

Prosjekt nr.: 196025
Rapport: 1
Oppdragsgiver: NSB Bane Kvalitets- og Sikkerhetskontoret
Prosjekt: Kreosotforurensning -
Kartlegging og tiltak på NSBs eiendommer
FoU-prosjekter
Dato: 06.03.1996

Rapporten omhandler (stikkord):

Kreosotforurensning, kartlegging, FoU-prosjekter

For NSB Bane, Ingeniørtjenesten

Prosjektansvarlig: Trond H. Børsting
Trond Børsting
Prosjektleder: Kari Tilrem
Kari Tilrem
Rapport utarbeidet av: Kari Tilrem
Kari Tilrem

SAMMENDRAG

Det er i denne rapporten utført en oppsummering av prosjekter vedrørende kreosot hvor NSB har vært involvert. Rapporten omhandler kartleggingsprosjekter av kreosotforurensning samt forsknings- og utviklingsprosjekter (FoU-prosjekter) om kreosot.

Kreosotforurensning på NSBs eiendommer

NSB hadde tidligere impregneringsverk på Nesa ved Lillestrøm i Akershus, i Råde i Østfold, på Brakerøya ved Drammen og i Hommelvik i Sør-Trøndelag. Kreosot er et destillat av steinkulltjære og ble benyttet til impregnering av sviller og stolper. Driften ved impregneringsverkene har ført til kreosotforurensning i jord og i vann.

I 1989-90 gjennomførte Statens Forurensningstilsyn (SFT) en kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. Dette medførte at NSB ble pålagt å utføre undersøkelser ved impregneringsverkene på Lillestrøm og i Råde.

Omfattende kartlegginger er utført ved verkene på Lillestrøm og i Råde. På Brakerøya er det gjennomført en innledende kartlegging. I Hommelvik er det foretatt miljøundersøkelser i fjorden.

Det er påvist kreosotforurensning ved alle fire lokalitetene.

FoU-prosjekter

NSB har vært med på å bidra til flere forskningsprosjekter vedrørende kreosotforurensning. Disse prosjektene omhandler biologisk nedbrytning av kreosot, jordvasking, samt andre metoder for behandling som stabilisering/immobilisering og termisk behandling. I tillegg er det utført en større undersøkelse på biologiske effekter av kreosotforurensning.

Prosjektene er utført ved forskjellige forskningsinstitusjoner eller i samarbeid med de aktuelle firma.

Behandlingsforsøk med jordvasking basert på flotasjon ga en reduksjon av forurensningsstoffer i de behandlede massene på 67 - 95%. Jordvasking renses de grovere partikler og reduserer mengden som trenger videre behandling. Jordvasking antas å egne seg best for grovere masser. En stor fordel med jordvasking er at metoden reduserer volumet som må behandles videre. I det samme prosjektet ble det gjennomført forsøk med behandling med to biologiske metoder; biologisk nedbrytning i slamform, såkalt "bio-slurry"-behandling og kompostering. Bioslurry-behandlingen ga en rensegrad på 69 - 97%. Komposteringsforsøk i småskala ga rensegrader på 76% og 95%.

Forsøk har blitt utført for å studere biologisk nedbrytning av kreosot i forurenset grunn ved hjelp av mikroorganismer. Forsøkene viste at naturlig tilstedeværende mikroorganismer bryter ned kreosot. Nedbrytningshastighet og - grad er sterkt avhengig av oksygentilgang og næringstilgang. I forsøket ble det oppnådd rensegrader på 67-68%. Det var kun de lettere komponentene av kreosot som ble brutt ned, de tyngre nedbrytbare komponentene ble ikke brutt ned. Dette prosjektet videreføres i et pågående prosjekt hvor bl.a. biotilgjengelighet, faktorer ved residualet ("restproduktet") og biprodukter skal studeres nærmere.

Nedbrytningsforsøk ved hjelp av hvitråtesopp har vist at denne metoden har en større evne

til å bryte ned de mer tungt nedbrytbare kreosot komponentene enn det den naturlige mikroflora har. Rensegrader på ca. 40 - 60% ble oppnådd for de lettere kreosot-forbindelsene og opptil ca. 16% for de tyngre kreosot-forbindelsene. Det var for øvrig stor variasjon for de enkelte komponentene. Enkelte av de lettere kreosot komponentene ble lettere nedbrutt uten tilsetning av sopp.

Felles for de biologiske nedbrytningsforsøkene med bruk av mikroorganismer er at det ikke oppnås en fullstendig nedbrytning. Mikroorganismer kan bryte ned de lettest nedbrytbare komponentene av kreosot, mens de tyngre komponentene i liten grad blir brutt ned. Forsøk med hvitråtesopp viser en noe større evne til nedbrytning av de tyngre komponentene, men heller ikke i disse forsøkene ble det oppnådd en fullstendig nedbrytning.

Prosjektet vedrørende stabilisering av kreosotforurensningen går ut på å stabilisere forurensningen ved hjelp av "kalk-innkapsling". Resultater fra utlekkings tester etter behandling var variable. Metoden kan muligens være aktuell som en sluttbehandling av en rest-mengde med for høy konsentrasjon til å kunne tilbakeføres til miljøet.

I forsøket med termisk behandling ble det oppnådd svært gode rensegrader, 97% og >99%. Forsøkene som ble utført var to småskalaforsøk, og det gjenstår bl.a. flere forsøk i laboratoriet og i pilotskala før metoden kan være klar.

I en hovedoppgave, hvor NSB bidro med støtte til analysekostnader, blir det forsøkt å komme fram til en forenklet måte å analysere kreosotforurenset jord.

Biologiske effekter av kreosotforurensning er undersøkt. Det ble bl.a. foretatt undersøkelser for giftighet i jord, sedimenter og vann, undersøkelser på fauna og dyreliv og utført dyrkingsforsøk. Slike undersøkelser er svært viktige for videre behandling av et forurenset område, om det bør gjøres tiltak og hvilke tiltak.

INNHold

SAMMENDRAG	1
INNHold	3
1. INNLEDNING	4
2. GENERELT OM TILTAK PÅ FORURENSET GRUNN	5
3. KARTLEGGING OG TILTAK PÅ NSBs EIENDOMMER	6
3.1 INNLEDNING	6
3.2 LILLESTRØM	7
3.3 RÅDE	12
3.4 BRAKERØYA, DRAMMEN	15
3.5 HOMMELVIK, GUDÅ OG MOSTADMARKA	17
4. FoU-PROSJEKTER OM KREOSOT	20
4.1 INNLEDNING	20
4.2 IN SITU BIOLOGISK RENSING AV KREOSOTFORURENSET GRUNN	21
4.3 JORDVASKING OG BIOLOGISKE PROSESSER FOR BEHANDLING AV KREOSOTFORURENSEDE OMRÅDER	25
4.4 BIOLOGISK NEDBRYTNING AV KREOSOT I FORURENSET GRUNN	30
4.5 HVITRÅTESOPP	32
4.6 BIOLOGISK EFFEKTUNDERSØKELSE AV KREOSOTFORURENSET GRUNN	37
4.7 RSVG - DCR - CHEMSAFE - TEKNOLOGI ("Kalk-innkapsling")	43
4.8 FJERNING AV KREOSOT FRA GRUNNMASSER - TERMISK METODE	45
4.9 KJEMISK ANALYSE AV POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER I JORD KOMBINERT MED BRUK AV KJEMOMETRI	47
5. OPPSUMMERING	49
5.1 KARTLEGGING	49
5.2 FoU-PROSJEKTER OM KREOSOT	51

VEDLEGG

Vedlegg 1	Data om kreosot
Vedlegg 2	Lillestrøm
Vedlegg 3	Råde
Vedlegg 4	Brakerøya
Vedlegg 5	Hommelvik, Gudå og Mostadmarka

1. INNLEDNING

NSB Bane Ingeniørtjenesten har på oppdrag fra NSB Bane Kvalitets- og Sikkerhetskontoret utført en sammenstilling over prosjekter vedrørende kreosot hvor NSB har vært involvert.

Kontaktperson hos oppdragsgiver er Veronica Valderhaug.

NSB har gjennomført flere kartleggingsprosjekter, utført tiltak og bidratt til forsknings- og utviklingsprosjekter (FoU-prosjekter) vedrørende kreosotforurensning i grunnen. Denne rapporten gir en oversikt og status over NSBs prosjekter angående kreosotforurensning.

Rapporten tar i første del for seg de områder eiet av NSB hvor det har vært utført kartlegging av kreosotforurensning. Her blir lokaliteten og forurensningssituasjonen beskrevet.

Andre del beskriver forskjellige FoU-prosjekter på kreosot hvor NSB har vært involvert. De forskjellige FoU-prosjektene omhandler behandlingsmetoder for kreosotforurenset jord, samt biologiske effekter av kreosotforurensning.

Data om kreosot er kort omtalt i vedlegg 1.

2. GENERELT OM TILTAK PÅ FORURENSET GRUNN

Tiltak på forurenset grunn kan deles inn i tre hovedprinsipper:

1. Behandling / destruksjon av den forurensete massen for endelig fjerning av forurensningsproblemet.
2. Fjerning av forurensningen og deponering under kontrollerte forhold.
3. Isolering av forurensningen for å hindre (videre) spredning til omgivelsene.

Kombinasjoner av de tre prinsippene vil i mange tilfeller også være aktuelt.

Forurensningsstoffer i jord kan være svært forskjellige i sammensetning, opprinnelse og hvordan de forekommer. Hovedproblemet er ofte at det er store mengder forurensete masser som skal håndteres.

Behandling og destruksjon

Forbrenning har vært mest vanlig som behandling/destruksjon av jord med organisk forurensning slik som kreosotforurensning. En forbrenning ved høye temperaturer fjerner forurensningen helt. Ved forbrenning må de forurensete massene graves opp og transporteres til forbrenningsanlegget. Ved store volumer blir dette meget kostnadskrevenende.

De senere år har det vært en økende interesse for å se på biologiske metoder for nedbrytning av organiske forurensninger. Interessen dreier seg både om teknikker der massene blir gravet opp og behandlet i, ofte mobile, behandlingsanlegg, eller hvor behandlingen utføres i grunnen uten foregående oppgraving (in-situ teknikk). In-situ teknikker har hittil hovedsakelig vært benyttet ved opprensning av olje- og diesel-forurensning. De biologiske metodene er oftest mindre kostnadskrevenende enn forbrenning.

Fjerning og deponering

Ved biologisk behandling på masser med svært høy utgangskonsentrasjon av kreosot kan det være problemer med å få all massen helt "ren". I slike tilfeller vil det være nødvendig å disponere en rest-mengde på en miljøforsvarlig måte. Forurensninger av denne type kan enten isoleres eller deponeres i spesialdeponier med kontroll på spredningen.

Isolering

Ved isolering hindres spredning fra de forurensete massene. På land kan isolering utføres som overdekning for å hindre videre infiltrasjon eller som en "vegg" for å hindre videre spredning horisontalt. Isolering kan også utføres i kombinasjon med in-situ biologisk behandling. Isolering har ofte vært utført i fjorder hvor fjerning kan føre til at forurensete partikler virvles opp og forårsake en øket forurensningsspredning. I fjorder og innsjøer hvor utslipp er stanset vil de forurensete sedimentene etter hvert få en naturlig overdekning av rene sedimenter som hindrer videre utlekking.

3. KARTLEGGING OG TILTAK PÅ NSBs EIENDOMMER

3.1 INNLEDNING

I 1989 - 90 gjennomførte SFT en landsomfattende kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. Lokalitetene registrert i denne kartleggingen er rangert i grupper etter behov for undersøkelser/tiltak:

- Gruppe 1: Behov for snarlige undersøkelser eller tiltak
- Gruppe 2*: Saken er til vurdering hos SFT
- Gruppe 2: Behov for undersøkelser
- Gruppe 3: Behov for undersøkelser ved endret arealbruk
- Gruppe 4: Undersøkelser behøves ikke

Kartleggingen er rapportert i SFTs rapport "Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn - sluttrapport".

I denne kartleggingen ble NSBs tidligere impregneringsverk på Nesa ved Lillestrøm i Akershus og på Råde i Østfold registrert i gruppe 1, og NSB fikk pålegg om å undersøke disse områdene, se vedlegg.

Kartlegging ble utført på disse to områdene, samt at det er utført en innledende undersøkelse på NSBs tidligere impregneringsverk på Brakerøya ved Drammen i Buskerud.

I Hommelvik i Sør-Trøndelag ble det allerede i 1983-84 gjennomført en undersøkelse på miljøvirkninger i Hommelvika og Stjørdalsfjorden.

Tiltak er utført kun på Lillestrøm.

I det følgende blir forurensningssituasjonen på de fire områdene Lillestrøm, Råde, Brakerøya og Hommelvik beskrevet. Beskrivelser og kart over områdene er hentet fra de enkelte kartleggingsrapportene. Kart som viser utbredelse av forurensningene er gitt i vedlegg.

3.2 LILLESTRØM

Innledning

På Nesa-området ved Lillestrøm har det tidligere vært flere impregneringsverk for kreosotbehandling av trevirke. Nesa-området ble registrert som svært kreosotforurenset i SFTs landsomfattende kartlegging av spesialavfall i 1989 - 90, og NSB ble pålagt å utføre undersøkelser umiddelbart. Kopi av pålegg fra SFT datert 14.05.91 er gitt i vedlegg 2.

NSB satte i gang en innledende undersøkelse av området i 1992. Undersøkelsen ble utført av Geofuturum. I forbindelse med planlegging av ny Rv. 159 utførte NGI i 1993 - 94 for Statens vegvesen Akershus en kartlegging av arealet berørt av vegutbyggingen. En videre og supplerende undersøkelse ble utført av NGI for NSB i 1994 - 95. På naboeiendommen, som eies av Henry Johansen Ltd. A/S, er det også utført / i gang en undersøkelse av grunnen.

På NSBs område ble det høsten 1995 utført tiltak (oppgraving av forurenset masse) på deler av området. Kopi fra styresak vedrørende orientering om situasjonen på Lillestrøm er gitt i vedlegg 2.

Beskrivelse av lokaliteten

Hovedbanens impregneringsverk på Nesa, Lillestrøm, var i drift fra 1920-årene og fram til ca. 1983.

Løsmassene i området består av silt og leire, samt et sandlag i 3 - 5 m dybde over deler av området. Deler av området består av fyllmasser i de øvre lag. Terrenget ligger på rundt 103-105 m.o.h. Grunnvannsstand ligger i en dybde på ca. 1-3 m under terreng. Området for de tidligere impregneringsverkene ligger langs Nitelva. Normalvannstand i Nitelva er 101.34 m.o.h.

Bygging av Rv. 159 over området startet opp januar 1996.

Forurensningssituasjon

Figur V2.2 i vedlegg 2 viser inndeling av delområder og skisse over tidligere drift. Figur V2.3 (vedlegg 2) viser utbredelsen av kreosotforurensning.

I det følgende gis en kort beskrivelse av forurensningssituasjonen for de tre delområdene A, B og C.

Område A:

Forurensningen i dette området fordeler seg som følger:

- Langs sporet for utkjøring mot vest finnes det punktkilder med svært høye konsentrasjoner av PAH (opptil ca. 20.000 mg/kg). Forurensning er påvist ned til 6-7-m dybde
- I traséen for utkjøring mot øst er det påvist forurensning til 2-3 m dybde, men i langt lavere konsentrasjoner.
- Et lagerområde rett nord for anlegget er også noe påvirket til 2-3 m dybde.

I alle boringene er den sterkeste forurensningen påvist i det sandige topplaget 0-1 m. Nedover i profilet avtar forurensningen raskt.

Tilførselen av forurensning i sporområdene er antatt å stamme fra spill, og ikke fra systematiske utslipp av slam etc.

Grunnforholdene sammen med den antatte tilførselen av forurensning tilsier at spredningspotensialet for forurensningen i dette området er relativt begrenset. Det er stort sett leirige masser uten gjennomgående sandlag, og det er ingen stor konsentrert kilde som mater kreosot til grunnen. Prøvetaking i Nitelva like nedstrøms den sterke forurensningen viste ingen forurensning av betydning.

Dersom en antar forurensning i en bredde på 4 m og i dybde 3 m langs sporene i vest (se figur V2.3), utgjør dette et forurenset volum på ca. 3-4000 m³.

I deler av området lengst mot nord ble det påvist forurensning under anleggsarbeidene med Gardermobanen høsten 1995. Ca. 1000 m³ kreosotforurenset masse ble fjernet og lagt i deponiene etablert i forbindelse med oppgravingsarbeidene lenger øst på området.

Område B:

Dette området er lite belastet.

En kan muligens forvente å finne enkelte begrensede punktkilder i området. Begrensningen av spredning mot vest fra område C er vist på figur V2.3

Område C:

I dette området er det 4 hovedkilder for kreosot:

1. Området på grensen mellom NSB og Henry Johansen Ltd. A/S nedstrøms tønneponiet (kilde 1 på figur V2.3).
2. Hovedbanens impregneringsverk (NSB-anlegget, lokalitet 7 på figur V2.2 og kilde 2 på figur V2.3).
3. Den gjenfylte Kjerratvika (område 8 på figur V2.2 og kilde 3 på figur V2.3).
4. Skedsmo impregneringsverk, eiet av Henry Johansen Ltd. A/S (område 11 på figur V2.2)

Forurensningen i kilde 1 antas å ha utgangspunkt i et spor som gikk inn til Skedsmo impregneringsverk. Dette tyder på at spill kan være årsaken, funn av diesel bekrefter dette. Det påviste tønneponiet like nord for eiendomsgrensen er en klar kilde, og området rundt selve deponiet er også forurenset. Kilde 1 er anslått til å dekke et areal på ca. 1000 m².

Forurensningen i kilde 2 (Hovedbanens impregneringsverk) stammer fra spill o.l. under driften av verket. Forurensning herfra har spredd seg i retning Nitelva. Selve hovedkilden er nå fjernet, gravd opp høsten 1995. Dette er nærmere beskrevet i delen om tiltak.

Kilde 3 (Kjerratvika) er en vik fylt igjen med flis. Her var det flis ned til 3-4 m dyp, mettet med kreosot. Kreosoten stammer sannsynligvis fra avløp fra området. Dette området ble også gravd opp høsten 1995.

Kilde 4 omfatter deler av tidligere Skedsmo impregneringsverk (Henry Johansen Ltd. A/S).

Forurensning er påvist rundt det tidligere anlegget, men forurensningen her er relativt liten. Forurensning på NSBs område stammer hovedsakelig fra spredning fra tidligere Skedsmo impregneringsverk (den skarpe grensen for forurensningsutbredelse nordover på figur V2.3 er eiendomsgrense og ikke "forurensningsgrense").

Forurensning i Nitelva

Forurensning i Nitelva stammer fra avløp fra verkene og direkte ut i elva, samt fra spredning fra de forurensede områdene på land.

Det er påvist tre områder i Nitelva med kreosotforurensning:

- Området utenfor Televerkets anlegg, ca. 3000 - 4000 m².
- Området utenfor NSBs anlegg, ca. 2000 - 3000 m².
- Området utenfor Kjerratvika, ca. 2000 - 3000 m².

I alle områdene er det registrert forurensning ned til ca. 0.5 m dyp.

På Nitelva er det registrert kreosotfilm på vannet utenfor kilde 1 (impregneringsverket) og utenfor Kjerratvika (kilde 3).

Når det gjelder biologisk påvirkning i Nitelva fra kreosot, vises det til FoU-prosjektet "Biologisk effektstudie av kreosotforurensning".

Tiltak

På grunn av planlagt bygging av Rv. 159 over Nesa-området desember-95 / januar-96, ble det besluttet å grave opp forurensning berørt av vegutbyggingen.

Oppgraving ble utført på to delområder på land, kilde 2 (NSBs tidligere impregneringsverk) og kilde 3 (Kjerratvika). Dette ble utført i regi av NSB. Det ble også utført oppgraving av noe elvesedimenter utenfor kilde 3, dette i regi av Statens vegvesen Akershus. All oppgraving foregikk i tidsrommet september til desember 1995. I kilde 2 ble det gravd opp forurensning helt ned på 6 m, i kilde 3 var forurensningen begrenset av flisfyllingen ned til ca. 4 m. Totalt ble det gravd opp ca. 10.000 m³ kreosotforurenset jord i og rundt kilde 2 (NSBs impregneringsverk), og ca. 9.000 m³ kreosotforurenset flis i kilde 3. Områdene ble tilbakefylt med tilkjørte rene masser utenfra. Figur V2.4 viser planlagte veier og oppgravd areal.

I forbindelse med oppgravingen er det etablert et overvåkingsprogram for overvåking av ytre miljø (grunnvann og Nitelva).

Det er planer om å sende den kreosotforurensete flisen til Sande Paper Mill (Norske Skog) i Vestfold til forbrenning. Det er foretatt en prøvebrenning for verifisering av driftsmessige forhold, samt indre og ytre miljøkonsekvenser.

Jordmassene ligger pr. februar 1996 foreløpig deponert i tette deponier på området, inntil beslutning om videre behandling fattes. I to av deponiene med lavest forurensningsgrad pågår det forsøk med biologisk nedbrytning av kreosot. Det er søkt om GRUF-midler (Forskningsprogram om håndtering av grunnforurensning, i regi av Norges forskningsråd) i forbindelse med biologiske behandlingen. Videre er det startet opp et prosjekt som går ut på å stabilisere kreosotforurenset jord i en kaldasfalt-produksjon.

