

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Brekke 23 52 80  
Gaustadalleen 46 69 60  
Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80058
Undernummer: -
Løpenummer: 1499
Begrenset distribusjon: -

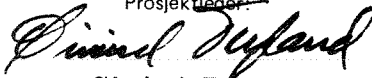
Rapportens tittel:  SLAMDEPONERING VED NORSKE MANGANSMELTEVERK Fysisk-kjemisk karakterisering av dremsvann og virkning av dremsvann på biologiske forhold i resipienten. VA 21/83.	Dato: 18. april 1983
Forfatter(e):  Øivind Tryland Karl Jan Aanes	Prosjektnummer: 0-80058
	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag):

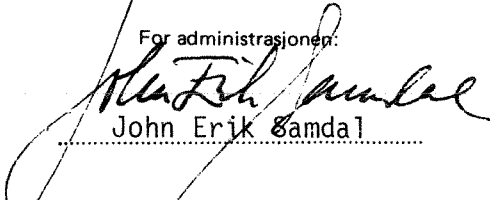
Oppdragsgiver: Statens Forurensningstilsyn og smelteverkene	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
--	----------------------------------

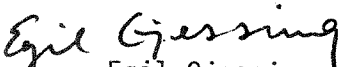
Ekstrakt: De fire norske smelteverkene som produserer manganholdige legeringer deponerer årlig ca 36 000 tonn med avvannet slam. Det består av finfordelt partikulært materiale som er fjernet fra røkgassene i våtvaskeanlegg. Hovedkomponentene i slammet er mangan- og silisiumoksyder. Det inneholder også spor av PAH og fenoler. Slammet deponeres i spesialdeponier. Dremsvannet er alkalisk og inneholder endel mangan og PAH samt spor av cyanid og fenoler. Undersøkelser av bunndyr i resipienten nedstrøms Øye Smelteverks deponi viste at faunaens sammensetningen var mer variert enn ovenfor deponiet. Dette skyldes først og fremst en økning av vassdragets pH.
---

4 emneord, norske:
1. Slam
2. Smelteverk
3. Dremsvann
4. Bunnfauna
VA 21/83

4 emneord, engelske:
1. Sludge
2. Smelting plants
3. Drainage water
4. Bottom fauna

Prosjektleder:  
  
Øivind Tryland

For administrasjonen:  
  
John Erik Samdal

Divisjonssjef:  
  
Egil Gjessing

ISBN 82-577-0636-1

  
Lars Overrein

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-80058

SLAMDEPONERING VED NORSKE MANGANSMELTEVERK  
Fysisk - kjemisk karakterisering av drensvann og virkning av  
drensvann på biologiske forhold i resipienten

Saksbehandler:

Øivind Tryland

Medarbeider:

Karl Jan Aanes

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

	Side:
FORORD	3
1. INNLEDNING	4
2. SLAMDEPONERING	5
2.1 Sammendrag	5
2.2 Elkem A/S, PEA	5
2.3 Sauda Smelteverk A/S	9
2.4 Tinfos Jernverk A/S, Notodden	12
2.5 Tinfos Jernverk A/S, Øye Smelteverk	15
3. VANNKJEMISKE UNDERSØKELSER I 1982	19
3.1 Prøvetaking	19
3.2 Analyseresultater - vannkjemi, 1982	20
4. VIRKNINGER PÅ RESIPIENTENS BUNNFAUNA	26
4.1 Innledning	26
4.2 Metode og materiale	26
4.3 Resultater - Sagevassdraget (Øye Smelteverk)	27
4.4 Sammendrag - Sagevassdraget	29
4.5 Resultater - bekk Øvstveitmyra (PEA, Porsgrunn)	30
4.6 Sammendrag - Øvstveitmyra	30
5. VIDEREFØRING	32
6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	33
HENVISNINGER	35

## F O R O R D

Undersøkelsene er utført etter oppdrag fra Statens Forurensningstilsyn (SFT). De har omfattet feltundersøkelser, kjemiske analyser av sigevann og innsamling av opplysninger om slamdeponeringen ved de enkelte smelteverkene. Undersøkelsene er finansiert av smelteverkene:

- Elkem A/S PEA, Porsgrunn
- " Sauda Smelteverk
- Tinfos Jernverk A/S, Notodden
- " , Øye Smelteverk.

Kontaktmenn har vært Ove Brunborg (Sauda), Nils Evju (SFT), Andreas Faye (Notodden), Tor Tjørnhom (Øye) og Alf Tveten (PEA). Alle takkes for samarbeidet på prosjektet.

Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk, (Fiskeforskningen, Ås) ved Bjørn Olav Rosseland har utført den del av undersøkelsene som omfatter undersøkelsen av fiskebestand i Fosselandsvassdraget. Resultatene fra disse undersøkelsene vil utgis i en egen rapport fra Fiskeforskningen. En særskilt takk rettes til Rosseland for den interessen han har vist for prosjektet.

Når det gjelder utenlandske erfaringer og praksis vedrørende manganslamdeponering, har det vært vanskelig å finne noen artikler om dette i vannfaglige tidsskrifter. Litteratursøking ved hjelp av EDB gav heller ingen resultat. Direktør Erik M. Johansen, Elkem A/S takkes for opplysninger han har gitt om manganslamdeponering ved smelteverk i USA. Et notat om slamdeponering i USA ble oversendt SFT og smelteverkene i 1982.

Oslo 18. april 1983

Øivind Tryland

## 1. INNLEDNING

De fire norske smelteverkene som produserer ferromangan (FeMn) og silikomangan (SiMn) deponerer årlig tilsammen ca 36 000 tonn med avvannet slam. Det deponeres på spesialdeponier etter avtaler med Statens Forurensningstilsyn (SFT). Slammet består av finfordelte partikler som er fjernet fra røkgassene i våtvaskeanlegg (scrubbere). Det partikulære materiale i gassvaskevannet felles ut i sedimenteringsanlegg. Det utfelte slammet avvannes til et tørrstoffinnhold på 30 - 50 % før det deponeres. Tidligere undersøkelser av slammet har bl.a. vist at det reagerer alkalisk i vann (Tryland, 1976). Etter møter mellom SFT, smelteverkene og NIVA ble det formulert et prosjektforslag for å undersøke miljøeffekter som følge av slamdeponeringen (Tryland, 1981). Bakgrunnen for dette var bl.a. at man hadde registrert både positive og negative virkninger i Sagevassdraget nær Øye Smelteverks deponi mellom Kvinesdal og Flekkefjord. Den gunstige effekten var at fiskebestanden så ut til å ha øket på grunn av pH-heving i vassdraget nedstrøms deponiet. Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk, Fiskeforskningen, foretok i 1980 undersøkelser som viste dette (Rosseland et al., 1981). På den annen side har Flekkefjord Elektrisitetsverk, som har sin drikkevannsforsyning fra vassdraget, hevdet at vannkvaliteten er blitt forverret.

Ved de øvrige smelteverkene (PEA, Porsgrunn, Sauda Smelteverk og Tinfos Jernverk, Notodden) er det ikke foretatt noen tilsvarende undersøkelser noe som bl.a. skyldes andre resipientforhold.

Siktemålet med undersøkelsene skissert i programforslagets alternativ 3 var å belyse de miljømessige virkninger av sigevann fra slamdeponiene. I den forbindelse er det innhentet opplysninger om deponerte slammengder, slamsammensetning og deponiets utforming og plassering. I feltundersøkelsene ble det innsamlet prøver av sigevann/resipientvann og bunndyr for å klarlegge eventuelle effekter av tilførsler fra deponiene. Fiskeforskningen, Ås, har fortsatt undersøkelsene i Sagevassdraget i 1982. Disse undersøkelsene omfatter prøvefiske i Fosselandsvatn med gytebekker, for bl.a. å kunne vurdere bestandsforhold og fiskens innhold av PAH og tungmetaller. Resultatene er under bearbeiding.

## 2. SLAMDEPONERING

### 2.1 Sammendrag

Et spørreskjema om deponerte slammengder, slamanalyser, utforming av deponi etc. ble sendt de fire smelteverkene i mars 1982. Bedriftenes svar er vist i de følgende tabellene. Svarene viser at den deponerte slammengde tilsammen er ca 36 000 tonn/år fordelt på

ca 2 700 tonn ved Elkem A/S, PEA, Porsgrunn
" 16 500 " " Sauda Smelteverk A/S
" 4 000 " " Tinfos Jernverk A/S, Notodden
" 12 500 " " " " , Øye Smelteverk

Hovedkomponentene i slammet er manganoksyder, silisiumoksyder, karbon, alkali- og jordalkalimetaller. Det inneholder også PAH og fenoler.

