2	0,02	0,22	0,08
Total nitrogen	108	11	119	43
Aluminium, løst	24,4	1,0	25,4	9,3
Jern	10,0	0,9	10,9	4,0
Mangan	2,4	0,4	2,8	1,0
Kobber	0,3	0,06	0,36	0,13
Sink	0,2	0,001	0,201	0,07
Bly	0,3	0,006	0,306	0,11
Kadmium	0,01	0,002	0,012	0,004

### 3.4 Bergverkselskapet Nord-Norge A/S

#### 3.4.1 Prøvetaking

Prøvene av avgang ble tatt av bedriftens folk som døgnblandprøver ved at 1 liter prøve ble tatt hver time i løpet av 24 timer og blandet på en 20 liters kanne. Den første prøvetakingen foregikk fra 8. til 9. oktober 1980, mens den andre prøven ble tatt fra 17. til 18. juni 1981. Prøvene inneholdt så vidt stor slammengde at det ikke var mulig å bestemme innholdet av suspendert tørrstoff på vanlig måte. En vannprøve ble derfor tatt ut, filtrert gjennom Whatman GF/C filtre og deretter analysert på metaller m.m. etter rutinemetoder.

#### 3.4.2 Analyseresultater

Begge prøvene var sterkt alkaliske (pH 12,0 og 11,5) på grunn av lut som brukes i flotasjonsprosessen. Innholdet av metaller i filtrerte prøver var lavt i begge prøvene for jern, mangan og kobber, mens prøven i oktober hadde et langt høyere innhold av sink, bly og kadmium enn prøven tatt i juni 1981 (tabell 3.10). Årsaken til dette kan dels være at juni-prøven ikke var så alkalisk som oktober-prøven, men endrede prosessforhold kan også være grunnen. Det stilles derfor spørsmål om middelverdiene er representative.

#### 3.4.3 Utslippsmengder

Utslippene av løste forbindelser er beregnet på grunnlag av analyseresultater i tabell 3.10 og en vannmengde på 2300 m<sup>3</sup>/døgn. Ved prøvetakingen i oktober 1980 oppgav bedriften at utslippet av avgang til fjorden var ca. 110.000 tonn/år.

Utslippene av løste metaller, særlig bly og sink, er forholdsvis usikre. Det er derfor uvisst om de beregnede utslippsmengdene på ca. 0,1 tonn sink/år og ca. 0,7 tonn bly/år er representative for utslippene av disse metallene i løst form.(tabell 3.11).

Tabell 3.10. Analyseresultater for prøver av avgang fra Bergverkselskapet Nord-Norge, Andfiskå.

Parameter		Filtrert avgang		Middel
		8-9.10.80	17-18.6.81	
Surhetsgrad	pH	12,0	11,5	11,75
Konduktivitet	µS/cm	3000	1670	2335
KOF <sub>Cr</sub>	mg O/l	36	39	37,5
Løst org, karbon	mg C/l	5,2	7,2	6,2
Cyanid, total	mg CN/l	<0,005	-	<0,005
Ortofosfat	µg P/l	17	-	17
Total fosfor	µg P/l	65	-	65
Total nitrogen	mg N/l	17,7	36,1	27
Aluminium, løst	µg Al/l	1200	970	1085
Jern	µg Fe/l	<30	24	<27
Mangan	µg Mn/l	12	7	9,5
Kobber	µg Cu/l	19	0,7	10 (x)
Sink	µg Zn/l	267	0,04	134 (x)
Bly	µg Pb/l	1660	2,4	831 (x)
Kadmium	µg Cd/l	15	0,24	7,6 (x)
Vannmengde	m <sup>3</sup> /døgn			2300

(x) Usikkert om middelverdier er representative

Tabell 3.11. Utslippsmengder fra Bergverkselskapet Nord-Norge A/S.

Komponent	Avgang	
	kg/døgn	tonn/år
Partikulært materiale (avgang)	-	110.000
Kjemisk oksygenforbruk, KOF <sub>Cr</sub>	86	31
Løst organisk karbon	14	5,1
Total fosfor	0,04	0,015
Total nitrogen	62,1	23
Aluminium, løst	2,5	0,91
Jern	0,06	0,02
Mangan	0,02	0,008
Kobber	0,02	0,008
Sink	0,31	0,112 (x)
Bly	1,91	0,7 (x)
Kadmium	0,02	0,006 (x)

(x) Usikre tall

### 3.5 Mofjellet gruve

#### 3.5.1 Analyseresultater

Prøver av gruvevannet som ble pumpet ut fra gruen, ble tatt samtidig med de øvrige prøvetakingene i oktober 1980 for prøvene er vist i tabell 3.12. Metallanalysene er foretatt etter filtrering gjennom Whatman GF/C filtre.

Gruvevannet har nær nøytral pH (pH 6,3) og har et lavt innhold av suspendert stoff. Innholdet av løst sink er bemerkelsesverdig høyt (59.400 - 74.700 µg Zn/l). Innholdet av løst jern, mangan, kobber, bly og kadmium var alle mindre enn 1000 µg/l. For øvrig viste analyseresultatene god overensstemmelse med analyser som Bergverkselskapet har foretatt i 1980.

#### 3.5.2 Utslippsmengder

Beregning av utslippsmengder fra gruen til Mobekken er basert på en vannmengde på 412 m<sup>3</sup>/døgn (jfr. kap. 2) og analyseresultatene i tabell 3.12. Beregningene viser at utslippet av løst sink tilsvarer ca. 10 tonn Zn/år (tabell 3.13).

### 3.6 Mobekken

#### 3.6.1 Prøvetaking og analyseresultater

Prøver ble tatt i oktober 1980 og juni 1981 av Mobekken like oppstrøms utslippet av gruvevann fra Mofjellet gruve og fra Mobekken i Mo der E 6 krysser bekken. Analyseresultatene for ufiltrede døgnblandprøver er vist i tabell 3.14.

