

Statens forurensningstilsyn

Nitriden

Oppfølging av kartlagte lokaliteter med spesialavfall

FORPROSJEKT



Prosjekt nr. 1485
SFT-kontrakt nr. 646/91
Mai 1992

JORDFORSK

Senter for jordfaglig miljøforskning

Hovedkontor: 1432 Ås Tel. 09-94 81 00 Fax 09-94 81 10

Distriktskontor: Molde, Tel. 072 58 000

Bodø, Tel. 081 83 222

Tittel: Nitriden. Oppfølging av kartlagte lokaliteter med spesialavfall.
Forprosjekt.**Tilgjengelighet:**

Åpen

Forfatter:

Steinar Sæland

Fagområde: Spesialavfall, miljøgeologi,
marin forurensning**Antall sider:**

33

Stikkord: Deponi, grunnforurensning, tjære
PAH, tungmetaller, olje**Antall bilag:**

1+19

Prosjekt nr.:

1485

Rapport nr.:

7.0903-01/1

ISBN nr.:**Oppdragsgiver:**

Statens forurensningstilsyn, SFT

Kontakt:

Harald Solberg

Bestillingsnr.:

SFT-kontr. nr. 646/91

Kort sammendrag:

SFT har satt i gang oppfølging av registrerte lokaliteter i tilknytning til Nitridens industrivirksomhet. Nitriden drev med produksjon av aluminium og prebakte anoder (1912-1975). På området finnes sjønære deponier med avfall, forurenset grunn, avfall i gruvesjakter, droppsteder for fatavfall i sjø og forurensete bunnsedimenter. Forurensningen preges av tjærestoffer og ovnsavfall.

Forprosjektet definerer problemstillinger og kunnskapsbehov i tilknytning til hver lokalitet, og det blir foreslått en undersøkelsesstrategi for hele prosjektet og for hver lokalitet. Rapporten skal danne grunnlag for innhenting av tilbud på gjennomføring av undersøkelser i en avklarende fase. Undersøkelsene ved samtlige lokaliteter skal gjennomføres for å framskaffe et riktig beslutningsgrunnlag for vurdering av behov for tiltak.

Land/Fylke: Aust-Agder**Kommune:** Arendal**Sted/Lokalitet:** Eydehavn**Kart 1:50.000:** 1611 I Tromøy, 1612 II Tvedestrand**UTM-koordinater:** 32V 4933 64844**Sted:** Ås**Dato:** 19.05.92**Prosjektleder:**

Steinar Sæland

Ansvarlig leder:

for Øistein Vethe

FORORD

I 1990 ble Aust-Agder fylke i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT) kartlagt med hensyn på steder med spesialavfall i deponier og forurenset grunn. I tilknytning til virksomheten ved Det Norske Nitridaktieselskap, senere DNN Aluminium A/S, Eydehavn (Nitriden) i Arendal ble det avdekket en rekke lokaliteter. Opplysningene om stedene kom fram gjennom ulike informasjonskilder, medieoppmerksomhet og Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder sin befatning med saken.

Det er på landsbasis rundt 2000 lokaliteter hvor det er påvist eller mistanke om spesialavfall i grunnen. SFT har fulgt opp den landsomfattende kartleggingen med et program for undersøkelser og tiltak. Målsettingen er så fort som mulig å avklare miljøfaren på alle steder, og fjerne risikoen der det er nødvendig. I handlingsplanen som skal settes i verk prioriteres de lokalitetene på landsbasis der konflikt og forurensningspotensial synes størst. Det dreier seg om ca. 100 steder.

Ved Nitriden satte SFT ved årsskiftet 1991/92 i gang et forprosjekt for å tilrettelegge for undersøkelser. SFT gikk inn i dette arbeidet, for så raskt som mulig å avklare situasjonen i en omfattende sak i forhold til konflikt mot utbyggingsinteresser og fare for miljøskade. JORDFORSK ble engasjert for gjennomføring av forprosjektet.

Forprosjektet tar for seg alle lokaliteter registrert i tilknytning til virksomheten, også steder som i utgangspunktet ble nedprioritert for oppfølging. Dette for å oppnå en helhetlig vurdering av forurensningssituasjonen. Problemstillingene blir beskrevet for hver lokalitet og det blir foreslått en strategi for undersøkelser. Grunnlag for innhenting av tilbud om utførelse er også en del av rapporten.

Forprosjektet er foruten i samarbeid med SFT gjennomført på grunnlag av kontakt med Arendal kommune, bl.a. v/Eydehavn Næringsutvikling A/S, Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder, Arendal Smelteverk a.s. og tidligere ansatte ved Nitriden. Nyttig informasjon og innspill kom fram på den måten.

Forprosjektet er ved JORDFORSK gjennomført av Ola Nordal og Steinar Sæland.

JORDFORSK, tirsdag 19. mai 1992

SAMMENDRAG

SFT har satt i gang arbeidet med oppfølgingen av registrerte lokaliteter med spesialavfall i deponier og forurenset grunn ved Det Norske Nitridaktieselskap/DNN Aluminium A/S (Nitriden) i Arendal. I første omgang innebærer det et arbeid for å avklare forurensningssituasjonen ved lokalitetene for å framskaffe et beslutningsgrunnlag for vurdering av behovet for tiltak. Oppfølgingen av steder blir prioritert etter en definert alvorlighet (rangering) ved hvert sted. For Nitriden har SFT sett det som hensiktsmessig å se alle lokaliteter i sammenheng uavhengig av rangeringen som er gjort i den tidligere kartleggingen av spesialavfall i deponier og forurenset grunn (Deponikartleggingen).

Resultatene av et forprosjektarbeid for oppfølging av kartlagte lokaliteter ved Nitriden presenteres i denne rapporten. Forprosjektet har hatt som målsetting å definere problemstillinger og kunnskapsbehov for hvert sted med forurensning, og foreslå en undersøkelsesstrategi for hele prosjektet og for hvert lokalitet. Forprosjektet skal også danne grunnlaget for innhenting av tilbud på gjennomføring av undersøkelser i en avklarende fase.

I Deponikartleggingen i Aust-Agder i 1990 ble det registrert 8 lokaliteter ved Nitriden. I tilknytning til Arendal Smelteverk a.s. ble det definert 5 lokaliteter utenfor selve bedriftsområdet, hvorav 2 ligger nær deponier som Nitriden benyttet.

Gjennom forprosjektet har det kommet fram informasjon om området som gir grunnlag for å utvide antallet lokaliteter. Ved Nitriden er det registrert 2 nye steder (Elektrodefabrikken og Gammelt Steikeri på tegning 1485-1000). På disse stedene er det sikre opplysninger eller begrunnet mistanke om forurensning av tjære og olje til grunnen som kan medføre fare for alvorlig forurensning eller skade på mennesker og dyr. Nærmere undersøkelser vil være nødvendig for å ta stilling til forurensningsfaren. Lokalitetene kan karakteriseres tilsvarende gruppe 2 i Deponikartleggingen. På selve Nitriden-tomta er det dessuten flere kilder til punktutslipp og diffus forurensning av grunnen.

I tillegg til lokalitetene ved Arendal Smelteverk a.s. finnes ett stort uregistrert deponi inne på bedriftsområdet og flere mindre deponier langs strandkanten. Dersom de 2-3 deponiene var blitt registrert i Deponikartleggingen, ville de trolig blitt rangert i tilsvarende gruppe som de øvrige deponiene (gruppe 2), selv om konflikten overfor ferdsel er mindre enn for deponier utenfor selve bedriftsområdet.

I forprosjektet knyttes mulig og påvist forurensning ved Nitriden til en rekke bygningselementer (jf. tegning 1485-1000 og -22/23, samt bilder):

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Elektrodefabrikk | 5. Elektrodesteikeri |
| 2. Ovnshus | 6. Verkstedbygninger, lager og kaiområde |
| 3. Støperi | 7. Ledningsnett |
| 4. Omformerhall/kompressorrom | 8. Lagertanker for oljeprodukter |

Som grunnlag for en beskrivelse av problemstillinger tar rapporten for seg funksjoner, produksjon og avfallsgenerering for hver del. Under problemstillinger beskrives forurensningstyper, konflikter og kunnskapsbehov for hvert av følgende områder (jf. tegning 1485-1000):

1. Elektrodefabrikken
2. Nitriden-tomta
3. Tippen
4. Gruver på Pinnen og Buøya
5. Tønnedeponi Kai og Byøyskjæra
6. Sediment og bunnfauna i Heggedalsbukta og Tromøysund.

I tillegg beskrives samme forhold ved Arendal Smelteverk a.s. Det påpekes også behov for undersøkelser av nedslagsfeltet for utslipp til luft. Slike undersøkelser vil være nyttige som referansegrunnlag ved den senere vurderingen av hver lokalitet.

Hovedkilden til forurensning fra området er tjærestoffer og bek med innhold av PAH. I tillegg finnes bl.a. avfall fra aluminiumsovnene, der PAH, fluorid, cyanider og tungmetaller kan være problem. Asbest finnes også som del av avfallet. Området er også forurenset i et ukjent omfang av ulike oljeprodukter med opphav i fyringsolje, kompressorolje, hydraulikkolje og transformatorolje. Det er uklart hvorvidt PCB ble benyttet i samband med driften av Omformerhallen.

Forurensningstypene kan karakteriseres innenfor 5 grupper:

1. Spill og lekkasjer; forurenset grunn
2. Avfall i sjønære deponier
3. Avfall deponert i gruvesjakter
4. Droppsteder for fat i sjøen
5. Forurensede sedimenter/bunnfauna

Hovedkonfliktene mellom deponier/forurenset grunn er arealbruk og resipient. Området er definert som utbyggingsområde for industri, boligformål og friluftsliv. De fleste områdene ligger relativt fritt tilgjengelig for ferdsel. Boligområder etableres i dag i nærheten. Tromøysund og Heggedalsbukta er sterkt trafikkert av småbåter sommerstid. Det drives utstrakt fritidsfiske og noe næringsfiske i sundet.

Beskrivelsene av tilrådte undersøkelser tar utgangspunkt i at de skal være grunnlag for tilbudsinnhenting på utførende arbeid. Oppgavene på hvert sted er derfor definert og avgrenset så klart som mulig uten at det dermed legges for store begrensninger på mulig valgmulighet og angrepsvinkel.

De tilrådte undersøkelsene er splittet i flere delprosjekter fordi problemstillingene krever ulike angrepsmåter og tildels forskjellige kvalifikasjoner. Det er viktig å presisere at et beslutningsgrunnlag for hvert delområde først kan etableres når forurensningssituasjonen og konfliktene for alle de potensielle forurensningskildene er kjent og sammenlignet. Tiltak kan da settes i verk først på de stedene som gir best resultat i et kost/nytte-perspektiv.

Undersøkelsene vil bli lagt opp i faser. I den avklarende fasen, som forprosjektet tilrettelegger for gjennomføring av, vil målsettingen være å verifisere mistanken om miljøkonflikt på hvert sted. Det innebærer inventeringsundersøkelser for å avklare omfang, utstrekning og forurensningsbelastning, samt innledende vurderinger av spredningsveier og fare for forurensningsspredning. På de stedene der flere opplysninger er nødvendig for å framskaffe et tilstrekkelig beslutningsgrunnlag, føres delprosjektene videre i neste fase.

evt.
utvikle
avklare

De avklarende undersøkelsene beregnes iverksatt i juli 1992. Tilleggsundersøkelser tas sikte på å begynne i oktober og pågå til medio februar 1993. Arbeidet skal utføres med stor vekt på kvalitet, slik at de beslutninger som tas om evt. tiltak gjøres på et sikkert grunnlag.