### 2.2 Elkem A/S, PEA, Porsgrunn

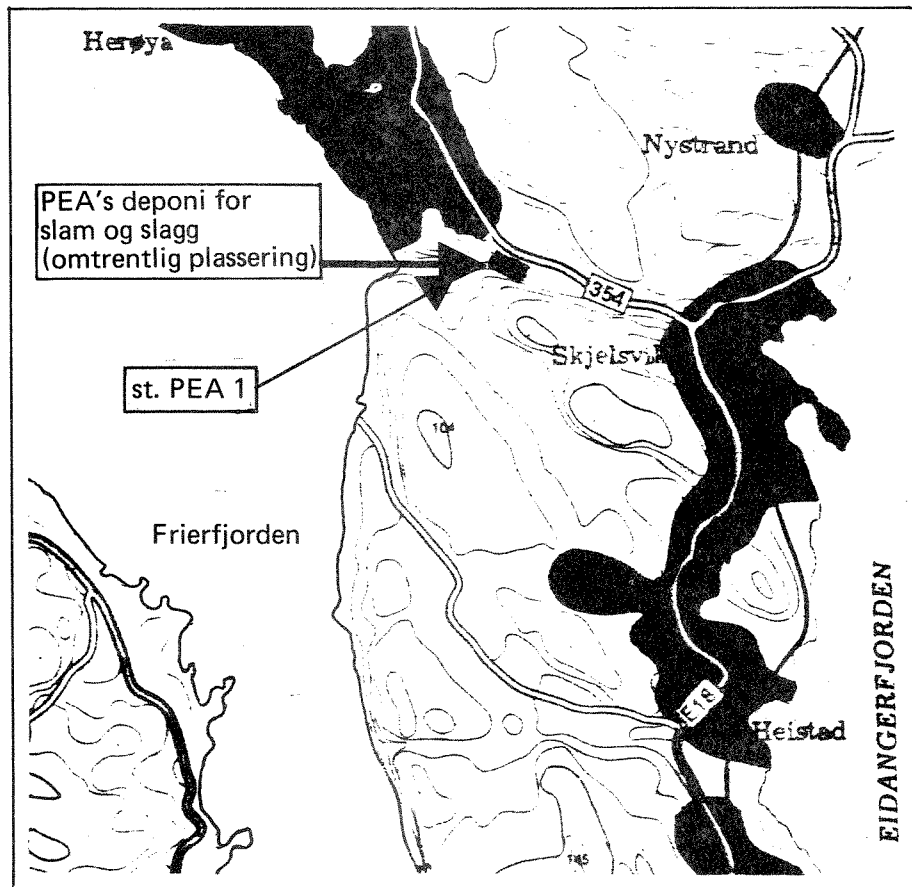
Bedriften produserer ca 128 000 tonn pr. år med mangan-legeringer og den deponerte slammengden er 2 000 - 3 000 tonn/år (tabell 2.1). Hovedkomponentene i slammet er mangan- og silisiumoksyder og karbon (tabell 2.2). Det deponeres på Øvstveitmyra, Skjelsvik sammen med posefilterstøv og støv fra syklon (figur 2.1). Sigevannet dreneres ut i en liten bekk som har sitt utløp i Frierfjorden ved Versvik. Undersøkelser bedriften har foretatt viser bl.a. at bekken har en pH mellom 8 og 9 og konduktivitet mellom 250 og 350  $\mu\text{S/cm}$  (tabell 2.3). Dette tyder på et visst tilsig av løselige alkaliske stoffer fra deponiet.

Tabell 2.1. Slamdeponering ved Elkem A/S, PEA, Porsgrunn. Svar på spørreskjema, mars 1982.

Produksjon tonn/år: 80 000 ferromangan 40 000 silicomangan 8 000 ferromanganaffinē
Produsert slammengde, tonn/år: 2 700 Tørrestoffinnhold: ca 50 % Hovedkomponenter: MnO, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O Slamanalyser: se tabell 2.2
Deponiets plassering: Øvstveitmyra, Skjelsvik, Figur 2.1. Årlig deponert slammengde, tonn: 2 000 - 3 000. År som deponeringen startet: ... Samlet deponert slammengde: ... Slamlagets tykkelse, (maks, min, middel), m: 3.0, 0.5, 1.0 Areal: Øvstveitmyra ca 10 000 m <sup>2</sup> Bunnmateriale: Sand/grus ..., Fjell ..., Jord .X. Drenering under fyllingen: Ja .X. Nei ... Dekkmateriale: Sand/grus ..., Jord ..., Slagg .X. Sigevanmengde: Vet ikke Resipient: Elv ..., Bekk .X., Sjø ..., Grunnen .... Tas det prøver av sigevannet: Ja .X. Nei ... Analyseresultater for sigevann: Tabell 2.3

Bedriftens kommentarer:

Fra 1963 har bedriften hatt ovner i drift med våtrensing av avgassene og slam er filtrert på vakuumsfilter. I de første årene ble slammet kjørt til kommunens avfallsplass, men senere ble slammet deponert i et myrliknende område i Skjelsvik nær Øvstveitmyra. Det første området er overfylt med slagg og planert ut. I de siste årene er slammet deponert i Øvstveitmyra. Sigevannet dreneres ut i en liten bekk med varierende



Figur 2.1. Elkem A/S, PEA, Porsgrunn. Deponi for slam og slagg på Øvstveitmyra, Skjelsvik.





### 2.3 Sauda Smelteverk A/S

Bedriften har en produksjon på 215 000 tonn manganholdige legeringer pr år. Den deponerte slammengden var 16 500 tonn i 1981 (tabell 2.4). Hovedkomponentene i slammene er mangan- og silisiumoksyder, karbon og kalk (tabell 2.5). Slammene deponeres inne på bedriftens område sammen med slagg og manganoksydstøv (figur 2.2). Det tas ikke prøver av sigevann fra deponiet noe som skyldes at nedbøren trenger ned i fyllingen og går ut i sjøen sammen med grunnvann. Bedriften har tidligere undersøkt sigevann fra en slamdeponeringsplass i Sødénåhavn (tabell 2.6).

Tabell 2.4. Slamdeponering ved Sauda Smelteverk. Svar på spørreskjema, april 1982:

Produksjon, tonn/år:	215 000 (i 1981)
Produsert slammengde, tonn/år:	16 500 (i 1981)
Tørrestoffinnhold:	40 - 55 %
Hovedkomponenter:	Manganoksyder, silisiumoksyder, kull, koks, kalk
Slamanalyser:	se tabell 2.5
Plassering:	Innenfor bedriftens område, figur 2.2
Årlig deponert slammengde, tonn:	16 500 (i 1981)
År som deponeringen startet:	1977
Samlet deponert slammengde, tonn:	70 000 (39 000 m <sup>3</sup> )
Slamlagets tykkelse, (maks, min, middel)m:	17, 2, 13
Areal, m <sup>2</sup> :	ca 6 000 (toppareal)
Bunnmateriale:	Morenegrus .X., Fjell .X., Jord ...,
Drenering under fyllingen:	Ja ..., Nei .X.,
Dekkmateriale:	Sand/grus ..., Jord ..., Slagg .X. (delvis)
Sigevannmengde:	Vet ikke
Resipient:	Elv ..., Bekk ..., Sjø .X., Grunnen .X.,
Tas det prøver av sigevannet:	Ja ..., Nei .X.,
Analyseresultater for sigevann:	Tabell 2.6

Bedriftens kommentarer:

Av den deponerte slammengde på 39 000 m<sup>3</sup> (70 000 tonn) er ca 7 000 m<sup>3</sup> transportert bort fra hoveddeponiet ved bedriften til et nedlagt lite grustak hos en gårdbruker i Sauda (godkjent av SFT, 1979). Det påfylte området er dekket med slagg/grus og matjord. Området er nå jordbruksareal, selve hoveddeponiet ved bedriften rommer nå ca 50 000 m<sup>3</sup> fyllmasse. Denne fyllmassen består av vel 30 000 m<sup>3</sup> slam fra vannrenseanlegget og ca 20 000 m<sup>3</sup> slagg/manganoksydstøv.