Mobekkens pH økte fra 6,9 før industriutslipp til 10,9 etter industriutslippene i Mo. Dette skyldes det alkaliske utslippet fra Jernverkets sedimenteringsdammer i Svørdalen. Partikkelinnholdet viste også en klar økning fra < 0,8 mg/l til 29 mg/l i Mo. Jerninnholdet økte også fra gjennomsnittlig 140 µg Fe/l til 1566 µg Fe/l, mens manganinnhold økte fra 25 µg Mn/l til 220 µg Mn/l, dvs. nær 10-dobling. Sinkinnholdet viste imidlertid ikke tilsvarende økning, noe som skyldes at Mobekken hadde et meget høyt

Tabell 3.12. Analyseresultater for gruvevann fra Mofjellet gruve, oktober 1980 og juni 1981.

Parameter	Gruvevann			Middel	
	8.10.80	9.10.80	17.6.81		
Surhetsgrad	pH	6,05	6,4	6,4	6,3
Konduktivitet	µS/cm	900	870	855	875
Susp. tørrstoff	mg/l	9	6,7	12	9,2
Total org. karbon	mg C/l	1,9	1,9	2,0	1,9
Total fosfor	µg P/l	6	4,5	3	4,5
Total nitrogen	mg N/l	16	21,5	15,6	17,7
Jern, løst	µg Fe/l	510	320	590	473
Mangan	µg Mn/l	920	770	950	880
Kobber	µg Cu/l	140	100	300	180
Sink	µg Zn/l	74700	59400	66000	66700
Bly	µg Pb/l	47	32,5	200	93
Kadmium	µg Cd/l	150	110	170	143
Vannmengde	m <sup>3</sup> /døgn				412

Tabell 3.13. Utslippsmengder fra Mofjellet gruve.

Komponent	Utslipp	
	kg/døgn	tonn/år
Suspendert stoff	3,8	1,4
Total organisk karbon	0,8	0,3
Total fosfor	0,002	0,001
Total nitrogen	7,3	2,7
Jern, løst	0,2	0,07
Mangan	0,4	0,14
Kobber	0,07	0,03
Sink	27,5	10,0
Bly	0,04	0,01
Kadmium	0,06	0,02

Tabell 3.14. Analyseresultater for Mobekken før og etter industriutslipp, oktober 1980 og juni 1981 (ufiltrerte prøver).

Komponent	Mobekken, før industriutslipp						Mobekken, etter industriutslipp					
	8.10.80	9.10.80	17.6.81	18.6.81	19.6.81	Middel	8.10.80	9.10.80	17.6.81	18.6.81	19.6.81	Middel
	Surhetsgrad	6,6	6,3	7,3	7,2	7,3	6,9	11,2	11,1	10,7	10,8	10,8
Konduktivitet	48	50	61	67	68	59	386	406	63	85	76	203
Turbiditet	0,4	0,7	0,6	0,8	0,6	0,6	25	18	12	10	8,4	15
Farge	10	10	35	45	37	27	194	167	204	204	160	186
Susp.tørrestoff	<0,5	<0,5	1,0	1,1	0,8	<0,8	49	47	17,6	18,2	12,5	29
Susp.gjødere	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	43	41	14,0	12,8	9,3	24
Tot.org.karbon	2,1	2,6	4,4	5,3	4,7	3,8	2,3	2,7	4,3	6,0	4,3	3,9
Tot. nitrogen	0,4	0,6	0,31	0,33	0,35	0,4	0,5	0,65	0,55	0,63	0,39	0,54
Total fosfor	3	4	15,5	16,5	17	11	24	20	59	62	27	38
Jern	130	82	200	140	150	140	2530	1320	1900	1100	980	1566
Mangan	19	19	28	28	30	25	340	210	210	180	160	220
Kobber	9	11	16	13,5	9,4	12	12	9,5	26	20	15	16,5
Sink	790	800	220	230	240	456	310	470	670	770	270	498
Bly	6	4	2,2	2,1	2,3	3,3	21	11	12,5	10,7	6,3	12,3
Kadmium	3	2,6	0,7	0,8	0,9	1,6	1,6	1,6	2,4	2,5	0,9	1,8



sinkinnhold ovenfor industriutslippene, dvs. 456 µg/l, mot 498 µg/l i Mo. På grunn av den høye pH vil sink som tilføres med gruvevannet, utfelles som sinkhydroksyd i Mobekken.nedstrøms Jernverkets utslipp.

### 3.7 Ranaelv

#### 3.7.1 Prøvetaking og analyseresultater

Elveprøvene ble tatt i oktober 1980 og juni 1981 fra elvebredden, ca. 4 km oppstrøms utløpet i Ranafjorden. Analysene ble utført på ufiltrerte prøver.

Resultatene (tabell 3.15) viser at partikkelinnhold var meget lavt, dvs. gjennomsnittlig 0,9 mg/l. Under flom vil antakelig partikkelinnholdet være atskillig høyere. Innholdet av nitrogen, fosfor, organisk stoff samt metaller var lavt.

### 3.8 Oppsummering

Utslippene med avløpsvann fra de dominerende bedriftene i Mo i Rana er beregnet på grunnlag av utslippsmålinger i oktober 1980 og juni 1981. Når det gjelder vannmengder i de enkelte avløp, er det gjennomgående brukt data fra forrige undersøkelse (jfr. kap. 2). Årsutslippene er beregnet under forutsetning av at utslippene foregår jevnt over hele året. Utslippstallene er sammenstilt i tabell 3.16.

Rana Gruber er den dominerende kilden til partikulært materiale, mens Jernverket har størst utslipp av kjemisk oksyderbart materiale (KOF-Cr). Koksverket har noe større utslipp av løst organisk karbon enn Jernverket, mens Koksverket har desidert størst utslipp av cyanid og ammonium. Jernverket har imidlertid et større utslipp av PAH enn Koksverket, det var også tilfellet ved en undersøkelse i 1978 (NIVA, 1980).

Målingene i oktober 1980 av PAH-utslippene ved Koksverket før sandfilteranlegget ble installert er ikke representative. Derimot skulle målingene i juni 1981 med sandfilteranlegget i drift være representative. Baseres beregningene av PAH-utslippene bare på juniprøvene, kommer man til at Koksverkets PAH-utslipp er på ca. 55 kg PAH/døgn. For Jernverket var

de totale PAH-utslipp på ca. 134 kg/døgn i oktober 1980 og ca. 159 kg/døgn i juni 1981. Dette tyder på at Jernverket har et noe større utslipp av PAH-forbindelser enn Koksverket.