Kostnader for kartlegging og tiltak

Totalt er det pr. februar-96 brukt ca. 10 millioner kroner på kreosotprosjektet på Lillestrøm. Dette omfatter kartlegginger av området, spunting, deponibyggning, oppgraving, diverse konsulentbistand, samt oppstart og forprosjekter på behandling (brenning av flis, biologisk nedbrytning i deponi og "kaldasfaltprosjektet"). Det gjenstår å behandle resterende flis (brenning) og leirmasser. Kostnader for resterende behandling er av de oppgravde massene er grovt antatt i størrelsesorden 20-25 millioner kroner. Kostnadene for behandling er svært avhengig av behandlings-metode og -resultat, samt disponeringsmåte etter behandling.

Referanser / Kilder

1. Brev fra SFT om pålegg om å utarbeide undersøkelsesprogram, datert 14.05.91.
2. SFT (1991)
Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. Registrerte lokaliteter - vedlegg til sluttrapport. TA-nr. 719B/1991. ISBN 82-90031-76-9.
3. Geofuturum (1992/1993)
Undersøkelse av kreosotforurensning på NSBs område på Lillestrøm. Rapport nr. 6.0231-001 og 6.0231-002. For NSB.
4. NOTEBY A/S (1993)
Tønnedeponi, Henry Johansen LTD A/S, Lillestrøm. Miljøtekniske undersøkelser. Oppdragsnr. 43451. For Otto Olsen A/S.
5. NGI (1994)
Ny Rv.159 Lillestrøm. Arbeider i forurenset jord. Delrapport A: Grunn- og laboratorieundersøkelser. Rapport nr. 934103-2. For Statens vegvesen Akershus.
6. NGI (1994)
Ny Rv.159 Lillestrøm. Arbeider i forurenset jord. Delrapport B: Prosjektering av tekniske løsninger. Rapport nr. 934103-3. For Statens vegvesen Akershus.
7. NGI (1994)
Ny Rv.159 Lillestrøm. Arbeider i forurenset jord. Delrapport C: Anleggstekniske problemer. Rapport nr. 934103-4. For Statens vegvesen Akershus.
8. NGI (1994)
Ny Rv.159 Lillestrøm. Arbeider i forurenset jord. Delrapport D: Supplerende undersøkelse NSB impregneringsverk og Kjerratvika. Rapport nr. 934103-5. For Statens vegvesen Akershus.
9. NGI (1994)
Ny Rv.159 Lillestrøm. Arbeider i forurenset jord. Delrapport E: Supplerende kartlegging under nytt vegareal. Rapport nr. 934103-6. For Statens vegvesen Akershus.
10. Østlandskonsult (1994)
Norges Statsbaner. Fremføring av ny Rv.159 over kreosotforurenset område til NSB på Lillestrøm. Vurdering av konsesjonssøknad fra Statens Vegvesen Akershus (SvA). Rapport nr. 3026.006. For NSB.

11. NGI (1995)
NSB - Lillestrøm. Miljøtekniske undersøkelser. Rapport nr. 944115-2. For NSB.
12. NGI (1995)
Kreosotforurensning på Lillestrøm - Kontroll av utlekking etter flompåvirkning.
Rapport nr. 944115.600. For NSB.
13. NSB Bane Ingeniørtjenesten (1995)
Kreosotforurensning i Lillestrøm. Oppgraving av forurenset grunn. Erfaringsrapport.
Prosjekt nr. 795005, rapport nr. 1.

3.3 RÅDE

Innledning

Råde impregneringsverk ligger i Råde kommune i Østfold. Impregneringsverket, eiet og drevet av NSB, var i drift fra århundreskiftet og fram til 1940.

Råde impregneringsverk ble registrert under SFTs landsomfattende kartlegging av spesialavfall og forurenset grunn i 1989-90. Området ble rangert i gruppe 1, hvilket krevde snarlige undersøkelser.

NSB fikk i brev datert 14.05.91 pålegg fra SFT om å sette i gang undersøkelser av området, kopi av pålegget er gitt i vedlegg 3.

Kartlegging av området ble utført av NGI i 1992.

I det følgende gis en beskrivelse av lokaliteten og forurensningssituasjonen på området.

Beskrivelse av området

Impregneringsverket ligger på en løsmasseavsetning bestående av finkornige masser (leirig silt og siltig leire). Dybden til fjell varierer sterkt, fra 0 til ca. 40 m. Litt nord for impregneringsverket ligger innsjøen Augberghølen. Vest for impregneringsverket er det et våtmarksområde med en bekk som renner gjennom området. Strømningsretningen er vanligvis fra Augberghølen og ned til Skinnerflo. Bekken er påvirket av tidevannet slik at strømningsretningen tidvis kan gå mot nord inn i Augberghølen.

Grunnvannet har en svak gradient mot bekken og dreneres ut av denne.

Figur V3.2 viser flyfoto og figur V3.3 viser et kart med prøvetakingspunkter over området.

Forurensningssituasjon

Under drift ble kreosotslam fra impregneringsverket spylt ut i stikkrenner gjennom jernbanelinjen til "oppsamlingskar" mellom jernbanen og bekken fra Augberghølen. Disse karene rant over etter hvert som de fyltes, og har ført til at grunnen her er svært forurenset. Kreosot har også blitt spredd ved at impregnerte sviller er lagt til avdryping og tørking, dette foregikk enten på jernbanevogner eller på lagringsområde på sørlige del av området.

Driften ved impregneringsverket har også ført til forurensning av naboeiendommene.

Utbredelse av forurensningen horisontalt og vertikalt er vist i figur V3.4 til V3.6. Som figurene viser er det påvist forurensning helt ned til ca. 40 m dybde.

Horisontal utbredelse øst og nord følger stort sett jernbanen og de nedlagte sidesporene.

Vestover begrenses utbredelsen av bekken. I området mellom jernbanen og bekken er kreosotforurensning tilført gjennom stikkrenner under jernbanen. Hovedtilførsel har vært gjennom stikkrenne ca. midt på bygningen, der det ble sluppet ut slam og avløpsvann fra verket til et "oppsamlingskar" av tre.

I sør går utstrekningen fra bygningene og på skrå mot bekken, ca. 20 -30 m sør for veien. Utbredelse av forurensningen i lagerområdet sør for bygningene er ikke fastslått.

Det er antatt at forurensningen går til fjell i området angitt i figur V3.5. Fjellkoten (m.o.h) er angitt på figuren. Terreng ligger på ca. 1.5 - 6 m.o.h.

Potensial for videre spredning

Dagens utbredelse av kreosotforurensningen har blitt etablert i løpet av ca. 100 år. Dersom det ikke foretas ukontrollerte inngrep i området, anses videre utbredelse horisontalt som lite sannsynlig. Vertikalt vil forurensningen fortsette å synke.

Undersøkelsene tyder på at det foregår en transport med grunnvannet av den mest vannløslige delen av kreosot. Grunnvannsgradientene i området er små slik at naturlig utlekking pr. år er relativt liten. Det største bidraget kommer sannsynligvis i perioder hvor grunnvannet stiger og synker (vår og høst). Dette betyr at bekken transporterer kreosotforurenset vann ut av området. Mengden er vanskelig å anslå, men konsentrasjonene er lave.

I bekkevannet er det påvist lave verdier av PAH og fenolindexer, men over antatte bakgrunnsverdier.

Konflikter med andre interesser i området

Avdryppingsområde sør for veien og nord for jernbanen er i dag dyrket mark. Her ble det påvist PAH. Dette representerer muligens en konfliktsituasjon.

Når det gjelder påvirkning på dyre- og planteliv vises det til FoU-prosjektet "Biologisk effektstudie av kreosotforurenset grunn".

Det mest forurensede område ligger like vest for impregneringsverket. I dag er dette et våtmarksområde som ligger brakk.

Det er ingen uttak av grunnvann i området som kommer i konflikt med forurensningen i dypere jordlag. I vannprøver i Augberghølen ble det påvist PAH konsentrasjoner noe over bakgrunnsverdier. Prøver av grunnvann i sentrum av våtmarksområdet viste høye verdier (PAH: 1700 - 8000 µg/l).

Utnyttelse av bekken til vanningsformål kan muligens representere en konfliktsituasjon.

Som en oppsummering kan en si følgende: Dagens bruk av bygninger og arealer på NSBs eiendom representerer ingen konflikt med påvist forurensning i dette området separat. Forurensningen i våtmarksområdet mellom verket og bekken kan representere konfliktsituasjoner med fugle- og dyreliv i dette området. Forurensningen i ytterkantene mot sør og nord kan muligens representere en konfliktsituasjon med jordbruk.

Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Østfold har foretatt miljøundersøkelser i innsjøen Augberghølen.

Forslag til mulige tiltak (fra NGIs rapport)

I rapporten fra NGI beskrives kort noen tiltak for å rehabilitere området;

- 1) Det enkleste tiltaket vil være tildekking av området vest for jernbanen med tettemasser og sørge for avskjæring og bortledning av grunnvann / overvann fra øst. Bekkesedimentet rehabiliteres og en tetting etableres langs østre bredd av bekken.
- 2) En noe større sikkerhet oppnås ved å skifte ut 1-2 m av de forurensede masser vest

for jernbanen. Dette kan dreie seg om 8000 - 10.000 m³. En stor usikkerhet ved dette er hvor mye forurensning som kan mobiliseres under utføring av tiltaket.

Når det gjelder forurensningen i dybden vil den legge seg ned mot fjell, enkelte steder ned mot ca. 40 m dyp. Det antas at ingen interesser i området vil komme i konflikt med denne forurensningen. Dersom en ønsker å sikre seg helt mot at forurensningen skal bevege seg utover dagens utbredelse, kan det etableres tettevegger, men dette vil være svært kostnadskrevende.

Referanser / Kilder

1. Brev fra SFT om pålegg om å utarbeide undersøkelsesprogram, datert 14.05.91.
2. NGI (1992)
Norges Statsbaner. Råde impregneringsverk. Miljøkartlegging. Rapport nr. 912547-2.
4. SFT (1991)
Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. Registrerte lokaliteter - vedlegg til sluttrapport. TA-nr. 719B/1991. ISBN 82-90031-76-9.

3.4 BRAKERØYA, DRAMMEN

Innledning

Brakerøya impregneringsverk på Bragernes, Drammen, var i drift fra begynnelsen av 1900-tallet og fram til det ble nedlagt i 1972.

Etter at impregneringsverket ble nedlagt har ABB National Transformer festet 20 dekar av NSBs eiendom for perioden 1974 til 2004. ABB oppførte bygninger (sveisehall og platehall) på deler av tomten i 1975 og 1982. Disse er plassert over deler av området hvor ferdigimpregnerte sviller ble tørket, samt delvis der hvor kokeriet og kreosottanken stod.

En innledende undersøkelse på land ble utført av NSB Bane Ingeniørtjenesten for NSB Eiendom i 1993. Dette ble videreført med en undersøkelse av fjordsedimentene utenfor Brakerøya i 1994.

I 1993 gjennomførte Norsk Institutt for vannforskning (NIVA) og NOTEBY, for Fylkesmannen i Buskerud, en undersøkelse av miljøgifter i bunnsedimentene i nedre del av Drammenselva og indre deler av Drammensfjorden.

Beskrivelse av lokaliteten

Tomten ligger på Bragernes på nordsiden av Drammenselvas utløp i Drammensfjorden. Tomten grenser mot fjorden.

Løsmassene består øverst av fylling, med tildels svært blandede masser. Det er tidligere utført utfyllingsarbeider på området og fyllingen strekker seg ca. 130 m ut fra opprinnelig elvekant. Fyllingens mektighet varierer fra rundt 2 m ved opprinnelig elvekant til 3 m ved fjordbredden. Lenger ned består grunnen av relativt bløt og tildels kvikk leire. Fjelloverflaten faller brått mot sør-sørvest fra en dybde på 25-26 m ved det tidligere kokeriet til en dybde på over 60 m ved bredden. Terrengnet er flatt og ligger på rundt 2 m.o.h.

Grunnvannsstanden ligger i ca. 0.3-0.5 m dybde. Normalsituasjonen er trolig at det er en viss overhøyde på grunnvannspeilet i forhold til vannstanden i fjorden. Normalt varierer vannstanden i fjorden mellom ca. 0.5 og -0.5 m.o.h., noe som tilsier at grunnvannsgradienten normalt går fra land mot fjorden.

På naboeiendommen i vest, eiet av ABB National Transformer, har det også vært utført miljøtekniske undersøkelser. Virksomhet her har ført til forurensning av PCB og tungmetaller. NSB Eiendom inngikk en avtale med ABB Energi A/S om at prøver tatt på NSB sitt område og på ABBs område skulle analyseres både m.h.p. PAH og PCB og tungmetaller.

På naboeiendommen i øst, nå eiet av Ring Teigen, lå det tidligere et distribusjonsanlegg for bensin og olje eiet av Shell. Denne tomten benyttes nå tidvis som oppstillingsplass for nye biler. Det er også på dette området utført miljøtekniske undersøkelser.

Forurensningssituasjon

Tegning V4.2 i vedlegg 4 viser eiendomsgrenser og dagens bygninger på området, tegning V4.3 gir en oversikt over tidligere bruk av området, tegning V4.4 viser undersøkelsespunktene på området, mens tegning V4.5 viser analyseresultat i borpunktene på land.

Det ble i undersøkelsen på land utført 8 borer. Analyse av jordprøvene påviste kreosot (PAH) i flere av prøvene. Forurensningen ble registrert ned til ca. 3 m dybde (påviste PAH-konsentrasjoner fra 1 til 540 mg/kg). De høyeste PAH-konsentrasjonene ble påvist ved kokeriet og kreosottanken (punkt PII: 360 mg/kg og PIII: 110 mg/kg), ved eiendomsgrensen mot ABB (punkt PV: 540 mg/kg) og på området for tørking av impregnerte materiale (punkt PVII: 200 mg/kg). Det ser ikke ut til at forurensningen har bredd seg nedover i leirlaget under de oppfylte massene. Det ble ikke påvist PCB i noen av prøvene. Undersøkelsene ga som konklusjon at området er forurenset av kreosot, men forurensningens utbredelse ennå ikke er tilstrekkelig kartlagt.

I fjordsedimentene utenfor NSBs område ble det foretatt prøvetaking i 9 punkter. Tegning V4.4 viser plassering av punktene. Det ble påvist mindre mengder PAH i to prøver (i underkant av 20 mg/kg). Undersøkelsene tyder ikke på at sjøbunnen utenfor NSB tomten er alvorlig PAH-forurenset.

I undersøkelsen foretatt av NIVA og NOTEBY i 1993 ble det heller ikke påvist PAH-overkonsentrasjoner i sedimentene utenfor Brakerøya. Imidlertid ble det påvist høye PAH-konsentrasjoner andre steder i Drammensfjorden, dette som følge av andre virksomheter.

Konklusjon

Formålet med den utførte undersøkelsen på land var å få en innledende oversikt over utbredelsen av det kreosotforurensete området. Prøveprogrammet i denne innledende undersøkelsen var ikke omfattende nok til å fastslå i detalj hvilke områder som er forurenset.

Undersøkelser utenfor Brakerøya tyder ikke på at fjordsedimentene utenfor NSBs tidligere impregneringsverk er forurenset av kreosot.

På land viser den innledende undersøkelsen at området er kreosotforurenset. En videre kartlegging bør fastlegge utbredelsen av kreosot-forurensningen på land mer nøyaktig, samt om fjorden tilføres vannløslige PAH-komponenter.

Referanser / Kilder

1. NSB Bane Ingeniørtjenesten (1993)
Miljøundersøkelse, NSBs kreosotimpregneringsverk på Bragernes, Drammen.
Rapport Gk4418 nr.1.
2. NSB Bane Ingeniørtjenesten (1994)
Miljøundersøkelse, NSBs kreosotimpregneringsverk på Bragernes, Drammen.
Rapport Gk4418 nr.2.
3. NIVA og NOTEBY (1994)
Kartlegging av miljøgifter i sedimenter i Indre Drammensfjord 1993. Prosjektnr.
(NIVA) O-93208, løpenr. 3034.

3.5 HOMMELVIK, GUDÅ OG MOSTADMARKA

Innledning

NSBs impregneringsverk ved Nygård i Hommelvik var i virksomhet fra 1920-årene og fram til ca. 1980.

Undersøkelser i forbindelse med en hovedoppgave ved Universitetet i Trondheim i 1980-82 viste at det var betydelig kreosotforurensning av sjøbunnen i Hommelvika. På bakgrunn av dette, og etter forslag fra helse - miljøvernmyndighetene i Trøndelag, gjennomførte Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), A/S Miljøplan og Senter for Industrieforskning (SI) på oppdrag fra NSB og SFT et prosjekt for å klarlegge miljøvirkninger av kreosotforurensning fra impregneringsverket.

Undersøkelser ble utført i Hommelvika og Stjørdalsfjorden, samt orienterende undersøkelser ved deponiplass i Gudå, i Mostadmarka og Follsjøen. Prosjektet ble gjennomført i 1983 - 84.

Forurensningssituasjon

Impregneringsverket i Hommelvik / Stjørdalsfjorden

Virksomheten ved det tidligere impregneringsverket har ført til kreosotforurensning av selve området samt spredning til fjorden. Ifølge opplysninger i hovedoppgaven fra 1982 ble det deponert (gravd ned) store mengder avfall på området, samt at det ved drift fram til 1939 ble brukt et åpent impregneringssystem, slik at kreosot rant utover tomta. Videre førte flere uhell med kreosottanken til at store mengder kreosot rant ut i fjorden.

Lokaliteten "Nygaarden, sjøbunn Hommelvika - Muruvika" ble registrert i SFTs kartlegging i 1989-90 og rangert i gruppe 3 - behov for undersøkelser ved planer om endret arealbruk.

I hovedoppgaven fra 1982 ble det tatt prøver av jord, vann, sedimenter og av levende organismer på land og i fjorden. I undersøkelsen i 1983-84 ble det foretatt prøvetaking av sedimenter, bløtbunnfauna, muslinger og fisk fra Hommelvika (fjorden) og Stjørdalsfjorden.

Figur V5.1 i vedlegg 5 viser utbredelse av kreosot (PAH) i Hommelvik og Stjørdalsfjorden (hentet fra undersøkelsen i 1983-84 av NIVA m.fl., ref.2). De høyeste konsentrasjonene i bunnsedimentene fantes på østsiden i Hommelvika, utenfor Hommelvika østover mot Muruvik, og på vestsiden av munningen til Hommelvika. Det var generelt sett høyere PAH-konsentrasjoner litt dypere i sedimentene enn i de øverste 2 cm. Dette forklares med at påvirkningen fra kreosotutslipp var betydelig større tidligere og at det skjer en tildekning med nye ikke/lite-forurensede sedimenter. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i 15-20 cm dyp nærmest forurensningskilden.

Bløtbunnfaunaen i Hommelvik og Stjørdalsfjorden sett under ett tydet på en moderat forurensningsbelastning i hele området. Det var ingen store forskjeller i faunaen i de kreosotforurensede og de ikke-kreosotforurensede undersøkelseområdene. Det ble registrert meget høy PAH-konsentrasjon i blåskjell i prøve nærmest impregneringsverket (272 mg PAH/kg). Markert forhøyede PAH-konsentrasjoner ble funnet i blåskjell på østsiden av Hommelvika, men i lavere konsentrasjoner. Ellers var det ingen eller bare svake overkonsentrasjoner i de øvrige prøvestasjonene. I fisk (torsk og sandflyndre) fra Hommelvika og nordsiden av Stjørdalsfjorden ble det påvist moderate eller lave PAH-konsentrasjoner.

I FoU-prosjektet "Biologisk effektundersøkelse av kreosotforurenset grunn" (Jordforsk 1995) ble det vist at det fortsatt akkumuleres PAH i blåskjell nær det nedlagte anlegget. I undersøkelsen konkluderes det med at spredningskilden er lokalisert til området like nedenfor den gamle kreosottanken på impregneringstomten, og at det er mindre sannsynlig at forurensningen stammer fra de forurensede sedimentene.

Deponiplass i Gudå

Ved Gudå i Meråker kommune i Nord-Trøndelag ble det i 1966 deponert ca. 200 tonn kreosotavfall. Avfallet er deponert i et tidligere grustak ved jernbanelinjen, ca. 100 m fra Stjørdalselva. Avfallet var emballert på fat og ble gravd ned og tildekket med sand- og grusmasser. NSB er grunneier av denne lokaliteten.

Lokaliteten "Langneset / Gudå" ble i SFTs kartlegging i 1989-90 rangert i gruppe 2 - behov for undersøkelser.

I hovedoppgaven i 1982 ble det tatt prøver av avfall, jord og vann i og ved deponiet, mens det ved undersøkelsen i 1983-84 ble foretatt prøvetaking av grunnvann. Figur V5.2 og V5.3 i vedlegg 5 viser deponi og prøvetakingspunkter.

Det er antatt at grunnvannsstrømmen går i retning nord-nordvest mot Stjørdalselva.

I hovedoppgaven fra 1982 ble det påvist PAH i jordprøver tatt ved deponiet og mellom deponiet og Stjørdalselva, men konsentrasjonen varierer (konsentrasjon er heller ikke gitt for alle prøver med påvist innhold av PAH).

Det nevnes forøvrig i hovedoppgaven at det ved prøveinnhenting høsten 1980 luktet kreosot over lange avstander.

Resultater fra undersøkelsen av grunnvann ved deponiet i 1983-84 viste svært lite PAH-innhold. Kun en prøve (pkt. 4: 2.3 µg/l) viste verdi over deteksjonsgrensen. Prøven i prøvepunkt 4 er tatt på et noe større dyp enn de andre, og det antydes i rapporten at de andre prøvene muligens er tatt for grunt slik at de ikke fanget opp den eventuelle forurensningsspredningen.