INNHold

FORORD	i
SAMMENDRAG	ii
1. INNLEDNING	1
1.1 Områdebeskrivelse	1
1.2 Tidligere fokusering på forurensning	1
1.3 Målsettinger i forprosjekt	4
2. INFORMASJONSTILFANG	4
3. PROBLEMBESKRIVELSER	5
3.1 Eiendomsforhold	5
3.2 Grunnforhold	6
3.3 Bygningselementer. Funksjon, produksjon og avfallsgenerering	6
3.3.1 Elektrodefabrikken	6
3.3.2 Ovnshus	7
3.3.3 Støperiet	8
3.3.4 Omformerhall/kompressorrom	8
3.3.5 Elektrodesteikeriet	9
3.3.6 Verkstedbygninger, lager og kaiområde	10
3.3.7 Ledningsnett	10
3.3.8 Lagertanker for oljeprodukter	11
3.4 Definerte problemstillinger	11
3.4.1 Elektrodefabrikken	11
3.4.2 Nitriden-tomta	12
3.4.3 Tippen	15
3.4.4 Gruver på Pinnen og Buøya	16
3.4.5 Tønnedeponi Kai og Buøyskjæra	18
3.4.6 Sediment og bunnfauna i Heggedalsbukta og Tromøysund	19
3.5 Deponier ved Arendal Smelteverk a.s.	20
3.6 Bakgrunnsmålinger i regionen	21
4. TILRÅDDE UNDERSØKELSER	22
4.1 Undersøkelsesstrategi og framdrift	22
4.2 Avklarende undersøkelser	23
4.2.1 Elektrodefabrikken	23
4.2.2 Nitriden-tomta	24
4.2.3 Tippen	24
4.2.4 Gruver på Pinnen og Buøya	24
4.2.5 Tønnedeponi Kai og Buøyskjæra	25
4.2.6 Sediment og bunnfauna i Heggedalsbukta og Tromøysund	25
4.2.7 Bakgrunnsmålinger i regionen	25
4.3 Arendal Smelteverk a.s.	25
5. VALG AV UTFØRENDE INSTITUSJON. INNHEMTING AV TILBUD	26
6. LITTERATUR	28

VEDLEGG

Vedlegg 1 Oversikt over relevante kart og tegninger fra bedriftsområdet til Nitriden og tilstøtende arealer.

FOTO

Forsidebilde: Nitriden og Arendal Smelteverk a.s. sett fra SØ ca. 1972 (Aune Kunstforlag A/S).
Bilde 1 Arendal Smelteverk a.s. og Nitriden fra SV. Fotografert 18.7. 1972 (Nr. 206230 Fjellanger Widerøe A/S).
Bilde 2 Nitriden og Hovedhall Strømmen Staal fra SV. Fotografert 11.6. 1982 (Nr. 243280 Fjellanger Widerøe A/S).
Bilde 3 Nitriden 2.6. 1966 (1859/H21 Norsk Luftfoto og Fjernmåling).
Bilde 4 Nitriden 11.5. 1985 (8497/B16 Norsk Luftfoto og Fjernmåling).

TEGNINGER

Tegning	1485 - 0	Oversiktskart
	- 1000	Situasjonsoversikt
	- 1	Moland
	- 3	Utsnitt "Moland"
	- 8	Utsnitt "Brannkart for Divisjon Eydehavn"
	- 13	Utsnitt "Kart over Staksnæs"
	- 14	Utsnitt "Kart over Staksnæs"
	- 14b	Utsnitt "Kart over Staksnæs"
	- 15	Utsnitt "Kart over Staksnæs"
	- 22/23	Kart over Det Norske Nitrid A/S, Eydehavn
	- 30	Utsnitt "Forslag til transport av oksyd fra kai"
	- 31	Situasjons-skisse over vannførende ledninger
	- 44	Utsnitt "Eydehavn. Strandkant - cotehøyder I"
	- 44b	Utsnitt "Eydehavn. Strandkant - cotehøyder I"
	- 50	Kartskisse over "Nitriden"

1. INNLEDNING

1.1 Områdebeskrivelse

Det Norske Nitridaktieselskap/DNN Aluminium A/S (Nitriden) startet sin virksomhet i 1912 på to steder; i Eydehavn og i Tyssedal. Bedriften i Eydehavn lå øst i Eydehavn, Arendal kommune i Aust-Agder. Tegning 1485-0 viser hvordan området ligger ut mot Tromøysund og Heggedalsbukta. Bedriften var nabo til Arendal Smelteverk a.s., der det blir drevet silisiumkarbid-produksjon.

Ved Nitriden ble det produsert aluminium og forbakte anoder i perioden 1912 til 1975. Elektrodene ble både solgt og brukt i egen produksjon. Produksjonene foregikk på to atskilte områder (tegning 1485-1000). Elektrodefabrikken lå for seg selv mot Arendal Smelteverk a.s. sitt industriområde. Aktiviteten dekket et areal på ca. 20 000 m². Elektrodesteiking og aluminiumsproduksjon foregikk på Nitriden-tomta ut mot Tromøysund og dekket et areal på ca. 53 000 m². I tillegg benyttet Nitriden et område på i dag ca. 7 000 m² ut mot Heggedalsbukta som hoveddeponi for avfall.

Etter nedleggelsen 25. mars 1975 ble store deler av produksjonslokalene sanert og annen virksomhet etablert. AS Strømmen Staal og Eydehavn Industrier A/S drev i en periode med verkstedindustri. Nå er det relativt liten aktivitet på området. Eydehavn Næringsutvikling A/S er etablert for å fremme fortsatt næringsvirksomhet.

Reguleringsplanen for Eydehavn Øst, utarbeidet i 1986 av daværende Moland kommune, definerer ulike arealbruk. Industri skal fortsatt drives på de områdene hvor Nitriden hadde sin produksjon (jf. tegning 1485-1000). Det er definert boligområder lengst vest i Heggedalsbukta (Heggedalen) og på Pinnen/Langnes øst for bedriftsområdet. Innimellom skal det være friområder. Ny vei er bygd langs Heggedalsbukta ut til Buøya. Øya er regulert som friområde og mye benyttet. I reguleringsplanen er det også avmerket områder for fritidsbebyggelse på Nitridens deponiområder mot Heggedalsbukta (Tippen). Disse planene er delvis stilt i bero pga. konflikten mot avfall. Etter kommunesammenslåingen 1.1.92 er storkommunen godt dekket med mulige boligarealer, slik at utbyggingspresset på Eydehavn øst har avtatt noe. Utbygging foretas nå i Heggedalen.

Tromøysundet er sterkt trafikkert av småbåter sommerstid. Strender, øyer og holmer er attraktive mål for friluftsliv, turisme og rekreasjon. Det drives dessuten utstrakt fritidsfiske og noe næringsfiske i sundet.

1.2 Tidligere fokusering på forurensning

I forbindelse med framføring av vei, vann og kloakk langs Tippen ble det avdekket avfall. Det vakte stor oppsikt og medieomtale. SFT og Miljøvern avdelingen ble koplet inn for å avklare forholdene. Det ble konstantert at asbest fantes i fyllmassene. Ovnsavfall ble ellers observert, men ikke analysert. SFT nedla 11.7.89 foreløpig forbud mot utbygging av fyllingsområdet. Vei, vann og kloakk ble tillatt framført over området på visse betingelser. Bortgravde masser fra anleggsområdet ble samlet på fyllinga og tildekket med jord i 1990.

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) foretok i juni -89 orienterende sedimentundersøkelser i Tromøysund og Heggedalsbukta /1/. På grunnlag av analyser fra 4

steder ble det påvist avtakende konsentrasjoner av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner), PCB (polyklorerte bifenyler) og klorerte forbindelser (EPOCI) fra Nitriden og nordover i Tromøysund til Buøyskjæra (jf. tegning 1485-1000). Ut fra analyser på to dyp (0-2 og 8-10 cm) i én prøve fra Buøyskjæra mener NIVA at Tromøysund påvirkes av PAH og PCB også i dag. Analysene forteller imidlertid ikke hvorvidt kilden er forurensning fra fyllinger på land eller tønner dumpet i sjøen.

I kjølvannet av oppmerksomheten rundt Tippen, utførte Miljøvern avdelingen i 1990 en sammenstilling av informasjon om Nitriden, basert på intervjuer og befarings med tidligere ansatte /2/. Det ble i alt registrert 8 steder med avfall eller forurenset grunn. Undersøkelsen ga nyttig informasjon om hvilke avfallstyper som fantes hvor, og på hvilke områder en kunne forvente at grunnen var forurenset.

De 8 lokalitetene ble senere tatt med i SFTs fylkeskartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn utført i 1990 /3/. Lokalitetene er som følger (jf. tegning 1485-1000):

ID.NR.	NAVN	TYPE	RANG
0918 007	Arendal Smelteverk 3, Buøya	Industrifylling DNN og AS i gruve	Gruppe 2
0918 010	Tønnedeponi Tromøysund, DNN	Ind.fylling i sjø/sjøsed. utenfor DNN	Gruppe 1
0918 011	Nitrid-tomta	Industrifylling i sjøkant	Gruppe 2
0918 012	Steikeritomta, DNN	Forurenset industrigrunn	Gruppe 1
0918 013	Tippen, DNN	Industrifylling	Gruppe 2
0918 014	Gruver ved Pinnen, DNN	Industrifylling i gruver	Gruppe 3
0918 015	Trafo-hall, DNN	Forurenset industrigrunn	Gruppe 2
0918 016	Heggedalsbukta	Forurensede bunnsed. og sjødeponi	Gruppe 2

To områder var i utgangspunktet plassert i gruppe 1, dvs. områder hvor det er behov for snarlige undersøkelser eller tiltak. I ettertid er også lokaliteten Tippen blitt behandlet i denne gruppen. Gruppe 2 definerer behov for undersøkelser for å ta stilling til forurensningsfaren fra slike lokaliteter. Gruvene på Pinnen ble vurdert ikke å utgjøre fare for alvorlig forurensning ut fra dagens bruk, men undersøkelser vil være nødvendig dersom arealbruken endres. Alle lokalitetene blir nå gjenstand for undersøkelser uavhengig av rangering i kartleggingen.

Det ble også registrert fem avfallsdeponier utenfor bedriftsområdet til Arendal Smelteverk a.s. De ligger innenfor den samme regionen og skal ses i sammenheng med undersøkelsene som settes i verk ved Nitriden. Lokalitetene er:

ID.NR.	NAVN	TYPE	RANG
0918 005	Arendal Smeltev. 1, Bekkevika	Industrifylling i sjøkant	Gruppe 2
0918 006	Arendal Smeltev. 2, Bukkevika	Industrifylling i sjøkant	Gruppe 2
0918 007	Arendal Smeltev. 3, Buøya	Industrifylling DNN og AS i gruve	Gruppe 2
0918 008	Arendal Smeltev. 4, Breidablikk	Aktiv industrifylling i gruver/dalslukt	Gruppe 2
0918 009	Arendal Smeltev. 5, v/kvartslager	Aktiv industrifylling	Gruppe 2

Alle deponiene til Arendal Smelteverk a.s. er plassert i gruppe 2. Det har sammenheng med at avfallet sies å ha nokså ens sammensetning. Behovet for undersøkelser

begrunnes med at masser som karakteriseres som spesialavfall er deponert, og at nærmere undersøkelser er nødvendig for å ta stilling til forurensningsfaren.

I tillegg til de kartlagte deponiene ved Arendal Smelteverk a.s. finnes også avfall deponert inne på selve bedriftsområdet. Slike lokaliteter ble ikke tatt med i kartleggingen (jf. tegning 1485-1000). Det gjelder bl.a. en omfattende utfylling av en bukt som lå fra dagens kai og innover på området (mer enn 10 000 m²). Utfylling skjedde helt fra produksjonen kom i gang i 1912. Det er deponert både avfall og andre fyllmasser. Sprengstein utgjør trolig mesteparten av volumet. Andre deler av bedriftsområdet er også blitt benyttet. Det gjelder f.eks. bukter og viker på den delen av området som vender ut mot Tromøysundet.

To av Arendal Smelteverk a.s. sine deponier ligger i nær tilknytning til lokalitetene under Nitriden. Id.nr. 0918 007, Buøya er en gruve hvor minst to sjakter er blitt benyttet til avfall. Arendal Smelteverk a.s. og Nitriden har benyttet hver sin av flere sjakter, som med stor sannsynlighet kommuniserer. Ansvarer på denne lokaliteten er altså to-delt. Lokalitet 0918 008 Breidablikk ligger i en dalslukt som faller mot Heggedalsbukta. Tippen ved Nitriden og Breidablikk har derfor felles resipient. Mulig avrenning fra Breidablikk kan også bli ledet gjennom fyllmassene på Tippen.

I 1990 fikk NIVA utvidet sine undersøkelser av Tromøysundet til en fullstendig resipientundersøkelse av sedimenter, bunnfauna og organismer /4/. Hovedmålsettingen var å beskrive forurensningstilstanden i Tromøysundet med hensyn på utslipp av kommunal kloakk, sigevann fra Heftingdalen søppelfyllplass og industriutslipp fra Nitriden og Arendal Smelteverk a.s.