Når det gjelder utslipp av metaller i løst form (egentlig filtrerbar form), viser beregningen at mengdemessig dominerer mangan og jern. Disse tilføres særlig via Jernverkets hovedkloakk. Kobberutslippene er forholdsvis små. Derimot er resultatet for sink bemerkelsesverdig i og med at utslippet av gruvevann fra Mofjellet gruve bidrar med ca. 10 tonn Zn/år av totalt 13,6 tonn Zn/år, dvs. 74 prosent. En stor del av sink som er oppløst i gruvevannet, vil utfelles og sedimenteres i Mobekken som har høy pH (pH 10,9) på grunn av Jernverkets utslipp i Svørtalen.

Utslippet av løst bly er atskillig mindre enn utslippene av jern, mangan og sink. Av et totalt utslipp på 1,2 tonn Pb/år viser målingene at Bergverkselskapet Nord-Norge bidrar med 0,7 tonn Pb/år. Kadmiumutslippene er beregnet til totalt 0,13 tonn Cd/år.

Det må understrekes at disse utslippstallene er basert på prøvetakinger i to tilfeldig utvalgte perioder i oktober 1980 og juni 1981. Utslipp fra industrielle prosesser kan svinge fra time til time og fra en dag til en annen. Derfor knytter det seg stor usikkerhet til de beregnede utslippstall. Vannmengden som bedriftene har oppgitt, er antakelig også mer eller mindre usikre.

Utslippene til Ranafjorden fra Ranaelv, andre elver og bekker, kommunale avløp, andre bedrifter osv. er ikke beregnet. Det var heller ikke målsætningen med disse undersøkelsene som mer var rettet mot å kvantifisere utslippene fra de største bedriftene.

Tabell 3.15 Analyseresultater for Ranaelv i oktober 1980 og juni 1981.

Parameter	Dato	Ranaelv, 4 km ovenfor utløp					Middell
		8.10.80	9.10.80	17.6.81	18.6.81	19.6.81	
Surhetsgrad	pH	7,7	7,65	7,5	7,6	7,6	7,6
Konduktivitet	µS/cm	37	59	42,5	39	38,9	43
Turbiditet	JTU	0,5	0,45	0,36	0,48	0,49	0,46
Farge	mg Pt/l	12	7	8,5	10,5	6,5	8,9
Susp.tørrstoff	mg/l	0,9	<0,5	0,7	1,7	0,7	0,9
Susp.gløderest	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	1,0	0,5	0,6
Tot.org. karbon	mg C/l	1,1	1,0	1,3	1,2	1,2	1,2
Total nitrogen	mg N/l	0,2	0,2	0,12	0,11	0,13	0,15
Total fosfor	µg P/l	5	2	2,5	2,0	1,5	2,6
Jern	µg Fe/l	30	30	60	40	30	38
Mangan	µg Mn/l	3,6	2,6	5,1	7,0	4,2	4,5
Kobber	µg Cu/l	5,9	7,2	7,6	8,2	6,1	7,0
Sink	µg Zn/l	<10	10	<10	<10	10	<10
Bly	µg Pb/l	0,9	1,1	0,6	0,7	0,8	0,8
Kadmium	µg Cd/l	0,2	-	0,1	0,2	0,14	0,16

Tabell 3.16. Samlede utslippsmengder fra industri i Mo i Rana, basert på målinger i oktober 1980 og juni 1981 (tonn/år).

Parameter	Jernverket	Koksverket	Rana Gruber	Bergverks-selskap	Mofjellet Gruve	Sum tonn/år
Partikulært materiale (avgang m.m.)	26400	323	2100000	110000	1,4	2236724
Kjem.oksygenforbruk KOF <sub>Cr</sub>	5680	<1465	175	31	-	7342
Løst organisk karbon	349	439	52	5	0,3	845
Cyanid total	13	122	-	-	-	135
Fenoler	0,9	113	-	-	-	114
PAH, total	54	14	-	-	-	68
Ammonium (som N)	91	1575	-	-	-	1666
Total nitrogen	216	1598	43	23	2,7	1883
Total fosfor	0,5	0,9	0,08	0,015	0,001	1,5
Jern, løst	8,3	3,1	4,0	0,02	0,07	15,5
Mangan	27,2	0,6	1,0	0,008	0,14	28,9
Kobber	1,0	1,5	0,13	0,008	0,03	2,7
Sink	1,6	1,8	0,07	0,1	10,0	13,6
Bly	0,2	0,1	0,11	0,7	0,05	1,2
Kadmium	0,03	0,01	0,004	0,006	0,08	0,13
Vannmengde, m <sup>3</sup> /år	95 · 10 <sup>6</sup>	37 · 10 <sup>6</sup>	9,4 · 10 <sup>6</sup>	839500	150380	

## 4. PARTIKKELUNDERSØKELSER MED ELEKTRON-MIKROSKOP

### 4.1 Eksperimentelt

Undersøkelser av avgangspartikler fra Rana Grubers oppredningsverk i Gullsmedvik og Bergverkselskapet Nord-Norge, samt suspendert materiale fra hovedkloakken, Norsk Jernverk, ble utført ved hjelp av elektronmikroskopi.

Representative prøver ble filtrert gjennom 0,4 µm Nuclepore membranfiltre (Millipore) til en passende partikkelmengde var oppnådd på filteret. Filtrene ble tørket ved ca. 80 °C og så levert til analyse. Partiklernes form og størrelse er illustrert ved bilder forstørret 100 til 30.000 ganger.

Partiklene på filtrene ble også analysert kvalitativt med EDAX (Energy Dispersive Analysis of X-rays), og hovedelementer samt sporelementer ble bestemt. Analysene er utført ved Sentralinstitutt for industriell forskning (SI).

### 4.2 Resultater

#### 4.2.1 Norsk Jernverk, hovedkloakk

Fotografiene på fig. 4.1 viser partikulært materiale i vann fra hovedkloakken forstørret fra 100 x til 30.000 x. Partiklene er kuleformet med en uniform størrelse, under 1 µm i diameter. De ble funnet å opptre i små aggregater.

EDAX-diagrammet viser at partiklene har dominerende innhold av kalsium og jern. Mindre mengder magnesium, aluminium, silisium, svovel, mangan, kobber og sink ble påvist.