Deponiplass i Mostadmarka

I Mostadmarka i Malvik kommune i Sør-Trøndelag ble det i 1969 deponert ca. 160 tonn med kreosotavfall i et skogsområde. Avfallet ble også her gravd ned og tildekket med jord. Det er uvisst om avfallet er emballert. Området eies ikke av NSB.

Grunnvannsstrømmen er antatt å ha forbindelse med en bekk og en dreneringsgrøft.

I undersøkelsen i 1983-84 (NIVA m.fl) ble det tatt vannprøver og fiskeprøver fra Follsjøen, sedimentprøver i ospartiet av Vikelva (på 1 m dyp) og ca. 700 m utenfor (på 3 m dyp). Fiskeprøver ble også tatt ved Vikelvoset og like ved utløpet til Humla.

Ingen av vannprøvene eller fiskeprøvene inneholdt PAH over deteksjonsgrensen. I sedimentprøvene ble det funnet noe PAH (409 og 185 µg/kg).

Konklusjon

Hommelvika / Stjørdalsfjorden

Undersøkelser har påvist at sedimenter i Hommelvika og Stjørdalsfjorden er kreosotforurenset. Forurensning har skjedd ved spredning fra impregneringsverket og antagelig også ved dumping i fjorden. De forurensete sedimentene er overdekket og vil fortsatt dekkes over av nye sedimenter. Den beste løsningen er sannsynligvis å la sedimentene ligge i fred og ikke begynne noen oppvirvling av disse.

På land (impregneringstomten) tyder opplysninger om drift og deponering på at området er svært kreosotforurenset. Det vil antagelig ble meget omfattende å skulle renske opp her. Imidlertid tyder undersøkelser på at en hovedkilde er kreosottanken på området, og at ytterligere spredning antagelig kan reduseres betydelig med enkle tiltak. Tiltak avhenger også av fremtidig bruk av området.

Deponiplass i Gudå

Konklusjonen fra de to utførte undersøkelsene er tildels motstridende. I hovedoppgaven fra 1982 konkluderes det med at deponiløsningen her er langt fra betryggende og at en må forvente sigevannsutvasking og et jevnt tilsig av forurensning til omgivelsene. Mens det i rapporten fra 1983-84 (NIVA m.fl) konkluderes med at forurensningen ikke er av betydning. Det er forøvrig mulig at undersøkelsen i 1983-84 ikke fanget opp forurensningsspredning fra deponiet mot elva.

Undersøkelse av jordprøver viste at kreosotforurensning er spredd fra deponiet, det ble også observert av lukt i området under prøvetaking. Videre ble avfallet emballert på fat, og faren er at disse ruster og kreosot lettere kommer ut i miljøet. Disse faktorene gjør at tiltak bør iverksettes.

Deponiplass i Mostadmarka

Rapporten fra NIVA m.fl. konkluderer med at forurensningen heller ikke her er av betydning. Det er uvisst om avfallet er emballert.

Referanser / Kilder

1. Jentoft, Nils Arne (1982)
Kreosotforurensninger i Trøndelag. Prøvetaking og karakterisering av polisykliske aromatiske forbindelser. Hovedfagsoppgave i kjemi til Matematisk-Naturvitenskapelig embetseksamen. Universitetet i Trondheim, Kjemisk Institutt.
2. NIVA, A/S Miljøplan og SI (1984)
Kreosotforurensninger i Trøndelag. Miljøvirkninger i Hommelvika, Stjørdalsfjorden, Gudå og Mostadmarka. Rapport nr. 0-83115. ISBN 82-577-0807-0.
3. Jordforsk (1995)
Biologisk effektstudie av kreosotforurenset grunn. Typestudie av kreosotforurensning ved Råde, Lillestrøm og Hommelvik.
4. SFT (1991)
Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. Registrerte lokaliteter - vedlegg til sluttrapport. TA-nr. 719B/1991. ISBN 82-90031-76-9.

4. FoU-PROSJEKTER OM KREOSOT

4.1 INNLEDNING

NSB har vært involvert i flere forskjellige FoU-prosjekter når det gjelder kreosot. Flere av prosjektene er større forskningsprosjekter som har pågått over flere år og i samarbeid med forskningsinstitusjoner, SFT og andre. I andre mindre prosjekter dreier det seg om utprøving av spesielle metoder for behandling av kreosot utført av de aktuelle firma.

Da problematikken med kreosotforurensning ble aktuell i 1990-91, var det lite kompetanse og erfaring på dette området både hos NSB, SFT, konsulenter og i forskningsmiljøer. Samtidig med kartlegging av områder ble det derfor satt i gang FoU-prosjekter for å finne fram til og vurdere mulige renseteknikker for kreosotforurenset jord.

De fleste av prosjektene omhandler biologisk nedbrytning av kreosotforurenset jord, evt. i kombinasjon med mekanisk metode når det gjelder jordvasking. To mindre prosjekter omhandler hhv. stabilisering av forurensningen og termisk behandling. Det er også utført en større undersøkelse på biologiske effekter i miljøet av kreosotforurensning.

Følgende prosjekter blir beskrevet:

- 1) In situ biologisk rensing av kreosotforurenset grunn (laboratorieforsøk)
- 2) Jordvasking og biologiske prosesser for behandling av kreosotforurensete områder (laboratorieforsøk og behandlingsforsøk i pilotskala)
- 3) Biologisk nedbrytning av kreosot i forurenset grunn (laboratorieforsøk - ikke ferdigstilt)
- 4) Biologisk nedbrytning av høymolekylære PAH-forbindelser i jord ved hjelp av hvitråtesopp (laboratorieforsøk)
- 5) Biologisk effektstudie av kreosotforurenset grunn
- 6) RSVG - DCR - CHEMSAFE - Teknologi ("kalkinnkapsling")
- 7) Fjerning av kreosot fra grunnmasser - termisk metode (laboratorieforsøk)
- 8) Kjemisk analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner i jord kombinert med bruk av kjemometri

Listen over og rapportering av utførte FoU-prosjekter vil oppdateres etter hvert.

Det pågår to forskningsprogrammer i GRUF (Forskningsprogram om håndtering av grunnforurensning) angående kreosot. Det ene omhandler bruk av termofile bakterier ved kreosotnedbrytning og foregår ved Sintef. Det andre prosjektet foregår ved NGI og gjelder undersøkelse av toksisitet i behandlede jordmasser. NSB er ikke involvert i disse to prosjektene.

I forbindelse med behandling av de oppgravde kreosotforurensete massene på Lillestrøm, er det satt i gang et forsøk på biologisk nedbrytning, samt et forsøk på stabilisering av forurensete jordmasser. Dette omtales nærmere i kapittelet om Lillestrøm (kapittel 3.2).

4.2 IN SITU BIOLOGISK RENSING AV KREOSOTFORURENSET GRUNN

Deltakere:	NGI, SI (nå SINTEF), NSB, Televerket (Telenor), SFT, Norsk Impregneringskompani, Impregnor, AGA, Norenergi
Utøvere:	NGI og SI (nå SINTEF)
Tidsplan:	1991-93

Innledning

I dette forskningsprosjektet skulle en studere om det var mulig å benytte naturlig forekommende mikroorganismer i grunnen til å bryte ned en kreosotforurensning. Prosjektet består av en litteraturdel og en forsøksdel. I forsøksdelen ble det utført forsøk i laboratorium for å studere muligheten for biologisk rensing av kreosotforurenset jord, og hvilke faktorer som påvirker dette. Det ble ikke utført forsøk in situ (på stedet / "ute i felten") som tittelen på prosjektet kanskje skulle tilsi.

Prosjektet er utført av Norges Geotekniske Institutt (NGI) i samarbeid med Senter for Industriforskning (SI).

Gjennomføring

Litteraturdelen omhandler fysiske og kjemiske egenskaper ved kreosot, mikrobiologiens betydning for kreosotnedbrytning, teknikker som kan anvendes eller er anvendt for in situ biologisk rensing, og erfaringer ved anvendelse av disse teknikkene i laboratorie- og pilot/fullskalaforsøk.

Gjennomgang av litteraturen viste at mikroorganismer er i stand til å bryte ned en stor del av forbindelsene i kreosot dersom det er optimale forhold med hensyn på oksygen- og næringsforhold. De lettere forbindelsene, fenoler og 2- og 3-rings PAH-forbindelser brytes lettest ned, 4-rings PAH-forbindelser brytes ned tregere. In situ nedbrytning av 5- og 6-rings PAH-forbindelser har ikke vært rapportert i litteraturen. In situ biologiske renseteknikker har i praksis tidligere hovedsakelig vært brukt for rensing av oljeforurenset jord.

I forsøksdelen ble det utført laboratorieforsøk i småskala og i kolonneforsøk. Det ble benyttet kreosotforurenset jord fra to lokaliteter på Lillestrøm, prøvested A (prøve A) og prøvested B (prøve B og C). Det ble tatt prøver fra de øverste 0.5 meter. Jorda som ble benyttet i forsøkene karakteriseres som sand.

Nedbrytningsforsøk i småskala ble utført på 8 prøver á 5 g. Noen prøver ble tilsatt næringsstoffer og enkelte ble anriket med oksygen. Forsøksstid for 2 prøver var 110 døgn (ca. 16 uker), for resten var forsøksstiden 320 døgn (ca. 46 uker)

Kolonneforsøket ble utført med 7 kolonner (diameter 10 cm, høyde 50 cm) hver pakket med 6 kg jord. Tre ulike rensemetoder ble utprøvd:

- 1) Sirkulasjon av vann tilsatt oksygen og næringsalter (nitrogen - N og fosfor - P, N: NH_4Cl - 200mg N/l og P: Na_2HPO_4 - 50 mg P/l) i en vannfylt kolonne
- 2) Gjennomblåsing av luft i en umettet kolonne

- 3) Gjennomblåsing av luft i en umettet kolonne og tilsetning av næringsstoffer (N/P). Det ble benyttet to forskjellige oksygen kilder; luft (21% O₂) og oksygenanriket luft (35% O₂).

Forsøksstid var 170 døgn (ca. 24 uker). Temperatur var 15 -18°C.

Resultater

Mikrobiologiske undersøkelser viste et høyt innhold av mikroorganismer som kan leve i et miljø med høye konsentrasjoner av kreosot.

I småskalaforsøket ble det observert en klart høyere nedbrytning med tilsetning av næringsstoffene nitrogen og fosfor enn uten næringstilsetning.

Resultater fra nedbrytningsforsøk i kolonner er vist i tabell 3.2.1.

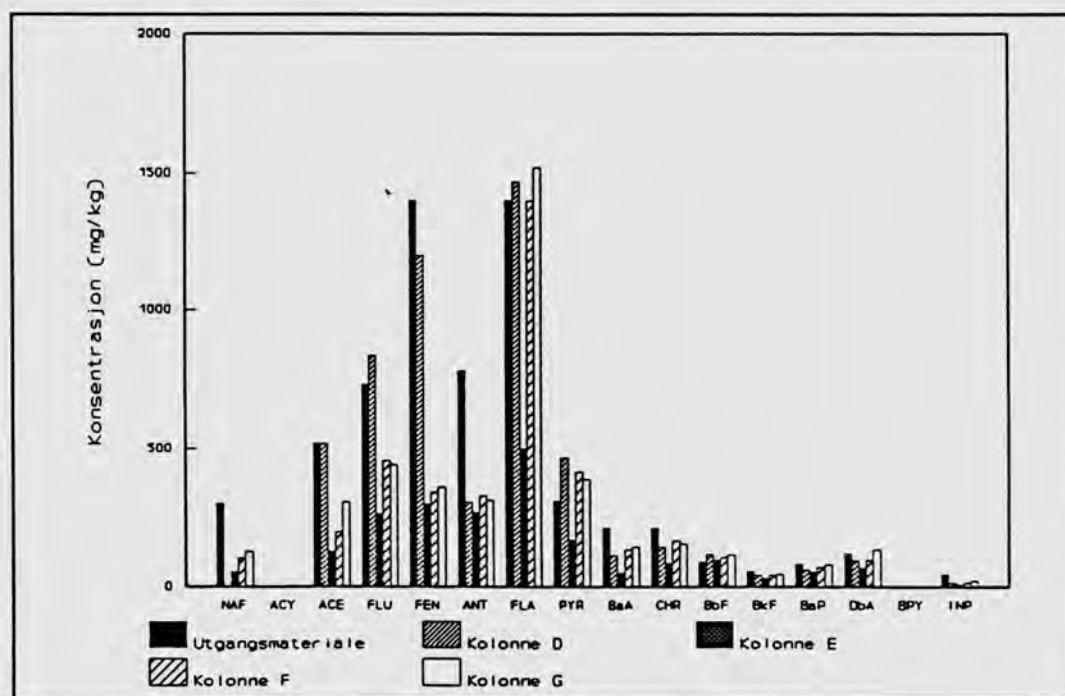
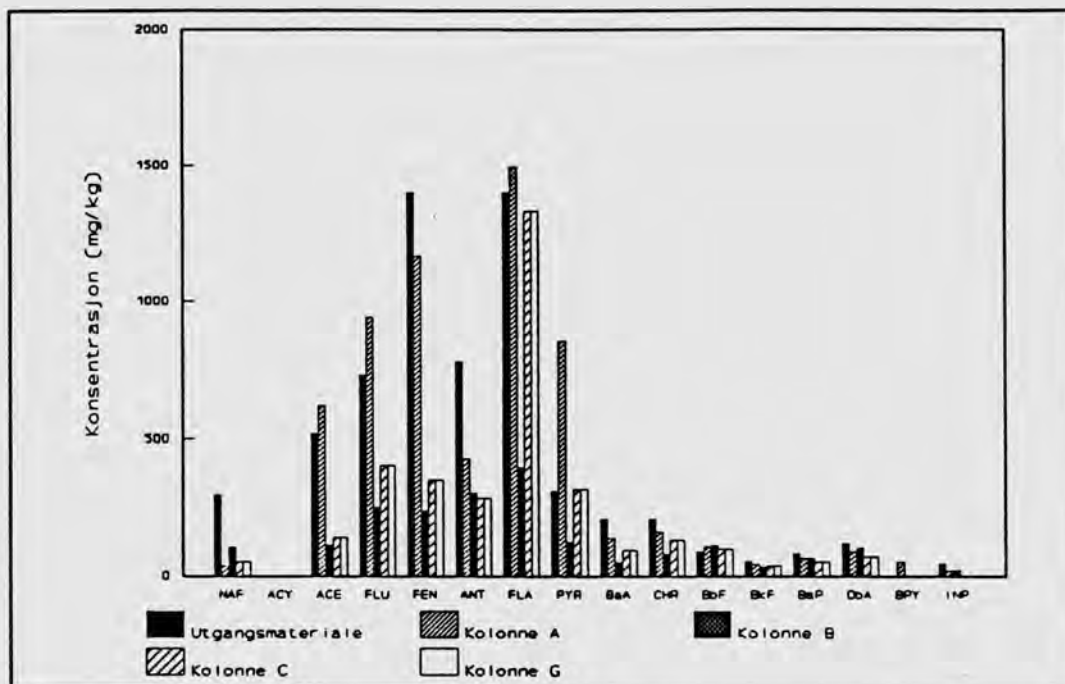
Tabell 3.2.1. Resultater fra nedbrytningsforsøk i kolonner.

Kolonne (startkonsentrasjon 6300 mg PAH/kg)	%-vis reduksjon av sum PAH (ca. 24 uker, 15-18°C)
A Vannsirkulasjon, vannet mettet med anriket luft og tilsatt N/P.	ingen endring
B Luftinnblåsing med anriket luft og tilsetning av næringsløsning.	68%
C Luftinnblåsing med anriket luft.	46%
D Vannsirkulasjon, vannet mettet med vanlig luft og tilsatt N/P.	14%
E Luftinnblåsing med vanlig luft og tilsetning av næringsløsning.	67%
F Luftinnblåsing med vanlig luft.	38%
G Referanse kolonne. Umettet, uten vann eller luft tilførsel, løst tildekket for å unngå avdamping. Diffusjon av oksygen mulig.	34%

Kolonneforsøket viser tydelig at av de 3 vurderte teknikker er det luftinnblåsing kombinert med tilsetning av næringsstoffer som gir raskest nedbrytning av PAH forbindelser (kolonne B og E). Sirkulasjon av en oksygenmettet vann gir ikke entydig fjerning av forurensningen (kolonne A og D). Kolonne G skulle fungere som en referanse, det viste seg at nedgangen i kolonne G var omtrent like stor som i kolonne C og F med luftgjennomblåsing.

Det er hovedsakelig 2-, 3- og 4-rings PAH-forbindelser som blir brutt ned. Innholdet av 5- og 6-rings PAH-forbindelser viste en beskjeden nedgang.

Figur 1 viser innhold av de enkelte PAH forbindelsene i jordprøver fra kolonneforsøket.



Figur 8.9 Gjennomsnittsinhold av de enkelte PAH forbindelsene i jordprøver fra kolonneforsøket.

Figur 3.2.1. PAH innhold i de forskjellige kolonnene etter 170 døgn. (hentet fra NGI / SI's rapport)

Konklusjoner

- Analysene av jord fra Lillestrøm viser at kreosotforurensningen har ligget i grunnen i mange ti-talls år uten at den har blitt nedbrutt. Det er fortsatt et høyt innhold av de lett nedbrytbare 2- og 3-rings PAH-forbindelsene. Dette tilsier at miljøfaktorer i grunnen forhindrer biologisk nedbrytning, selv om det er påvist stor populasjon av kreosottilpassede mikroorganismer i grunnen.
- Forsøkene viser at naturlig tilstedeværende mikroorganismer bryter ned kreosot, men forholdene må legges til rette. Oksygentilgang ser ut til å være den mest begrensende faktoren.
- Forsøkene i dette prosjektet har vist at tilgang på oksygen og næringsstoffer setter nedbrytningen i gang. Etter en tid stopper nedbrytningsaktiviteten uten at alle de lett nedbrytbare PAH-forbindelsene har blitt brutt ned. Tilgjengelighet av organiske forbindelser virker da begrensende på videre biologisk nedbrytning.
- Vurdering av ulike in situ rensemetoder i kolonneforsøkene viste at innblåsing av luft kombinert med tilførsel av næringsstoffer i væskeform gir det beste rensresultatet, en nedbrytning av PAH på 67-68%. Luftinnblåsing og O₂-diffusjon (uten næringstilsetning) ga en reduksjon på 35-40%. Sirkulasjon av en oksygenmettet væskefase gir ikke entydig fjerning av forurensningen.
- 5- og 6- rings PAH-forbindelser var ikke nedbrytbare i dette forsøket.

Kostnader for prosjektet

Prosjektet ble støttet av NSB, SFT, Televerket (nå Telenor), Norsk Impregneringskompani, Impregnor, AGA og Norenergi.

Totalkostnadene for prosjektet var 710.000,-. NSB har bidratt med ca. 220.000,-

Finansieringen var budsjettetert slik:

NSB	210.000,-
Televerket	150.000,-
SFT	150.000,-
Norsk Impregneringskompani	50.000,-
Impregnor	50.000,-
AGA	50.000,-
Norenergi	50.000,-
<hr/>	
Total	710.000,-

Utvidelse av kolonneforsøket medførte ekstrakostnader på 25.000,-. NSB dekket 7350,- av dette.

Rapport

1. NGI og SI, 1993
In situ biologisk rensing av kreosotforurenset grunn. Litteraturstudie og laboratorieforsøk. Rapport nr. 537006-2. 70 sider.

4.3 JORDVASKING OG BIOLOGISKE PROSESSER FOR BEHANDLING AV KREOSOTFORURENSEDE OMRÅDER

Deltakere: Aquateam, Norwegian Applied Technology (NAT), SFT, Valle Foundation og NSB.

Utøvere: Aquateam AS, SBP Technologies, USA.

Tidsramme: 1992 - 1995

Innledning

I dette prosjektet er det prøvd ut og vurdert behandling av kreosotforurenset jord ved hjelp av jordvasking og to typer biologisk behandling; bioslurry og kompostering.

I tillegg er det utført studier for å se nærmere på bruk av de naturlige forekommende bakterier i grunnen fra NSBs områder til nedbrytning av kreosot.

Kartlegging av mikroorganismer i forbindelse med PAH-nedbrytning

Hensikten var å forsøke å benytte naturlig forekommende bakterier fra NSBs kreosotforurensede områder til å bryte ned kreosoten. Dette var tidligere gjort i USA, hvor patenterte bakteriekulturer var blitt isolert og anriket og brukt i pilotanlegg for bioslurry-behandling.

Gjennomføring og resultater

Denne delen av prosjektet ble gjennomført i samarbeid med SBP Technologies og EPA (Environmental Protection Agency, tilsvarer SFT hos oss) i USA.

Prøver fra NSBs impregneringsverk på Råde, Lillestrøm, Brakerøya og Hommelvik ble sendt til SBP Technologies/U.S. EPA for forsøk på å isolere bakteriekulturer og identifisere og anrike bakteriestammene.

De bakteriestammer som var best egnet til å bryte ned PAH forbindelsene fluoranten og fenantren (f.h.v. lette forbindelser, 3- og 4-rings) viste seg å være nær beslektet med de typer som har vært isolert fra lignende områder i USA. Ved optimalisering av vekstforholdene og tilsetning av næring kan de eksisterende mikroorganismene benyttes til bionedbrytning av PAH forurenset jord. Ved nedbrytning av tyngre komponenter (5- og 6-rings forbindelser), kan tilsetning av spesielle isolerte kulturer vise seg å være en fordel.