NIVAs hovedkonklusjoner var at Tromøysundet på strekningen Arendal - Trollneset var moderat påvirket av organiske tilførsler fra kloakk og avrenning fra land. Lenger øst er det sterk påvirkning fra utslipp av silisiumkarbid i Bekkevika (tegning 1485-1000) og trolig nærområdet i Neskilen (vest for Arendal Smelteverk a.s.). I Tromøysund fører utslippet til nedslammingseffekter ved Frisøya og Nitriden, men det ble ikke påvist andre effekter av silisiumkarbidstøvet. Metallpåvirkningen var liten på organismer. Sedimentene lengst vest i sundet mot Arendal var moderat påvirket av kvikksølv.

Alle stasjoner unntatt i Neskilen og ved Tromøysundets nordøstre innløp var markert forurensset av PCB. Hovedkilden ble vurdert til mest sannsynlig å være utslipp fra Nitriden. Belastningen ga seg imidlertid ikke utslag i konsentrasjoner utover normalvariasjonen i spiselige organismer. Innholdet i blåskjell var noe høyere i sundet enn utenfor.

Bunnsedimentene nær Nitriden var sterkt forurensset med PAH, opp til 50 ganger normalverdi. Generelt var sedimentet i hele sundet moderat til markert påvirket av PAH. Hovedkilden ble antatt å være Nitriden. Påvirkning fra annen industri og båt/skipstrafikk spiller også inn. PAH-forurensningen har medført at blåskjell hadde konsentrasjoner 3-5 ganger mer enn normalt.

Som følge av PAH-belastningen tilrår NIVA undersøkelser av mulig påvirkning på resipienten fra nedfall av luftutslipp fra Arendal Smelteverk a.s. Nitriden hadde særlig tidlig i driftsperioden også utslipp av tjærestoffer som i dag kan forårsake tilførsler til resipienten fra nedbørfeltet.

NIVAs undersøkelser hadde ikke som mål å fastslå influensområdene for de ulike forurensningskildene i detalj. Nøyaktig kartlegging er aktuelt for å bedre tilstandsbeskrivelsen i tilknytning til Nitriden, særlig i Heggedalsbukta (Tippen), utenfor bedriftsområdet (Steikeriet og Nitrid-tomta) og ved Buøyskjæra (Tønnedeponi Tromøysund).

1.3 Målsettinger i forprosjekt

Forprosjektet er første fase av oppfølgingen av kartlagte lokaliteter. Hovedhensikten er å framskaffe et best mulig grunnlag for å iverksette riktige undersøkelser, slik at et tilfredsstillende beslutningsgrunnlag kan framskaffes for vurderingen av hvilke tiltak som må settes i verk.

Problemstillingene skal defineres for hver lokalitet og det skal foreslås en undersøkelsesstrategi for hele prosjektet og for hver lokalitet. Som følge av dette skal det avklares hvilke kunnskapsbehov som finnes.

Forprosjektet skal også danne grunnlaget for innhenting av tilbud på praktisk gjennomføring av undersøkelser i en avklarende fase.

2. INFORMASJONSTILFANG

Forprosjektet baserer seg bl.a. på gjennomgang av dokumenter beskrevet i kap. 1.2. I tillegg kommer informasjon fra følgende punkter:

- * Gjennomgang av korrespondanse 1989-1991 hos SFT, mellom Miljøvernavdelingen, SFT og Moland kommune.
- * Flybildetolkning på grunnlag av stereoskopibilder fra 1950, 1958, 1959, 1963, 1966, 1968, 1975, 1985, og 1989.
- * Møte den 20.2.92 hos Miljøvernavdelingen. Orientering og informasjonsutveksling mellom Miljøvernavdelingen, SFT, Eydehavn Næringsutvikling A/S og JORDFORSK. Befaring sammen med Moland/Arendal kommune.
- * Befaring og samtale med to av Nitridens tidligere ansatte den 20.3.92.
- * Gjennomgang av kart- og tegningsarkiv for Nitriden, AS Strømmen Staal og Eydehavn Industrier A/S. Relevante kart vil bli stilt til disposisjon i undersøkelsene (jf. vedlegg 1).
- * Møte avholdt 20.3.92 hos Arendal Smelteverk a.s. Informasjonsutveksling og samtale mellom Arendal Smelteverk a.s. og JORDFORSK om Smelteverkets rolle i undersøkelsene.

3. PROBLEMBESKRIVELSER

3.1 Eiendomsforhold

Framstillingen av eiendomsforholdene baserer seg på en redegjørelse fra tidligere Moland kommune (brev til SFT av 26.9.90), samt senere gjennomgang av kartmateriale og eiendomsarkiv ved oppmålingsavdelingen i Arendal/Moland kommune. Grunneiere av industriområdene Elektrodefabrikken/Nitriden-tomta og omliggende arealer i Eydehavn Øst har gjennom årene vært som følger:

1912 - 1975: A/S Arendals Fossekompani.

A/S Arendals Fossekompani var grunneier på hele området. Arealet ble disponert av Nitriden 1912-1975 (Det Norske Nitridaktieselskap 1912-1970, DNN Aluminium A/S 1970 til produksjonsstans 25. mars 1975). ALCAN Aluminium Co. Ltd./The British Aluminium Co. Ltd. var hovedaksjonærer 1958-1970. Nitriden eksisterer fortsatt som selskap i form av firmaet DNN Industrier A/S, Tyssedal, men har ingen eiendomsinteresser i Eydehavn.

1975 - 1987: Staten og A/S Arendals Fossekompani.

ALCAN/BACO overdro sine aksjer til Staten 25.4.75, men var solidarisk ansvarlig for driften t.o.m. 31.12.75. A/S Arendals Fossekompani hadde fortsatt eiendomsretten over området Elektrodefabrikken. Nitriden-tomta ble etter fabrikknedleggelsen disponert av A/S Strømmen Stål, Eydehavn Industrier A/S og firmaet Nordheim-Larsen.

1987 - 1992: Moland kommune, Arendal Smelteverk a.s. og Nordheim-Larsen.

Moland kommune overtok arealet fra Staten og A/S Arendals Fossekompani. Området Elektrodefabrikken og heia sør til Bukkevika ved Tromøysund ble festet av Arendal Smelteverk a.s. i 1985. Deler av Nitriden-tomta ble festet av Nordheim-Larsen.

1992 - Arendal kommune.

Arendal kommune er i dag hjemmelshaver til hele industriområdet Elektrodefabrikken, Nitriden-tomta og omliggende relevante arealer. A/S Arendals Fossekompani er imidlertid egentlig grunneier av et lite areal rundt det eksisterende trafo-anlegget sør for omformerhallen. Resten av Nitriden-tomta er festet av Eydehavn Næringsutvikling A/S (kommunen, fylket og Nymo A/S Grimstad), men eiendommen skal overdras fra 1995. Kjøpskontrakten mellom Moland kommune og Arendal Smelteverk a.s. på området Elektrodefabrikken og heia sør til Tromøysund (inkl. deponiene "v/kvartslager", Id.nr. 009, "Breidablikk", Id.nr. 008 og "Bukkevika", Id.nr. 006) er fortsatt gyldig, men salget er ikke stadfestet.

Området Heggedalsbukta sør (inkl. "Tippen" og arealet øst for "Breidablikk"), og heia mellom Nitriden-tomta og Buesundet (jf. tegning 1485-1000) er ikke festet bort. Den delen av Buøya som omfatter Id.nr. 007 "Buøya" ble overtatt av Moland kommune fra A/S Arendals Fossekompani i 1978.

3.2 Grunnforhold

Terrenget på Nitriden-tomta (jf. tegning 1485-1000) bestod opprinnelig av en bukt med små koller og myrområder innenfor (jf. tegning 1485-14, -15, -30 og -44). Kollene ble sprengt ned og brukt til ut- og oppfylling, slik at tomta ble liggende på ca. kote 3,0 bakenfor kaiområdet og på kote 5,8 ved Ovnshusene (jf. tegning 1485-22/23). Deler av bygningsmassen lå etter dette direkte på fjell, mens det på andre steder er et varierende (1-5 m tykt) lag med sprengstein over naturlig grunn.

Elektrodefabrikken ble etablert på et mindre kupert sted med helling mot vest. Grunnen var bløt, trolig preget av myr (tegning 1485-13). Påkjørte fyllmasser består trolig også her av sprengstein.

Topografien på avfallsområdene Tippen og Nitrid-tomta kan leses ut av tegningene 1485-14, -14b, 15, -44, og -44b. Avfallet ligger som utfyllinger på strand hvor fjell-overflaten går relativt bratt ned i sjøen. I Heggedalsbukta utenfor Tippen er det utført grunnundersøkelser og dybdemålinger (1960 og 1973). Den opprinnelige sjøbunnen under Tippen-fyllinga antas å ligge på kote -3 til -5. Over fjell er det fra 2-5 m med mudder og sand. Enkelte steder er det registrert leire på overgangen mot fjell. Avfallet på Nitrid-tomta antas på det dypeste å ligge ned til ca. kote -10.

Lokaliseringen av gruvene på Buøya og Pinnen (jf. tegning 1485-1000) er også vist på tegningene 1485-3 og -14b. Gruvene har flere sjakter og stoller som i dag enten fortsatt synes i terrenget eller er gjenfylt/overfylt med avfall eller andre masser.

3.3 Bygningselementer. Funksjon, produksjon og avfallsgenerering

Virksomheten kan grupperes i områder (jf. tegning 1485-22/23, -50 m.fl. og bilder):

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Elektrodefabrikk | 5. Elektrodesteikeri |
| 2. Ovnshus | 6. Verkstedbygninger, lager og kaiområde |
| 3. Støperi | 7. Ledningsnett |
| 4. Omformerhall/kompressorrom | 8. Lagertanker for oljeprodukter |

3.3.1 Elektrodefabrikken

Elektrodefabrikken (tegning 1485-22/23) lå atskilt fra resten av bedriftsområdet, i NV mot Arendal Smelteverk a.s. Hele bygningen ble revet etter nedleggelsen (etter 1975). I dag er bare betongdekket til deler av bygningsmassen synlig og tomta er rydda. Rivningsmassene skal ha blitt kjørt bl.a. til lokalitet 011, Nitrid-tomta.

I Elektrodefabrikken ble petrolkoks og bek blandet og presset/stampet i former til elektrodemassee før transport på trallebane til Steikeriet. Petrolkoksen ble fraktet med taubane fra importkaia til siloene i østre del av bygningene. Beken ble lagret i fat ute- og innendørs. Ute ble plattinger sør og SV for bygningen benyttet.

Formingen av elektrodemassee foregikk fra begynnelsen ved at beken ble steam-varmet til en seigtflytende masse (tjæresmelte). Smelta ble så eltet sammen med nedknust koks (støv/mjøl) og presset/stampet ved hjelp av hydrauliske presser. Søl kan ha oppstått i prosessen, men det er rimelig å anta at elektrodemassen hadde en

konsistens som i hovedsak hindret ukontrollert grunnforurensning. Senere gikk en over til å blande bek og koks i en tørr prosess ut fra nedknust vare. Prosessen utgjorde da mindre fare for grunnforurensning.

Pressene var plassert i nordre del av midtre bygningsdel. De ga gjennom årenes løp en del oljelekkasjer. Under vestre del av bygningen (malerverksted/laboratorium) ble det under krigen sprengt ut pumpekum(mer) (dyp 7-8 m) for grunnvannssenkning av et depotrom. Pumpevannet ble ført inn på avløpet fra Elektrodefabrikken til Bekkevika (jf. tegning 1485-1000 og -22/23). Etter at anlegget var satt ut av drift ble det ved en anledning observert større mengder olje på vannspeilet i kummen.

I 1961 ble ett større parti med tjære/bekfat som var lagret som avfall sør for bygningen fjernet. Fatene ble dumpet i gruva ved veien på "Buøen" (Id.nr. 007).

Ved befaringen 20.3.92 ble det registrert faste tjæreklumper innblandet i andre jordmasser sør for bygningsområdet. Dette kan ha oppstått under rivningsarbeidene. Annen forurensning var ikke synlig i dagen.

3.3.2 Ovnshus

Aluminiumsproduksjonen foregikk i tre parallelle haller. Ovnshus I og III er revet. På en del av de tidligere fundamentene til Ovnshus II er det i dag reist redskaps- og materiallager. Det har også vært verkstedvirksomhet i deler av bygget.

I nordre del av Ovnshus I skal det fra begynnelsen av driftsperioden ha ligget et mindre elektrodesteikeri. Det ble avvirket ved byggingen av Steikeriet på kaiområdet (rundt 1925). Grunnen på dette stedet er trolig forurensset på tilsvarende måte som Steikeritomta (jf. kap. 3.1.5).

Aluminium ble framstilt med forbakte anoder. Prosessen innebærer at aluminium-oksider (bauxitt/"lerjord") løses i smeltet kryolitt ved ca. 1000 °C. Under elektrolysen samles råaluminium i bunnen av ovnene (katoden) og tappes av etter hvert. Fluorid og oksygen spaltes av på anodene.