#### 4.2.2 Rana Gruber, Gullsmedvik

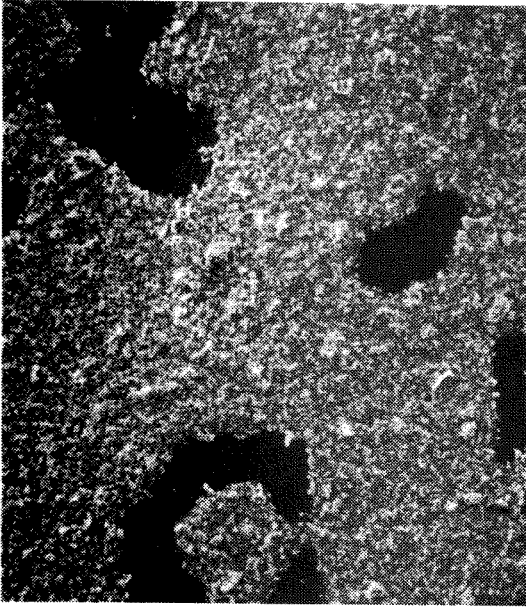
Avgang. Fotografiene i fig. 4.2 (a) viser partikkelstrukturen i 100 x og 1000 x forstørrelse på avgang fra oppredningsverket. Partiklene er av forskjellig størrelse med skarpe kanter (nedknuste partikler). EDAX-diagrammet viser at partikkelinnholdet domineres av silisium og jern. Mindre mengder av magnesium, aluminium, kalium, kalsium, titan og litt mangan ble påvist.

Fortykker. Partikler i avløpsvann fra fortykker er vist i fig. 4.2 (b). Prøven har tilsvarende utseende som avgangsprøven, med skarpkantede partikler i varierende størrelse. EDAX-diagrammet indikerer at det er høyere innhold av jern i denne prøve enn i avgangsprøven. Foruten dominerende jerninnhold, ble det også påvist forekomst av aluminium, silisium, kalsium, kobber og sink.

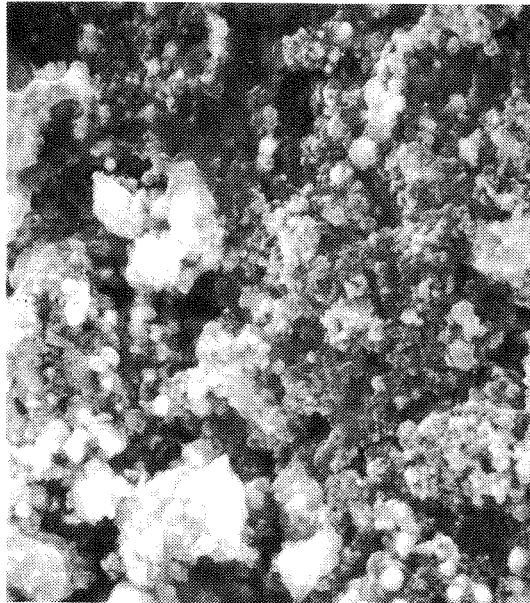
#### 4.2.3 Bergverkselskapet Nord-Norge

Avgang. Fig. 4.3 viser partikkelstrukturen i flotasjonsavgang fra oppredningsverket. Partikkelkrystallene er gjennomgående litt større sammenlignet med avgang fra oppredningsverket i Gullsmedvik. Partiklene inneholder mest silisium. For øvrig ble det påvist aluminium, svovel, kalium, kalsium, titanium, jern, kobber og sink. Jern- og svovelinnholdet viser at det er betydelige mengder svovelkis i avgangen. Det ble spesielt gjort forsøk på å påvise bly uten at det lyktes.

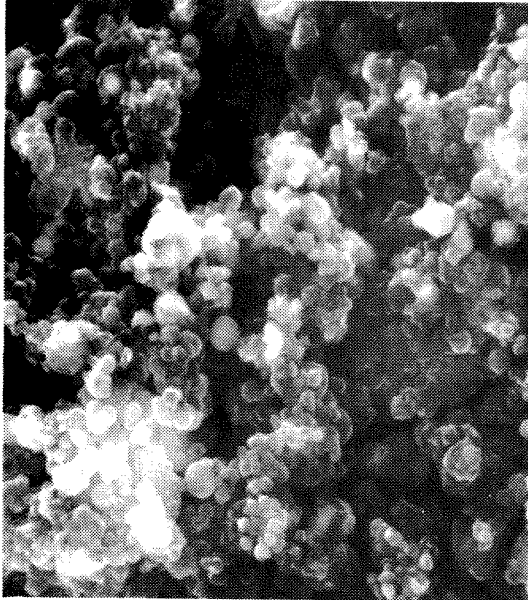
100 x  
forst.



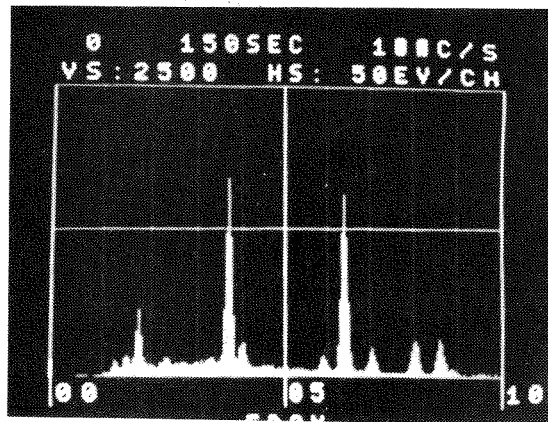
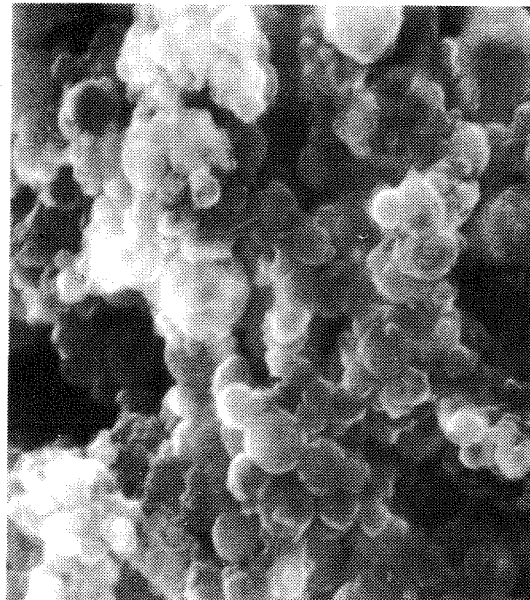
3000 x  
forst.