Jordvasking og biobehandling

Prosjektet omhandler vurdering av jordvasking basert på flotasjon som en aktuell prosess for rensing av jordmasser. Vaskeprosessen vil redusere mengden masse som trenger videre behandling og gjør også forurensningsstoffene lettere tilgjengelig for mikroorganismene. To former for biologiske prosesser ble også vurdert i prosjektet; ranekompostering av "fast masse" iblandet bark, og bioslurry-reaktor behandling. Sistnevnte ble knyttet til vaskeprosessen hvor ikke avvannet slam med oppkonsentrert kreosot sluttbehandles.

Gjennomføring

De forskjellige prosessstypene ble prøvet ut i benk- og pilotskala. I alt ble seks jordtyper behandlet. Massene brukt i forsøket ble hentet fra Lillestrøm (4 typer) og fra en gassverkstomt.

For jordvasking ble det valgt en prosess basert på luftflotasjon. Denne prosessen er robust og egner seg for store variasjoner i jordsammensetning og i type og grad av forurensning. Prosessen består kort beskrevet av følgende trinn; "overflatevasking" og utsortering av grovere partikler, iblanding av flotasjonskjemikalier, flotasjon av forurensningene og utsortering av rensede partikler og tilslutt koagulering og flokkulering av det forurensede "restslammet". Dette "restslammet" blir så sendt til videre behandling.

Bioslurry-reaktoren bestod av en tank med blandingsutstyr som holder slurryen homogen.

Det ble utført til sammen 9 forsøk på jordvasking (5 i benkskala og 4 i pilotskala), 7 forsøk på bioslurrybehandling (4 i benkskala og 3 i pilotskala) og 2 benkskalaforsøk på kompostering.

Benkskala jordvasking ble gjennomført i et 3 liters flotasjonsanlegg. Pilotskala-vaskeanlegget hadde en kapasitet på 1 tonn/time.

I benkskala bioslurry-reaktor forsøket ble det benyttet 1 liters reaktorer. Pilotskala bioslurry-reaktoren var på 450 liter, og var egnet for både batchvis og kontinuerlig behandling. Pilotanlegget var lokalisert på NSBs område på Nesa, Lillestrøm.

Før bioslurrybehandlingen ble det foretatt undersøkelser for å vurdere effekt av ulike konsentrasjoner av tilsatte næringsstoffer og for å få innledende informasjon om nedbrytningshastigheten av PAH-stoffene.

I forsøket med kompostering ble ca. 1 tonn masse blandet med bark og næringsstoffer og lagt ut i ranker.

Resultater

Jordvasking

Jordvasking i benkskalaforsøk reduserte PAH-innholdet i leirig/siltig jord med 67-93%. For sandholdig jord var reduksjonen på 90% og 95%, fra 180 og 3500 mg PAH/kg ned til en restkonsentrasjon på hhv. 17 og 185 mg PAH/kg.

I pilotskala jordvaske-anlegget varierte kapasiteten fra ca. 500 til 800 kg/time. En PAH-reduksjon på 90% ble oppnådd, unntatt for en prøve som i utgangspunktet var lite forurenset. Her var reduksjonen på 20% fra 41 mg PAH/kg til 33 mg PAH/kg. Ved høyt leireinnhold oppnås ikke like stor volumreduksjon som for sandholdig jord, derimot vil man få en homogen slurry som effektivt kan behandles videre biologisk. En enklere variant av vaskeprosessen brukt i pilotforsøket kan brukes for grovseparering/homogenisering av massen før videre slurry-behandling.

Den høyere renseeffekten oppnådd i benkskalaforsøkene enn i pilotskala forsøkene, skyldes vesentlig at massen i benkskalaforsøkene var grovere.

På tross av et høyt innhold av finkornige partikler fungerte vaskeprosessen bra.

Bioslurry-behandling

Slurry biobehandling hvor man kan bruke akklimatiserte mikroorganismer på stedet, kan effektivt redusere PAH-innholdet i kreosotforurensete masser.

Benkskala forsøk med bioslurry viste en reduksjon av PAH-innholdet på mellom 69 og 96%. En siltig prøve med en PAH konsentrasjon på 55.000 mg PAH/kg ble redusert til 400-900 mg PAH/kg i løpet av 21 dager.

Pilotskala forsøk med bioslurry viste en PAH-reduksjon på mellom 85 og 97%. Resultatene viste at 14-20% faststoff slurry med konsentrasjon på ca. 6000 mg PAH/kg kunne behandles effektivt innen 8 dager, ved 28-32°C. Sluttkonsentrasjon var på ca. 200 mg/kg.

Kompostering

Ved benkskala-forsøk på sandholdig og sand/silt holdig masse iblandet trespon ble det oppnådd en reduksjon av PAH-innholdet på 76 og 95% etter 8 uker.

Ved pilot-forsøket på kompostering skapte leiren store problemer ved at den klumpet seg, uansett hvilke blandingsforhold det var mellom masse og bark. Ut fra tidligere pilot- og fullskala erfaringer med kompostering ble massen betegnet som lite egnet for kompostering og forsøket ble avsluttet.

Biobehandling ved kompostering bør i følge rapporten allikevel vurderes, særlig for grove masser med PAH-konsentrasjon under ca. 2000 mg/kg. Man må ved kompostering satse på lengre behandlingstid, f.eks 3 måneder kontra 10-15 dager ved slurrybehandling.

Resultatene fra jordvasking, bioslurry-behandling og kompostering er oppsummert i tabell 3.3.1.

Tabell 3.3.1 Oppsummering av vaske og bioprosess-resultatene (hentet fra Aquateams rapport)

Prøve nr.	Jord type	Skala (benk / pilot)	Jordvasking			Bioslurry			Kompostering		
			PAH-innhold*		%	PAH-innhold*		%	PAH-innhold*		%
			før	etter	red.	før	etter	red.	før	etter	red.
1	leire/ silt	B	3300	550	82	-	-	-	-	-	-
		B	3300	200	93						
		B	9000	3000	67						
2	leire	P	10000	1000	90	6000	200	97	-	-	-
		P	12000	1500	88	1520	150	90			
3	leire	P	125	15	88	480	71	85	-	-	-
		P	41	33	20						
4	silt	B	-	-	-	52000 55000	4800 400- 900	91 96	-	-	-
5	sand	B	180	17	90	180	55	69	180	44	76
6	sand/ sand- støv	B	3500	185	95	3500	141	95	3500	177	95

* mg PAH/kg

Behandlingskostnader

Kostnadene for prosessene vil avhenge av flere faktorer; bl.a. kornfordeling i massene, PAH-konsentrasjon, krav til sluttkonsentrasjon og mengde masse.

Kostnadsoverslag gitt i rapporten på jordvasking ligger på 700-3000 kr/tonn . For bioslurrybehandling er kostnadene anslått til 900-2000 kr/tonn. (kilde: U.S.EPA og diverse leverandører). For kompostering vil som regel kostnadene være vesentlig lavere, i området 700-1400 kr/tonn.

Vurdering

Resultatene for de forskjellige behandlingsmetodene viser alle en stor reduksjon av PAH-innholdet i massene, opptil 90-95%.

Ved forbehandling med jordvaskeanlegg vil mengdene som trenger videre behandling reduseres. Dette vil redusere kostnadene av den videre behandlingen. Redusering av mengdene på denne måten vil være mest effektivt for grovere masser.

Forsøkene med vasking og den etterfølgende bioslurrybehandlingen viste stor reduksjon i PAH-innholdet både for sandige jordarter og for leire. Siden slike anlegg kan gjøres mobile trenger en ikke å sende massene vekk for behandling.

Rapporten fra prosjektet sier ingenting om hvilke PAH komponenter som brytes ned. Disponering av massene etter behandling vil ikke bare avhenge av total konsentrasjon, men også av biotilgjengelighet av reststoffer.

Jordvasking eventuelt i kombinasjon med biologisk viderebehandling virker som en svært lovende metode. Jordvasking vil rense jordmasser og redusere det volum som eventuelt vil trenge en videre behandling. Videre biologisk behandling kan f.eks være bioslurrybehandling, kompostering eller behandling med hvitråtesopp (beskrivelse av FoU-prosjekt vedrørende hvitråtesopp er gitt i kapittel 4.5). Andre former for endelig behandling kan også f.eks. være stabilisering eller forbrenning.

Kostnader for prosjektet

Prosjektet ble finansiert av NSB, SFT, NAT, Aquateam og Valle Foundation (USA).

NSB bidro til prosjektet med totalt 600.000,-. Finansiering av prosjektet var budsjettetert som følger:

NSB	500.000
SFT	500.000
NAT	500.000
Aquateam	300.000
Valle Foundation (USA)	100.000
<hr/>	
Sum	1.900.000

Ved drift av anlegget ble budsjettet overskredet med nærmere 400.000 kr. Det ble gitt tilleggsbevilgninger på 100.000,- hver fra SFT og NSB, resten ble dekket av Aquateam.

Rapport

1. Aquateam, 1995
Jordvasking og biologiske prosesser for behandling av kreosotforurensete områder.
Benk- og pilot skala vurdering. Rapportnr. 93-081. 80 sider.

4.4 BIOLOGISK NEDBRYTNING AV KREOSOT I FORURENSET GRUNN

Deltakere: NGI, NSB, SFT og Televerket (Telenor)

Utøvere: NGI og SINTEF

Tidsramme: 1994-1996

Innledning

Dette prosjektet er en fortsettelse av FoU-prosjektet "In situ biologisk rensing av kreosotforurenset grunn" beskrevet i kapittel 4.2.

Biologisk nedbrytning av kreosot er en svært lovende teknikk for å rense opp i kreosotforurensete områder. Det er imidlertid en del problemer forbundet med denne teknikken bl.a. ; Nedbrytningshastigheten er ofte svært variabel og henger sammen med biotilgjengeligheten av forurensningen, de forskjellige PAH-komponentene brytes ned i forskjellig grad og spesielt de tyngre komponentene brytes i liten grad ned, og under nedbrytningen kan det oppstå nedbrytningsprodukter som kan vaskes ut eller lagres i grunnen.

Med bakgrunn i dette og med grunnlag fra det forrige prosjektet fortsatte arbeidet med nærmere studier av biotilgjengelighet av kreosotforbindelser, dannelse av mellomprodukter og effekt av nedbrytning på toksisiteten av restforurensningen.

Målsetningen ved prosjektet er:

- Å klarlegge faktorene som har betydning for residual innholdet som blir igjen i grunnen etter biologisk nedbrytning.
- Å komme fram til metoder som kan øke biotilgjengeligheten av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) for å forbedre biologisk nedbrytningseffektivitet.
- Avklare sammensetning av residuet og dannelsen av biprodukter ved biologisk nedbrytning av polyaromatiske hydrokarboner (PAH), og fare dette utgjør for miljøet.

Prosjektet består av tre delprosjekter:

- 1) Binding og mobilitet. Her studeres adsorpsjons- og desorpsjonshastigheter, vannløslighet og avdamping av kreosotforbindelser.
- 2) Mikrobiologi. I denne delen gjøres det bl.a. forsøk for å klargjøre effekten av pH, temperatur (12, 25 og 37°C) og bruk av tilsetningsstoffer, samt at endring av mikrobiologisk populasjon skal studeres nærmere.
- 3) Residual-innhold og toksisitet. Ved nedbrytning av kreosot vil det være igjen et residual innhold som ikke brytes ned videre. Denne delen av prosjektet skal kartlegge miljøfaren forbundet med dette residual innholdet.

Gjennomføring

Det ble brukt prøvemateriale fra Lillestrøm. Prøvene er tatt fra toppsjiktet med høyt humusinnhold og fra et dypere sandlag, med svært lavt organisk karboninnhold. Prøver ble hentet både fra forurenset område og fra et ikke-forurenset område. Hovedforsøket ble utført som kolonneforsøk (50 cm X 10 cm). Forsøksoppsettet har 16 kolonner.

Resultater

Resultatene er ennå ikke rapportert. Endelig rapport ventes i mars/april 1996.

Kostnader for prosjektet

Prosjektet finansieres av NSB, SFT og Televerket. Det er søkt om midler fra Norges forskningsråd (NFR) gjennom GRUF (Forskningsprogram om håndtering av grunnforurensning).

Prosjektstøtten er budsjettert slik:

NSB	300.000,-	
SFT	400.000,-	
Televerket	300.000,-	
NFR	300.000,-	evt, NGI og SINTEF dersom ikke GRUF- midler
<hr/>		
Totalt:	1.300.000,-	

Rapport

- 1) NGI og SINTEF (1995) **KUN FORELØPIG RAPPORT**
Biologisk nedbrytning av kreosot i forurenset grunn. Biotilgjengelighet og dannelse av biprodukter. Foreløpig rapport. Rapport nr. 528020-3. 51 sider.

4.5 HVITRÅTESOPP

Deltakere: Jordforsk, SFT og NSB

Utøvere: Jordforsk

Tidsramme: 1994 - 1995

Innledning

I dette prosjektet er det sett på nedbrytning av kreosot ved hjelp av hvitråtesopp. Mange av de lettere forurensningskomponentene i kreosot brytes lett ned av mikroorganismer i jorda. Ved biologisk nedbrytning ved hjelp av mikroorganismer vil det være en restkonsentrasjon av de tyngre komponentene (4- 5- og 6-rings PAH-forbindelser). Det har imidlertid vist seg at hvitråtesopp har en større evne til å bryte ned de tyngre komponentene enn mikroorganismer. På bakgrunn av dette var det interessant å undersøke hvitråtesopper for deres potensial for å bryte ned tungt nedbrytbare PAH-forbindelser i kreosot.

I prosjektet er det gjennomført et litteraturstudie samt forsøk med bruk av hvitråtesopp for nedbrytning av høy-molekylære PAH-forbindelser.

Prosjektet er utført av Jordforsk, Senter for jordfaglig miljøforskning, som er tilknyttet Norges Landbrukshøgskole på Ås.

Gjennomføring

Litteraturstudie

I litteraturstudiedelen blir det lagt mye vekt på hvitråtesoppers mekanisme for ligninnedbrytning og faktorer som innvirker på denne. Forståelse av prinsippene for ligninnedbrytning er viktig for å få et helhetlig bilde av hvitråtesoppens nedbrytning av miljøgifter.

Lignin utgjør sammen med cellulose hovedbestandelen i trevirke. Lignin inneholder enheter som er lik mange av de organiske aromatiske forurensningskomponentene, f.eks PAH. De fleste bakterier kan ikke bryte ned lignin, i tilfelle skjer det svært langsomt. Lignin-nedbrytende sopp produserer enzymer som kan bryte ned mange av de forbindelser bakterier har problemer med å ta hånd om, f.eks fler-ringede PAH-komponenter, PCB og flere andre forurensningsstoffer.

Forsøk med nedbrytning av PAH

Denne delen av prosjektet besto av følgende prosjektdeler:

1. Screening av vekstparametre for dyrking av sopp
2. Screening av soppvekst etter tilsetning av jord.
3. Nedbrytning av PAH i småskalaforsøk
4. Mesoskalaforsøk
5. Studere binding av PAH-forbindelser til jord
6. Mineralisering (nedbrytning til CO₂ og vann) av ¹⁴C-benzo(a)pyren
7. Studere dannelser av intermedieære mellomprodukter under nedbrytning av enkelte PAH-forbindelser.

Ulike vekstsubstrater, forbehandlingsmetoder av vekstsubstrat, fuktinnhold, samt 3 ulike sopparter ble vurdert for bruk i videre forsøk.

Innledende forsøk ble utført i småskala. Det ble brukt 20 g masse pr. prøve. Forøkestid var 8 uker. Temperatur var 22°C.

Mesoskalaforsøk ble gjennomført med ca. 45 kg masse pr prøve. Massene ble luftet i 30 minutter pr. dag. Oksygeninnholdet ble sjekket. Forsøket ble gjennomført ved to temperaturer; en "sommertemperatur" ca. 22°C og en "vår- og høst-temperatur" ca. 8°C.

Resultater

Den sopparten og de vekstbetingelser som viste best vekst, og som ble benyttet i videre forsøk var:

Soppart: *Pleurotus ostreatus*
Substrat: Autoklavert hvete-halm
Fuktnivå: 75% vanninnhold.

Innledende forsøk

Oppnådde resultater fra de innledende forsøkene er gitt i tabell 1. Åtte forbindelser forekom i særlig høye konsentrasjoner, og blir omtalt som de 8 hovedforbindelsene. Disse er følgende forbindelser: antracen, 4-,5-metylenefenantren, flouranten, benzo(b)flouren, pyren, benzo(a)antracen, krysen, benzo(b,j,k)flouranten.

Etter 8 uker ble det oppnådd nedbrytningsgrader på ca. 70% for sum 3-rings PAH-komponenter, ca. 60% for sum 4-rings PAH-komponenter og ca. 30% for 5- og 6-rings PAH-komponenter.

Mesoskalaforsøk

Uavhengig av temperatur og behandlingsmetode ga sopptilsetning i gjennomsnitt 31.2% nedbrytning, mens det uten sopptilsetning ble oppnådd en gjennomsnittlig nedbrytning på 23.7%.

Temperatur var klart den viktigste faktoren og i gjennomsnitt, uavhengig av sopptilsetning eller forbehandling, ble det oppnådd 13.7% nedbrytning ved 8°C og 41.2% nedbrytning ved 22°C. Selv ved 8°C ble det registrert en betydelig nedbrytning av enkelte 3- og 4-rings forbindelser; antracen 33%, 4,5-metylenefenantren 65%, pyren 27%, benzo(b)flouren 38%, benzo(a)antracen 57% og krysen 59%.

For mange av PAH forbindelsene var nedbrytningsgraden relativt lik etter 8 og 22 uker, noe som indikerer en relativt rask initiell nedbrytning som avtar etter noen uker.

Tabell 1 viser resultater for de enkelte forsøkene (ved 22°C).

Tabell 1. Resultater fra mesoskalaforsøk

	Starkonsentrasjon (mg/kg)	%-vis nedbrytning etter 22 uker (22°C)
Sum 3-rings PAH forbindelser		
<u>Uten forbehandling</u>		
gjennomsnittlig nedbrytning med sopptilsetning		44.1±8.4
av to enkeltforbindelser: antracen	90-200	49±25
4,5-metylenefenantrene	80-140	77±5.6
gjennomsnittlig nedbrytning uten sopptilsetning		49.2±12.7
av to enkeltforbindelser: antracen	90-200	58±9.1
4,5-metylenefenantrene	80-140	71±9
<u>Med forbehandling</u>		
nedbrytning av enkeltforbindelser med sopptilsetning:		
antracen	90-200	29±11.2
4,5-metylenefenantrene	80-140	77±5.6
nedbrytning av enkeltforbindelser uten sopptilsetning:		
antracen	90-200	0
4,5-metylenefenantrene	80-140	53±4.8
Sum 4-rings PAH forbindelser		
<u>Uten forbehandling</u>		
gjennomsnittlig nedbrytning med sopptilsetning		53.1±14.6
gjennomsnittlig nedbrytning uten sopptilsetning		43.5±5.9
<u>Med forbehandling</u>		
gjennomsnittlig nedbrytning med sopptilsetning		49±8.9 og 60±0.1
gjennomsnittlig nedbrytning uten sopptilsetning		40±14.8 og 58±5.0
av enkeltforbindelser: fluoranten	300-500	54±6.3
pyren	300-400	63±4.2
benzo(b)fluoren	50-90	61±3.5
benzo(a)antracen	320-420	66±7.4
krysen	200-300	63±1.5
Sum 5- og 6-rings PAH forbindelser		
<u>Med forbehandling</u>		
nedbrytning av enkeltforbindelser med sopptilsetning:		
benzo(j)fluoranten	120-190	15±3.0
benzo(a)pyren	45-70	30±4.9
nedbrytning av enkeltforbindelser uten sopptilsetning:		
benzo(j)fluoranten	120-190	0
benzo(a)pyren	45-70	2.5±6

Tabell 2 viser de best oppnådde nedbrytningsresultatene for både de innledende forsøk og

mesoskalaforsøk.

Tabell 2. De beste oppnådde resultater

Forbindelser	%-vis nedbrytning Innledende forsøk 8 uker	%-vis nedbrytning Mesoskalaforsøk 22 uker, sopptilsetning, 22°C
Antracen	51.3±1.3	49.3±24.9
4,5-metylenefenantren	89.8±0.2	77.1±5.6
Flouranten	67.6±1.4	53.6±6.3
Pyren	65.4±0	63.4±4.2
Benzo(b)fluoranten	64.6±0.9	61.0±3.5
Benzo(a)antracen	55.0±1.7	66.4±7.4
Krysen	40.5±2.4	63.0±1.5
Benzo(j)flouranten	27.7±0.5	14.7±3.0
Benzo(a)pyren	24.7±0.7	30.0±4.9
Sum 3-rings	58.3±1.7	38.8±19.1
Sum 4-rings	46.0±5.3	59.8±0.1
Sum 5- og 6-rings	15.8±0.4	0.9±8.4
Sum 8 hovedforbindelser	62.7±0.7	51.4±3.4

Dannelse av metabolske mellomprodukter og mineralisering av enkelte PAH-forbindelser

Det ble ikke detektert andre isotopmerkede forbindelser enn de som ble tilsatt. Dette indikerer at nedbrytningen av PAH forbindelsene naftalen, fenantren og benzo(a)pyren ikke medfører akkumulering av intermedieære forbindelser.