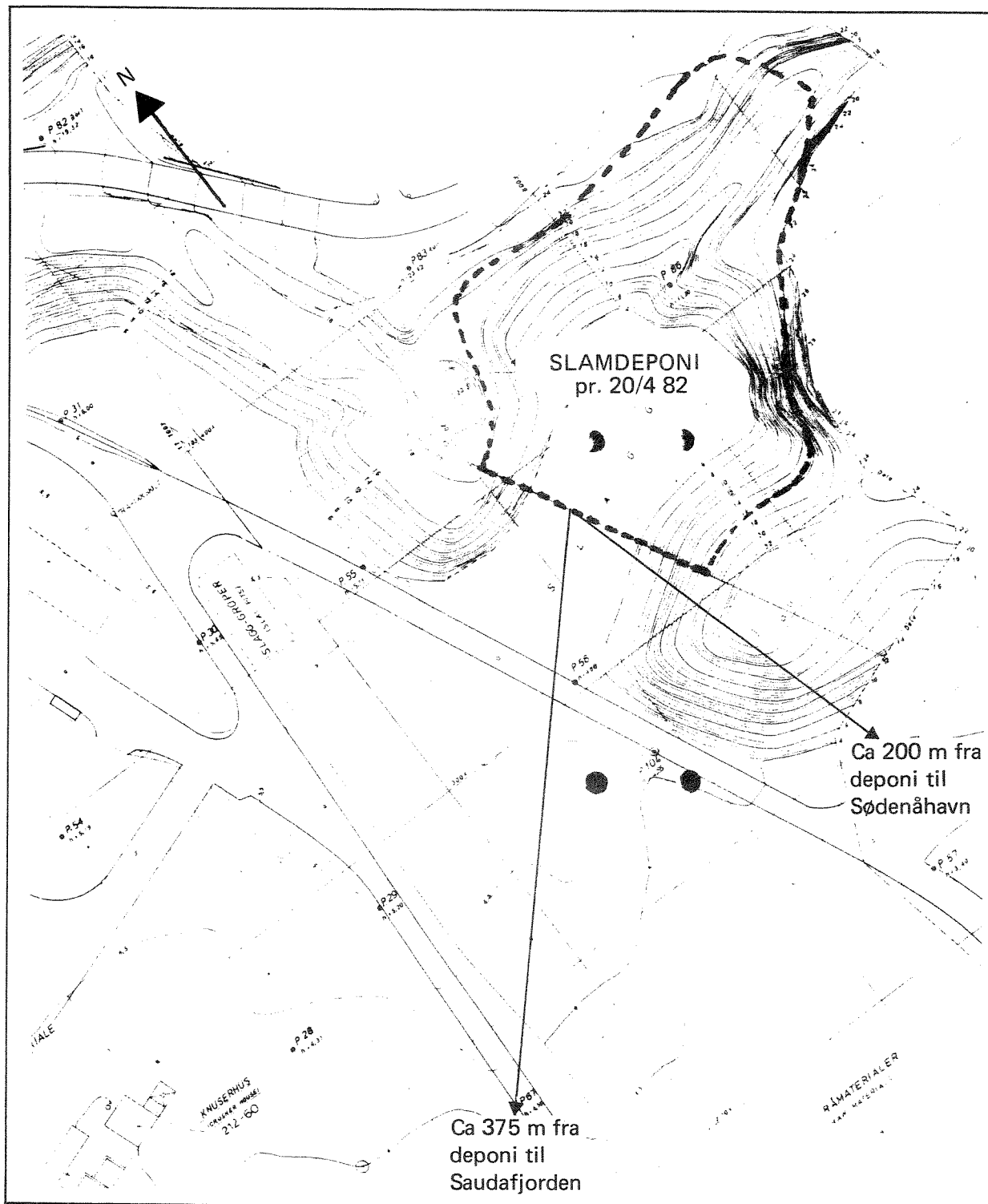
Tabell 2.5. Slamanalyser oppgitt av Sauda Smelteverk (% av tørt slam).

Komponent		Middel <sup>x)</sup>	Maks	Min.
Mn	%	28,2	35,0	22,6
Si	"	8,7	12,1	6,0
C	"	19	25,7	15,0
Al	"	1,1	1,53	0,87
Ba	"	0,18	0,22	0,12
Ca	"	2,3	4,4	0,80
Cd	"	0,02	0,02	0,01
Fe	"	2,4	4,0	1,5
K	"	1,7	2,4	1,2
Mg	"	1,5	2,8	0,90
P	"	0,14	0,24	0,07
Zn	"	0,95	1,30	0,55
Tørrestoff	"	47	50	44

x) Middell av 12 månedlige slamblandprøver, 1981 etter daglig prøvetaking fra vakumtrommelfilter.

Tabell 2.6. Analyser av sigevann fra slamdeponi i Sødénåhavn, Sauda Smelteverk, 1977.

Komponent	Variasjonsområde	Antall analyser
pH	6,4 - 7,3	8
Suspendert stoff, mg/l	8 - 108	10
Mangan, oppløst mg Mn/l	5 - 21	10
Sink, " mg Zn/l	0,1 - 0,7	10
Bly, " mg Pb/l	0,01	2
Cyanid " mg CN/l	0,4 - 0,1	8



Figur 2.2. Suda Smelteverks slamdeponi på bedriftsområdet.

## 2.4 Tinfos Jernverk A/S, Notodden

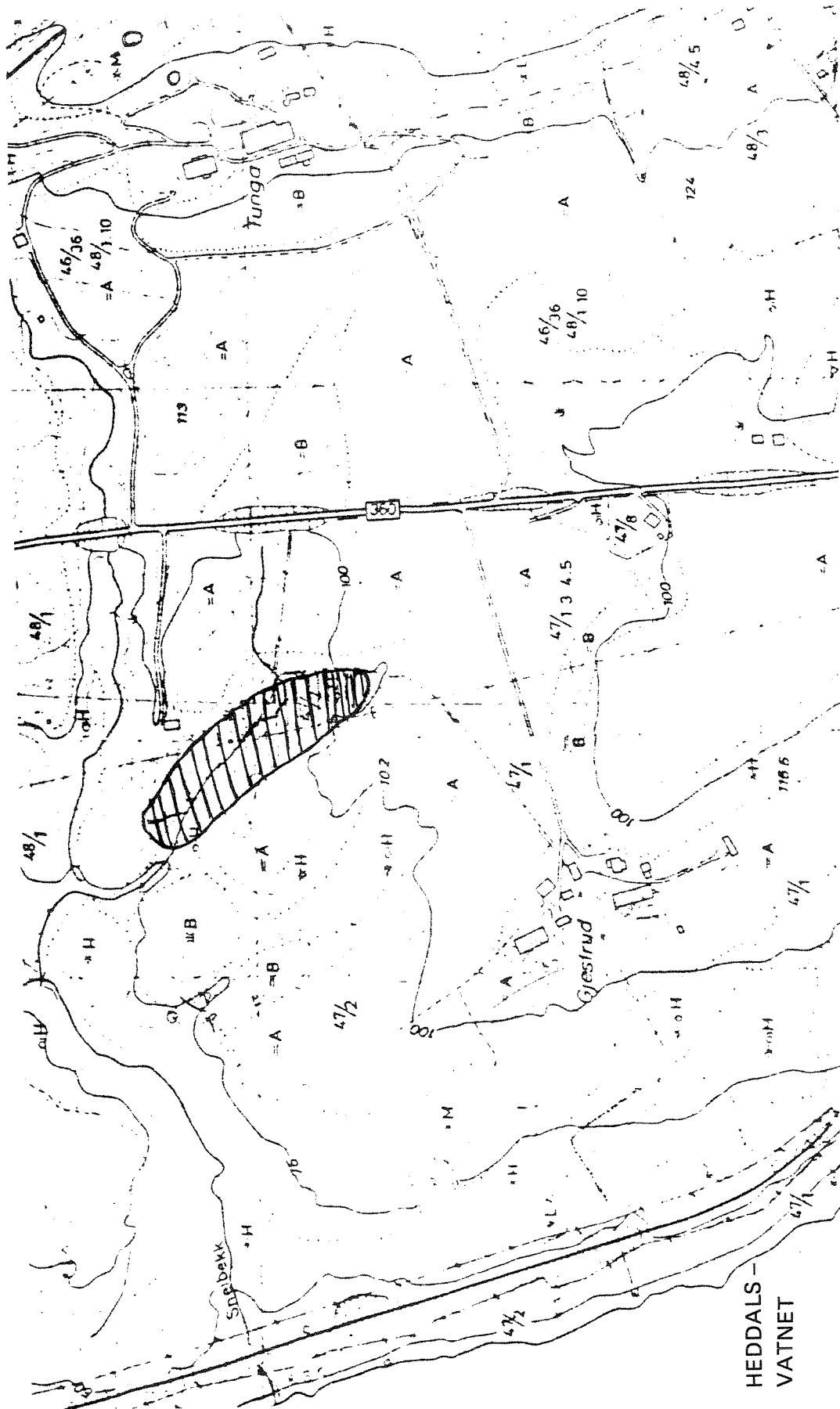
Produksjon av silikomangan er ca 50 000 tonn pr år. Den deponerte slammengden er ca 4 000 tonn pr. år beregnet som tørt slam (tabell 2.8). Det deponeres sammen med slagg på et nytt deponi i et dalsøkk ved gårdene Tunga, Gjestrud og Flaathen-Gjestrud i Notodden kommune (figur 2.3). Slammet består særlig av mangan- og silisiumoksyder og karbon (tabell 2.7). Bedriften har foreløpig ikke analysert sigevann. Produksjonen av silikomangan ble nedlagt ved årskiftet 1982/83.