Forurensning fra ovnshusene var først og fremst knyttet til utslipp av støv og gass. I tillegg kom stoffer som var bundet til fast avfall som bl.a. oppstod ved regelmessig fornying av anoder (20. -30.-hver dag) og utskifting/riving av ovnsbunner og -foringer (hver 3. - 5. år). Følgende avfallstyper ble generert i prosessen:

- * katodeavfall (elektrodemasse med badrester, asbest og ildfast stein),
- * forurensede anoderester,
- * slagg,
- * støv fra smelteprosessen, ovnsriving og slaggbehandling,
- * koks- og oksidavfall.

Avfallet varierte i sammensetning. Katodeavfall, badrester, ildfast stein, anodeavfall, slagg og kullrester hadde form som blokk/klump og finere nedknust materiale. Sot og støv var svært finkornig og pulveraktig. Ved ovnsrivingen kan det også ha vært et utslipp av vann. Aktuelle stoffer i avfall og evt. avløpsvann var bl.a. følgende:

- * PAH og andre tjærestoffer,
- * fluorid,
- * cyanider,
- * karbider, nitrider og fosfider,
- * tungmetaller fra bauxitt og kull,
- * asbest.

Tjærestoffene er fast bundet til ovnsavfallet og finnes ellers partikkelbundet til støv. PAH på denne formen antas å være relativt lite problematisk når det ligger stabilt og overdekket i en fylling (i motsetning til tjærestoffer i flytende fase). *Cyanid* dannes i prosessen ved reaksjon mellom karbon og nitrogen i luft. Den potensielle miljøskadelige effekten avtar når cyanid kompleksbindes i kontakt med sjøvann. *Fluorid* stammer fra kryolitt. I tillegg til utslipp som gass bindes fluorid i det faste avfallet. Når fluorid kommer i kontakt med kalsium, f.eks. i sjøvann, vil det felles som lite løselig kalsiumfluorid. *Nitrider* kan dannes i reaksjon mellom metaller og nitrogen fra luft. Karbon og fosfor kan på lignende måte gi *karbider* og *fosfider*. Ved kontakt mellom avfallet og vann dannes det ulike gasser fra disse stoffene, bl.a. *ammoniakk* fra nitrider. Ammoniakk i vann gir ett sterkt basisk miljø i fyllingene. *Tungmetaller* følger i små konsentrasjoner med som forurensning i bauxitt og elektrodemateriale. Tungmetallforurensning kan skje ved utvasking fra større mengder deponert avfall.

Avfall fra Ovnshusene ble i hovedsak lagt på Tippen, men også i fyllinga "Nitridtomta". Bygningsmassene fra rivingen av Ovnshusene ble kjørt på Nitrid-tomta og muligens på Tippen.

Grunnen under ovnshallene kan være forurenset med ovnsstøv etterlatt etter rivingen av hallene. Den kan dessuten være forurenset pga. vannlekkasjer fra den regelmessige ovnsrivingen mens produksjonen pågikk.

3.3.3 Støperiet

Støperiet for aluminium lå øst for Ovnshusene (jf. tegning 1485-1). Dette støperiet ble bygd ca. 1951. Tidligere lå det "sekkelager/risteri-stopperi" der (tegning 1485-22/23). Støperiprosessen var "tørr" og det antas ikke å ha oppstått grunnforurensning.

Bygningen som står på dette stedet i dag, er reist på deler av fundamentene til Støperiet. Det ble benyttet til skjærehall for verkstedvirksomheten til AS Strømmen Staal.

3.3.4 Omformerhall/kompressorrom

Omformerhallen ligger sør for Ovnshusene. Installasjonene, som var samlet på tre plan er nå fjernet. Langs søndre del av underetasjen var det mange mindre rom for transformatorer. De tjente samtidig som luftesjakter. Transformatorene var koplet mot et felles avkjølingssystem for olje. Rørspiraler lå dykket i kummer med gjenomstrømmende vann. Kummene lå på tre steder langs utsiden av bygningen (markert i tilknytning til ledningsnettet på tegning 1485-22/23).

Trafo-oljen ble også rensset. Det foregikk i et rom i vestre del av underetasjen på bygningen. I dette rommet sies det å ha vært en del søl. Det er uklart hva slag trans-

formator-olje som ble benyttet (f.eks. PCB). Analyser i 1990 av ca. 1500 liter etterlatt olje med ukjent opprinnelse inneholdt ikke PCB (deteksjonsgrense 0.4 ppm).

Utenfor vestre del av bygningen lå også et likeretteranlegg (mellom eksisterende trafo-anlegg til A/S Arendals Fossekompani og omformerhallen tegning 1485-1). Søl av olje kan ha oppstått i forbindelse med drift og vedlikehold av likerettertransformatorene.

I omformerhallen skal det også som del av stømtilførselen til ovnene ha vært store blyakkumulatorer. Det er uvisst hvor disse havnet ved utryddingen av bygningen. Det kan ikke utelukkes at batteriene ble kjørt i ett av deponiene (muligens Tippen).

I østre del av omformerhallen var det et kompressoranlegg. Generatorene var plassert på første etasjeplan, mens underetasjen med utgang mot sør ble benyttet bl.a. til etterkjøling av olje. Etter saneringen har det delvis vært verkstedvirksomhet (biler) i rommet. Ved befaringen 20.2.92 ble det observert at oljelekkasjer har funnet sted. Omfang og type forbindelser er ikke klarlagt.

3.3.5 Elektrodesteikeriet

Elektrodesteikeriet avløste et mindre steikeri i ca. 1925 og ble revet i samband med byggingen av Hovedhallen til AS Strømmen Staal i 1975. Hovedhallen ligger på østre del av Steikeritomta.

Ferdigpressa anodestaver ble kjørt på trallebane til Steikeriet, hvor stavene ble oppvarmet til 1100-1200 °C. Under oppvarming skjedde en kalsinering, samtidig som tjærestoffer flyktige på det temperaturnivået, og andre forbindelser (f.eks. svoveldioksid og cyanider) ble drevet av.

Innlasting av ubakte anoder skjedde fra en høybane hvor sporene gikk inn på vestsiden av ovnsbygningen. Det var 4 innlastingslinjer som hver forsynte 2 ovner. Hver ovn var omlag 70 m lang. Anodestavene ble pakket rundt en midtstreng av ferdigbakte elektroder. Mellom og under stavene ble det fylt opp med løs koks/kull. Strøm ble så satt på i hver ende av midtstrengen og ønsket temperatur ble oppnådd.

Ei steiking foregikk i 6-7 dager. I tillegg kom tid for innlasting, avkjøling og riving. Under kalsineringen ble lette tjærestoffer drevet av som gass, mens tyngre tjæreolje som skilte seg ut rant ned i grunnen eller ble samlet i fat. Tjæreavrenningen førte trolig gjennom årenes løp til at grunnen ble mer eller mindre mettet med tjære.

Fra begynnelsen ble tjæregassene sluppet ut til luft. Pga. stor sjenanse ble det senere bygd renseanlegg for luftutslipp. Disse bestod av kondensasjonskummer med vann å anslagsvis 40 m³ ved østre ende av hver ovn, hvor gassen ble ledet nedi. Kummene hadde ikke vanngjennomstrømning. Tjæregassene kondenserte, mens andre stoffer ble oppløst/utfelt (S, NH₃). Rensekarene ble tømt for tjæreavfall en gang i mellom. Vannet, som var sterkt basisk, ble sluppet ut.

Ved ovnsriving ble fyllmassene rundt elektrodene og den utbrente midtstrengen tatt ut. Massene ble kjørt på fylling (Nitrid-tomta og Tippen) eller brukt om igjen som råvarer i Elektrodefabrikken.

Fat med tjære/bek fra ovnene og fra renseanlegget ble betraktet som avfall. De ble dumpet i gruver (Buøya og Pinnen) og i sjøen (Tromøysund utenfor kai og ved Buøyskjæra).

Bygningen ble fjernet i 1975 og rivningsmassene tippet på fyllinga vest for kaiområdet (Nitrid-tomta). I forbindelse med byggingen av Hovedhallen til AS Strømmen Staal blir det fortalt at grunnen var betydelig forurensset med tjære. Det ble imidlertid ikke iverksatt bygningstekniske eller andre tiltak for å unngå spredning og andre negative effekter av forurensningen, eller restaurere grunnen.

I dag er det pga. manglende oppdrag ingen drift i Hovedhallen. På baksiden av bygningen står et kompressoranlegg, hvor det ved befaringen 20.2.92 ble observert oljesøl på bakken (asfaltdekke). Det stod også fat med olje lagret på samme sted. En del olje må ha trukket ned i grunnen.

3.3.6 Verkstedbygninger, lager og kaiområde

De øvrige bygningene avmerket på kart av ulik årgang (1485-1, -8 og -50) er blitt benyttet til verksteder, metall-, råvare- og ferdigproduktlager, sandblåsing, maling, kontorer og laboratorier. Det må antas at disse områdene er av mindre interesse i forurensningssammenheng. Noe søl av oljeprodukter kan imidlertid ha oppstått rundt verkstedene.

På tegning 1485-1 er det mellom Steikeriet og Omformerhallen avmerket 13 sirkler. Det er fundamenter som trolig står ned til fjell. Fundamentene har aldri vært i bruk.

3.3.7 Ledningsnett

Ledningsnettet på området ble benyttet til rentvannsforsyning, tur- og retur for avkjølingsvann og avløp. Som kjølevann skal det i tillegg til ferkst vann også i en periode ha blitt benyttet sjøvann. Det elektriske ledningsnettet ble i hovedsak ført fram i master. Kabeltraséer finnes også nedgravd på området.

Tegning 1485-22/23 viser VA-nettet slik det var ca. 1949. Vannforsyningen tok utgangspunkt i bassenget på høyden nord for fabrikkområdet. Avløpet var basert både på naturlig fall og pumping. Det hadde tre utløp til sjøen. Elektrodefabrikken hadde avløp til Bekkevika gjennom Arendal Smelteverk a.s. sitt industriområde. Vann fra Ovnshusene ble i hovedsak ledet ut til Heggedalsbukta gjennom fyllinga på Tippen. Støperi, Omformerhall og Elektrodesteikeri hadde avløp til indre havneområde vest for kaia. Ledningsnettet over søndre del av Nitriden-tomta og langs østre side av Ovnshus I ble senere lagt om og er justert på et kart à jour 1960 (tegning 1485-42 vedlegg 1).

Mange steder er ledningstraséene sprengt ned i fjell og kan da virke som drenerende spor ved forurensningsspredning. Andre steder ligger ledningene i de grove og godt drenerte sprengsteinsmassene som ble brukt til oppfylling.

Ledninger langs vestsiden av Ovnshus III ble skiftet flere ganger i løpet av driftsperioden. Rørene, som har bestått både av støpejern og eternitt ble tæret opp. Til sist ble det lagt rør i PVC. I forbindelse med etableringen til AS Strømmen Staal (1975) ble

hele ledningsnettet lagt om. Store deler av det opprinnelige nettet ble da satt ut av drift. Tegning 1485-31 viser en skisse av vannførende ledninger i 1985. PVC-rørene langs vestsiden av Ovnshus III ble beholdt.

Da ny vei ble anlagt på innsiden av Tippen i 1989, ble det samtidig lagt vann- og avløpsledninger i gangveien på utsiden av kjørefeltet. På innsiden av veien ligger det dessuten rør for drenering av overflatevann.

3.3.8 Lagertanker for oljeprodukter

Beredskapskart ved brann (tegning 1485-8) viser bl.a. nedgravde tanker for oljeprodukter. Til sammen finnes 4 lagertanker med total kapasitet på 88 m³ for fyringsolje. I tillegg finnes 2 tanker for diesel/bensin med kapasitet 11 m³ ved innkjøringen til området. Det er rimelig å anta at det finnes flere nedgravde tanker som er satt ut av drift og derfor ikke tegnet inn på skissen fra 1977. Det gjelder f.eks. ved Elektrodefabrikken (fyringsolje til steamanlegg, hydraulikkolje, m.m.) og i tilknytning til kompressorrom og renseanlegg for trafo-olje i Omformerhallen.

På vestre kaiområde stod en oljetank oppå bakken (tegning 1485-22/23). Utendørs tanker har også trolig vært plassert andre steder. Det samme gjelder fatlager for nye oljer og spillolje (f.eks. trafo-olje).