Mineralisering (nedbrytning til CO₂ og vann) av benzo(a)pyren var under de gitte betingelser svært lav, 1.2% for jord med sopptilsetning. Dette er allikevel 7-8 ganger høyere enn i kontrolljord uten sopp (0.1%).

Nedbrytningsforsøk med isotopmerkede forbindelser viste at de flyktige, mer lett-nedbrytbare PAH-komponentene naftalen og fenantren ble raskere nedbrutt uten sopptilsetning. Dette kan skyldes fordamping eller at jord med soppmycel har redusert gassutveksling.

Binding av PAH-forbindelser til organisk materiale i jord

Usikre data, spesielt for de sterkt bundne forbindelsene, gjorde at det ikke var mulig å vurdere endring i PAH-forbindelsers binding til jord.

Oppsummering

- Prosjektet har vist at hvitråtesopp har potensiale til å bryte ned mange av de mer tungtnedbrytbare PAH-forbindelsene bedre enn naturlig tilstedeværende mikroorganismer.
- Temperatur var en viktig faktor, men selv ved 8°C ble det oppnådd en betydelig nedbrytning av enkelte 3- og 4-rings PAH-forbindelser.
- Det ble ikke observert akkumulering av nedbrytningsprodukter fra naftalen, fenantren og benzo(a)pyren.

- Det ble registrert en høyere nedbrytning av tilsatt isotopmerket benzo(a)pyren enn av opprinnelig tilstedeværende benzo(a)pyren, noe som antyder at "eldet" forurensning er tyngre nedbrytbart enn "ny" forurensning.
- Det viste seg at de lettere PAH-forbindelsene naftalen og fenantren ble raskere nedbrutt uten sopptilsetning enn med. Dette kan skyldes at soppmycel reduserer jordmassens luftrom tilgjengelig for gassutveksling, og dermed graden av fordamping.
- For benzo(a)pyren (påvist kreftfremkallende), som er en av de mest tungnedbrytbare 5-rings PAH-forbindelsene, ble det oppnådd 40% nedbrytning i løpet av en måned med hvitråtesopptilsetning. Etter 3 måneder var 48% nedbrutt. Jord uten sopptilsetning viste kun 1-3% nedbrytning.

I jordmasser med høyt PAH-innhold er andelen av flyktige 2- og 3-rings forbindelser som regel høyt. En to-trinns behandlingsmetode, med nedbrytning av de lettere komponentene ved hjelp av mikroorganismer og tilsetning av f.eks hvitråtesopp for nedbrytning av de tyngre komponentene, kan i slike tilfeller være godt egnet.

Kostnader ved prosjektet

Prosjektet ble finansiert av NSB, SFT og Jordforsk. De budsjetterte kostnader var fordelt på følgende måte:

NSB	234.525,-
SFT	234.525,-
Jordforsk	250.000,-
<hr/>	
Sum	719.050,-

Som følge av endringer i screeningsforsøket ble det en merkostnad på rundt 145.000,-. NSB dekket halvparten av overskridelsene. Tilsammen bidro da NSB med ca. 300.000,-.

Rapporter

1. Jordforsk, 1994
Nedbrytning av forurensningskomponenter ved bruk av hvitråtesopp. Fysiologiske prinsipper og erfaringer fra forskning og praksis. Litteraturstudie. Rapport nr. 6.94.03/1. 38 sider.
2. Jordforsk, 1995
Biologisk nedbrytning av høymolekylære PAH-forbindelser i jord ved hjelp av hvitråtesopp. Rapport nr. 59/95. 45 sider.

4.6 BIOLOGISK EFFEKTUNDERSØKELSE AV KREOSOTFORURENSET GRUNN

Deltakere: Jordforsk, SFT og NSB

Utøvere: Jordforsk

Tidsramme: 1993 - 1995

Innledning

Hovedformålet med undersøkelsen var å påvise eventuelle biologiske effekter av kreosotforurensning slik forurensningen foreligger i miljøet i dag.

Det er foretatt undersøkelser over biologiske effekter ved impregneringsverkene i Råde, Østfold, på Nesa ved Lillestrøm i Akershus og Hommelvik i Sør-Trøndelag. De mest omfattende undersøkelsene er foretatt i Råde, mens undersøkelser i resipienten er utført for verkene på Lillestrøm og i Hommelvik (i Nitelva for Lillestrøm og Stjørdalsfjorden for Hommelvik).

Slike undersøkelser er et viktig grunnlag for avgjørelse om tiltak ved de forskjellige områdene.

Gjennomføring

Undersøkelsene er gjennomført i løpet av en to-års periode.

Liste bakerst i kapittelet over delrapportene i prosjektet gir en oversikt over de forskjellige prosjektdelene.

Prosjektet har bestått av følgende delmål:

Råde:

- Påvisning av eventuell giftighet i jord og jordvæske, samt i sediment og vann i kanalen.
- Finne om det er en endret fauna i jord og kanal som følge av kreosotens giftighet.
- Finne om PAH akkumuleres i kulturplanter og fauna (i jord og vann).
- Finne om det fortsatt forekommer en aktiv transport av giftige komponenter til kanalen.

Lillestrøm:

- Finne om fisk, muslinger og årsskudd av vannplanter som lever utenfor området med forurenset grunn inneholder PAH.

Hommelvik:

- Finne om innholdet av PAH i blåskjell i Hommelvika er endret siden forrige undersøkelse.

Fordelingen av prøvepunkter og innsamlingsstasjoner er valgt ut på grunnlag av tidligere

grunnundersøkelser, de holdepunktene en har vedrørende verkenes drift og naturgitte forhold i området.

Jord, jordvæske og sedimentprøver har så stor romlig variasjon over svært korte avstander at de må betraktes som punktmålinger. Vannprøvene fra kanalen i Råde er mer representative for et større vannvolum. Biologisk materiale er samlet inn slik at det representerer en gjennomsnittsprøve over et areal (planter) eller volum / antall. Analysene representerer et gjennomsnitt for organismegruppen. De biologiske prøvene uttrykker belastningen på området ved et tidspunkt, og lar seg ikke gradere i maksimum- og minimums-verdier for individer.

Det var vanskelig å uttale seg om subletale (ikke dødelige) effekter da en i så fall måtte ha registrert faktorer som f.eks. reproduksjon og overlevelse, eventuelt fysiologiske eller histologiske parametre.

Totalt ble det utført 128 analyser mhp. PAH, i de fleste prøvene også på visse polysykliske og heterosykliske forbindelser (POM). Av disse er 96 analyseprøver fra Råde (jord og sediment, vann og jordvæske, samt biologisk materiale). Fra Nitelva ved Lillestrøm er det 18 biologiske prøver (fisk og vannplanter). Fra Hommelvik er det foretatt 14 biologiske prøver (blåskjell).

Hovedresultater

Rapporteringen fra dette prosjektet er svært omfattende. I det følgende blir deler av hovedresultatene fra samlerapporten gjengitt. For nærmere og mer inngående opplysninger om resultater og forutsetninger vises det til rapportene fra prosjektet.

Råde

Figur V3.7 i vedlegg 3 viser oversikt over prøvetakingspunkter.

Forurensningskonsentrasjon og giftighet i jord og jordvæske / Microtox®-bakterietest
Forurensningen i deler av området virker hemmende på bakteriers metabolisme målt med bakterietesten Microtox®. Det ble påvist ekstrem høy akutt giftighet i de mest forurensede områdene. De kjemiske analysene fra jord- og jordvæske prøver viste stor variasjon i forurensningsbelastning, fra 0.5 mg/kg (ppm) og opp til 71000 mg/kg. Analyser viste generelt at høyt forurensningsnivå gir høy giftighet. Imidlertid var det mange prøver uten gifteffekt selv om det ble påvist PAH i jord eller jordvæske. Fenolkomponenten i kreosot bidrar sterkest til den akutte toksisiteten, og betydde mer for giftigheten i noen av prøvene nær resipienten enn den generelle kreosotforurensningen i området.

Bakterietesten Microtox® registrerer lysutsendelsen fra en lumineserende bakteriestamme. Høye verdier indikerer god lysutsendelse og altså liten hemming. Lave verdier betyr sterk hemming av en giftig prøve.

Mutagenitet

Ved mutagenitetstester på en vannprøve og fire jordvæskeprøver ble det påvist en overhyppighet av kromosom- eller genendring ved tre av prøvene. Påvisning av effekter på gennivå syntes ikke å være særskilt sensitiv. Til tross for høye konsentrasjoner av mutagene komponenter i to av prøvene var den mutagene effekten lav. Mutagenitetstesten bekrefter PAH-komponentenes mutagene effekt, men følsomheten i analysen synes ikke å være tilstrekkelig lav. Det måtte benyttes en fortykning på grunn av at prøvene inneholdt lavmolekylære forbindelser som var giftige overfor testcellene. Denne fortykningen medførte en mindre følsomhet i testen. Metoden antas å være bedre egnet på miljøprøver hvor slike høymolekylære komponenter ikke er tilstede.

Meitemarkfaunaen

Ved å sammenligne forurenset jord med ikke-forurenset jord ønsket en å finne om jordsmonnet har redusert verdi som levested for jordlevende organismer. Fire arter meitemark ble funnet i området. Artene er våre vanligste arter og er knyttet til våte lokaliteter, slik som området ved impregneringsverket. Ingen av de dyptgravende artene ble funnet, dette antas å skyldes høy grunnvannsstand. Meitemarktettheten var i det kreosotbelastede området på nivå med vanlig landbruksjord.

Nitrogenomsetning / Nitrifikasjon

Nitrogenets transformasjoner i jord er av største betydning for plantevekst. Jord fra det mest forurensete området ble benyttet til å måle mikroorganismenes omsetning av ammonium til nitritt, det første trinnet i nitrifikasjonsprosessen. Nitrifikasjons-kapasiteten i overflatejorda i kildeområdet var betydelig høyere enn i et referanseområde, med unntak av en prøve som luktet kreosot. For de fleste prøvene var nivået sammenlignbart med verdier for åkerjord. Ved hjelp av nitrifiserende slam ble den kraftig forurensete underjorda testet med hensyn på akutt giftighet. Nitrifikasjonsaktiviteten ble fullstendig hemmet i prøver som luktet sterk kreosot og var høyest i prøver med mindre kreosotkomponenter. Nitrifikasjonsprosessen foregår i de øverste 20-30 cm i jordsmonnet, og nitrifikasjonen synes ikke å være vesentlig hemmet i området.

Akkumulering av kreosotkomponenter i biologisk materiale

Det ble utført dyrkingsforsøk med korn og kålrot. Dette er representative vekster for landbruksvirksomheten i området. Vann fra kanalen ble benyttet til vanning i et av vekstforsøkene. Havre og kålrot ble dyrket på en lite forurenset (0.5-2.0 mg PAH/kg) del av området, og det ble påvist opptak av metylerte fenoler og bisykliske aromater som stammer fra kreosot. PAH-innholdet i jorda og i vanningsvannet fra kanalen var så lavt at akkumulasjon ikke ble påvist.

Det var kulturplanter som skulle undersøkes i denne undersøkelsen og den naturlige floraen ble derfor ikke analysert.

Dyrkingsforsøket ble ansett som ikke vellykket ut fra målsettingen. Feltforsøkene ble lagt til en for lite representativ del av området, mens vekstforsøket i laboratoriet ble gjennomført med jord som inneholdt for høy kreosotkonsentrasjon.

Det er påvist fenol i en fiskeprøve, tre prøver av snegl (land- og vannsnegl) og en meitemarkprøve. PAH er påvist i meitemark og i en samleprøve av ulike vanddyr fra kanalen. I et forsøk ble det vist i hvor stor grad meitemark overlever. I den mest forurensete jorda døde alle individene av den ene arten, mens halvparten av den andre arten overlevde. En kan ikke utelukke at akkumulerte kreosotkomponenter i meitemark vil kunne ha effekter på reproduksjon, selv om den overlever med et lavt PAH-innhold. Komponentene vil også kunne overføres til dyr som benytter meitemark som mat.

Analyser av dyremateriale hvor PAH-komponenter ikke er påvist foreligger også. Det er uklart i hvor stor grad fisk frekventerer kanalen i Råde. Fiskematerialet fra Råde er lite og en kan ikke på bakgrunn av eksisterende data utelukke at akkumulasjon av PAH i fisk kan forekomme.

Forurensning i bekkevann og sedimenter

Det er påvist naftalener og PAH i alle vannprøver fra kanalen. Konsentrasjonen er lav, hhv. 6.3-14.6 µg/l og 12-35 µg/l. Andre polysykliske organiske komponenter (POM) er påvist i alle unntatt i en prøve. Det observeres oljefilm på vannflaten ved visse anledninger i kanalen og i forsengkninger i terrenget, spesielt om våren. Vannet i kanalen er næringsrikt, grumsete og med lite siktedyp.

Det er foretatt innsamling av dyr i vannmassene og i sedimentene ved hjelp av hovtrekk og sedimentsamler. Dyrelivet i vannmassene er tallrikt m.h.p. på individer. Mange dyregrupper er representert, men vanlige og tolerante arter dominerer. Faunaen i sedimentene er også variert, men med arter som er tolerante med hensyn på oksygenvinn. Bunnfaunaen mangler helt i det mest forurensede området (prøvepunkt X3, figur 1). Sedimentene her inneholdt mye både av lavmolekylære komponenter og svært høye konsentrasjoner av PAH. Dette er også det området hvor det sedimenterer mest PAH i sedimentfellene.

Analyser av innholdet i sedimentfeller i kanalen viste et svært høyt innhold av PAH i den mest forurensede delen (punkt X3 på figur 1). Oppstrøms falt innholdet raskt til under 1 ppm. Nedstrøms var det noe forhøyede verdier inntil 500 m fra utløpet av Augberghølen.

Analyser av bunnsedimentene i Augberghølen viste verdier innenfor rammen av bakgrunnsverdier for jord.

Lillestrøm

Vannplanter ble samlet inn fra Nitelva og analysert med hensyn på PAH-innhold. Oppstrøms impregneringsområdet ble det ikke påvist aromatiske komponenter i plantematerialet. Utenfor området for impregneringsverkene ble det målt betydelig innhold av PAH i prøvene (9.4 - 27.4 µg/g). Nedstrøms området var det lavere verdier (0.9 og 1.8 µg/g).

Prøvefiske utenfor området for impregneringsverkene viste store fangster og det ble analysert på samleprøver av fiskefett og lever fra fire ulike fiskearter. En av seks prøver var uten påvisbare mengder av kreosotkomponenter. PAH-nivået i de andre var inntil 16.1 µg/g bisykliske og inntil 9 µg/g polyaromatiske hydrokarboner. Dette er verdier som antas ikke å ha noen konsekvenser for individenes overlevelse. Ingen skader eller sykelige trekk ble observert på fisk. Detoksifiseringssystemer i fisk, og virveldyr generelt, er godt utviklet og synes å håndtere dagens eksponeringsnivå tilstrekkelig. Datamaterialet gir imidlertid ikke grunnlag for å vurdere eventuelle subletale (ikke dødelige) effekter eller effekter på populasjonsverdi.

Hommelvik

Det ble samlet inn blåskjellprøver fra ulike steder i fjorden, hengt ut strømper med skjell i vannmassene og plassert bur med skjell i på bunnen. Ytterst i vika ble det ikke påvist PAH i blåskjell som ble samlet inn tidlig i juni, mens en i en tidligere undersøkelse påviste 11.1 µg/g PAH i dette området. I blåskjell fra en prøvestasjon ved kildeområdet inne i Hommelvika ble det påvist PAH i en konsentrasjon på 280.9 µg/g. Her var det i en undersøkelse 11 år tidligere påvist 272 µg/g. Blåskjell i bur på bunnen akkumulerte inntil 28.6 µg/g PAH innerst i fjorden, mens utplasserte blåskjell i strømper i fri vannmasse akkumulerte 14.9 µg/g PAH. Det var en gradvis reduksjon i PAH-innhold i blåskjell som var plassert i større avstand fra kildeområdet. Lengst ut målte en verdier på 0.8 µg/g PAH. Undersøkelsen har vist at det fortsatt akkumuleres PAH i blåskjell i fjorden nær det nedlagte anlegget.

Sammensetningen av de enkelte kreosotkomponentene i de utplasserte blåskjell innerst i vika var svært lik i sammensetningen som i skjellene utplassert ytterst i vika. Sammen tyder dette på at den dominerende spredningskilden er lokalisert til området like nedenfor den gamle tanken på impregneringstomten. Det er mindre sannsynlig at komponentene kommer fra de forurensede sedimentene på dypere vann.

Konklusjon

Opplysninger om biologiske effekter er viktige innspill når det gjelder videre behandling av et område utsatt for forurensning. Grad av biologiske effekter i et område og transport av komponenter ut av området vil være med på å avgjøre om det iverksettes tiltak, og hvilke tiltak som bør eller ikke bør gjennomføres.

Mange av svarene og kunnskapene som er oppnådd gjennom dette prosjektet angår kreosotens og de enkelte kreosotkomponentenes giftighet og effekter som er generelle og anvendbare også på andre lokaliteter. Prosjektet har gitt erfaringsmateriale som er av stor betydning for lignende undersøkelser ved andre områder når det gjelder å kunne vektlegge de viktigste problemene.

Kostnader

Prosjektet ble finansiert på følgende måte:

NSB	772.750,-
SFT	300.000,-
JORDFORSK	100.000,-
BIO-TEST a.s.	40.000,-
<hr/>	
Totalt:	1.212.750,-

Overskridelser medførte ekstrakostnader på 40.000,- hver på NSB og SFT.

Rapporter

- Hovedrapport: Biologisk effektundersøkelse av kreosotforurensning. Typestudie av kreosotforurensning ved Råde, Lillestrøm og Hommelvik. Sammenstilling av delrapporter. Rapport nr. 104795. ISBN 82-7467-179-1. 40 sider.
- Statusrapport 1994: Typestudie av kreosotforurensning ved Råde, Lillestrøm og Hommelvik. Sammendrag av delrapporter. Rapport nr.7.0135-06/28. 20 sider.
- Prosjektdel 0: Bruk av Microtox® og mutagenitetstest som grunnlag for vurdering av biologisk effekt av kreosotforurensning. Rapp. nr.7.0135-06/20. 28 sider.
- Råde*
- Prosjektdel 1: Digitalisering av området ved NSBs impregneringsverk i Råde og beskrivelse av utvikling i området basert på flybilder. Rapp nr.7.0135-06/21. 7 sider.
- Prosjektdel 2: Giftighet (akutt toksistet) i området ved impregneringsverket i Råde, målt ved kjemiske analyser og en biologisk test (Microtox®). Rapp. nr.7.0135-06/22. 26 sider.
- Prosjektdel 3: Biotest på toksistet - mutagenitet. Rapp. nr.7.0135-06/31. 16 sider.
- Prosjektdel 4: Dyrkingsforsøk med havre og kålrot i kreosotforurenset jord. Rapp. nr.7.0135-06/23. 14 sider.

- Prosjektdel 5: Forurensningens effekt på meitemark-faunaen. Rapp. nr.7.0135-06/30. 17 sider.
- Prosjektdel 6: Akkumulering av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i biologiske prøver fra Råde. Rapp. nr.7.0135-06/24. 14 sider.
- Prosjektdel 7: Kreosotkomponenter i sedimentfeller fra kanalen ved impregneringsverket i Råde. Rapp. nr.7.0135-06/25. 9 sider.
- Prosjektdel 8: Kjerneprøver fra sediment i Augberghølen. I sluttrapporten.
- Prosjektdel 9: Vannkvalitet og dyreliv i kanalen ved impregneringsverket i Råde. Rapp. nr.7.0135-06/26. 13 sider.
- Prosjektdel 21A: Vekstforsøk med havre i jord fra Råde. Rapp. nr.7.0135-06/32. 21 sider.
- Prosjektdel 21B: Akkumuleringsforsøk med meitemark. Rapp. nr.7.0135-06/33. 15 sider.
- Prosjektdel 22: Måling av nitrifikasjon i kreosotforurenset jord og i kontroller utenfor det forurensete området. Rapp. nr.7.0135-06/29. 18 sider.
- Lillestrøm*
Prosjektdel 10/11: Polyaromatiske hydrokarboner i fisk og vannplanter fra lokaliteter utenfor NSBs tidligere impregneringsverk ved Nitelva, Lillestrøm. Rapp. nr.7.0135-06/27. 15 sider.
- Hommelvik*
Prosjektdel 23: PAH-innhold i blåskjell fra Hommelvika. Rapp. nr.7.0135-06/34. 16 sider.

4.7 RSVG - DCR - CHEMSAFE - TEKNOLOGI ("Kalk-innkapsling")

Deltakere: SEP (Solving Enviromental Problems) og NSB

Utøvere: SEP

Tidsramme: 1994 - 1995, noen måneder

Innledning

Hensikten med prosjektet var å prøve ut om RSVG-DCR-teknologi kunne brukes som et behandlingsalternativ på kreosotforurenset jord (DCR-Dispersion by Chemical Reaction), enten alene eller som forbehandling til f.eks. brenning.

Metoden er en såkalt immobiliseringsprosess hvor forurensningene stabiliseres i de massene de opptrer. Metoden fjerner ikke kreosotforurensningen. Prosessen bygger på tilsetning av kalk som stabilisator. Restproduktet har form som pulver, pellets eller kompakt materiale. Etter at forurenset materiale er immobilisert gjennomgår sluttproduktet en utlekkingsstest.

Metoden er hentet fra firmaet RSVG i Østerrike.