Tabell 2.7. Slamanalyser oppgitt av Tinfos Jernverk, Notodden (% av tørt slam).

Komponent	Slam, 9.10. 1974
SiO <sub>2</sub> %	32,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "	4,1
FeO "	12,1
MnO "	15,4
MnO <sub>2</sub> "	10,1
CaO "	4,5
MgO "	2,6
Tot.S "	0,4
C "	14,1
CO <sub>2</sub> "	1,8
Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O "	1,9

Tabell 2.8 Slamdeponering ved Tinfos Jernverk, Notodden.  
Svar på spørreskjema, april 1982.

Produksjon, tonn/år: 50 000 (SiMn). Nedlagt SiMn produksjon 1.1.83
Produsert slammengde, tonn/år: ca 4 000, tørt slam Tørrestoffinnhold: ca 50 - 60 % Hovedkomponenter: SiO <sub>2</sub> , MnO, MnO <sub>2</sub> , FeO, C, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO Slamanalyser: se tabell 2.7
Deponiets plassering: Figur 2.3 Årlig deponert slammengde, tonn: 4 000 (tørt slam) År som deponeringen startet: Vinteren 1982 Samlet deponert slammengde: - Slamlagets tykkelse (maks, min, middel): - Areal m <sup>2</sup> : - Bunnmateriale: Sand/grus ..., Fjell ..., Jord .X., Annet ..., Leire .X. Drenering under fyllingen: Ja .X., Nei ..., Dekkmateriale: Sand/grus ..., Jord ..., Slagg ..., Sigevanmengde: Ikke målt Resipient: Elv ..., Bekk .X., Sjø ..., Grunnen ..., Tas det prøver av sigevannet: Ja ..., Nei ..., Analyseresultater for sigevann: Foreløpig ingen data.



Figur 2.3. Tinfos Jernverks slamponeringsområde sør Notodden, mellom Hedda Isvatn og Rv. 360.

## 2.5 Tinfos Jernverk A/S, Øye Smelteverk

Bedriften deponerer ca 12 500 tonn slam/år (45 % tørrstoff) i deponiet på Fosselandsheia mellom Feda og Flekkefjord ca 10 km fra Øye Smelteverk (figur 2.4). Deponeringen startet i 1977 og det er tilsammen deponert ca 61 700 tonn slam (tabell 2.9). Slammet inneholder særlig mangan- og silisiumoksyder (tabell 2.10).

Bedriften gjennomførte i 1980 et forholdsvis omfattende analyseprogram for sigevannet og for 5 andre stasjoner i Sagevassdraget. Resultatene for alle stasjonene er rapportert samlet av Rosseland et al. (1981). Disse undersøkelsene viste at avrenningsvannet fra deponiet hadde et meget høyt innhold av alkaliske komponenter, særlig kalium og natrium. Gjennomsnittlig pH i sigevannet var ca 10,2 (tabell 2.11).

På grunnlag av analyseresultater og målinger av vannmengden (8 observasjoner i 1981) ble de gjennomsnittlige avløpsmengder fra deponiet beregnet til (Rosseland et al., 1981):

Komponent	Transportmengde
K	57,3 kg/dag
Na	10,7 "
Mn	1,6 "
Mg	0,5 "
Ca	0,5 "
Fe	0,2 "
Zn	51,2 g/dag
Pb	15,3 "
Al	13,1 "
Cu	1,4 "
Cd	0,8 "
Ni	0,7 "
Cr	0,4 "
TP (total fosfor)	20,5 "
Alkalitet	1,59 kekv/dag

Samtlige analyser er foretatt på ufiltrerte vannprøver.

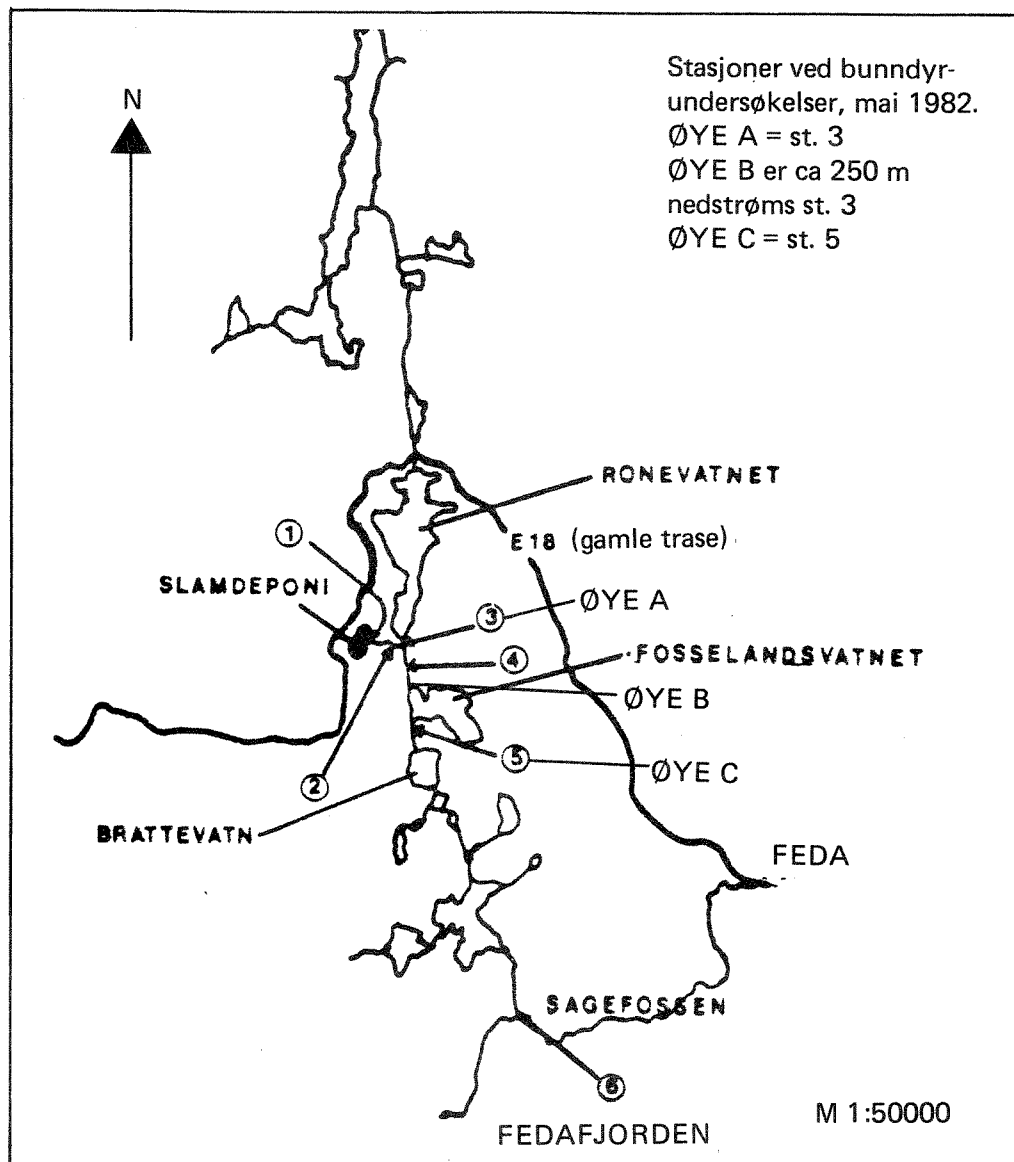


Tabell 2.9. Slamdeponering ved Tinfos Jernverk A/S, Øye Smelteverk.  
Svar på spørreskjema, april 1982.