Utenfor bygget som er merket "Mek.-plateverkst." på tegning -8 ligger en stor oljeutskiller. Deler av bygget blir i dag nyttet til bilverksted. Det kan også finnes andre oljeutskillere på området.

Lagertanker og oljeutskillere er, og har vært potensielle kilder til grunnforurensning. Det gjelder søl og lekkasjer ved fylling, lekkasjer på grunn av korrosjon og lekkasjer langs rørledninger. Plasseringen og omfanget av ledningsnett for distribusjon av oljeprodukter er ikke kjent, men kan til en hvis grad antas ut fra beliggenheten.

3.4 Definerte problemstillinger

Kap. 3.3 danner grunnlaget for problemstillingene knyttet til lokalitetene definert i kartleggingen av spesialavfall i deponier og forurenset grunn (Deponikartleggingen) /3/. Informasjonen som har kommet fram i forprosjektet gir mistanke om at spesialavfall også finnes i grunnen på flere steder. Dette blir kommentert under hvert av de følgende underkapitlene. Kunnskapsbehovene som beskrives kommer fram som funksjon av forurensningstype og konflikter mot arealbruk og resipient.

3.4.1 Elektrodefabrikken

Forurensningstyper:

- * Bek og andre tjæreprodukter ligger sammenblandet med jord og fyllmasser etter håndtering av elektrodemasse og råvarer i løs form og på fat.
- * Olje fra hydrauliske presser har trengt ned i grunnen etter søl inne i bygget.
- * Oljелеkkasjer til grunnen fra mulig nedgravde tanker med fyringsolje.

Konflikter mot arealbruk og resipient:

- * Elektrodefabrikk-området dekker ca. 20 000 m² og vil bli benyttet til framtidig utbygging for industri. Forurensningen kan skape problemer for anleggsarbeid, fundamentering av bygg og annen arealutnyttelse.
- * Området ligger åpent for fri ferdsel med relativt nær tilknytning til boligområder. Helsekadelige stoffer kan ligge eksponert for direkte berøring ved ferdsel og arbeid. Helsekadelige stoffer kan også bli spist ved barns lek.
- * Avrenning i grunnen og langs rørledninger til sjø i Bekkevika. Stoffutlekking til Bekkevika kan være medvirkende årsak til forurensningsbelastningen i Tromøysund.
- * Spredning i grunnen kan forurense evt. fjellbrønner i tilknytning til den private bebyggelsen.

Området Elektrodefabrikken er ikke definert som lokalitet i Deponikartleggingen. Informasjonen som er kommet fram ved nærmere vurdering av området viser imidlertid at det foreligger sikre opplysninger om lekkasje til grunnen av olje fra de hydrauliske pressene. Det er også begrunnet mistanke om at andre oljeprodukter kan ha lekket ut fra lagertanker. Vurdert under ett er det rimelig at området Elektrodefabrikken ville vært registrert i Deponikartleggingen dersom informasjonen var tilgjengelig, og at lokaliteten hadde blitt rangert i gruppe 2 (behov for nærmere undersøkelser).

Kunnskapsbehov:

- * Avklare omfanget av forurensning i overflaten, mhp. PAH/tjærestoffer, oljeprodukter og evt. andre organiske forbindelser. Omfanget omfatter stofftyper, belastningsvariasjon og utstrekning.
- * Avklare omfanget av dypere grunnforurensning (i løsmasser og langs sprekkeflater i fjell).
- * Avklare omfanget av mulig stofftransport og spredning i løsmasser/fjell mhp. mulig utlekking til Bekkevika. Hvis utlekking skjer, kvantifisere denne og vurdere virkning på resipienten.
- * Avklare hvorvidt evt. fjellbrønner i nabolaget kan påvirkes ved forurensningsspredning i fjell.

3.4.2 Nitriden-tomta

Nitriden-tomta dekker alle bygninger, produksjonsområder, kaiområde og deponi som vender ut mot Tromøysund. Arealet er ca. 53 000 m². I Deponikartleggingen ligger lokalitetene "Nitrid-tomta", "Steikeritomta" og "Trafo-hall" (Id.nr. 011, 012 og 015) innenfor dette området. Lokalitetene beskrives her under ett, da de på grunn av mulig forurensningsspredning i mer eller mindre grad griper inn i hverandre.

Forurensningstyper:

- * Ovnshus. PAH, CN, F og tungmetaller i støv fra aluminiumsproduksjonen kan ligge sammenblandet med fyllmasser etter rivingen av bygningene (ca. 8 500 m²). Samme forbindelser kan ha forurensset grunnen pga. vannlekkasjer fra den regelmessige ovnsrivingen da produksjonen pågikk. Spredning kan ha skjedd mot sør og/eller mot nord (Heggedalsbukta).

Grunnen der Ovnshus I stod er på nordre del mest sannsynlig forurensset med tjære/bek fra det eldre elektrodesteikeriet (jf. beskrivelse nedenfor). Avrenning fra mulig forurensede løsmasser skjer mot Heggedalsbukta.

- * Omformerhall. Transformatorolje med mulig PCB-innhold har forurensset grunnen under trafo-rom og rom for oljerensing i underetasjen av bygningen (ca. 475 m²). Trafo-olje kan ha trengt ned i grunnen utenfor bygningen ved håndtering av transformatorer og i tilknytning til avkjølingskar (ca. 950 m²). Lekkasjer til grunnen kan også ha oppstått ved likeretteranlegget som stod mellom Omformerhallen og A/S Arendals Fossekompanis trafo-bygg (500 m²). Spredning kan ha skjedd mot indre havn.
- * Kompressorrom. Olje fra kompressorer og avkjølingsanlegg for olje har forurensset grunnen under bygget og nedenfor østre del av Omformerhallen (ca. 50 m²). Olje siver ut i avløpssystemet og har evt. spredt seg i grunnen mot kaia og/eller mot indre havneområde.
- * Elektrodesteikeri. Grunnen på Steikeritomta (3 000 m²) (der Steikeriet stod og under Hovedhallen) er infisert med tjære/bek og evt. andre stoffer (S, NH₃) pga. avrenning fra ovner, og evt. lekkasjer fra renseanlegg for tjæregass. Tjærefraksjoner har infisert grunnen mellom Steikeritomta og kaia pga. forurensningsspredning.

Bak Hovedhallen har det vært lekkasjer av olje fra et kompressoranlegg. Oljen har mest sannsynlig også trukket ned i grunnen. Forurensningen kan være liten.

- * Nitrid-tomta. Lokaliteten består av et sjønært deponi i indre havneområde mellom kai og kontorbygg. I produksjonstiden ble det tippet avfall fra Steikeriet, dvs. koks/kullstøv og bek/tjære, men også asbest fra foringer m.m. Mot slutten av driftsperioden ble det tippet avfall fra Ovnshusene. Det skal bl.a. ha gitt episoder med akutt skade (fiskedød) i strandnære områder (trolig ammoniakk). Det er rimelig å tro at reaktive masser har stabilisert seg slik de i dag ligger etter mange år i kontakt med vann.

De største avfallsmengdene er rivningsmasser fra etter 1975 (Elektrodefabrikken, Ovnshus og Steikeri). De består av bygningsmaterialer (trevirke, murstein og betong), installasjoner/annet utstyr og råvare/produkt/avfallsrester fra bygningene. Massene er både rene og infisert av stoffer fra respektive bygninger. I Omformerhallen fantes det blyakkumulatorer. De kan ha blitt tippet her eller på Tippen.

Fyllmassene er trolig løst lagret og kommuniserer lett med sjøvann/tidevann. Deponiet dekker en flate på ca. 2 000 m². Dybden er relativt stor, særlig ytterst

(antatt 10 m). Totalt anslås volumet til ca. 20 000 m³. Deponiet er avrenningsområde for forurensningsspredning fra Nitriden-tomta. Hovedavløpet fra industriområdet har utløp på østre side.

- * Verkstedbygninger og lager. Aktiviteten i disse bygningene har trolig ikke vært særlig forurensende. Grunnen under bygg for råvarer og produkter kan inneholde stoffrester. Tilfeldig spill av oljer kan ikke utelukkes i verkstedbygg.
- * Ledningsnett. Avløpsvann fra områdene inneholdt samme forbindelser som ellers i avfall og i grunnen. I driftsperioden kan stoffene ha lekket ut langs traséene pga. brekkasje, korrosjon og utette skjøter. I dag kan avløpsnettet medføre raskere utlekking av stoffer til sjø pga. drenerende virkning og økt kommunikasjon med sjø/tidevann. Nedlagte deler av rørnettet korroderer og kan forurense grunnen med forbindelser som mobiliseres fra avsatte sedimenter i rør.
- * Lagertanker for oljeprodukter. Oljetanker og oljeutskillere kan ha forurenset i ukjent omfang både på overflaten og i grunnen. Det har vært benyttet tanker for fyringsolje, bensin og diesel. Søl kan også ha skjedd fra tanker oppå bakken og fra fatlager for nye oljer og spillolje (f.eks. hydraulikkolje, kompressorolje, trafo-olje m.m.). Lager for ulike oljer kan representere mange, både store og små kilder til forurensning, både lokalt og mot Heggedalsbukta og Tromøysund. Noen lagersteder er kjente, andre finnes det ingen oversikt over.

Konflikter mot arealbruk og resipient:

- * Alle områder er framtidige utbyggingsarealer for industri. Bygging av marina i indre havneområde blir også nevnt. Forurensning i grunnen kan sette spesielle krav til arealutnyttelsen og føre til helseskade ved anleggsarbeid.
- * Området er avstengt for biltrafikk, men likevel lett tilgjengelig, også fra sjøsiden. Det er relativt kort avstand til boligområder. Det er fare for direkte kontakt eller inntak (spising) av forurensning som ligger på bakken.
- * Avrenning i grunnen og langs ledningstraséer belaster vannkvaliteten (og bunn-sedimentene) i Tromøysund og Heggedalsbukta.
- * Sig av tyngre tjære/bekforurensning forurenser bunnen i indre havn og utenfor kaia, og er tilgjengelig for direkte kontakt med mennesker og dyr. Utlekking fra bunnavsetningene kan gi sekundær forurensning av resipienten.
- * Tidevannspåvirkningen og den nære kontakten med sjøvann kan gi spesielle utvaskingsforhold til resipienten.

På grunnlag av opplysningene som er kommet fram er det grunn til å tro at større områder enn de registrert i Deponikartleggingen er forurenset på grunn av lekkasjer fra industrivirksomheten. Det gamle elektrodesteikeriet som lå i nordenden av Ovnshus I kan ha vært opphav til lignende tjæreforurensning som på Steikeritomta. Opplysningene gir likevel ikke grunnlag for mer en begrunnet mistanke om at forurensning finnes i grunnen (tilsvarende rangeringsgruppe 2). Dersom spredning av tjære skjer til Heggedalsbukta, vil konfliktene mot resipienten være de samme som for Steikeriet, om enn trolig i mindre omfang.

Lagertanker for oljeprodukter kan også være kilder både til punktutslipp og "diffus" forurensning. Det gjelder også Ovnhusene, likeretteranlegget som fantes mellom Omformerhallen og eksisterende trafo-stasjon, og kompressoranlegget bak Hoved-

hallen. Ledningsnettene på området kan ha øket faren for transport av forurensende komponenter til sjø.

Kunnskapsbehov:

- * Avklare omfanget av forurensning på bakken i tilknytning til de ulike bygningene mhp. PAH/tjærestoffer, PCB/klorerte forbindelser, oljeprodukter, andre organiske forbindelser, fluorid, cyanider og tungmetaller. Avklare belastningsvariasjon og utstrekning.
- * Avklare omfanget av forurensning av løsmasser over fjell og mulig forurensning i fjell inne på området.
- * Avklare omfanget av stofftransport og spredning i løsmasser/fjell mhp. mulig utlekking/avrenning til Heggedalsbukta og Tromøysund.
- * Avklare omfang og kvalitet på fyllmassene i deponiet Nitrid-tomta. Avklare hvorvidt mobilisering av forbindelser fra fyllmassene gir miljøskadelig belastning på resipienten.

Forurensningssituasjonen på området er trolig sammensatt. Det krever at alle kildene vurderes under ett når undersøkelser settes i verk for å avklare forurensningsbelastning og -spredning.