Gjennomføring

Forurenset jord ble hentet fra Lillestrøm (5 prøver) og fra Råde (2 prøver) og sendt til RSVG i Østerrike for utførelse av forsøkene.

Til de 7 jordprøvene ble det tilsatt vann og mellom 30-70% kalk (CaO). Mengde prøvemateriale varierte mellom 265 g og 1200 g.

Etter behandling ble det utført utlekkingsstester på kompakterte prøver. Dette ble sammenlignet med utlekkingsstester på en ubehandlet del av prøven.

Resultater

Resultater fra utlekkingsstestene er vist i tabell 3.7.1.

Tabell 3.7.1. Resultater fra utlekkingsstester.

Prøve nr.	Før behandling		Etter behandling	
	Hydrokarboner (mg/l)	PAH (µg/l)	Hydrokarboner (mg/l)	PAH (µg/l)
1 - Lillestrøm F1A	<0.5	13	<0.1	31
2 - Lillestrøm F1B	<0.5	6	<0.1	11
3 - Lillestrøm F1C	<0.5	220	<0.1	21
4 - Lillestrøm F2A	<0.5	240	<0.1	39
5 - Lillestrøm F2B	<0.5	7.7	<0.1	66
6 - Råde P1	<0.5	34	<0.1	14

7 - Råde P2	<0.5	3.9	<0.1	6.1
-------------	------	-----	------	-----

Utlekkingstestene viste varierende og uklare resultater. Fire av sju utlekkingstester viste økende PAH-innhold i avrenningen etter behandling. Dette kan skyldes at kreosotinnholdet kan ha variert i prøven. For de fire prøvene hvor PAH-innholdet økte var PAH-konsentrasjonen forholdsvis lav.

Vurdering

Resultatene fra dette prosjektet er svært varierende gir ikke grunnlag for noen konklusjon angående utlekkingsfaren etter en behandling med RSVG-DCR-metoden.

Generelt er rapporteringen fra prosjektet noe mangelfull.

En slik behandlingsmetode fjerner ikke forurensningen, metoden skal immobilisere forurensningen i de massene de opptrer. En slik behandling forutsetter disponering av massene etter behandling. I rapporten fra prosjektet nevnes disponering av sluttproduktet som fundament for veier og plasser og til innkapsling av f.eks. deponier for husholdningsavfall. Utfra utførte utlekkingsstestene anses disse disponeringsmåtene som lite aktuelle. En annen foreslått disponering er forbrenning i sementovner. Andre disponeringsmuligheter kan være som overdekningslag på fyllplasser evt. kun deponering på fyllplasser.

Ved bruk av denne metoden økes volumet av masse som følge av tilsetning av kalk, i dette forsøket 30-70% kalktilsetning. Dersom behandling med kalk foregår et annet sted enn disponering/brenning medfører dette økte transportkostnader.

Om det aktuelt å benytte metoden vil avhenge av disponeringsmulighetene og kostnader i forhold til f.eks forbrenning. En mulighet er også innkapsling av restprodukt etter biologisk behandling, for deponering.

Kostnader for prosjektet

Prosjektet ble støttet av NSB.

Totalkostnadene for NSB kom på ca. 100.000,-.

Rapporter

1. Laboratorierapport fra RSVG. 14 sider.
2. Dokumentasjon og Avsluttende rapport. Laboratoriebehandling og analyser. Utarbeidet av RSVG Østerrike, ANECLAB Tsjekkia og SEP AS Trondheim. 9 sider.

4.8 FJERNING AV KREOSOT FRA GRUNNMASSER - TERMISK METODE

Deltakere: Stord International og NSB

Utøvere: Stord International

Tidsramme:

Innledning

Hensikt med prosjektet var å se om det kunne oppnås tilfredstillende rensing ved termisk behandling.

Stord International har utført forsøk på termisk behandling på kreosotforurensete jordprøver. Den termiske behandlingen går ut på å varme opp den forurensete jorden til 300-400°C. En stor del av komponentene i kreosot vil da fordampe. Denne prosessen er mye benyttet for behandling av slam. Prosessen utføres i roterovner (ROTADISK), av varierende størrelse med opp til kapasitet på ca. 100 tonn. Ovnen varmes opp med hetolje som sirkulerer i en lukket krets.

Forsøket utført i laboratorieskala.

Stord International har stått for gjennomføring av forsøket, mens NSB har bekostet analyseringen. Prøvene ble analysert ved SINTEF-SI .

Gjennomføring

To kreosotforurensete jordprøver fra NSBs Impregneringsverk på Råde ble sendt til Stord International for forsøk på termisk behandling.

Prøvene ble oppvarmet i to trinn til hhv. ca. 200°C og dernest til ca. 390°C. Forsøket ble utført i en såkalt "Mini-Disc", som har en heteflate på 0.17 m². "Minidisc" er en modell av den ROTADISC-prosessoren som er tenkt mulig anvendt til behandling. Kommersielle størrelser av ROTADISC har heteflater fra 50 til 500 m².

Jordprøvene ble analysert før forsøket, etter oppvarming til 200°C og etter oppvarming til 390°C.

Resultater

Rapporten konkluderer med en fjerning av kreosot på ca. 97% og > 99%. Tabellen under viser fjerning av forskjellige komponenter i kreosot:

Prøve	Komponenter	Inn (Råstoff) µg/g	ca. 200°C µg/g	Ut (390°C) µg/g
Råde P1	Bicycliske	9.3	0.15	0.055
	PAH	185.0	32.86	4.682
	POM*	13.2	2.80	0.405
	Sum	207.5	35.81	5.142

Råde P2	Bicycliske	698	2	0.054
	PAH	1127	127	4.200
	POM*	251	12	0.363
	Sum	2076	141	4.617

* POM: polysykliske organiske komponenter

Vurdering

Selve prosessen virker lovende. Forsøket i lab skala viser en høy rensegrad (97% og > 99%).

Konseptet er ikke "ferdigstilt" og vil kreve videre forsøk i lab skala og i større skala. For forsøk i pilotskala kan kostnadene bli høye. Videreføring vil nok kreve noe tid og høye kostnader.

Bygging av "prosessorene" var i utgangspunktet ment for salg. Stord International vil ikke bli sittende som behandler av massene. Det vil aller mest sannsynlig være uaktuelt for NSB å sitte som eier, med drift og vedlikehold, av slike prosess-anlegg. En mulighet kan være at en entreprenør kjøper prosess-anlegg og drive behandling.

Kostnader for prosjektet

NSB bekostet analysering av seks prøver.

Rapport

1. Stord International (1995)
Fjerning av kreosot fra grunnmasser - NSB. Rapport nr. A-186. 3 sider.

4.9 KJEMISK ANALYSE AV POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER I JORD KOMBINERT MED BRUK AV KJEMOMETRI

Deltakere: Østfold Ingeniørhøgskole, Østlandskonsult og NSB

Utøvere: Studenter ved Østfold Ingeniørhøgskole

Tidsramme: 3 måneder 1994

Innledning

Dette prosjektet er en hovedoppgave utført av 4 kjemistudenter ved Østfold Ingeniørhøgskole. Målsetningen med oppgaven var å komme fram til en forenklet måte å bestemme totalt innhold av PAH i forurenset jord.

Gjennomføring og resultater

Oppgaven er delt i to, en analytisk del og en kjemometrisk del.

Analytisk del

Den analytiske delen går ut på å finne en egnet analysemetode (ekstraksjon og analyse) for PAH-forbindelser i jord. I litteraturen benyttes flere forskjellige metoder for jordanalyser av PAH. I oppgaven er det plukket ut deler i analysen som er forsøkt forandret/forenklet; vurdering av ekstraksjonsmetoder, inndampningsmetoden, separasjon på gasskromatograf, separasjon på væskechromatograf (HPLC), analyse på IR og vurdering av analyse-resultater.

Ved prøvepreparering ekstraheres først prøven for å trekke ut mest mulig av PAH-komponentene fra jorda og over i væskefase. Etter ekstraksjon analyseres PAH-komponentene ved hjelp av gasskromatograf (GC), væskechromatograf (HPLC) eller på såkalt IR.

Det er sett på to forskjellige ekstraksjonsmetoder, ultralydbad og såkalt Soxlet-ekstraksjon. Videre ble det brukt forskjellige ekstraksjonstider ved Soxlet-ekstraksjon; 6, 12 og 16 timer. Etter separasjon på GC, viste det seg at like mange PAH-komponenter ble skilt ut ved 6-timers som ved 16-timers ekstraksjon, men at 16-timers ekstraksjon førte til høyere konsentrasjon av PAH-komponentene. Vanlig Soxlet-ekstraksjon tar minimum 16 timer. Et vanlig ultralydbad (15 minutter) hadde ikke tilstrekkelig energi til at PAH lot seg ekstrahere.

Det ble vurdert mulighet for å sløyfe inndampningen. På grunn av mangel på tid ble ikke dette utført i praksis.

Ved separasjon på gasskromatograf (GC) ble det oppnådd et brukbart temperaturprogram hvor det ble en bra separasjon av de 10 mest flyktige PAH-komponentene. Det var noe problemer på grunn av feil/manglende forbehandling (tørking) på noen av prøvene.

Fordelen med å bruke HPLC i stedet for GC er at visse "PAH-par" kan være lettere å skille fra hverandre med HPLC. På grunn av problemer med skolens HPLC apparatur ble forsøkene avsluttet før resultater ble oppnådd.

IR er lite følsom og egner seg ikke for analyse av PAH-komponenter.

Prøvene ble analysert etter tur, slik at de forskjellige prøvene hadde forskjellig oppbevaringstid (i kjøleskap) før kjøring på GC. Konklusjonen av dette er at analysering på GC eller HPLC bør skje straks etter ekstraksjonen.

Kjemometrisk del

Kjemometri er anvendelse av matematiske og statistiske metoder for dataanalyse og mengdeoptimalisering for kjemiske målinger. Emnet omfatter metoder til planlegge eksperimenter, samt å finne relevant informasjon i store komplekse datasett.

I denne delen av oppgaven er det forsøkt å komme fram til en modell som uttrykker summen av PAH (15 komponenter) ved å analysere på færre, maks. 4 komponenter. Analyseprosessen blir da mindre tids- og utstyrskreven, slik at kostnadene blir mindre. En fullstendig PAH-analyse må ofte kombineres med flere analyseinstrumenter, og analysen blir tidkrevende, men nøyaktig, siden det analyseres på alle (15-16) PAH-komponenter.

For å lage modellen det ble benyttet data fra kartleggingen av de nedlagte impregneringsverkene på Lillestrøm og Råde. PAH-komponentene pyren, fluoranten, fenantren og fluoren ble plukket ut som valgte variable.

I oppgaven konkluderes det med at modellen det ble kommet fram til må vurderes kritisk, den er bare bygget på 4 prøveresultater. Svarene er usikre, men vil gi en indikasjon på konsentrasjon av PAH i jorden.

Økonomisk vurdering

PAH-analyser er meget kostbare. Det er i oppgaven sett på noen årsaker til at analysene blir så dyre.

Hovedårsaken til at analysene er så dyre er at de er svært arbeidskrevende, med mange forskjellige trinn. En annen viktig faktor er de standarder som benyttes, de er svært kostbare og lite holdbare. I tillegg kommer andre kjemikalier, laboratorieutstyr og gasser til GC apparaturen.

Konklusjon

PAH-analyser er svært kostbare. Det vil være en fordel om disse analysene kan gjøres rimeligere. Bruk av kjemometri krever et grunnlag å teste mot, slik at det allikevel vil måtte utføres en del fullstendige analyser. Modell kan muligens være aktuelt ved store mengder prøver. Eventuell endring/vurdering av trinn i analysemetodene for å få lavere kostnader er det opp til de aktuelle fagmiljøer å vurdere.

Kostnader for prosjektet

NSB har bidratt med utgifter til analyseutstyr. Dette beløpet kom på 5038,-.

Rapport

1. Jo Eike, Bjørn Aunan, Marit Sørsveen, Andrea Sannes (1994)
Kjemisk analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner i jord kombinert med bruk av kjemometri. Hovedoppgave ved Østfold Ingeniørhøgskole. Prosjektnr. K-3-94. 43 sider.
2. Jo Eike, Bjørn Aunan, Marit Sørsveen, Andrea Sannes (1994)
Kompendium i kjemometri med eksempler.

5. OPPSUMMERING

Det er i denne rapporten utført en sammenstilling/sammendrag av kreosotprosjekter hvor NSB har vært involvert. Kreosotprosjektene består av både kartleggingsprosjekter for forurensede områder og av FoU-prosjekter utført med hensikt å finne fram til egnede renseteknikker for kreosotforurenset jord. Det er i tillegg utført en undersøkelse på biologiske effekter av kreosotforurensning.

5.1 KARTLEGGING

NSB drev tidligere impregneringsverk på Nesa ved Lillestrøm i Akershus, i Råde i Østfold, på Brakerøya ved Drammen og i Hommelvik i Sør-Trøndelag. Virksomheten ved disse impregneringsverkene har ført til kreosotforurensning i jord og vann.

Kreosot ble brukt til impregnering av sviller og stolper. Kreosot er et destillat av steinkulltjære, som inneholder en kompleks blanding av ulike kjemiske forbindelser avhengig av produksjonsprosessen og kilde for kullet. Kreosot inneholder ca. 85% polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Ved undersøkelse av kreosotholdig jord og vann analyseres det som oftest på innhold av PAH.

I 1989-90 gjennomførte SFT (Statens Forurensningstilsyn) en kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. I denne undersøkelsen ble impregneringsverkene på Lillestrøm og Råde registrert i gruppe 1, hvilket krevde umiddelbare undersøkelser.

Lillestrøm

Impregneringsverket på Nesa ved Lillestrøm var i drift fra 1920-årene og fram til 1980-tallet. NSB ble i 1991 pålagt av SFT å undersøke området. Flere kartlegginger ble gjennomført i tidsrommet 1992 - 1994. Undersøkelsene påviste i hovedsak 4 lokaliteter på land som var sterkt forurenset, samt 3 forurensede områder i Nitelva. Kreosotfilm er ofte observert på Nitelva.

Forurensningen i delområde A lengst vest på området er antatt å stamme fra spill. Spredningspotensialet i dette området anses som relativt begrenset. Forurenset volum i dette delområdet er antatt i størrelsesorden 3-4000 m².

I delområde C lenger øst på området er det påvist flere hovedkilder for kreosot; et område på grensen mot naboeiendommen i nord (Henry Johansen Ltd. A/S), Hovedbanens impregneringsverk, Kjerratvika - gjenfylt med flis, kreosotforurenset, samt Skedsmo impregneringsverk (Henry Johansen Ltd. A/S, nord for NSBs eiendom).

Høsten 1995 ble det iverksatt tiltak på to av kildeområdene: Hovedbanens impregneringsverk og Kjerratvika. Tilsammen ca. 19.000 kreosotforurensete masser (jord og flis) ble fjernet ved oppgraving.

I Nitelva er det påvist 3 områder med kreosotforurensning; utenfor Televerkets anlegg vest på NSBs område, utenfor Hovedbanens impregneringsverk og utenfor Kjerratvika. Tilsammen i Nitelva kan det være snakk om et forurenset areal på rundt 8000 m².

Resultater fra et FoU-prosjekt om biologiske effekter av kreosotforurensning påviste PAH i vannplanter utenfor impregneringsområdet. Videre ble det påvist lave verdier av PAH i fisk.

Råde

Impregneringsverket i Råde i Østfold var i drift fra ca. 1900 til 1940. I 1991 ble NSB av SFT også her pålagt å sette i gang undersøkelser av området. Kartlegging ble utført i 1992.

Under drift av anlegget ble kreosotslam spylt ut i stikkrenner gjennom jernbanelinjen til "opsamlingskar" mellom jernbanen og bekk fra innsjøen Augberghølen. I dette området er det påvist høye konsentrasjoner av kreosot i grunnen, og forurensningen har i dette området spredd seg ned til fjell som ligger fra 5 m og helt ned til 40 m dybde. Kreosot har også blitt spredd ved tørking og avdrysning av impregnerte sviller. Totalt forurenset areal er ca. 15.000 m².

Forurensningen påvirker i dag livet i bekken. Kildeområdet er myrområdet mellom jernbanen og bekken, og forurensningen er så høy at det bør vurderes tiltak.

Brakerøya

NSBs impregneringsverk på Brakerøya ved Drammen var i drift fra begynnelsen av 1900-tallet og fram til begynnelsen av 1970-tallet. Innledende kartlegging av området ble foretatt på land i 1993 og i fjorden utenfor det tidligere impregneringsverket i 1994.

Undersøkelsene påviste kreosotforurensning på land, mens det i fjorden utenfor ikke ble påvist kreosotforurensning (PAH).

Formålet med den utførte undersøkelsen på land var å få en innledende oversikt over omfanget av kreosotforurensningen. En videre kartlegging på land bør fastlegge utbredelsen av kreosotforurensningen mer nøyaktig.

Hommelvik, Gudå og Mostadmarka

På bakgrunn av en hovedoppgave ved Universitetet i Trondheim, 1992, som påviste kreosotforurensning i Hommelvika (Sør-Trøndelag), ble det i 1983-84 utført en undersøkelse om miljøvirkninger av kreosotforurensning fra NSBs impregneringsverk i Hommelvik. Det ble også utført undersøkelser ved deponiplasser for kreosotavfall i Gudå (i Meråker kommune i Nord-Trøndelag) og i Mostadmarka (Malvik kommune i Sør-Trøndelag).

Undersøkelsene påviste kreosotforurensning i Hommelvika og Stjørdalsfjorden. Forurensningen i fjorden dekkes over av nye sedimenter. Løsningen er her mest sannsynlig å la sedimentene være i fred og ikke begynne noen oppvirvling.

Området på land hvor det tidligere impregneringsverket lå er mest sannsynlig svært forurenset, både som følge av driftssystem, søl og spill, og uhell under drift.

Biologiske undersøkelser foretatt i 1994-95 viser at det fremdeles akkumuleres PAH i blåskjell i fjorden utenfor impregneringstomten. Denne undersøkelsen konkluderer med at spredningskilden er lokalisert til området like nedenfor den gamle kreosottanken.

Opplysninger tyder på at stor del av videre spredning kan reduseres ved tiltak rundt den tidligere kreosottanken. Men opplysninger om deponering o.l. på området tilsier at det kan finnes lokaliteter på området hvor en kan støte på flere kildeområder.

Undersøkelser i 1982 (hovedoppgave) ved deponiet i Gudå tyder på at det har skjedd en spredning fra deponiet. Det ble ved denne undersøkelsen også observert kreosotluk i området. Undersøkelser i 1983-84 (NIVA m.fl) konkluderte med at forurensningen ikke var av betydning, men det stilles spørsmål ved om en i denne undersøkelsen greide å fange

opp eventuell forurensning. Deponiet ligger bare 100 m fra Stjørdalselva. Avfallet er emballert på fat og dersom disse ruster og store mengder kreosot lekker ut, anses dette deponiet som en fremtidig "miljøbombe". NSB er grunneier av denne lokaliteten.

Deponiet i Mostadmarka ligger ikke på NSB sin grunn. Undersøkelser i 1983-84 (NIVA m fl.) konkluderte også her at forurensningen ikke var av betydning.

5.2 FoU-PROSJEKTER OM KREOSOT

Det er gjennomført flere forskningsprosjekter på behandlingsmetoder av kreosot. De fleste av disse omhandler biologiske metoder, evt. i forbindelse med mekanisk metode når det gjelder jordvasking. Av ikke-biologiske behandlingsmetoder er det utført to prosjekter på hhv. stabilisering og termisk behandling. Videre er det utført en større undersøkelse av biologiske effekter av kreosotforurensning.

- * Jordvasking er forsøkt i laboratorieforsøk og i pilot-behandlingsforsøk. Metoden virker svært lovende. Det ble oppnådd rensegrader på 67-95% (bortsett fra en prøve på 20%). Metoden renser grovere partikler og reduserer mengden som trenger videre behandling. Videre behandling kan være biologisk behandling med mikroorganismer evt. i kombinasjon med hvitråtesopp og/eller kompostering. Andre former for videre behandling kan være stabilisering eller forbrenning. Jordvaske-anlegg kan gjøres mobile, slik at en unngår transport av de forurensede massene. Metoden egner seg best for noe grovere masser.
- * I prosjektet med jordvasking ble det også forsøkt behandling med to biologiske metoder; bioslurry-behandling og kompostering. Bioslurrybehandling ga i likhet med jordvasking stor reduksjon av forurensningsinnholdet. Denne metoden gjør forurensningsstoffene mer tilgjengelige for mikroorganismene. Det ble i forsøket oppnådd en rensegrad på ca. 69-97%. Komposteringsforsøk i småskala ga rensegrader på hhv. 76% og 95%. Pilot-forsøket med kompostering ble ansett som mislykket på grunn av at leiren klumpet seg. I prosjektet med jordvasking, bioslurrybehandling og kompostering var det ikke angitt hvilke komponenter av kreosoten som blir nedbrutt.
- * I prosjektet "In situ biologisk rensing av kreosotforurenset grunn" ble det gjennomført laboratorieforsøk med nedbrytning av kreosot ved hjelp av mikroorganismer. Forsøkene viser at naturlig tilstedeværende mikroorganismer bryter ned kreosot, men at nedbrytnings-hastighet og -grad er avhengig av miljøfaktorer som oksygentilgang og næringstilsetning. De beste rensresultatene ble oppnådd ved luftinnblåsing og tilførsel av næringsstoffer, dette ga en rensegrad på 67-68%. 5- og 6-rings PAH-forbindelser var ikke nedbrytbare i dette forsøket.
- * En videreføring av prosjektet over gjøres i prosjektet "Biologisk nedbrytning av kreosot i forurenset grunn". Prosjektet er ikke ferdigstilt. Målsetning for prosjektet er å klarlegge faktorer som har betydning for residual innholdet som blir igjen etter biologisk nedbrytning, å komme fram til metoder som kan øke biotilgjengeligheten av PAH for å forbedre biologisk nedbrytningseffektivitet, samt å avklare sammensetning av residualen og dannelse av biprodukter ved nedbrytning av PAH og fare dette utgjør for miljøet.
- * Nedbrytningsforsøk ved hjelp av hvitråtesopp har vist at denne sopptypen har potensiale til å bryte ned mange av de mer tungnedbrytbare PAH-forbindelsene bedre enn de naturlig tilstedeværende mikroorganismer. De beste nedbrytningsresultatene ga en rensegrad på ca. 40-60% for sum 3-rings PAH forbindelser, 46-60% for sum 4-rings PAH

forbindelser og opptil ca. 16% for sum 5- og 6-rings PAH forbindelser. Det var stor variasjon for de forskjellige enkeltkomponentene i PAH. Imidlertid ser det ut til at enkelte av de lettere 2- og 3-rings PAH-forbindelsene brytes lettere ned uten tilsetning av sopp. Dette tyder på at en to-trinns behandlingsmetode, med nedbrytning av de lettere komponentene ved hjelp av mikroorganismer og tilsetning av hvitråtesopp for nedbrytning av de tyngre forbindelsene, kan være godt egnet.