Produksjon, tonn/år: 80 000 FeMn 50 000 SiMn
Produsert slammengde, tonn/år: 12 500 Tørrestoffinnhold: 45 % Hovedkomponenter: Mn-oksyder, Si-oksyder og karbonater Slamanalyser: se tabell 2.10
Deponiets plassering: Fosselandsheia ved Sagevassdraget, figur 2.4 Årlig deponert slammengde, tonn: 12 500 År som deponeringen startet: 1977 Samlet deponert slammengde, tonn: 61 700 Slamlagets tykkelse, (maks, min, middel), m: 10, 2, 6 Areal, m <sup>2</sup> : 6 300 Bunnmateriale: Sand/grus ..., Fjell ..., Jord ..., Stein,grus .X Drenering under fyllingen: Ja .X., Nei ... Dekkmateriale: Sand/grus ..., Jord ..., Slagg .X., Annet ..., Sigevanngmengde, m <sup>3</sup> /døgn: ca 50 Resipient: Elv .X., Bekk .X., Sjø ..., Grunnen ..., Tas det prøver av sigevannet: Ja .X., Nei ..., Analyseresultater for sigevann: Tabell 2.11

Tabell 2.10 Slamanalyser Øye Smelteverk, analyser på tørr basis (%), 1977.

Komponent	Prøver 1977						
	1	2	3	4	5	6	7
H <sub>2</sub> O %	55,8	68	51,8	56,8	51,4	51	51,6
Gl.tap "	28,8	18,7	23,6	27,4	26,7	24,9	23,8
Mn "	22,7	35	33,9	31,5	29	22,1	29,6
MnO <sub>2</sub> "	(35,9)	(55,4)	(53,6)	(49,8)	(45,9)	(35,0)	(46,8)
SiO <sub>2</sub> "	20,9	5,4	5,0	5,2	8,9	19,2	9,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "	2,0	2,1	1,95	2,1	1,9	2,2	2,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "	1,3	2,1	1,8	2,35	1,9	1,2	2,0
K <sub>2</sub> O "	3,4	1,95	3,4	4,7	4,2	4,95	4,6
Na <sub>2</sub> O "	0,6	0,4	0,6	0,8	0,7	0,9	0,7
CaO "	2,9	1,9	2,0	2,4	2,2	3,1	2,1
MgO "	4,2	1,6	1,6	1,3	2,2	3,8	2,9
XO "	0,13	0,16	0,11	0,16	0,11	0,19	0,12
ZnO "	1,7	2,5	3,8	2,8	2,8	2,2	2,5
Pb "	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
Cd "	0,03	0,025	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Cu "	0,002	0,020	0,110	0,008	0,012	0,016	0,010
Mo "	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ni "	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004



Figur 2.4. Øye Smelteverks slamdeponi mellom Feda og Flekkefjord. Nedre del av Sagevassdraget med prøvetakingsstasjoner ved de tidligere undersøkelser (Rosseland et al., 1981).

Prøvetakingsstasjoner (Rosseland et al. 1981):

- 1 - overløp fra kummen ved slamdeponiet. Vannføring ble målt samtidig.
- 2 - Bekken fra slamdeponiet ca 50 m før samløp med hovedvassdraget.
- 3 - Utløpet av Ronevatnet før samløp med bekken fra slamdeponiet.
- 4 - Hovedvassdraget ca 50 m nedstrøms samløp mellom 2 og 3.
- 5 - Utløpet av Fosselandsvatnet.
- 6 - Sagefossen.

Tabell 2.11. Sigevannanalyser, Øye Smelteverk, (Stasjon 1, 8 observasjoner, 1980).

Komponent		Midde1	Std.avvik	Maks.	Min.
Surhetsgrad	pH	10,17	0,12	10,3	10,0
Konduktivitet	µS/cm	6284	889	8200	5100
Kalsium	mg/l	6,3	3,4	14,4	3,9
Magnesium	"	6,1	5,0	18	2,4
Natrium	"	239	107	450	140
Kalium	"	1221	285	1650	800
Alkalitet	mekv/l	35	6,5	46	25
Aluminium	µg/l	353	243	739	110
Total fosfor	"	512	212	780	198
Jern	mg/l	2,1	2,0	6,9	1,0
Mangan	"	24	43	126	0,55
Kobber	µg/l	28	15	64	19
Krom	"	8,3	3,9	17	3,8
Nikkel	"	14,6	6,0	28	10
Sink	"	1178	2524	7390	50
Bly	"	327	640	1890	29
Kadmium	"	14	21	65	1,05

### 3. VANNKJEMISKE UNDERSØKELSER I 1982

#### 3.1 Prøvetaking

##### PEA, Porsgrunn

Vannprøver ble tatt fra bekken som renner gjennom Øvstveitmyra, ca 100 m nedenfor deponiet. Prøvene ble tatt 25. mai og 8. oktober 1982. Vannføringen i bekken var omtrent normal. Det var ingen separat ledning som innholdt sigevann. Vannet fra deponiet synes å sige via grunnen til bekken.

##### Sauda Smelteverk

Ved befaring 24. mai 1982 var det ingen avrenning fra deponeringsplassen som lå inne på bedriftens område ca 100 m fra sjøen. Nedbøren siger ned i deponiet og forsvinner. Derfor ble det ikke tatt noen vannprøver.

##### Tinfos Jernverk, Notodden

Ved befaringen den 25. mai ble det tatt vannprøve av bekken som var lagt i rør gjennom det gamle deponiet ved Tinnes gård. Området var

tidligere brukt til deponering av bl.a. manganslam. Deponiet var overdekket med jord og tilsådd med gress.

I løpet av våren og sommeren var det deponert manganslam på det nye deponiet i dalsøkket ved gårdene Tunga, Gjestrud og Flaathen-Gjestrud, sør for Notodden. Ved prøvetakingen den 8. oktober ble vannprøver tatt ca 400 m nedstrøms deponiet fra utløpet av drensledning, der den munnet ut i en åpen bekk.

#### Øye Smelteverk

Ved begge prøvetakingene 24.5 og 3.10 ble sigevannsprøvene tatt fra V-overløpet i målekummen som er bygget på drensledningen fra deponiet.

### 3.2 Analyseresultater - vannkjemi, 1982

Sigevannsanalysene for hvert av deponiene viser at pH varierte mellom 6,4 og 10,1 ved prøvetakingene (tabell 3.1). Vannet på prøvetakingsstedene var i varierende grad fortynnet med vann som ikke har vært i kontakt med manganslammet. Derfor viser analyseresultatene stor spredning. Ved Øye Smelteverks deponi var det mulig å få tatt prøve av sigevannet som kom ut av deponiets drensledninger før det ble fortynnet med annet vann. Dette var ikke tilfelle i samme grad ved de andre deponiene, noe som også gjenspeiles i analyseresultatene.

#### PEA, Porsgrunn

Bekken nedstrøms deponiet var noe påvirket av tilsig fra deponiet. Konduktiviteten er omkring 10 ganger større enn i upåvirket overflatevann (Konduktiviteten er oppgitt i mS/m målt ved 25 °C, mot tidligere gitt som µS/cm, målt ved 20 °C. Konduktivitet oppgitt i mS/m må multipliseres med ca 10 for å sammenlignes med tidligere tall oppgitt i µS/cm og 20 °C).

Manganinnholdet (0,17 - 0,12 mg Mn/l) var en del større enn det man normalt finner i upåvirkede vassdrag. Det var også noe høyere enn det generelle kvalitetskravet for drikkevann som er på 0,1 mg Mn/l (SIF, 1976), (tabell 3.3). Innholdet av bly, sink, kadmium og kvikksølv var lavere enn kvalitetskravet for drikkevann.

Ved prøvetakingen 7.10 var derimot fenolinnholdet i bekken en del høyere enn kravet til drikkevann som er på 0,001 mg/l. Det samme gjelder for cyanid hvor drikkevannskravet er på 0,01 mg CN/l.

Den totale PAH-konsentrasjon i bekken var 1,8 µg/l og 3,4 µg/l ved de to prøvetakingene (tabell 3.2). Dette er forholdsvis høyt sammenlignet med f.eks. et totalt PAH-innhold på 0,058 µg/l som er registrert i drikkevann fra Oset vannverk, Maridalen, Oslo (tabell 3.4).

#### Tinfos Jernverk, Notodden

Prøven fra bekken som er lagt i rør gjennom det gamle deponiet ved Tinnnes gård hadde en forholdsvis høy farge (tabell 3.1). Konduktiviteten tyder på at bekken var ikke særlig påvirket av alkaliske komponenter fra deponiet. Derimot inneholdt vannprøven en del PAH, som muligens kommer fra manganslammet.

Prøven fra avløpsledningen ved det nye deponiet (tabell 3.1) var mer forurenset og bl.a. manganinnholdet og fenolinnholdet viser at vannet var påvirket av tilsig fra deponiet.

#### Øye Smelteverk

Vannprøvene besto av nærmest uforynnnet sigevann og pH og konduktivitetstallene viser at en del alkaliske stoffer utvaskes fra slammet. Manganinnholdet var særlig høyt ved den ene prøvetakingen (4,4 mg Mn/l). Innholdet av sink, kadmium og bly var ikke vesentlig større enn for prøvene fra de andre deponiene. Derimot var konsentrasjonene av cyanid, fenoler og total PAH en del høyere. Dette skyldes antagelig at sigevannet i utløpskummen ved Øye Smelteverks deponi er mindre fortynt enn vannprøvene tatt ved de andre deponiene.