10 000 x  
forst.



30 000 x  
forst.



100 x  
forst.

Fig. 4.1 Elektronmikroskopi av partikler i Jernverkets hovedkloakk (okt. 1980).

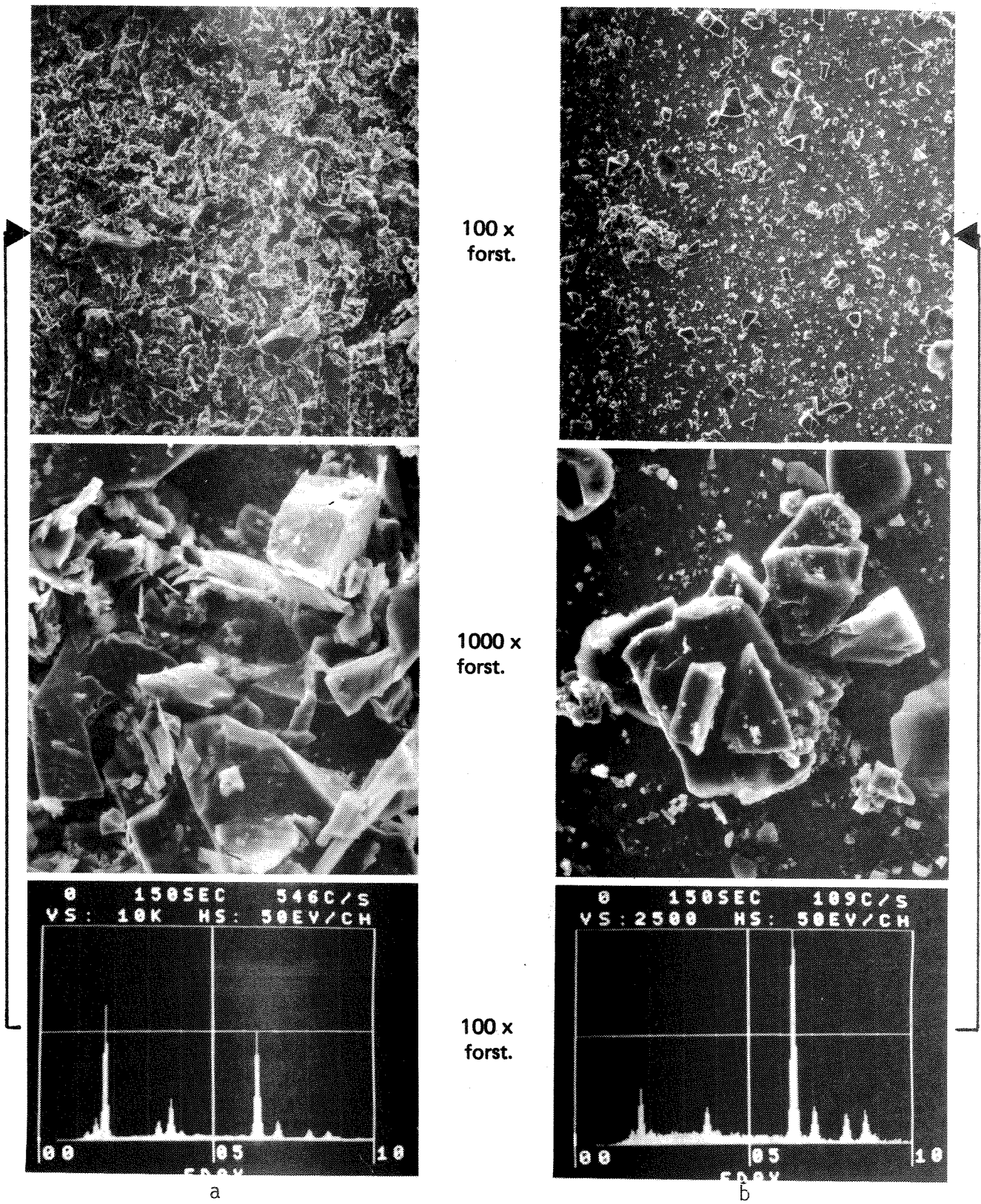


Fig. 4.2 Elektronmikroskopi av partikler i avgang (a) og avløp fra forstykker (b) ved Rana Grubers oppredningsverk (okt. 1980).