Felles for de biologiske metodene hvor det benyttes den naturlige mikroflora til nedbrytning av kreosot er at det ikke oppnås en fullstendig nedbrytning. De naturlig tilstedeværende mikroorganismer kan under optimale forhold bryte ned det aller meste av de lettere komponentene i kreosot (2-, 3- og tildels 4-rings PAH komponenter), mens de tyngre komponentene (5- og 6-rings PAH komponentene) i beskjeden grad blir nedbrutt. Nedbrytningsforsøk ved hjelp av hvitråtesopp viser at denne soppen har en bedre evne enn de naturlige mikroorganismene til å bryte ned de tyngre komponentene. Imidlertid kan det ved høye utgangskonsentrasjoner være en rest som fremdeles har for høy konsentrasjon til å kunne tilbakeføres til miljøet. Videre behandling eller disponering av denne rest vil være avhengig av biotilgjengelighet for miljøet.

- * I prosjektet med kalk-innkapsling (RSVG - DCR - CHEMSAFE - teknologi) var resultatene svært variable og rapporteringen noe mangelfull. Metoden går kort ut på å stabilisere forurensningen ved kalk-innblanding. Etter behandling utføres utlekkingstester. Metoden kan være aktuell som en sluttbehandling av en rest-mengde etter annen foregående behandling.
- * I prosjektet med termisk behandling (Stord International) ble det oppnådd svært lovende resultater, rensegrader på hhv. 97% og > 99%. Metoden går ut på å varme opp forurenset jord til rundt 400°C slik at forurensningene damper av. Forsøkene (2 stk) ble utført i laboratorieskala. Konseptet er helt i startfasen og vil kreve videre forsøk i laboratoriet og pilotskala. Videreføring vil medføre tid og høye kostnader.
- * I hovedoppgaven utført ved Østfold Ingeniørhøgskole var målet å komme fram til en forenklet måte å bestemme totalt innhold av PAH i forurenset jord. PAH-analyser er svært kostbare. Det vil være en fordel om disse analysene kan gjøres rimeligere. Trinn i analyseprosedyrene og bruk av kjemometri ble vurdert mhp. å gjøre analysene billigere.
- * Det ble i 1993-95 gjennomført en studie av biologiske effekter av kreosotforurensning. Undersøkelsene ble foretatt i forbindelse med impregneringsverkene i Råde, på Lillestrøm og i Hommelvika. Det ble bl.a gjennomført prøvetaking for påvisning av giftighet i jord, sedimenter og vann. Videre ble det gjort undersøkelser på fauna og dyreliv, utført dyrkingsforsøk for å undersøke om PAH akkumuleres i kulturplanter. Fisk, muslinger og vannplanter ble undersøkt for innhold av PAH.

Opplysninger om biologiske effekter er svært viktige innspill når det gjelder videre behandling av et område utsatt for forurensning. Disse opplysningene vil være med på å avgjøre om det må/bør iverksettes tiltak, og hva slags tiltak som bør gjennomføres.

REFERANSESIDE

Oppdrag - rapport - dato - antall sider- revisjon

196025 1 06.03.96 53

Oppdragsgiver: NSB Bane Kvalitets- og sikkerhetskontoret
Kontaktperson: Veronica Valderhaug
Kontrakt: objektnr. 196025

Distribusjon

NSB Bane Kvalitets- og sikkerhetskontoret

Geografiske opplysninger

Fylke: Østfold, Akershus, Buskerud, Sør-Trøndelag

Kommune:

Sted:

Kartblad:

Banestrekning:

Kilometer:

VEDLEGG

VEDLEGG 1- DATA OM KREOSOT

DATA OM KREOSOT

Kreosot er et tjærestoff som bl.a. har blitt brukt til impregnering av trevirke. Kreosot fremstilles ved destillasjon av steinkulltjære, som blir igjen etter tørrdestillasjon av steinkull for gass- eller koksproduksjon ved 900-1300°C.

Kjemisk sett har kreosot en svært komplisert sammensetning. Som følge av variasjoner i utgangsmaterial og produksjonsmåte er det betydelig forskjell i kjemisk sammensetning av enkelte produkter. Mer enn 350 kjemiske forbindelser er identifisert.

Tre hovedgrupper kan skilles ut:

- Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) ca. 85%
- Fenoliske forbindelser ca. 10%
- N-, O- og S-forbindelser ca. 5%

De mest vanlige plagene forbundet med kreosoteksponering er hudeksem og forsterket solforbrenningsreaksjon (fototoksisk eksem). Irritasjoner i øyne og slimhinner samt hodepine, svimmelhet og uvelhet kan forekomme.

Kreosot er klassifisert som kreftfremkallende. Kreosot har vist mutagen effekt i bakterietester, og har ved hudpensling av forsøksdyr induisert både godartede og ondartede svulster.

Tabellen under gir en oversikt over 16 PAH komponenter (16 USEPA). Ved analysering for kreosot analyseres det som regel på disse 16 PAH komponentene, i henhold til en liste fra USEPA (forurensningsmyndigheter i USA som tilsvarer SFT i Norge).

Bionedbrytning av de lettere PAH forbindelser kan skje svært raskt, mens de tyngre komponentene er mer resistente mot bionedbrytning. Som tabellen viser er det også svært stor variasjon i vannløslighet for de forskjellige komponentene.

Tabell over 16 PAH komponenter. (Ref. 2)

Navn	Struktur ant.ringer	Molekylvekt	Vannløslighet (µl/l)	log P _{ow}
Naftalen	2	128	30000	3,37
Acenaftylene	3	152	3930	4,07
Acenaften	3	154	3420	3,92
Fluoren	3	166	800	-
Fenantren	3	178	435	4,46
Antracen	3	178	59	4,5
Fluoranten	4	202	260	5,03
Pyren	4	202	133	4,98
Benzo(a)antracen	4	228	11	5,63
Chrysen	4	228	1,9	5,63
Benzo(b)-fluoranten	5	252	2,4	6,21
Benzo(k)-fluoranten	5	252	2,4	6,21
Benzo(a)-pyren	5	252	3,8	6,04
Dibenz(a,h)-antracen	5	278	-	-
Benzo(ghi)-perylene	6	276	0,3	6,78
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6	276	-	-

REFERANSER

1. Statens Arbeidsmiljøinstitutt (1989)
Kreosot og helsefare. HD987/89 FOU.
2. NGI (1994)
Ny RV 159 Lillestrøm. Arbeider i forurenset jord. Delrapport B: prosjektering av tekniske løsninger. Rapport nr. 934103-3.
3. NGI (1995)
NSB - Lillestrøm. Miljøtekniske undersøkelser. Rapport nr. 944115-2.

Når det gjelder opprinnelige kilder henvises det til ovennevnte referanser.

VEDLEGG 2 - LILLESTRØM

1. Kopi av brev om pålegg om kartlegging fra SFT
2. Kopi av styresak 68/94: Lillestrøm stasjon - Riksvei 159 og kreosot - orientering
3. Figur V2.1 Oversiktskart
4. Figur V2.2 Kart som viser inndeling av delområder (hentet fra NGIs kartleggingsrapport)
5. Figur V2.3 Kart som viser utbredelse av kreosotforurensning (hentet fra NGIs kartleggingsrapport)
6. Figur V2.4 Kart som viser planlagte veier og oppgravde områder (hentet fra NSB Bane Ingeniørtjenestens rapport om oppgraving av forurenset grunn på Lillestrøm)

Statens forurensningstilsyn

Postadresse: Postboks 8100 Dep., 0032 Oslo 1

Kontoradresse: Strømsveien 96

Telefon: (02) 57 34 00 - Telefax: (02) 67 67 06

Miljøtipset: 050-31 500

Telex: 76 684 sft n - Telegramadr.: "Forurensning"



NSB, eiendomsdivisjonen
Postboks 9115, Vaterland
0134 OSLO 1

NSB Høyre ctr.		Indtatt
15 MAI 1991		
Sak/Ucknr.	91/931	3
Arkivbet.	Ki 564	

Deres ref.

Eivind Moe

Vår ref.

91/4757-1 pa
624.83/70-02

Dato

14 MAI 1991

**FORURENSET GRUNN VED LILLESTRØM STASJON.
Pålegg om å utarbeide undersøkelsesprogram.**

Undersøkelsesprogrammet skal være tilstrekkelig til å estimere utlekkingen fra området og skaffe grunnlag til å bestemme hvorvidt tiltak, for å begrense forurensningen bør iverksettes. Programmet skal sendes Statens forurensningstilsyn innen 30. juni d.å..

Det vises til møte den 3. april d.å., samt til tidligere korrespondanse vedrørende planer om utbygging av deler av området. Som De er kjent med, ble tomten rangert i gruppe 1 "behov for tiltak" i kartleggingen av spesialavfall i deponier og forurenset grunn i Akershus fylke.

På den aktuelle tomten som i dag eies av NSB, har det vært to områder hvor det har vært drevet virksomhet i forbindelse med kreosotimpregnering av treverk i lang tid. På begge områdene er det grunn til å tro at det har forekommet drypp fra nyimpregnert materiale, og generelt spill fra impregneringsvirksomheten. Episoder der det registreres oljefilm på Nitelva indikerer at det stadig foregår utlekking av forurensninger fra området.

For mennesker virker kreosot sterkt irriterende for hud og øyne. Kreosot er i tillegg klassifisert som kreftfremkallende, og kan ved hudkontakt i forbindelse med solbestråling forårsake eksem og virke allergifremkallende. I vann har kreosot høy akuttgiftighet for vannlevende organismer. Kreosot inneholder videre polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) som kan være tungt nedbrytbare i vannmiljø, i tillegg kan enkelte av forbindelsene ha en bioakkumulerende effekt.

Med hjemmel i § 51 første ledd punkt b pålegges NSB å utarbeide et opplegg for å undersøke hvorvidt det foregår utlekking av forurensninger fra tomten. Undersøkelsene skal

være tilstrekkelige til å bestemme utlekkningene fra området slik at fare for mennesker eller miljø kan estimeres. I denne sammenhengen bør det også tas prøver av bunnsedimenter i Nitelva for å avgjøre hvorvidt avrenning fra området kan ha ført til oppkonsentrasjon av miljøgifter i sedimentene. Videre skal undersøkelsene dokumentere om dagens bruk av arealene er i konflikt med forurensningene i grunnen. Undersøkelsene skal gi grunnlag for å bestemme hvorvidt tiltak for å begrense forurensningen bør iverksettes.

Undersøkelser og vurderinger kreves utført av uavhengig konsulent med kompetanse og erfaring innen hydrogeologi og forurenset grunn. Forslag til undersøkelsesprogram skal forelegges Statens forurensningstilsyn (SFT) til godkjenning innen 30. juni d.å..

Undersøkelsesprogrammet bør utformes slik at endelige resultater med konklusjoner skal foreligge innen 15. november d.å., forutsatt at godkjenning av undersøkelsesprogram foreligger fra SFT innen 1. august d.å.. En slik undersøkelse vil bestå av markarbeide med boring og opptak av prøver av jord og grunnvann, analyser i laboratorium og rapportering. Når alle boringer og opptak av prøver er utført, skal det sendes en fremdriftsrapport til SFT.

Til Deres orientering er Henry Johansen LTD A.S pålagt å utføre tilsvarende undersøkelse av sin del av området. SFT ser det som en klar fordel om NSB kunne samarbeide med Henry Johansen LTD A.S slik at området blir vurdert som en helhet i undersøkelsene.

Vedtaket kan påklages til Miljøverndepartementet innen tre uker etter motatt brev. Eventuell klage bør begrunnes og skal sendes Statens forurensningstilsyn, postboks 8100 Dep., 0032 Oslo 1. Vi gjør også oppmerksom på adgangen til innsyn i sakens dokumenter, jfr. forvaltningslovens §§ 18 og 19. Det kan ikke påregnes at eventuell klage gir oppsettende virkning, jfr. forvaltningslovens § 42.

Med hilsen


Olle Morten Grini (e.f.)



Per Antonsen

Kopi: Fylkesmannen i Akershus
Miljøvern avdelingen
Postboks 8111, Dep
0032 OSLO 1

Romerike Politikammer
Storgt. 4
2000 LILLESTRØM

Skedsmo kommune
Boks 55
2011 STRØMMEN

1/ Eid II 079-94

Møte den 219 1994 E 564
Ref. og vedtatt

109 aullgøi

Styresak 68/94

LILLESTRØM STASJON - RIKSVEI 159 OG KREOSOT - ORIENTERING

Hensikt og bakgrunn

Hensikten med denne styresaken er å orientere Styret om de problemer som kreosotforurenset grunn ved Lillestrøm stasjon kan skape, samt hvilke planer som foreligger for opprensning.

NSB har tidligere hatt fire impregneringsverk for sviller. Disse er nå nedlagt, men grunnen der disse var plassert er fortsatt sterkt forurenset av kreosot. Et av de kreosotinfiserte områdene ligger syd for Lillestrøm stasjon. Utbygging av Gardermobanen, innføring av ny Rv 159 og NSB's stasjonsutvikling tilsier at det nå er riktig å foreta en full opprensning i dette området.

Utvikling av Lillestrøm

Lillestrøm stasjon er en av NSB's mest trafikkerte stasjoner. Ved åpning av Gardermobanen vil stasjonens betydning som regionalt knutepunkt bli ytterligere forsterket. Utenom areal til sporanlegg og rene stasjonsfunksjoner, eier NSB ca 150 dekar tomtgrunn i området.

NSB Gardermobanen A/S vil foreta full ombygging av selve sporanlegget. På nordsiden planlegges ny bussterminal, parkeringsanlegg og kombinert stasjons-/næringsbygg jfr. illustrasjon.

Det meste av utbyggingspotensialet ligger på sydsiden av stasjonen. Tomten her ligger svært sentralt og kan utvikles med hotell, boliger og næringsvirksomhet. En viktig forutsetning for eiendomsutviklingen er vegutløsning gjennom den forestående bygging av ny Rv 159 gjennom området, delvis over NSB's grunn.

NSB Gardermobanen A/S har inngått avtale med Skedsmo kommune om konkrete tiltak for å oppgradere stasjonsområdet, hvor det også trekkes opp felles mål for videre utvikling. Det er bl.a enighet om at tomten i syd bør gjøres utbyggingsklar snarest mulig, og senest til Gardermobanens åpning. Det er avtalt at det holdes en arkitekt-/idékonkurranse for området ved kommende årsskifte.

Kreosotforurensning

På den aktuelle utbyggingstomten i syd er det områder med høye kreosotkonsentrasjoner i jord og grunnvann. Det har gjennom de siste 10-15 år vært periodiske utslag av kreosot til Nitelva, og området er klassifisert i gruppen "behov for tiltak" av SFT.

Forurensningen på Lillestrøm representerer en miljøbelastning og en alvorlig hindring for utviklingen på stedet. Kravet om at NSB rydder opp forsterkes raskt. Det må derfor påregnes at SFT vil stille krav om rensing innen kort tid dersom ikke NSB selv tar initiativ. NSB har et erkjent ansvar for forurensningen. Med miljø som et av suksesskriteriene er det avgjørende for troverdigheten at NSB viser vilje til opprydding når behovet er reelt.

Konsekvenser av vegbyggingen

Veganlegget krysser forurenset grunn. Byggestart er planlagt inneværende år. Det er forhandlet om løsninger som innebærer at veganlegget ikke forsinkes samtidig som forurensningssituasjonen forbedres.

Vegvesenet er villig til å dekke kostnadene med etablering av massdedeponier og merkostnader ved sikringstiltak i anleggsfasen. NSB har sagt seg villig til å bære kostnadene med drift av behandlingsanlegg og yte fri grunn.

Det er imidlertid uenighet mellom partene om teknisk løsning for forsvarlig gjennomføring. Vegvesenet har søkt SFT om konsesjon for sitt eget forslag. Utfallet vil danne utgangspunkt for videre planlegging.

Konsesjonsbehandlingen fører til betydelig offentlig oppmerksomhet i saken, og det er derfor viktig at NSB hele tiden signaliserer vilje til opprydding.

Kostnader

Kostnadene for opprensning er ikke kalkulert, men det antydes i størrelsesorden 50 - 80 mill kr. for hele området. Kostnadene for den delen som berøres av vegbyggingen er gjenstand for videre forhandlinger, men det antas at NSB's andel vil bli ca 25 mill kr. Av dette vil ca 10 mill kr komme til utbetaling i 1995. Det resterende beløp vil komme til utbetaling i perioden 1996 til 1998. Usikkerheten skyldes at tilsvarende opprensning av kreosot ikke tidligere er utført i Norge. NSB bidrar til flere forskningsprosjekter for å finne rimeligere behandlingsmetoder, men resultatene av disse vil tidligst foreligge i løpet av 1995.

Det er foretatt en avsetning på 50 mill kr i NSB's regnskap for 1993 til dekning av fremtidige kostnader til forurenset grunn. I forhold til Statsregnskapet vil utbetalingene likevel fremstå som kostnader i det enkelte år.

Videre arbeid

Vekstimpulsen fra Gardermobanen gjør at det allerede finnes flere interessenter som vurderer etablering sentralt i Lillestrøm, og verdien av rensset tomt vil derfor være betydelig. Målsettingen er å redusere gapet mellom tomteverdi og opprenskningskostnad. Med forbehold kan realiserbare tomteverdier være i størrelsesorden 30 - 40 mill kr.


Det etableres et prosjekt for utvikling av Lillestrøm, hvor forurensningssaken og stasjonsutviklingen håndteres av en felles prosjektleder. På denne måten sikres et best mulig samarbeid mellom NSB og NSB Gardermobanen A/S.

./.
Bilag 4: Illustrasjon Lillestrøm stasjon.

Forslag til vedtak:

Styret tok redegjørelsen om planene for opprensning av kreosotforurenset grunn på Lillestrøm til orientering.