Noe av det mest bemerkelsesverdige med disse undersøkelsene sammenlignet med utvaskingstestene som ble gjort i lab.-skala, er at manganinnholdet i sigevannet var atskillig større enn i vannet som hadde trengt igjennom kolonner fylt med manganslam (Tryland, 1976). I utvaskingsforsøkene var det høyeste registrerte manganinnholdet på 0,14 mg Mn/l, mens maksimalinnholdet i sigevannsundersøkelsene var 4,4 mg Mn/l (Øye Smelteverks deponi, oktober 1982). Årsaken til de forskjellige manganverdiene kan bl.a. være ulik oppholdstid, annen råvannskvalitet og andre redoks-forhold i slamdeponiet enn i utvaskingstestene.

Tabell 3.1 Resultater fra sigevannsanalyser, 1982.

Komponent	PEA Porsgrunn		Tinfos.J Notodden		Tinfos J. Øye Smeltev.	
	25.5	7.10	25.5	7.10	24.5	3.10
pH	8,6	6,4	7,1	6,4	10,1	8,7
Konduktivitet, mS/m	66	97	8	53	468	135
Suspendert tørrstoff mg/l	3,5	-	6,4	19	1,7	2,7
Turbiditet, JTU	1,3	1,0	1,3	8,3	1,4	3,7
Farge mgPt/l	78	54	105	400	388	200
Kalium mgK/l	-	115	-	54	-	-
Mangan µgMn/l	170	120	31	1380	220	4410
Sink µgZn/l	<10	<10	10	20	10	20
Kadmium µgCd/l	0,3	<10	<0,1	<10	0,2	<10
Bly µgPb/l	2	10	1,0	<10	15	10
Kvikksølv µgHg/l	<0,07	-	<0,07	-	<0,07	-
Fenoler µg/l	<2	23	<2	21	38	31
Cyanid tot µgCN/l	2	32	<5	14	770	100
PAH tot µg/l	1,8	3,4	2,5	8,7	-	33,4

Porsgrunn: Prøver fra bekk, Øvstveitmyra, ca 100m nedstrøms deponi.

Notodden: Prøve 25.5 tatt fra drensledning, deponi ved Tinnes gård.  
Prøve 7.10 tatt fra utløp av drensledning ved det nye deponi.

Øye: Prøver av sigevann fra deponi, tatt fra V-overløp i målekum.

Tabell 3.2 PAH i sigevann (ng/l), 1982.

PAH-forbindelser	PEA Porsgrunn		Tinfos J. Notodden		Tinfos J. Øye
	25.5	7.10	25.5	7.10	3.10
Naftalen				50	520
2-Metylnaftalen				60	160
1-Metylnaftalen		10			
Eifenyl				40	
Acenaftalen		92		150	
Acenaften		54		280	
4-Metylbifenyl					
Dibenzofuran		46		410	
Fluoren			57	440	130
9-Metylfluoren					
3.10-Dihydroantracen					
2-Metylfluoren					80
1-Metylfluoren				20	
Dibenzothiophen				170	170
Fenantren	28	87	117	710	2720
Antracen	17	41	235	280	3440
Acridine					
Carbazole					
2-Metylantracen			27	190	1900
1-Metylfenantren				50	200
9-Metylantracen					
Fluoranten	154	629	600	1890	4040
Pyren	449	1176	423	1730	11390
Benzo(a)fluoren	44	13		60	310
Benzo(b)fluoren		16		50	130
1-Metylpyren					
Benzo(c)fenantren		39		40	280
Benzo(a)antracen	154	177	74	300	1430
Trifenylen/Chrysen	285	224	251	490	1600
Benzo(b)fluoranten	212	318	239	580	1640
Benzo(j,k)fluoranten	88		92		550
Benzo(c)pyren	114	148	127	240	900
Benzo(a)pyren	148	116	97	170	810
Perylen		19		20	160
0-Phenylncpyren	95	71	86	100	360
Dibenz(a,h)antracen		54		70	80
Picen					
Benzo(ghi)perylene	54	79	41	130	450
Anthanthrene					
Coronen					
Sum	1842	3409	2466	8720	33450



I lab.-testene var pH i vannet etter utvaskingen mellom 11,1 og 10,7 for ferskt slam og mellom 10,6 og 9,4 for ett år gammelt slam. Disse pH-verdiene viser en forholdsvis god overenstemmelse med sigevannsanalysene for Øye Smelteverk, pH 8,7 (mai -82) og pH 10,1 (oktober -82). I DVFs undersøkelse i 1980 var sigevannets gjennomsnittlige pH 10,2, med min - maksverdier på pH 10,0 og 10,3 (Rosseland et al., 1981).

Når det gjelder PAH viser sigevannsanalysene god overenstemmelse med laboratorieresultatene. Fenoler og cyanider ble derimot utvasket i sterkere grad i laboratorieforsøkene dersom man sammenligner konsentrasjonene i vannfase.

Tabell 3.3. Generelle kvalitetskrav til drikkevann for noen komponenter (SIFF, 1976).

Fargetall	mg Pt/l	< 15
Turbiditet	FTU	< 1
Bly	mg Pb/l	< 0,05
Kadmium	mg Cd/l	< 0,0005
Mangan	mg Mn/l	< 0,1
Sink	mg Zn/l	< 0,3
Cyanid	mg CN/l	< 0,01
Fenoler	mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/l	< 0,001

Tabell 3.4. Bakgrunnsanalyser av PAH i norske vanntyper (Berglind, 1977).

Prøve nr.		PAH				
		1	2	3	4	5
Benzo(a)pyren	µg/l	-	0,005	0,04	0,07	0,03
Sum PAH	"	0,058	0,144	2,28	7,1	0,126

- ikke registrert

- Prøve nr. 1: Råvann fra Oset vannverk, Maridalsvatn, august 1977  
" " 2: Bekk i Nordland fylke 5 km fra smelteverk,  
tatt 21/6-1977  
" " 3: Akerselva i Oslo ved Foss mølle, tatt 14/1-1977  
" " 4: Havnebasseng i Oslo, 0,2 m dyp, tatt 19/1-1977  
" " 5: Oslofjorden mellom Filtvedt og Drøbak, 0,2 m dyp,  
tatt 19/1-1977.

Analyseresultatene i tabell 3.4 er forholdsvis gamle og det finnes nyere data for PAH i overflatevann, nedbør, drikkevann og avløpsvann. Det er f.eks. funnet følgende totalinnhold for PAH i drikkevann (Berglind, 1980):

- Bærum vannverk,  
15.12. - 20.12.1978                      0,124 µg/l tot.PAH
  
- Oset rense- og pumpeanlegg,  
21.10. - 2.11.1978                      0,067 µg/l tot.PAH
  
- Oppegård vannverk,  
9.1. - 17.1.1979                      0,518 µg/l tot.PAH

Forøvrig nevnes at Statens institutt for folkehelse (SIFF) foreløpig ikke har satt noen grense for PAH i drikkevann.

#### 4. VIRKNINGER PÅ RESIPIENTENS BUNNFAUNA

##### 4.1 Innledning

Innsamling av større bunndyr (makrovertebrater) har lenge vært en viktig del av generelle og problemrettede vassdragsundersøkelser. Det som særlig gjør disse organismene velegnet til å studere vassdragets vannkvalitet er at de gjennom sitt livsløp gir et integrert bilde av tilstanden i vassdraget over lang tid og dermed responsen på den samlede miljøpåvirkning. Ved slike undersøkelser får man et bilde av påvirkningens størrelse og utstrekning i vassdraget, og ofte kan slike miljøforandringer spores i bunndyrsammfunnets struktur og funksjonelle oppbygning før dette kan registreres ved fysisk- kjemisk prøvetaking i resipienten. Bunndyrene er videre viktige næringsobjekter for fisk, samtidig som de har betydning for vassdragets selvrensingsevne.

Det innsamlede bunndyrmateriale beskriver situasjonen på utvalgte avsnitt av resipientene, samtidig som det er et referansemateriale for eventuelle fremtidige undersøkelser. Bunndyrmaterialet er fiksert og arkivert ved NIVA, og vil være tilgjengelig ved eventuelle nye undersøkelser i disse vassdragene.