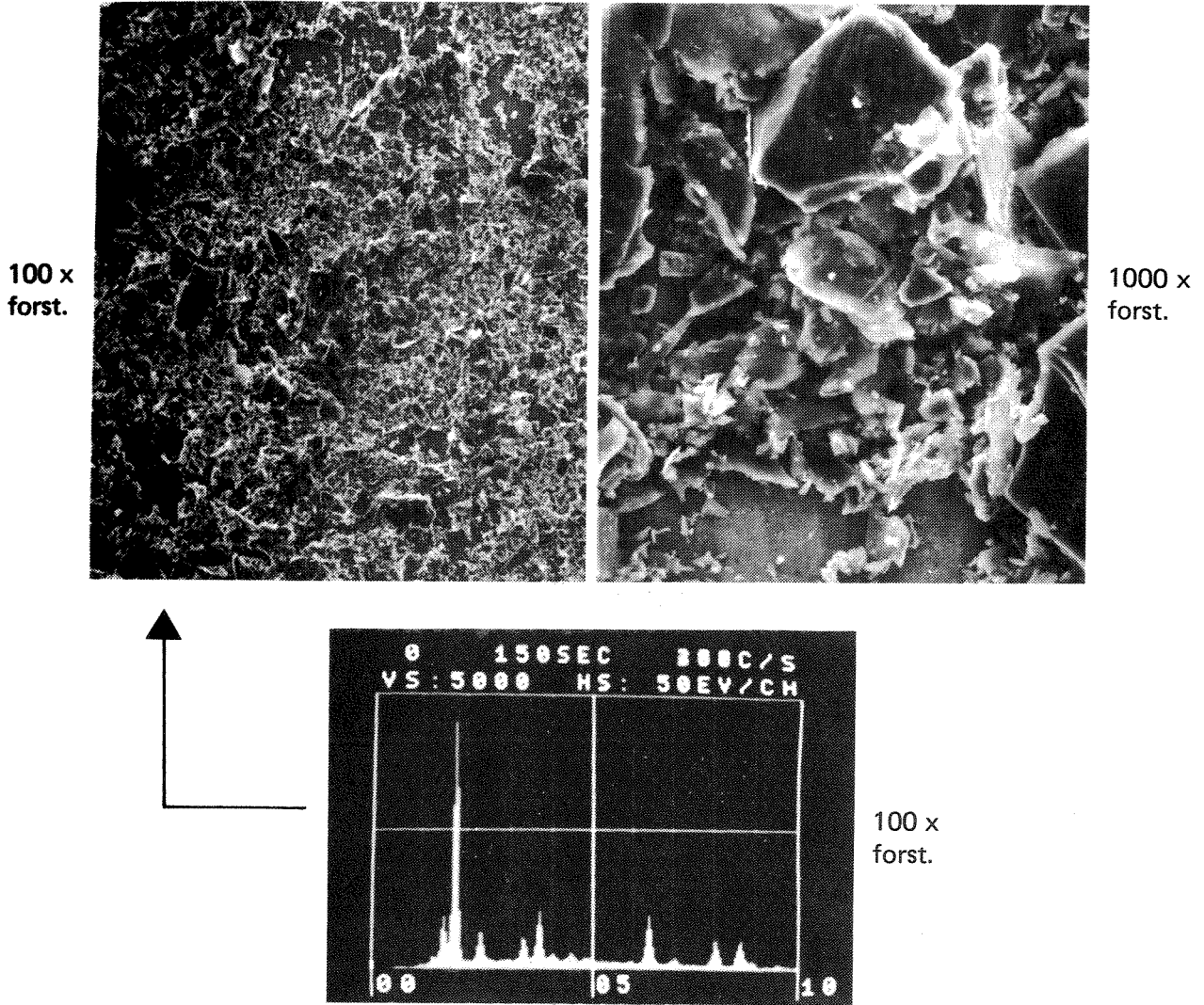


Fig. 4.3 Elektronmikroskopi av partikler i avgang fra Bergverkselskapet Nord-Norge (okt. 1980).

## 5. SEDIMENTERINGSEGENSKAPER TIL PARTIKLER

### 5.1 Prøver

Følgende prøver ble testet:

1. Avgang, Rana Gruber, 9.10.1980
2. Fortykker, " " "-"
3. Avgang, Bergverkselskapet Nord-Norge, 8.-9.10.1980
4. Hovedkloakk, Norsk Jernverk, 7.-9.10.1980.

### 5.2 Metodikk

Partiklenes synke-egenskaper er testet etter en metode som nylig er tatt i bruk (NIVA, 1977 c). Prinsippet for metoden er først beskrevet av McLaughlin (1959) som også brukte metoden til å bestemme partiklers gjennomsnittlige synkehastighet (local mean fall velocity). Metoden går ut på å la suspensjonen synke i et rør fylt med vann og analysere partikkelinnholdet i flere dyp i sedimenteringsrøret etter hvert som partiklene synker. Suspensjonens gjennomsnittlige synkehastighet beregnes på grunnlag av den målte partikkelkonsentrasjon. Beregningene utføres ved hjelp av EDB med programmet SUSPEN (NIVA, 1978).

Denne metoden har vist seg å være egnet til å beskrive sedimenterings-egenskaper til små partikler som synker forholdsvis langsomt. Partikkelkonsentrasjonen ved starten av forsøket må heller ikke være for høy fordi partikkelkonsentrasjonen måles indirekte med turbidimeter, og ved meget høye partikkelkonsentrasjoner får man lysblokkering. Derfor må partikkelinnholdet i sedimenteringsrøret ved start være innenfor visse grenser. Prøver som har et meget høyt slaminnhold, må derfor fortynnes.

### 5.3 Eksperimentelt

Forsøkene ble utført i et 1 meter høyt pleksiglass-rør. Den indre diameter er 10 cm, og volumet er ca. 12 liter. Det har påmontert 5 siderør som stikker ut i midten av røret. Rørene er plassert i 5 nivåer, dvs. 10, 30, 50, 70 og 90 cm under overflaten, og vannprøvene tappes ut fra disse. Før forsøket startes, påfylles sedimenteringsrøret en tilmålt mengde sjøvann og partikler. Blandingen omrøres deretter hurtig ved

hjelp av et 1 meter langt padlerøreverk slik at partiklene i starten er jevnt fordelt i hele røret. Sedimenteringstiden regnes fra det tidspunktet røreverket stanses. Deretter tappes vannprøver á 25 ml etter 2, 5, 10, 30, 60, 120 og 240 minutter. Forsøkene med avgangsprøver ble utført med 0,25 liter avgang og 11,75 liter sjøvann. Forsøkene med prøvene fra Jernverkets hovedkloakk og fra fortykker ved Rana Gruber ble utført med tilsetning på 1 liter prøve til 11 liter sjøvann.

Sjøvannet som ble brukt, var hentet fra 30-40 m dyp ved Drøbak. Forsøkene ble utført ved ca. 20 °C.

#### 5.4 Resultater

Partiklene i prøvene hadde svært forskjellige sedimenteringsegenskaper. Partiklene i Jernverkets hovedkloakk sank atskillig langsommere enn avgangspartiklene fra oppredningsverkene. Den beregnede gjennomsnittlige sedimenteringshastighet ( $\bar{v}$  på 50 cm dyp, tabell 5.1) varierte fra 0,08 cm/sek for prøven av Jernverkets hovedkloakk til 0,52 cm/sek for avgang fra Bergverkselskapet.

Denne store variasjon i synke-egenskaper skyldes forskjeller i partiklenes størrelse og massetetthet. Hovedmengden av det partikulære materiale i Jernverkets hovedkloakk kommer fra gassrensaneanlegg (ca. 10.000 tonn/år), og det er velkjent at slike partikler er svært finfordelt. Avgang inneholder også en del meget finfordelte partikler, men det er også til stede større partikler som bidrar til å øke suspensjonens synkehastighet.

Sedimenteringshastigheten avtar vanligvis med tiden, som vist i tabell 5.1. I noen tilfeller kan man observere at hastigheten øker i startfasen som følge av at små partikler klumper seg sammen til større partikler som samlet synker med en større hastighet enn de opprinnelige partikler (flokkulering). Dette ble registrert med avgang-prøver fra Bergverkselskapet, og derfor er det topper på sedimenteringshastighets-kurvene, fig. 5.1.