3.4.3 Tippen

Deponiet (Id.nr. 013), som danner en utfylling i Heggedalsbukta, har i dag et totalt areal på ca. 7 000 m². Dette inkluderer også deler av veien til Buøya. Deponiflaten ligger på ca. kote 5,7 og store deler av avfallet ligger utenfor den tidligere strandlinja. Deponiet er et typisk sjønært deponi, med stor kommunikasjon mellom avfall og sjøvann/tidevann. Avfallet antas på det dypeste å ligge på kote -3 til -5. Volumet beregnes å være i størrelsesorden 65 000 m³. I tillegg er det i forbindelse med byggingen av veien i 1989 gravd opp avfall som er deponert på østre del av fyllinga og tildekket med jordmasser. Dette volumet anslås til totalt ca. 5 000 m³.

Forurensningstyper:

- * Tippen inneholder i hovedsak løst lagret avfall fra Ovnshusene, dvs. ovnsavfall, slagg, støv og oksidavfall. Sammensetningen er beskrevet i kap. 3.3.2. Det er rimelig å tro at reaktive ovnsmasser har stabilisert seg slik de i dag ligger etter mange år i kontakt med vann.
- * Det er nærliggende å tro at avfall fra det første elektrodesteikeriet også ble deponert på Tippen (tjære/bekholdig avfall).
- * Ved riving av Ovnshusene kan noe bygningsavfall ha blitt deponert. Det vil også kunne omfatte ovnsrester, ulike installasjoner og rester av produksjonsavfall.
- * Fra Omformerhallen sies det å ha blitt deponert store blyakkumulatorer brukt i strømforsyningen av ovnene.
- * SSV for Tippen deponerer Arendal Smelteverk a.s. avfall på "Breidablikk". Produksjonsavfallet inneholder PAH-forbindelser og tungmetaller. Det er ikke direkte kontakt mellom "Breidablikk" og Tippen, men støvavfall som vaskes ut vil kunne renne ut i Heggedalsbukta gjennom Tippen (jf. kap. 3.5).

- * Fra nordre del av Nitriden-tomta kan forurenset sigevann/grunnvann vaskes ut gjennom Tippen via grunnen eller langs en avløpsledning. Det gjelder bl.a. tjærestoffer fra det gamle elektrodesteikeriet.
- * Avløpsledningen fra Nitriden-tomta kan fortsatt føre spor av forurensende forbindelser ut i Heggedalsbukta.

Konflikter mot arealbruk og resipient:

- * Heggedalsbukta ligger fint til og er avskjermet for vind. Deponiområdet har vært tenkt brukt som utbyggingsområde for fritidsbebyggelse med bryggeplass langs deponikanten. Forurensning i grunnen kan sette spesielle krav til arealutnyttelsen og føre til helseskade ved anleggsarbeid. Forurensningen kan dessuten, på grunn av helserisiko, gjøre området uegnet til reising av bolighus.
- * Reguleringsplanen for området (1986) definerer friarealer i området rundt. Det er kort avstand til eksisterende boligområder. Veien (bil- og gang/sykkelvei) langs fyllinga blir mye benyttet for atkomst til friområdet Buøya. På dette grunnlaget er det fare for direkte kontakt med avfall og fare for at barn ved lek får i seg spor av giftige stoffer.
- * Heggedalsbukta blir benyttet til småbåttrafikk, bading og friluftsliv. Det kan gi kontakt med avfall, påvirkede sedimenter og dårlig vannkvalitet i strandsonen.
- * Tidevannspåvirkning og nær kontakt med sjøvann kan gi spesielle utvaskingsforhold til Heggedalsbukta, som representerer en relativt lukket resipient.
- * Ledningstraséer gjennom og langs deponiet kan drenere massene og øke faren for utvasking.

Kunnskapsbehov:

- * Avklare omfang og kvalitet på fyllmassene.
- * Avklare hvorvidt mobilisering av forbindelser fra fyllmassene kan gi miljøskadelig belastning på resipienten.
- * Avklare hvorvidt utslipp fra ledningstraséen fra Nitriden-tomta fortsatt belaster resipienten.
- * Avklare hvordan ledningstraséene gjennom og langs fyllinga påvirker utvaskingen fra massene.
- * Avklare om utvaskete forbindelser fra Arendal Smelteverk a.s. sitt deponi "Breidablikk" blander seg med et evt. utsig fra Tippen, og hva dette betyr for den totale belastningen på resipienten.

3.4.4 Gruver på Pinnen og Buøya

På Pinnen og Buøya (Id.nr. 014 og 007 tegning 1485-1000) er avfall fra Nitriden blitt dumpet i gamle gruvesjakter. Sjaktene ligger begge steder 15-20 m fra sjøen.

Sjaktene på Pinnen (tegning 1485-3 og -14b) ligger på innsiden og delvis under veilegemet. Ved veibyggingen ble sjakta fylt opp med stein- og jordmasser. Betong ble også benyttet til "forsegling" i toppen. Sjakta er nå ikke synlig i dagen.

Avfallsgruvene på Buøya (tegning 1485-3) består av dagbrudd og flere sjakter. Arendal Smelteverk a.s. benyttet dagbruddet, som ligger lengst inne på land, og en

underliggende sjakt til sitt avfall. Deponiet ble avsluttet i 1986 og overdekket med sand/grus. Nitriden og senere kommunen (m.fl.) fylte avfall i en gruvesjakt som ligger helt inntil og under veien (bru). Den er fortsatt åpen, men inngjerdet. Overflatevann renner ned til sjakta, der vannet står opp i dagen 2-3 m over sjønivået.

Sjaktene på Pinnen og Buøya er dype og trolig del av større gruvesystem. Nærmere opplysninger om gruvene kan evt. finnes i form av kart og annet materiale.

Forurensningstyper:

- * Nitriden brukte gruvene til dumping av tjæreavfall, i hovedsak fra Elektrode-steikeriet. Tjæra hadde opphav i avrenning fra ovnene og fra kondensasjonskummene for ovnsgass. Den hadde trolig nokså varierende konsistens, fra lett-flytende til fast bek. Avfallet har derfor varierende vannløselighet og mobilitet.
- * Noe tjæreavfall ble også tippet fra Elektrodefabrikken. Slik tjære kan ha hatt fastere konsistens og vært blandet med koksmjøl.
- * Det er rimelig å tro at sjakta også inneholder andre typer fatavfall.
- * Tjæra er kilde til mulig forurensning av PAH og andre aromatiske forbindelser.
- * Arendal Smelteverk a.s deponerte støv og oppsop, utbrente Søderberg-elektroder og rivningsmasse fra ovner. Avfallet inneholder bl.a. PAH og tungmetaller.
- * Nitridens sjakt på Buøya ligger lett tilgjengelig. Det har også pågått tilfeldig tømming av privat forbruksavfall.
- * Kommunen har gjort forsøk på å fylle gruvesjakta på Buøya med store mengder utgravingsmasser (stein og jord). I dag skal sjakta være åpen til ca. 15 m dyp.

Konflikter mot arealbruk og resipient:

- * Sjaktene på Pinnen er overdekket og utgjør i dag ingen konflikt i forhold til arealbruk. På Buøya er Nitridens sjakt åpen. Folk og dyr kan uten store problemer komme helt ned til kanten.
- * Vann i sjaktene kommuniserer antakelig med sjøen. Det innebærer fare for utvasking av ulike forbindelser og belastning på Heggedalsbukta. Kommunikasjonen kan være lav, siden gruvene ble sprengt ut og drevet såpass nær sjøen.

Kunnskapsbehov:

- * Bedre kunnskapen om gruvene mht. utstrekning, dyp og kommunikasjon til andre sjakter, stoller og gruverom.
- * Vurdere kommunikasjonen med resipient på grunnlag av gruvenes beliggenhet, bergartsammensetning, sprekke-mønster, m.v.
- * Vurdere faren for mobilisering av forbindelser fra avfallstyper med samme egenskaper som i gruvene (tjære/bekavfall) og som er utsatt for lignende ytre påvirkning (sjøvann).
- * Avklare hvordan et sig fra Arendal Smelteverk a.s. sine deponerte masser på Buøya vil kunne innvirke på det totale utsiget til Buesundet.

3.4.5 Tønnedeponi Kai og Buøyskjæra

Tromøysund er registrert som egen lokalitet i Deponikartleggingen (Id.nr. 010) med både undervannsdeponi (fat) og forurensede bunnsedimenter. I dette kapitlet beskrives den delen som omhandler dumpingssteder for fat.

Forurensningstyper kai:

- * Kaia utenfor Nitriden skal ha blitt brukt til dumping av tjærefat fra ovner og renseanlegg i Elektrodesteikeriet. Dumpingen må ha skjedd tilfeldig, da Nitriden hadde andre etablerte steder for avfallsdumping.
- * Fat med tjære/bek (avfall og råvarer) og andre varer som ble fraktet sjøveien kan ligge utenfor kaia pga. uhell ved låssing, lasting og annen håndtering.
- * Bunnen utenfor kaia skal, på grunnlag av ikke bekreftede dykkerrapporter, være dekket med tjære/bek. Tjære kan skyldes utsiving fra Elektrodesteikeriet.
- * Ved deponifronten til "Nitrid-tomta" i indre havnebasseng kan det finnes fat og annet avfall som har blitt liggende for seg selv ved deponering på fyllinga.
- * Tjære i fat og løst på bunnen vil ha ulik konsistens. Mye kan være fast og bek-lignende, da tjæra kan ha "herdet" etter lang tids eksponering i sjøvann.
- * Kaia og Nitrid-tomta ligger nær produksjonsbyggene og trafikkerte områder. Det er ikke urimelig at andre avfallstyper (ulikt skrot, koksavfall, utrangert produksjonsutstyr og fat f.eks. med oljeholdige masser) også er blitt deponert på de samme stedene.

Forurensningstyper Buøyskjæra:

- * Buøyskjæra var en av de etablerte dumpingsstedene for tjæreavfall fra Elektrodesteikeriet (og Elektrodefabrikken). Omfanget er usikkert, men Miljøvernaveilingen /3/ anslår at det gjennom årene kan ha blitt dumpet 2 500 fat. Dumpingen skal ha foregått på østsiden av skjærene. De skal ligge på 40-50 m dyp.
- * Det kan også være dumpet annet fatavfall.
- * Tjæra kan være fast og bek-lignende etter å ha "herdet" ved lang tids eksponering i sjøvann. Andre avfallstyper kan finnes på lettere blandbar (løselig) form og lekke ut til omgivelsene ved fatkorrosjon.

Konflikter mot arealbruk og resipient:

- * Avfall i strandsonen utenfor Nitriden ligger tilgjengelig for direkte berøring ved dukking og andre fritidsaktiviteter.
- * Avhengig av form kan avfall blande seg med vannmassene og være til sjenanse og skade for mennesker, sjødyr og fisk.
- * Sjøvannet kan løse ut forbindelser fra avfallet og spre disse i vannmassene og omliggende sedimenter. Forbindelsene kan tas opp i næringskjeden og medvirke til forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter i sjødyr og fisk.

Kunnskapsbehov:

- * Avklare utstrekning på deponiområdet for fat ved Buøyskjæra.

- * Lokalisere fat og annet avfall utenfor Kai og i indre havn.
- * Registrere tilstand på fat og fastslå utlekking eller fare for utlekking. Vurdere risikoen for miljøskade på grunnlag av prøver av fatinnhold.
- * Registrere utstrekning på bunnlag med tjære/bek. Vurdere forurensningspotensial og fare for utvasking/miljøskade fra bunnlaget ut fra uttatte prøver.
- * Vurdere eksisterende miljøskade i det umiddelbare nærområdet på grunnlag av sediment- og bunnfaunaundersøkelser.

3.4.6 Sediment og bunnfauna i Heggedalsbukta og Tromøysund

Avløp fra industrien og utlekking fra forurenset grunn og deponier kan medføre en uakseptabel forurensningsbelastning på bunnsedimentene og bunnfaunaen. Resipienten tilhører Id.nr. 010 og 016 i Deponikartleggingen.

Forurensningstyper:

- * Sedimenter og bunnfauna ble påvirket av deponier og direkte utslipp mens produksjonen var i gang. For Nitriden gjelder det særlig PAH, men også i mindre grad tungmetaller. Det er mistanke om at Nitriden hadde utslipp av PCB.
- * Utlekking fra deponier og fra grunnen ved Nitriden kan fortsatt forårsake miljøskadelig belastning av miljøgifter på resipienten.
- * Utslipp av fluorid, cyanider og ammoniakk har mindre betydning i marine miljøer, bortsett fra evt. skadeeffekter i umiddelbar nærhet av utslippsstedet. Fluorid har et relativt høyt bakgrunnsnivå i sjøvann (ca. 1 ppm), mens cyanid kompleksbindes med jern og avgiftes. Ammoniakk er et næringsstoff. Faren for akutt skade ved mindre utslipp er liten pga. rask fortykning.