##### 4.2 Metode og materiale

Ved undersøkelsene av prøvetakingsstedene ble det benyttet en standardisert håvmetode for å få et kvalitativt bilde av organismesamfunnet på stasjonene (Aanes, 1979). Det ble brukt en sirkulær håv med en diameter på 30 cm og maskevidde på 0,25 mm. Under prøvetakingen settes håven ned mot elvebunnen med åpningen mot strømmen. Substratet omrøres med støvelen og opphvirvlet bunnmateriale oppfanges i håven. Dette foregår i ett minutt, mens man beveger seg jevnt mot strømmen. Innholdet i håven tømmes i prøveflaske. Prosedyren ble gjentatt 2 ganger ved disse undersøkelsene. Organismer som sitter fast på steinene (f.eks. snegl, flere vårfluer og knott) blir lett underrepresentert i prøven. Ved å håndplukke noen steiner, får man også et inntrykk av dette faunaelementet.

Det er tatt bunndyrprøver fra i alt 4 stasjoner Øye A, B, C og PEA 1, se henholdsvis figur 2.4 og figur 2.1. To av disse ligger i resipienten nedstrøms deponiet til Øye Smelteverk, mens én stasjon ligger oppstrøms (referansestasjon). En stasjon ligger i vassdraget nedstrøms PEAs deponi på Øvstveitmyra, Skjelvik. Materialet bygger på prøvetakinger 24. og 25. mai 1982.

#### 4.3 Resultater - Sagevassdraget (Øye Smelteverk)

I tabell 4.1 er de forskjellige hovedgruppene i bunndyrmaterialet fra undersøkelsene stilt sammen. Tabellen viser antallet av de enkelte gruppernes og deres prosentvise fordeling innen bunndyrsamfunnet på stasjonene. Materialet omfatter bare en prøvetaking på hver stasjon i vassdraget. Det antas imidlertid at materialet gir et realistisk bilde av vår-situasjonen i vassdraget.

##### Stasjon Øye A

Denne stasjon ligger i kanalen like nedenfor demningen ved utløpet av det regulerte Ronevatnet (132 m.o.h., nedbørfelt 9 km<sup>2</sup>), og 50 m oppstrøms samløpet med bekken fra deponiet til Øye Smelteverk. Bunnsubstratet består her av stein i varierende størrelse, med noe finere materiale (sand og grus) og endel mose.

Bunnfaunaen på Øye A viser en sammensetning som er karakteristisk for utløpsområder fra demninger, hvor samfunnet hovedsaklig er bygget opp av arter og grupper som filtrerer sin føde fra vannmassen (tabell 4.1). Denne gruppen (nettspinnende vårfluer, fjærmygg og knott) utgjør her hele 98,8 % av materialet. Særlig stor var tettheten av nettspinnende vårfluer som med sine nett dekket det meste av steinene og andre større gjenstander i elven. Den dominerende arten var Neureclipsis biomaclata. Det som ellers er karakteristisk for materialet fra Øye A er mangelen på flere bunndyrgrupper som er viktige næringsdyr for fisk (steinfluer, døgnfluer m.fl.). Fysisk - kjemiske undersøkelser har vist at vannet her er forsuret; pH-middel 4,47, pH-maks. 4,76, pH-min. 4,1 (Rosseland et al. 1981). Surheten har i stor grad påvirket bunndyrsamfunnet. Karakteristisk i denne sammenheng er den nesten totale mangel på døgnfluer. Det ble funnet én døgnflue av arten Leptophlebia sp. og dette

er en av de mest syretolerante døgnfluene som finnes her i landet. Ellers ble det registrert et relativt stort innslag av fjærmygg og knott og et mindre innslag av biller og buksvømmere.

Materialet for Øye A, som her nyttes som referansestasjon er altså dominert av filtratorer. Bunndyrsamfunnet er i meget stor grad bestemt av den lave pH verdien på dette avsnittet av vassdraget.

#### Stasjon Øye B

Denne stasjonen ligger ca 200 m nedstrøms samløpet med dreinsvannet fra deponiet og like oppstrøms innløpet i Fosselandsvatn (118 moh, nedbørfelt 10 km<sup>2</sup>). Elven går her i småstryk og bunnen består av stein i varierende størrelse samt noe grus, og et stort innslag av dødt organisk materiale tilført fra nedbørfeltet.

Bunnfaunaen på denne stasjonen har en sammensetning som avviker sterkt fra Øye A. Bunndyrtettheten er vesentlig mindre sammenlignet med de to andre stasjonene i vassdraget. Videre viser resultatene (tabell 4.1) at det her er en jevnere fordeling mellom de ulike grupper i bunndyrsamfunnet. Faunaen på Øye B er også blitt noe rikere ved at steinfluer nå er representert i materialet. Døgnfluene ble imidlertid ikke registrert i dette materialet.

Ved befaringen i mai ble det registrert store endringer i bunndyrsamfunnet på elveavsnittet mellom Ronevatn og Fosselandsvatn. Dette kan til en viss grad tilskrives naturlige forhold som endrede miljøforhold f.eks. endringer i substratet, vannføring (flommer, utspyling) og næringstilgangen for bunndyrene. Men endringene er så store at det er vanskelig å tro at disse naturlige egenskapene knyttet til selve vassdraget alene kan ha medført slike forandringer i bunnfaunaen.

De tidligere fysisk-kjemiske undersøkelser har vist at vannet på Øye B på mange måter har endret karakter (Rosseland et al., 1981). Avløpsvannet fra deponiet har blant annet hevet den midlere pH verdien fra pH 4,5 (utløp Ronevatn) til 5,2 (50 m nedstrøms samløp fra deponi) noe som sannsynligvis har bidratt til å endre bunnfaunaen på Øye B. I perioder er det imidlertid registrert meget lave pH-verdier på denne stasjonen

(pH 4,05) (Rosseland et al., 1981). I tillegg kan antagelig dreinsvannet fra deponiet i perioder føre til betydelige variasjoner i konsentrasjonen av metaller og andre forbindelser i vassdraget nedenfor tilslaget fra deponiet. Dette fører til at miljøforholdene på vassdragsavsnittet blir ustabile, noe som begrenser muligheten for at bunndyr kan etablere seg og bygge opp større populasjoner.

#### Stasjon Øye C

Stasjonen ligger like nedstrøms utløpet av Fosselandsvatn, og oppstrøms en gammel veibro. Elven er her noe roligere enn på Øye B og substratet består hovedsaklig av grus og sand med endel høyere vegetasjon. Stasjonen ligger ved utløpet av et vann og preges av dette. Den dominerende filtratorgruppe er her knott som utgjør ca 92 % av bunnfaunaen på prøvetakingstidspunktet (tabell 4.1). Blant de andre hovedgrupper dominerer fjærmygglarver og utgjør vel 6 % av bunndyrene i materialet. I forhold til de to andre stasjonene lengre oppe i vassdraget er det her kommet til to nye grupper i bunnfaunaen dvs. vannmidd og øyestikkere, mens vannbiller og buksvømmere ikke lenger ble registrert i materialet. Selv om nye grupper er kommet til i bunnfaunaen blant annet som følge av en heving av vannets pH til 5,1 - 6,0, er tettheten så lav at næringsgrunnlaget for fisk synes å være svakt på prøvetakingstidspunktet. Ellers synes det som om Fosselandsvatn virker som en buffer og reduserer effekten av dreinsvannet fra deponiet, slik at virkningen på bunnfaunaen her er vanskelig å spore.

#### 4.4 Sammendrag - Sagevassdraget

Bunnfaunaen i Sagevassdraget har en sammensetning og en tetthet som i stor grad er utformet av naturlige forhold. Vassdragets lave pH-verdi er av stor betydning for bunnfaunaens sammensetning.

Det alkaliske dreinsvannet fra deponiet hever vassdragets pH. Dette resulterer i en noe mere variert fauna på strekningen ned mot Fosselandsvatn, men samtidig avtar tettheten i bunnfaunaen her meget sterkt. Dette kan antagelig settes i sammenheng med at det på st. Øye B er målt store svingninger i enkelte fysiske - kjemiske parametre (pH, metaller og andre forbindelser) noe som antagelig skyldes dreinsvannet.

Nedstrøms Fosselandsvatn, på st. Øye C, er bunndyrtettheten omtrent som på stasjonen Øye A ovenfor samløpet. Sammensetningen er imidlertid noe anderledes og mere variert. Grupper som ikke er så tolerant for lave pH er her representert.

#### 4.5 Resultater - bekk Øvstveitmyra (PEA, Porsgrunn)

Stasjonen PEA 1 ligger ca 150 meter nedstrøms deponiet på Øvstveitmyra. Bunken på dette avsnittet av vassdraget er sammensatt av et ustabil substrat (silt - sand) med et stort innslag av dødt organisk materiale fra nedbørfeltet (løv, kvist mm.). Det ustabile substratet, og en liten strømhastighet gir dårlige forhold for prøvetaking av vassdragets bunndyrfauna. Ved en eventuell senere prøvetaking må det arbeides med å finne frem til en bedre stasjon, f.eks. noe lengre nede i vassdraget.