Partiklernes gjennomsnittlige sedimenteringshastighet øker normalt med dypet. Dette skyldes at de hurtig synkende partikler tar igjen de langsomt synkende, og noen av partiklene danner aggregater som samlet synker hurtigere. Dette var tydelig tilfellet med avgang-prøvene, mens dette bare i liten grad ble registrert for partiklene i Jernverkets hovedkloakk (tabell 5.2).

Turbiditeten, som er et indirekte mål for partikkelkonsentrasjon, avtar under sedimenteringstestene. Målingene viste at de finfordelte partiklene i Jernverkets hovedkloakk forårsaket høyest rest-turbiditet etter sedimentering i 1-2 timer (tabell 5.3). I startfasen (etter 10 minutters sedimentering) var turbiditeten høyest for avgang-prøvene siden den opprinnelige startkonsentrasjon var størst i testene med disse prøvene. Turbiditeten avtar imidlertid raskest i disse.

Tabell 5.1. Partiklernes sedimenteringshastighet etter 30, 60 og 120 min.

	Beregnet sedimenteringshastighet cm/sek, 50 cm dyp		
	$\bar{v}$ 30 min.	$\bar{v}$ 60 min.	$\bar{v}$ 120 min
RG. Avgang	0,91	0,42	0,31
RG. Fortykker	0,57	0,24	0,12
BNN. Avgang	1,06	0,52	0,22
NJ. Hovedkloakk	0,11	0,08	0,08

Tabell 5.2. Partiklernes sedimenteringshastighet på 50, 70 og 90 cm dyp i sedimenteringsrøret.

	Beregnet sedimenteringshastighet cm/sek, 60 minutter		
	$\bar{v}$ 50 cm	$\bar{v}$ 70 cm	$\bar{v}$ 90 cm
RG. Avgang	0,42	0,63	0,85
RG. Fortykker	0,24	0,32	0,39
BNN. Avgang	0,52	0,70	0,82
NJ. Hovedkloakk	0,08	0,11	0,12

Tabell 5.3. Turbiditetens variasjon med sedimenteringstiden.

Prøve	Turbiditet (JTU) på 50 cm dyp				
	10 min.	30 min.	60 min.	120 min.	230 min.
RG. Avgang	220	130	98	47	35
RG. Fortykker	44	31	24	17	13
BNN. Avgang	190	100	60	34	18
NJ. Hovedkloakk	59	59	56	52	39

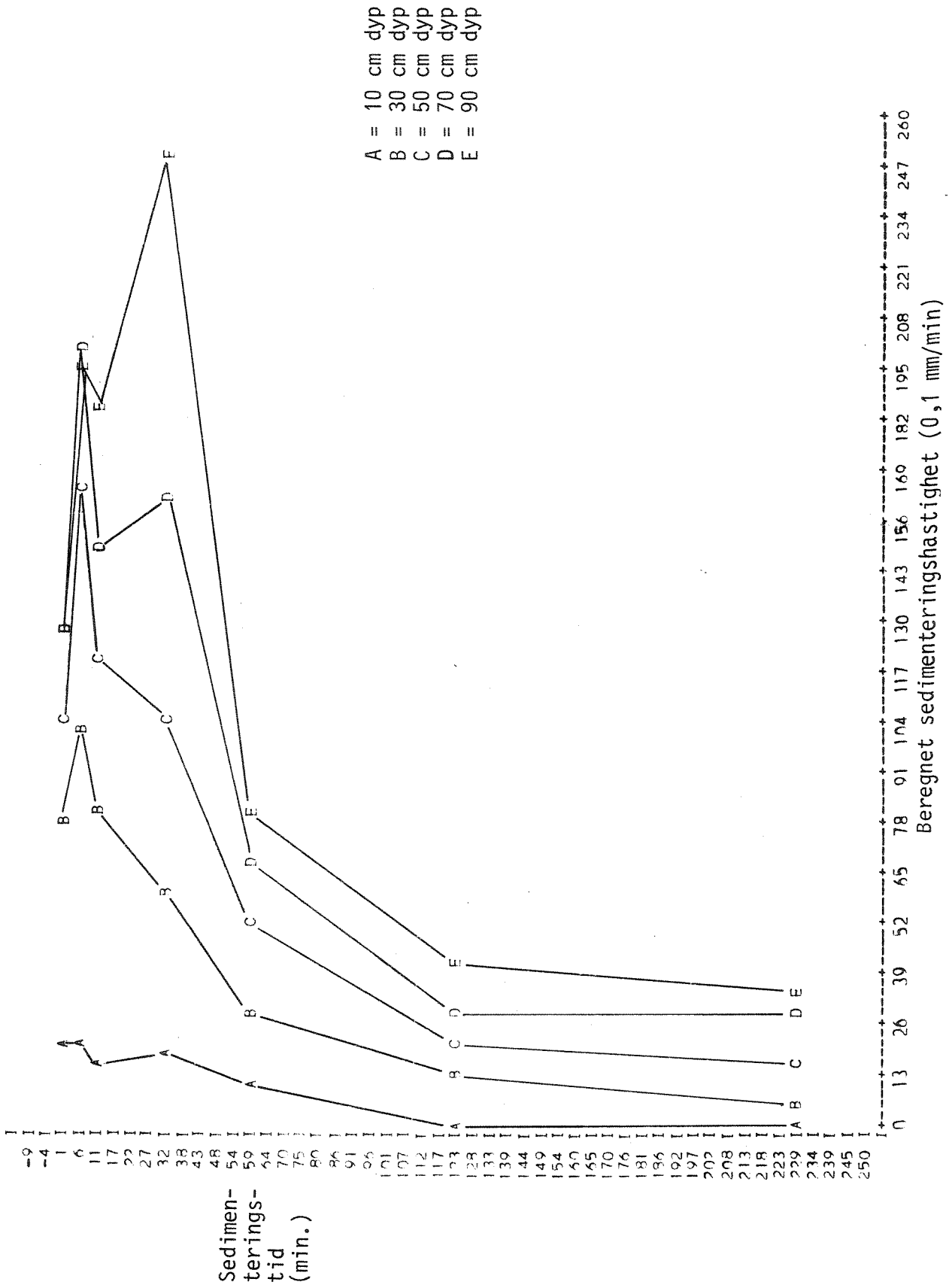


Fig. 5.1 Sedimenteringshastighet for avgangs-partikler fra Bergverkselskapet Nord-Norge (okt. 1980).