Konflikter mot arealbruk og resipient:

- * Heggedalsbukta og Tromøysund er sterkt trafikkert av småbåter sommerstid. Det drives utstrakt fritidsfiske og noe næringsfiske. Stor belastning av miljøgifter i sedimenter og bunnfauna øker risikoen for skade på mennesker og dyr.
- * PCB er svært persistent og akkumuleres i næringskjeden. Dersom det skjer et utslipp av PCB eller lignende klororganiske forbindelser, er det til generell skade for dyrelivet, både i nærmiljøet og i større sammenheng.

Kunnskapsbehov:

- * NIVAs undersøkelser i 1989 og 1990 var utilstrekkelige for å fastslå hvilken betydning utslipp fra Nitriden har hatt og har som kilde til forurensning av bunnfauna og sedimenter i Heggedalsbukta og Tromøysund. Det er behov for å supplere tidligere undersøkelser på begge steder (jf. tegning 1485-1000) for å avklare dette.
- * I Heggedalsbukta må sedimentene undersøkes med hensyn til å avklare hvilken virkning deponiene og industriområdet har på det marine miljøet i dag, sett i forhold til tidligere drift, og i forhold til andre lokale kilder til forurensning (kommunale avløp, sig fra kommunale fyllplasser, utslipp fra annen industri, avrenning fra nedbørfelt og utslipp fra småbåt- og annen næringstrafikk til sjøs).

- * Lignende undersøkelser må utføres i Tromøysund med vekt på Nitriden-strekningen og Buøyskjæra. Det må avklares hvilken rolle forurensningskildene ved Nitriden spiller i forhold til en total forurensningssituasjon.
- * Dersom undersøkelser ved Elektrodefabrikken bekrefter at utslipp av miljøskadelige forbindelser skjer til Bekkevika, vil det også i det området være aktuelt med detaljerte undersøkelser av sjøbunnen.

3.5 Deponier ved Arendal Smelteverk a.s.

Vurderingen av forurensningene ved Nitriden skal ses i forhold til andre forurensningskilder. De definerte lokalitetene til Arendal Smelteverk a.s. ligger innenfor samme område og har lignende plassering som flere av Nitridens lokaliteter. I tillegg finnes ett stort uregistrert deponi inne på bedriftsområdet og flere mindre deponier langs strandkanten. Disse er i dag overdekket og delvis bebygde. Deponeringen skyldes at avfallet ble brukt sammen med andre jord- og steinmasser ved utvidelsene av bedriftsområdet (fra midt på 1950-tallet og fram til ca. 1975). Dersom de 2-3 deponiene var blitt registrert i Deponikartleggingen, ville de trolig blitt rangert i tilsvarende gruppe som de øvrige deponiene (gruppe 2), selv om konflikten overfor ferdsel er mindre enn for deponier utenfor selve bedriftsområdet.

Forurensningstyper:

Arendal Smelteverk a.s. har produsert silisiumkarbid siden 1912. Petrolkoks og silica-sand knuses, tørkes og blandes. Ved oppvarming i ovner til ca. 2 000 °C dannes silisiumkarbid (SiC). Produktet knuses og raffineres til slipekorninger, ildfast materiale og metallurgisk vare.

Avfall ved Arendal Smelteverk a.s. som fokuseres i forurensningssammenheng skal gjennom årene ha hatt nokså ens sammensetning. Det er imidlertid variasjon mellom deponiene mht. utforming, beliggenhet og mengde andre typer produksjons- og forbruksavfall. Deponiene varierer derfor mht. pakningsgrad av massene, muligheten for påvirkning fra sjøvann/tidevann og dermed risikoen for utvasking av miljøskadelige stoffer. Følgende typer avfall er deponert:

- * Støv, som består av koksstøv, grafittstøv, kvartssand m.m. og stammer fra rensefilter og oppsop fra bedriftsområdet og fabrikkhallene. Støv blir deponert når det ikke egner seg for tilbakeføring i prosessen. Det meste, f.eks. av filterstøvet blir brukt om igjen. Kornfraksjonen er som for sand og finere. Deponering skjer i storsekk eller i løs form. Prøver Arendal Smelteverk a.s. har fått analysert av filterstøv inneholder anslagsvis 0,1 % tungmetaller.
- * Utbrente Søderberg-anoder fra Fiskå. Det er påvist ca. 0,06 % PAH-forbindelser i den brukte elektrodemassen. Ubrukt vare inneholder bl.a. 10-30 % steinkulltjære og 4-8 % aske.
- * Ovnsvanger og -hoder omgir ovnene og består av betong, som sprekker opp og eroderes etter en tids bruk. Den blir da revet og deponert ("rivningsmasser"). Betongen skal være "rein", og kan ikke sammenlignes f.eks. med ovnsbunner fra smelteverk.
- * Avfall av paller og annet trevirke, papiremballasje (tidligere ble slikt avfall brent), jernplater og -kapp, diverse utskiftede rør og annet materiell.
- * Noe privat forbruksavfall (grovavfall) som er deponert uten tillatelse.

Massene er blitt dumpet sams. Støv og finere masser fyller trolig hulrom mellom grovt avfall. På avsluttede deponier er det kjørt ut sand og andre grove dekkmasser.

Deponiene ved Arendal Smelteverk a.s. kan utgjøre en risiko for langsiktig diffus utvasking til sjøen, og konflikter overfor arealbruk og resipient er representert i noen tilfeller. Avfallet har imidlertid en annen og antatt mindre risikofylt sammensetning enn avfall ved Nitriden. I samband med undersøkelser ved Nitriden er det særlig nødvendig å avklare forholdene rundt deponiene "Breidablikk" og "Buøya" (Id.nr. 008 og 007 tegning 1485-1000). De øvrige deponiene beskrives ikke nærmere i denne sammenhengen.

Konflikter mot arealbruk og resipient for Breidablikk:

- * På et av to steder er det en nedlagt gjenfylling av et dagbrudd og gruvesjakt. Gruvesjakta har en åpen stoll inn fra veien langs Heggedalsbukta. Nedbør som infiltrerer i deponiet renner trolig ned i gruvesystemet. Dersom sigevann renner ut av stollen, fanges det opp av dren på innsiden av veien og ledes østover mot Heggedalsbukta/Tippen. Renner vannet gjennom veien, får det utløp vest for Tippen (på grensen for hvor det fortsatt er nedlagt midlertidig byggeforbud).
- * Sør for dagbruddsdeponiet pågår fylling i en dal som leder østover. "Støv" blir vasket ut fra deponiet, følger dalbunnen og kan renne gjennom "Tippen".
- * Det er uklart om deponiet gir skadelig stoffutvasking. Hvis det skjer, vil sigevannet være i konflikt med allmen ferdsel langs veien og i utmark som ligger i nærheten av boligområder.
- * Sigevann som renner ut i Heggedalsbukta vil belaste resipienten.

Konflikter mot arealbruk og resipient for Buøya:

- * Se kap. 3.4.4.

Kunnskapsbehov:

- * Deponiene til Arendal Smelteverk a.s. antas å ha nokså lik sammensetning. Som grunnlag for evt. feltundersøkelser kan det gjennomføres en avfallskarakterisering, både mht. totalanalyser av representerte forbindelser, og utlekkingsfare ved gjennomføring av mobiliseringstester (nedbørs- og/eller saltvannspåvirkning).
- * Karakteriseringen kan evt. suppleres med prøvetakinger på ett sted (Breidablikk eller Bukkevika) for å avklare konflikter mer generelt for flere deponier.
- * Dersom analysene bekrefter mistanken om miljørisiko, må utlekking til resipient kvantifiseres. Det krever detaljerte studier i felt, og analysedataene må koples opp mot en hydraulisk modell for vanntransport i deponiene.

3.6 Bakgrunnsmålinger i regionen

Avsetninger i nedbørfeltet er kilde til diffus forurensning av resipienten. Fra Nitriden var det et betydelig utslipp til luft av tjærestoffer (gass og dråper) og fluorid. Aren-

dal Smelteverk a.s. hadde særlig tidligere også utslipp av støv med PAH og tungmetaller.

Som grunnlag for vurderinger av konsekvenser ved forurensning fra Nitriden, er det nødvendig å framskaffe verdier for bakgrunnskonsentrasjoner av PAH og tungmetaller i nedbørfeltet. Undersøkelsen må innebære en vurdering av diffus avrenning til resipienten som kilde til forurensning i forhold til deponier og forurenset grunn. Prøver må tas med utgangspunkt i de to bedriftene og i forhold til dominerende vindretning.

4. TILRÅDDE UNDERSØKELSER

Beskrivelsene av tilrådte undersøkelser tar utgangspunkt i at de skal være grunnlag for tilbudsinnhenting på utførende arbeid. Oppgavene er derfor definert og avgrenset så klart som mulig uten at det dermed legges for store begrensninger på faglig valgmulighet og angrepsvinkel når undersøkelsesprogrammene skal detaljutføres.

4.1 Undersøkelsesstrategi og framdrift

Kunnskapsbehovene skissert foran vil være målsettinger for undersøkelsene som helhet. Nye momenter kan imidlertid komme til underveis. Undersøkelsene er splittet i flere delprosjekter fordi problemstillingene krever ulike angrepsmåter og tildels forskjellige kvalifikasjoner. Det er viktig å presisere at et beslutningsgrunnlag for hvert delområde først kan etableres når forurensningssituasjonen og konfliktene for alle de potensielle forurensningskildene er kjent og sammenlignet. Tiltak kan da settes i verk først på de stedene som gir best resultat i et kost/nytte-perspektiv.

Undersøkelsene legges opp i faser, da en rasjonell framdrift baserer seg på å avklare situasjonen på hvert enkelt sted så tidlig som mulig. På de stedene der flere opplysninger er nødvendig for å framskaffe et tilstrekkelig beslutningsgrunnlag, føres prosjektene videre i neste fase. Følgende faser vil være retningsgivende for arbeidet:

Fase 1: Forprosjekt. Sammenstilling av historiske data og annen relevant bakgrunnsinformasjon om stedene. Definering av problemstillinger og utforming av undersøkelsesstrategi. Resultatene av denne fasen presenteres i og med denne rapporten og danner grunnlaget for arbeid i fase 2 og 3.

Fase 2: Avklarende undersøkelser: Inventeringsundersøkelser i felt for å avklare omfang, utstrekning og forurensningsbelastning tilknyttet hver lokalitet. Vurdering av spredningsveier og fare for forurensningsspredning på grunnlag av geologiske/hydrografiske forhold, egenskaper ved forurensende forbindelser og/eller observasjon av grunnvannsgradienter/tidevannsfluktuasjon. Spredningsvurderingene skal først og fremst basere seg på logiske resonnementer ut fra den etablerte kunnskapen om områdene. Utarbeidelse av forslag til program for supplerende undersøkelser gjøres dersom prosjektet anbefales ført videre i neste fase.

Fase 3: Supplerende undersøkelser: Detaljundersøkelser knyttet til kilde og omfang av spredning. Vurdering/kvantifisering av eksisterende og framtidig mobilerings og utlekking av miljøgifter, på grunnlag av prøveuttak og måling i

felt. Vurdering av mulighetene for at bufferegenskaper og selvrensingseffekter, gjennom prosesser i deponi, jordsmonn og grunnvann, motvirker skade ved forurensningsspredning. Overvåkning av eksisterende forhold for å bedre det totale vurderingsgrunnlaget. Utarbeidelse av endelig beslutningsgrunnlag for vurdering av behov for tiltak. Skissering av mulige tiltak.

Når beslutning om tiltak er gjort, vil evt. utarbeidelse av grunnlag for valg av tiltak begynne. I dette ligger bl.a. grunnlag for metodevalg og utarbeidelse av prosjekteringsunderlag. Foreløpige tiltak kan også innebære overvåkning, dersom forurensningssituasjonen ikke er tilstrekkelig klarlagt, eller effekten av kostnadskrevende innsats er usikker.

Hele prosjektet vil bli gjennomført etter framdriftsplanen satt opp nedenfor. Planen må imidlertid kunne justeres dersom kapasitetsproblemer eller andre årsaker legger hindringer i veien for et kvalitetsmessig utført arbeid.

Aktivitet	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Febr.
Tilbudsinnhenting/forberedelser	••••								
Fase 2: Avklarende undersøkelser		••••	••••	••					
Evaluering				••	••				
Fase 3: Tilleggsundersøkelser					••	••••	••••	••••	••
Evaluering									••

4.2 Avklarende undersøkelser

I de avklarende undersøkelsene på land er målsettingen først og fremst å framskaffe kunnskap om stedene for å si noe sikkert om, og i hvilken grad de er forurenset. Det skal, i hovedsak ut fra naturgrunnlag og arealbruk også klargjøres hvilken fare det er for spredning av forurensningen. Detaljerte undersøkelser av egenskaper og prosesser i kildeområde, og undersøkelser av spredning (prosesser, kvantifisering av fluks) tilhører fase 3.