Resultatene fra prøvetakingen 25. mai 1982 er stilt sammen i tabell 4.1. I dette materialet finner vi de vanligste bunndyrgruppene og med en sammensetning i overensstemmelse med de lokale forhold. Tettheten er lav med unntak av fjærmygglarver og tildels knott som samlet utgjør knapt 94 % av bunndyrene i materialet. At larver av fjærmygg er så tallrike skyldes nok først og fremst det fine og ustabile substratet. Ellers er det interessant å legge merke til at slekten Baëtis var representert blant døgnfluene med arten B. rhodani. Riktignok er dette den vanligste og ofte mest tolerante arten for forurensninger blant baëtidene, men funnet forteller at pH-verdien i prøvetakingsområdet ligger over pH 5,0 som er nedre grense for slektens pH-toleranse (Rad-dum og Fjellheim, 1982).

#### 4.6. Sammendrag - Øvstveitmyra

Bekken gjennom Øvstveitmyra som mottar dremsvann fra deponiet er lite påvirket, vurdert på grunnlag av brunnfaunaens mengde og sammensetning. Det er ikke funnet noen klare forurensningseffekter i materialet som er basert på én prøvetaking.

Tabell 4.1. Resultater fra faunaundersøkelser 24. og 25. mai 1982. Antall dyr  
dyr i de registrerte dyregrupper.

Dyregruppe	Lokalitet	Sagevassdraget			Øvstveitmyra	
		Øye A Antall %	Øye B Antall %	Øye C Antall %	PEA I Antall %	
Rundmark	(Nematoda)	3 0,1	5 3,9	10 0,5	-	
Fåbørstemark	(Oligochaeta)	1	15 11,7	9 0,5	1 0,4	
Mollusca	(Mollusca)	-	-	-	-	
Steinfluer	(Plecoptera)	-	3 2,3	6 0,3	5 2,0	
Døgnfluer	(Ephemeroptera)	1	-	4 0,2	2 0,8	
Vårfluer	(Trichoptera)	1678 66,8	5 3,9	10 0,5	3 1,2	
Biller	(Coleoptera)	11 0,4	1 0,8	-	2 0,8	
Fjærmugg	(Chironomidae)	347 13,8	89 69,5	127 6,3	181 73,6	
Knott	(Simuliidae)	458 18,2	6 4,7	1843 91,6	49 19,9	
Stankelbein	(Tipulidae)	1	2 1,6	2	3 1,2	
Buksvømmere	(Heteroptera)	8 0,3	2 1,7	-	-	
Vannmidd	(Hydracarina)	-	-	1	-	
Øyenstikkere	(Odonata)	-	-	1	-	
SUM : Antall dyr		2511	128	2013	246	
: Prosent %		99,6	100,1	99,6	99,9	



## 5. VIDEREFØRING

Disse undersøkelsene har bare omfattet enkle og sporadiske feltobservasjoner i 1982. Selv om det her ikke er påvist direkte alvorlige forurensningseffekter bør langtidsvirkninger av deponienes sigevann studeres ved vannkjemiske og biologiske undersøkelser. Dette gjelder særlig for de resipienter hvor sigevann kan påvirke drikkevannskvaliteten gjennom forurensning av grunnvann eller overflatevann.

Et program for langtidsstudier i resipientene bør etableres sammen med lokale representanter, smelteverkene, SFT, Fiskeforskningen og NIVA. Programmet bør ha en langsiktig karakter og må omfatte kjemiske og biologiske effektstudier på egnede og relevante lokaliteter.

Behovet for oppfølgingsundersøkelser i en eller annen form underbygges bl.a. av data innsamlet i DVFs fiskeundersøkelser av Sagevassdraget i 1982. De foreløpige resultatene indikerer at bestandsstrukturen har endret seg nedstrøms deponiet siden undersøkelsene i 1980 og fiskebestanden i Fosselandsvatn har trolig mistet rekrutteringsevnen i perioden 1980 - 1982 (Rosseland, in prep.).

## 6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- De fire norske smelteverkene som produserer manganholdige legeringer deponerer årlig ca 36 000 tonn med avvannet slam. Det består av finfordelt partikulært materiale som er fjernet fra røkgassene i våtvaskevannanlegg. Slammet som felles ut i sedimenteringsanlegg avvannes til et tørrstoffinnhold på 30-50 % før deponeringen.
- Hovedkomponentene i slammet er mangan- og silisiumoksyder, uforbrent karbon samt alkalimetallokxyder. Det inneholder også mindre mengder polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og fenoler. Slammet inneholder en del sink og bly, mens det inneholder lite kobber og kadmium.
- Slammet deponeres i spesialdeponier sammen med slagg fra bedriften. Ved tre av deponiene var det lagt dreneringsledninger under fyllingen. I den største fyllingen er det deponert ca 70 000 tonn (39 000 m<sup>3</sup>) med avvannet slam. To av smelteverkene har foretatt rutinemessige analyser av sigevannets sammensetning. Særlig ved Øye Smelteverks deponi er forurensningsmengdene som deponiet avgir godt klarlagt.
- Undersøkelsene av sigevann/resipientvann ved manganslamdeponiene i mai og oktober 1982 ved PEA, Porsgrunn, Tinfos Jernverk, Notodden og Øye smelteverk tydet ikke på at deponiene på prøvetakingstidspunktet var noen alvorlig forurensningskilde. Deponiene avgir alkaliske stoffer som kan gi pH-økning i resipienten. Dessuten ble det registrert en del mangan samt spor av PAH, cyanid og fenoler i sigevannet. Vannet på prøvetakingsstedene var mer eller mindre fortynnet med vannet som ikke hadde vært i kontakt med manganslammet og analysene viste derfor varierende resultater.
- Undersøkelsene av bunndyr i Sagevassdraget nedstrøms deponiet til Øye Smelteverk viste at sammensetningen var mer variert enn ovenfor deponiet. Bunndyrene besto også av grupper som ikke er så tolerante for lave pH-verdier. På stasjonen nedstrøms deponiet var biomassen redusert sammenlignet med stasjonen oppstrøms deponiet og

dette skyldes trolig effekten av utslipp fra deponiet. I vassdraget ovenfor tilsiget fra deponiet hadde bunndyrene en sammensetning som var typisk for forsurede områder.

I vassdraget nedstrøms PEAs deponi på Øvstveitmyra hadde bunnfaunaen en sammensetning som først og fremst var bestemt ut fra de naturlige forhold og det ble ikke funnet noen klare forurensningseffekter.

Et enkelt program for overvåking av resipientene for de fire deponiene bør etableres sammen med lokale representanter, smelteverkene, SFT, Fiskeforskningen og NIVA. Programmet bør ha en langsiktig karakter og omfatte kjemiske og biologiske effektstudier på egnede og relevante lokaliteter.

## HENVISNINGER

- Aanes, Karl Jan: "Biologiske metoder aktuelle ved overvåking av vannressurser". S. 89 - 101. NIVA 0-75038, 1979.
- Berglind, Lasse: "Undersøkelser av PAH som forurensningskomponent ved deponering av silikastøv. Bakgrunnsanalyser av PAH i norske overflate vann typer". NIVA-rapport, 0-5/76, 27. desember 1977. 10 sider.
- Berglind, Lasse: "Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging av PAH-tilførsler til norske vannforekomster". NIVA-rapport A3-25 (VA-4/80), 27. mars 1980. 48 sider.
- Raddum, G. og A. Fjellheim: "Dyr som lager for miljøinform". Publisert i "Vassdragsovervåking og Vannforskning". Seminar, Finse 13. - 14. september 1982.
- Rosseland, Bjørn Olav, Odd K. Skogheim og Trond Bremnes: "Avrenning fra manganslamdeponi. Vannkjemiske og fiskeribiologiske forhold i Sagevassdraget, Kvinesdal 1980". Ås, oktober 1981.
- SIFF. "Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann". Statens Institutt for forlkehelse, Oslo, januar 1976.
- Tryland, Øivind: "Utvasking av slamprøver fra Tinfos Jernverk A/S (Notodden) og Tinfos Jernverk A/S, Øye Smelteverk". NIVA-rapport 0-97/75 og 0-107/75, 19. juli 1976. 29 sider.
- Tryland, Øivind: "Vannforurensninger ved deponering av slam fra mangansmelteverk. Prosjektforslag". NIVA, 0-80058, 6. juli 1981. 7 sider.

TRY/GUM

29.06.83