## 6. UTLUTNINGSFORSØK MED AVGANG

### 6.1 Faststoff-analyser

Utlutningsforsøkene beskrevet nedenfor ble utført med følgende prøver:

- Avgang, Rana Gruber (RG), prøve 9.10.1980
- Avgang, Bergverkselskapet Nord-Norge A/S, blandprøve 8.10-9.10.1980.

Prøvene bestod av en konsentrert blanding av avgangpartikler oppslemmet i vann. Ved oppbevaring og lagring av prøvene dannet det seg et tykt og hårdt slamlag i de 20 liters kannene som prøvene ble tatt i. Prøver ble tatt ut av slamlaget ved å bore et glassrør ned i sedimentet.

Fuktigheten i sedimentet ble målt ved tørking av 100 ml stoff i varmeskap ved 110 °C.

Resultat: 23 prosent fuktighet i avgang fra Rana Gruber  
 31 " " " " " " Bergverkselskapet.

En del av det tørkede materialet ble levert til kjemiske analyser (jfr. tabell 6.1, der konsentrasjoner er gitt i prosent av tørt materiale).

Tabell 6.1 Kjemiske analyser av avgang (prosent av tørrvekt).

Komponent	Bergverkselskapet avgang 8-9.10.80 prosent	Rana Gruber avgang 9.10.80 prosent
Bly, Pb	0,021	0,0015
Kobber, Cu	0,020	0,003
Sink, Zn	0,057	0,004
Mangan, Mn	-	0,12
Aluminium, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	6,35
Jern, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	22,2
Fosfor, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0,50
Fosfor, P	-	0,22
Svovel, S	-	<0,01

## 6.2 Eksperimentelt

To kolonner med indre diameter 3,2 cm ble påfylt 100 ml faststoff og utvasket med sjøvann. Stoffet som var sedimentert i kannene med avgang, ble tatt ut med et glassrør som ble boret ned i sedimentet for å få en representativ prøve.

Vannmengden som ble pumpet gjennom kolonnen, var ca. 35 ml/time. Temperaturen i sjøvannet og i rommet der utvaskingen foregikk var 9-11 °C. I øvre og nedre ende av kolonnen var det stempler som sluttet tett til stoffet. Mens kolonnen var stilt horisontalt, ble det pumpet gjennom 0,75 l, og de siste 0,25 l ble pumpet igjennom med vertikaltstilt kolonne. Denne snuingen er gjort for å unngå tiltetninger i kolonnen.

Det ble tatt ut 3 vannprøver fra hver av de to kolonner, dvs. to prøver à 250 ml og en prøve à 500 ml fra hver kolonne. Fosfatinnholdet ble bestemt i vannprøvene etter utvasking av avgang fra Rana Gruber, mens innholdet av bly, kobber og sink ble analysert for prøvene fra Bergverkselskapet. Vannprøvene inneholdt ikke partikulært materiale fordi det er membraner i endene av kolonnen som hindrer partikler i å komme ut.

Sjøvannet som ble brukt, var tatt fra 30-40 m dyp ved Drøbak.

## 6.3 Resultater

Utlutningsforsøkene viste at bly ble utvasket fra avgangen fra Bergverkselskapet, tabell 6.2. Totalt ble det utløst 50 µg Pb fra 100 ml fuktig avgang i 1 liter sjøvann. Blyinnholdet i Bergverkselskapets avgang er ca. 0,030 prosent Pb (regnet i prosent av våtvekt) og 100 ml har et blyinnhold på 9 g Pb dersom det antas en spesifikk vekt på 3 g/ml. Blymengden som ble utløst ved behandling av 100 ml avgang med 1000 ml sjøvann, tilsvarer derfor ca.  $6 \cdot 10^{-4}$  prosent. Mengden bly som utløses under utlutningsforsøkene var derfor meget liten sett i forhold til det totale blyinnhold i avgangen. Men blyinnholdet i vannfasen var forholdsvis høyt (36-63 µg Pb/l).

Fosfatinnholdet viste ingen klar økning etterat sjøvannet hadde passert gjennom avgangs-prøven fra Rana Gruber.

Tabell 6.2. Resultater fra utluting av avgang fra Rana Gruber og Bergverkselskapet Nord-Norge A/S.

Faststoff-prøve Komponent	Rana Gruber avgang 9.10.80			Bergverkselskapet avgang 9.10.80		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Fosfat $\mu\text{g P/l}$	6	11	3	-	-	-
Bly $\mu\text{g Pb/l}$	-	-	-	36	63	38
Kobber $\mu\text{g Cu/l}$	-	-	-	15	15	14,5
Sink $\mu\text{g Zn/l}$	-	-	-	38	14,5	10
Volum ml	250	510	250	250	500	250

## 7. REFERANSER

McLaughlin, R.T. jr., 1959; The settling properties of suspensions. Journ. of the hydraulics division, ASCE, Vol. 85, No. HY 12, Proc. Paper 2311. Dec., pp. 9-41.

NIVA, 1977 a; Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rapport nr. 1. Forurensningstilførsler. Foreløpig rapport. 0-31/75, 10.2.77. Saksbehandlere: S.A. Holmen og Ø. Tryland, 71 sider.

NIVA, 1977 b; Resipientundersøkelse i Ranafjorden. Rapport nr. 2. Innledende hydrografiske, geokjemiske og biologiske undersøkelser. 0-31/75, Mars 1977. Saksbehandler: L.A. Kirkerud. 141 sider.

NIVA 1977 c; Metode for måling av sedimenteringsegenskaper til suspensjoner. XK-22, 27.12.1977. Saksbehandler: Ø. Tryland. 12 sider.

NIVA, 1978; Sedimenteringshastighet til suspensjoner. Metodikk og databehandling. Fremdriftsrapport. D1-04, 14.12.1978. Saksbehandler: Ø. Tryland. 31 sider.

NIVA, 1980; Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging av PAH tilførsler til norske vannforekomster. A3-25, 27.3.1980. Saksbehandler: L. Berglind. 48 sider.