For sjøbunnsundersøkelsene og tønnedeponier vil det være hensiktsmessig å skaffe til veie et best mulig datagrunnlag for beslutninger i én arbeidsoperasjon. Overvåkning kan likevel være en nødvendig oppfølging av undersøkelsene.

I det følgende er det satt opp hvilke av spørsmålene knyttet til hver lokalitet som ønskes besvart i de avklarende undersøkelsene (jf. kap. 3.4).

4.2.1 Elektrodefabrikken

- * Avklare omfanget (stofftyper, belastningsvariasjon og utstrekning) av forurensning i overflaten, mhp. PAH/tjærestoffer, oljeprodukter og forurensning av evt. andre organiske forbindelser.

- * Avklare hvorvidt grunnen er forurensset etter lekkasjer av hydraulikkolje fra presse og/eller andre oljeprodukter fra mulige lagertanker. Boring i betong-dekke kan være nødvendig.
- * Gi en vurdering av mulige spredningsveier mot resipient og brønner på grunnlag av kjent informasjon om grunnforhold (løsmasser og fjell), ledningstraséer m.m. Supplerende sonderboringer, flybildetolkning eller geofysiske målinger kan vise seg nødvendig.

4.2.2 Nitriden-tomta

- * Gi en beskrivelse av forurensningstyper og belastning på grunnlag av kjemisk analyse av PAH/tjærestoffer, PCB/klorerte forbindelser, tungmetaller, fluorid, cyanider og/eller oljeprodukter og andre organiske forbindelser. Analysene må differensieres i forhold til bygningsfunksjoner og mulige forurensningstyper.
- * Avklare omfanget av forurensning av overflatelag og løsmasser tilknyttet ulike bygningselementer (stofftyper, belastningsvariasjon og utstrekning).
- * Avklare omfanget (dybde, utstrekning) og kvalitet (avfallstyper, kjemisk innhold, form og konsistens) av deponerte masser.
- * Beskrive grunnforholdene på grunnlag av kjent informasjon og evt. supplerende sonderboringer, flybildetolkning og/eller geofysiske målinger.
- * Vurdere mulige spredningsveier mot resipient på grunnlag av kunnskap om grunnforhold, ledningstraséer, tidevannsvariasjon og grunnvannsgradienter.
- * Vurdere grunnvannskvaliteten i tilknytning til kildeområder for forurensning og langs sannsynlige spredningsveier.

4.2.3 Tippen

- * Avklare grunnforholdene (fjelloverflaten) ut fra tilgjengelig informasjon (tidligere grunnundersøkelser, flybildetolkning) og/eller feltregistreringer (geofysikk/boring/sjaktning).
- * Avklare omfanget (dybde, utstrekning) og kvalitet (avfallstyper, form og konsistens) av deponerte masser.
- * Ta ut prøver av ulike avfallstyper og analysere for innhold av PAH, fluorid, cyanider og tungmetaller.
- * Vurdere hvordan avrenning fra nedbørfeltet påvirker deponiet (overflatevann og grunnvannsgradienter).
- * Beskrive om, og hvordan avløpsledningen fra Nitriden-tomta kan bidra til forurensning. Analysere prøver av avløpet.
- * Beskrive om, og hvordan Arendal Smelteverk a.s sitt deponi "Breidablikk" kan bidra til forurensning. Analysere evt. sigevann.

4.2.4 Gruver på Pinnen og Buøya

- * Beskrive gruvene mht. utstrekning, dyp og kommunikasjon til andre sjakter, stoller og gruverom. Sannsynliggjøre hvordan avfallet ligger i sjaktene med tanke på fare for påvirkning av omkringliggende miljø.
- * Vurdere kommunikasjonen med resipient på grunnlag berggrunnens sammensetning, tetthet og sprekkemønster.

- * Vurdere hvordan tilrenningen av overflatevann/grunnvann er og hvordan avfallet eksponeres når grunnvann strømmer gjennom gruvene.
- * Foreslå program for overvåkning og evt. videre undersøkelser.

4.2.5 Tønnedeponi Kai og Buøyskjæra

- * Lokalisere og kartfeste dumpingssteder for enkeltfat og fatdeponi innenfor de tre områdene nevnt i kap. 3.4.5.
- * Registrere fattilstand med tanke på eksisterende og potensielle lekkasjer, og eksponering av avfall i sjøen.
- * Registrere utstrekning av bunnlag med tjære/bek utenfor kaiområdet, men også på de andre stedene hvis funn registreres.
- * Ta prøver av fatinnhold og bunnlag for bestemmelse av avfallssammensetning (fysiske egenskaper og kjemisk innhold av PAH/tjærestoffer, PCB og andre aromatiske forbindelser).
- * Bistå i arbeidet med prøvetaking av sediment og bunnfauna i umiddelbar nærhet av dumpingsstedene.
- * Foreslå metoder for sikker heving av fat og tiltak for å sikre fat mot skadelig utlekking av miljøgifter på stedet.

4.2.6 Sediment og bunnfauna i Heggedalsbukta og Tromøysund

- * Ta prøver av sedimenter og bunnfauna fra Tromøysund og Heggedalsbukta spesielt med tanke på å kartlegge tidligere og eksisterende effekter av utslipp fra Nitriden.
- * På bakgrunn av de hydrografiske forholdene sannsynliggjøre hvordan påvirkningen av resipienten skjer med utgangspunkt i de definerte lokalitetene som kilde til forurensning. Vurdere forurensningsbelastningen på sedimenter og bunnfauna i prøvepunkter langs mest sannsynlige spredningsretning.
- * Kjemisk analyse av PAH, PCB/klorerte forbindelser og enkelte tungmetaller.
- * Foreslå opplegg for overvåkning av resipienten som grunnlag for effektvurdering av evt. senere tiltak (f.eks. med utsetting av indikatororganismer).

4.2.7 Bakgrunnsmålinger i regionen

- * Ta ut representative prøver av overflatejord og annet eksponert materiale i nedslagsfeltet til Nitriden og Arendal Smelteverk a.s. for å vurdere forurensningsbelastningen av PAH, fluorid og tungmetaller.
- * Avklare forurensningsbelastningen i relasjon til dominerende vindretning fra Nitriden og Arendal Smelteverk a.s.
- * Vurdere belastningen på resipientene Heggedalsbukta og Tromøysund som resultat av diffus avrenning fra nedslagsfeltet.

4.3 Arendal Smelteverk a.s.

Som ledd i undersøkelsene ved Nitriden bør det også settes i verk undersøkelser av avfallsdeponiene ved Arendal Smelteverk a.s. Slike undersøkelser vil imidlertid ikke inngå i undersøkelsene som settes i verk ved Nitriden.

Kap. 3.5 beskriver kunnskapsbehov i tilknytning til Arendal Smelteverk a.s sine deponier. Som et første trinn bør det gjennomføres en karakterisering av avfall det er mistanke om miljøproblemer ved (støv, utbrent elektrodemasse og ovnsmasser), både mht. totalanalyser av representerte forbindelser (PAH og tungmetaller) og utlekkingsfare ved gjennomføring av mobiliseringstester (nedbørs- og/eller saltvannspåvirkning).

Dersom en mistanke om avfallet som potensiell forurensningskilde bekreftes, vil det være nødvendig å avklare mulige konflikter mot omgivelsene ved 1-2 typiske deponier (f.eks. "Breidablikk" og "Bukkevika").

Den skisserte framgangsmåten vil være en rasjonell og kostnadsbesparende måte å framskaffe beslutningsgrunnlag på. Undersøkelsene kan dermed også raskere rettes mot evt. tiltak.

5. VALG AV UTFØRENDE INSTITUSJON. INNHENTING AV TILBUD

Denne rapporten danner grunnlaget for innhenting av konkurrerende tilbud om utførelse av fase 2, fra på forhånd utvalgte institusjoner. De valgte institusjonene vil gjennom utførelsen kunne opparbeide fortrinn i konkurransen om evt. supplerende undersøkelser, forutsatt at de faglige kvalifikasjonene er tilfredsstillende.

Utvelgelsen av utførende institusjon vil bli gjort både på grunnlag av pris og kvalitet (faglig innhold). For å sikre at målsettingene for de avklarende undersøkelsene nås, vil ett eller flere av tilbudene bli gjenstand for diskusjon og justering med tilbyderne. Det vil bli lagt vekt på faglig nivå og kreativitet i forslagene, men likevel realistisk nøkternhet mht. kostnader og omfang.

Tilbudene skal inneholde forslag til detaljert undersøkelsesprogram og prøvetakingsstrategi for en eller flere av lokalitetene tilbyderne blir invitert til å delta på. Forslagene skal omhandle følgende punkter:

- * Metoder for undersøkelser, kartlegging og registrering (f.eks. flybildetolkning, geofysikk, geostatistikk, boring, sjaktning, filmopptak, m.v.).
- * Prøvepunkter og metode for uttak av prøver (jord, avfall, faststoff, markvann, grunnvann, in situ gassmålinger, sjøvann, sedimenter og/eller organismer).
- * Prøvepunkter og metode for etablering av observasjonsrør for grunnvannsstand (piezometere, sandspisser e.l.).
- * Prøvepunkter og metode for etablering av observasjonsbrønner for prøveuttak av grunnvann/sigevann.
- * Prøveantall pr. lokalitet, prøveutvelgelse og antall prøver til analyse.
- * Kjemiske og fysiske analyseparametere.
- * Kvalitetssikringsopplegg i felt (kontroll og dokumentasjon).
- * Beredskap i tilfelle funn av konsentrert miljøfarlig avfall.
- * Sikkerhetsopplegg for personell i felt.
- * Leverandør av laboratorietjenester for kjemiske og fysiske analyser; metoder og deteksjonsgrenser.
- * Rapportering (presentasjon i kart og profiler, vurdering, anbefaling om videre undersøkelser, dokumentasjon og kvalitetssikring).

- * Deltakende personell og prosjektorganisasjon (kompetanse og kortfattet CV). Som vedlegg skal det gis en presentasjon av institusjonen med vekt på kompetanse og referanser.
- * Samarbeidspartnere og underleverandører (kompetanse og referanser).

Undersøkelsene på land skal ta utgangspunkt i SFTs "Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser" /5/. Tilpassinger vil imidlertid bli akseptert der det er nødvendig/ønskelig/hensiktsmessig, men tilpassingene skal ikke gå på bekostning av de kvalitets- og sikkerhetsmessige krav som stilles til feltarbeid, analyse og dokumentasjon/presentasjon av resultater. Samme krav til kvalitets- og sikkerhetsnivå vil også bli stilt til undersøkelser utført i Heggedalsbukta og Tromøysund.

Det er viktig for prosjektets gjennomføring at tidsrammene overholdes. Forslagene skal derfor inneholde en detaljert framdriftsplan med milepeler for tilbakemelding innenfor tidsrammen av fase 2 gitt i kap. 4.1. Oppdragstakerne vil også bli ansvarlige for at varer og tjenester levert av samarbeidspartnere og underleverandører følger den oppsatte framdriftsplanen.

Prising av varer og tjenester skal gjøres i forhold til oppgitte honorarer/enhetspriser, mengde og totale kostnader. Oppdragene vil mest hensiktsmessig kunne faktureres etter medgått tid og faktiske utgifter. Den totale tilbudssummen blir da en øvre kostnadsramme som ikke kan overstiges uten at særlige forhold inntreffer. Tilbudene må likevel ta tak for uforutsette kostnader.

- oOo -

6. LITTERATUR

1. NIVA 14.12.89. Notat O-8921701. Orienterende sedimentundersøkelse i Tromøysund. I: NIVA-rapport O-89170 1991; Resipientundersøkelse i Tromøysund.
2. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen 1990. Rapport nr. 8-1990, Jens Christian Fjelldal. Kartlegging av industriprosesser og fyllinger ved Nitriden. ISSN 0800.8523.
3. Norges geologiske undersøkelser, NGU-rapport 90.123. Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurensset grunn i Aust-Agder fylke.
4. NIVA-rapport O-89170 1991. Resipientundersøkelser i Tromøysund. Bunnssedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer.
5. SFT, Statens forurensningstilsyn 1991. Veiledning i miljøtekniske grunnundersøkelser. SFT-veileder nr. 91:01.