Rev	Revisjonen del gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
	NSB Bane Kvalitet- og sikkerhetskontoret Kreosotforurensning Kartlegging og FoU-prosjekter Oversiktskart	Målestokk	Dato		
		150000	Tegnet av		
			Kontrollert av		
			Godkjent av		
			Arkiv bel		
		Erstatn. for			
	NSB Ingeniørtjenesten Bygg/Bane		tegning nr V2.1		Rev



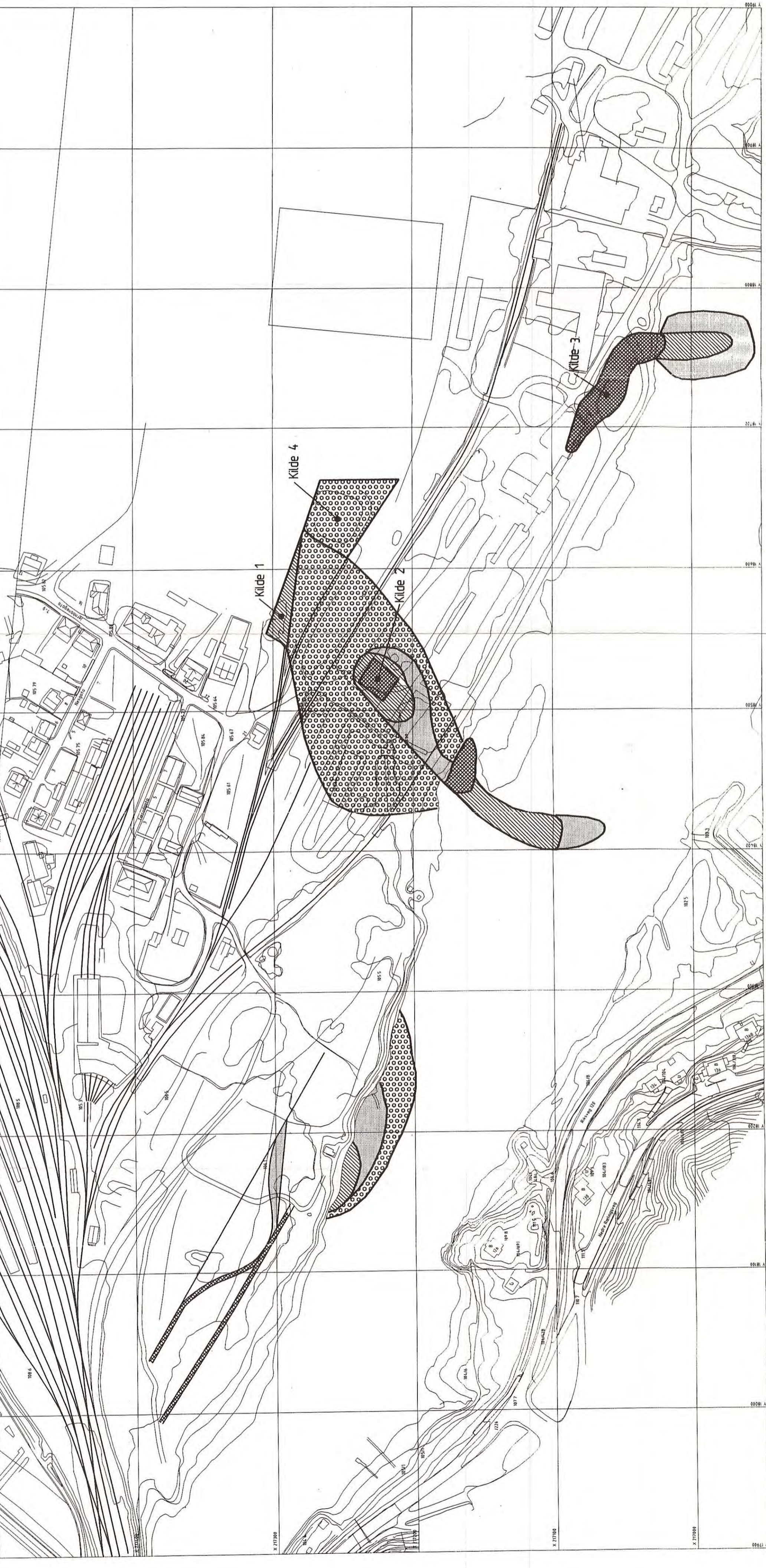
Forklaringer

- Delområde A, B og C
- - - - Eiendomsgrenser
- 1 Lagerområde for impregneret materiale
- 2 Lagerområde uimpregneret
- 3 Televerkets impregneringsverk
- 4 Kull lager til 1955. Div. lager fra 1955
- 5 Skedsmo Ekeberg Dampsag 1910 - 1945. Fra 1945 div. lager
- 6 Div. lager
- 7 Hovedbanens impregneringsverk
- 8 Gjenfylt kjerralvik
- 9 Lagerområde alle typer treverk
- 10 Skedsmo impregneringsverk (Henry Johansen Ltd A/S)
- 11 Tønneponi





NSB - LILLESTRØM





Inndeling av delområder og skisse over tidligere drift
M = 1 : 2000

Rapport nr.
944115-2Figur nr.
2Tegner
TSDato:
15.02.95Kontrollert
BHGodkjert
AT

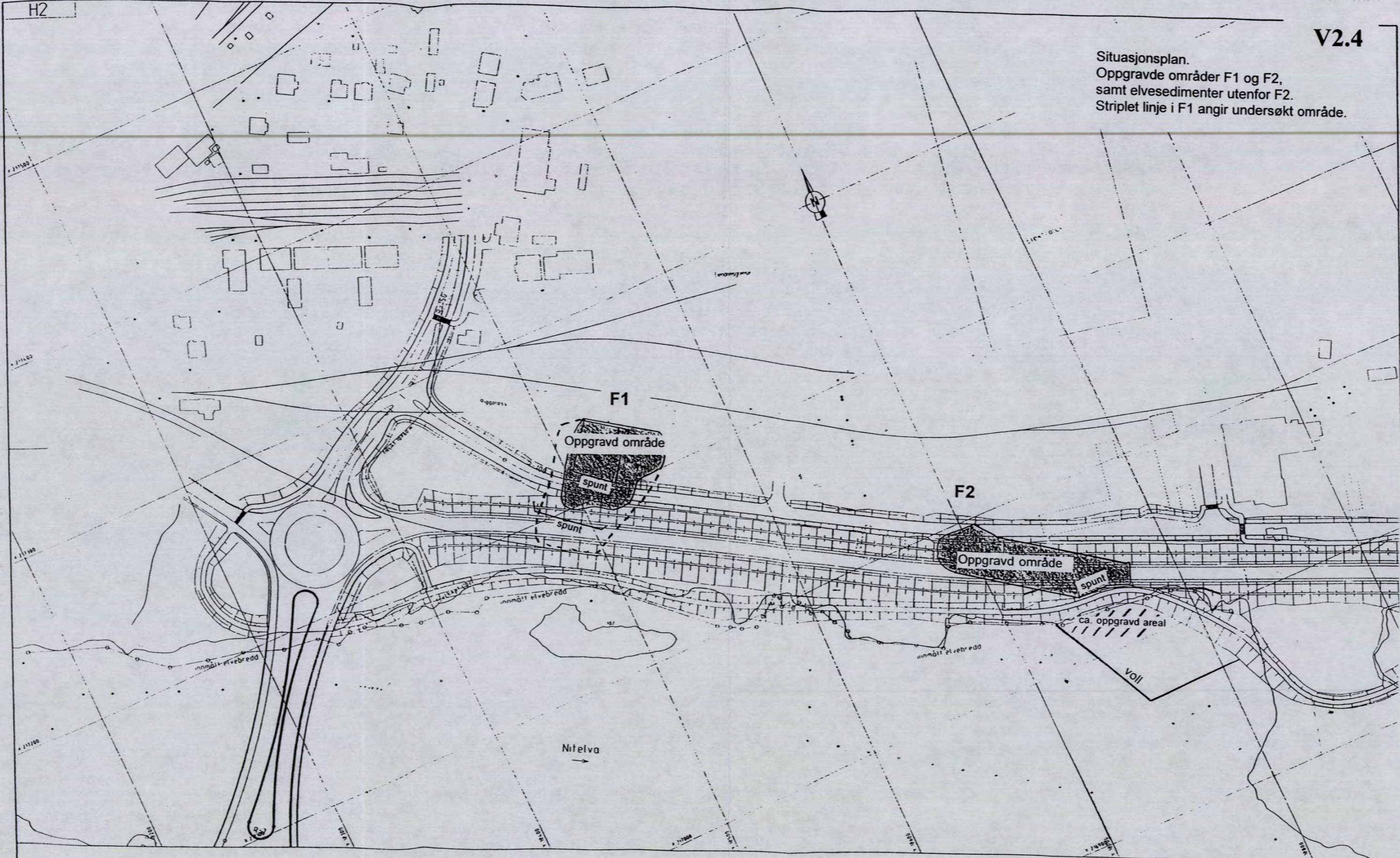


KONSENTRASJON AV KREDSOT

-  > 5000 mg/kg
-  > 1000 mg/kg
-  > 200 mg/kg
-  > 0 mg/kg

NSB - LILLESTRØM		Figur nr. 19	
Utbredelse av forurensning		Rapport nr. 944-115-2	
M = 1 : 2000		Tegner: 	
		Dato: 15.02.95	
		Kontrollerer: 	
		Godkj. jef. 	

Situasjonsplan.
 Oppgravede områder F1 og F2,
 samt elvesedimenter utenfor F2.
 Striplet linje i F1 angir undersøkt område.



Rev	Revisjonen del gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
	NSB EIENDOM Kreosotforurensing Lillestrøm Oppgraving av forurenset grunn Eksisterende forhold og planlagte veier	Målestokk	Dato	22.01.96	
		1:2000	Tegnet av	K. J. Jørgensen	
			Kontrollert av		
			Godkjent av		
	Arkiv bet.				
	Erstatn for				
	NSB Ingeniørtjenesten Bygg/Bone				

VEDLEGG 3 - RÅDE

1. Brev om pålegg om kartlegging fra SFT
2. Figur V3.1 Oversiktskart
3. Figur V3.2 Flyfoto over området ved impregneringsområdet (hentet fra rapport "Biologisk effektstudie av kreosotforurensning", Jordforsk)
4. Figur V3.3 Kart som viser området og undersøkelsespunkter
5. Figur V3.4 Kart som viser utbredelse av forurensning horisontalt
6. Figur V3.5 Kart som viser utbredelse av forurensning, i snitt vertikalt
7. Figur V3.6 Kart som viser utbredelse av forurensning, i snitt vertikalt
8. Figur V.3.7 Kart som viser prøvetakingspunkter fra undersøkelsen om biologiske effekter (hentet fra FoU-rapporten "Biologisk effektundersøkelse av kreosotforurenset grunn")

(Figur V3.3 - V3.6 er hentet fra NGIs kartleggingsrapport)

**Statens forurensningstilsyn**

Postadresse: Postboks 8100 Dep., 0032 Oslo 1
Kontoradresse: Strømsveien 96
Telefon: (02) 57 34 00 - Telefax: (02) 67 67 06
Miljøtipset: 050-31 500
Telex: 76 684 sft n - Telegramadr.: "Forurensning"

NSB, eiendomsdivisjonen
Postboks 9115, Vaterland
0134 OSLO 1

NSB Hordaland	
15 MAI 1991	
Sak/Doknr.	91/931 2
Arkivbet.	Ei 564

Deres ref.

Eivind Moe

Vår ref.

91/4754-1 pa
624.83/70-01

Dato

14 MAI 1991

FORURENSET GRUNN SOM FØLGE AV NEDLAGT IMPREGNERINGSVERK I RÅDE.**Pålegg om å utarbeide undersøkelsesprogram.**

Undersøkelsesprogrammet skal være tilstrekkelig til å estimere utlekkingen fra området og skaffe grunnlag til å bestemme hvorvidt tiltak for å begrense forurensningen bør iverksettes. Programmet skal sendes Statens forurensningstilsyn innen 30. juni d.å..

Det vises til møte den 3. april d.å.. Som De er kjent med, ble tomten rangert i gruppe 1 "behov for tiltak" i kartleggingen av spesialavfall i deponier og forurenset grunn i Østfold fylke.

På den aktuelle tomten har det vært drevet virksomhet i forbindelse med kreosotimpregnering av treverk i tidsrommet fra år 1900 til 1940. På området er det grunn til å tro at det har forekommet drypp fra nyimpregnert materiale og generelt spill som følge av impregneringsvirksomheten. Området hvor det i følge kartleggingen ble lagret nyimpregnert materiale, blir i dag benyttet til jordbruksformål. Forøvrig er området utnyttet til industriformål.

For mennesker virker kreosot sterkt irriterende for hud og øyne. Kreosot er i tillegg klassifisert som kreftfremkallende, og kan ved hudkontakt i forbindelse med solbe-stråling forårsake eksem og virke allergifremkallende. I vann har kreosot høy akuttgiftighet for vannlevende organismer. Kreosot inneholder videre polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) som kan være tungt nedbrytbare i vannmiljø, i tillegg kan enkelte av forbindelsene ha en bioakkumulerende effekt.

Med hjemmel i § 51 første ledd punkt b pålegges NSB å utarbeide et undersøkelsesopplegg for å kartlegge kilder som

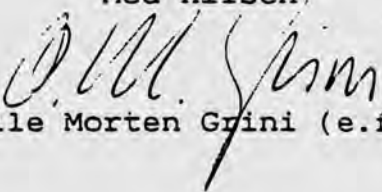
kan ha ført til spill av kreosot til grunnen, avgrense utstrekningen av det forurensede området og avklare utlekking av forurensninger fra det forurensede området til miljøet. Undersøkelsene skal være tilstrekkelige til å estimere utlekkingene fra området slik at fare for mennesker eller miljø kan vurderes. I denne sammenhengen bør det også tas prøver av bunnsedimenter i Auberghølen for å avgjøre hvorvidt avrenning fra området kan ha ført til oppkonstruksjon av miljøgifter i sedimentene. Videre skal undersøkelsene dokumentere om dagens bruk av arealene er i konflikt med forurensningene i grunnen. Undersøkelsene skal gi grunnlag for å bestemme hvorvidt tiltak for å begrense forurensningen bør iverksettes.

Undersøkelser og vurderinger kreves utført av uavhengig konsulent med kompetanse og erfaring innen hydrogeologi og forurenset grunn. Forslag til undersøkelsesprogram skal forelegges Statens forurensningstilsyn (SFT) til godkjenning innen 30. juni d.å..

Undersøkelsesprogrammet bør utformes slik at endelige resultater med konklusjoner skal foreligge innen 15. november d.å., forutsatt at godkjenning av undersøkelsesprogram foreligger fra SFT innen 1. august d.å.. En slik undersøkelse vil bestå av markarbeide med boring og opptak av prøver av jord og grunnvann, analyser i laboratorium og rapportering. Når alle boringer og opptak av prøver er utført, skal det sendes en fremdriftsrapport til SFT.

Vedtaket kan påklages til Miljøverndepartementet innen tre uker etter motatt brev. Eventuell klage bør begrunnes og skal sendes Statens forurensningstilsyn, postboks 8100 Dep., 0032 Oslo 1. Vi gjør også oppmerksom på adgangen til innsyn i sakens dokumenter, jfr. forvaltningslovens §§ 18 og 19. Det kan ikke påregnes at eventuell klage gir oppsettende virkning, jfr. forvaltningslovens § 42.

Med hilsen


Olle Morten Grini (e.f.)


Per Antonsen

Kopi: Fylkesmannen i Østfold
Miljøvern avdelingen
Postboks 325
1501 MOSS

Råde kommune
Postboks 83
1640 RÅDE

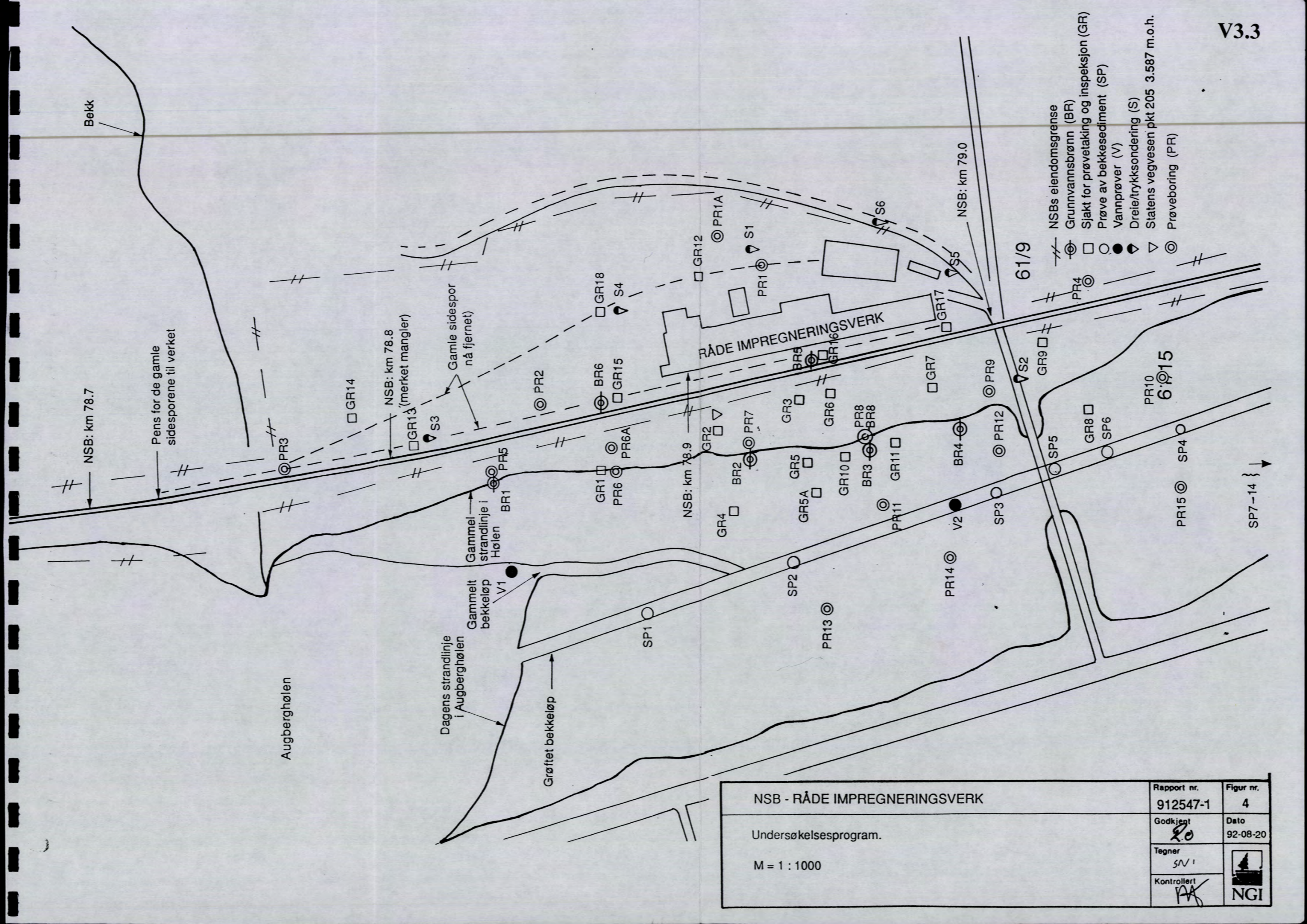



Rev	Revisjonen del gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
	NSB Bane Kvalitet- og sikkerhetskontoret Kreosotforurensning Kartlegging og FoU-prosjekter Oversiktskart	Målestokk 150000	Dato		
			Tegnet av		
			Kontrollert av		
			Godkjent av		
		Arkiv bet.			
		Erstatn for			
	NSB Ingeniørtjenesten Bygg/Bane	tegning nr V3.1			Rev






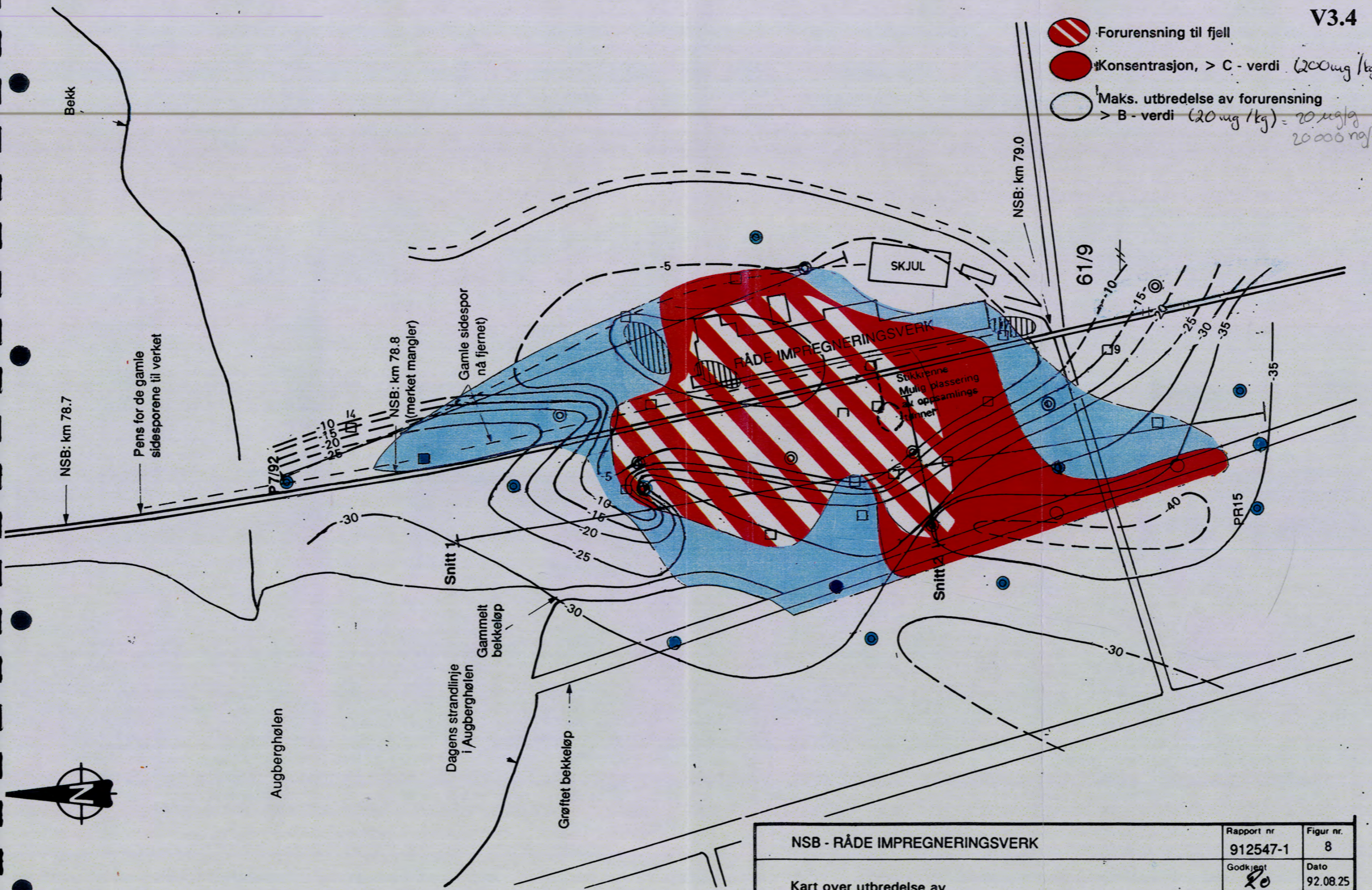



Figur 1. Flyfoto over Impregneringsverket og våtmarksområdet i Råde, sett fra nord.



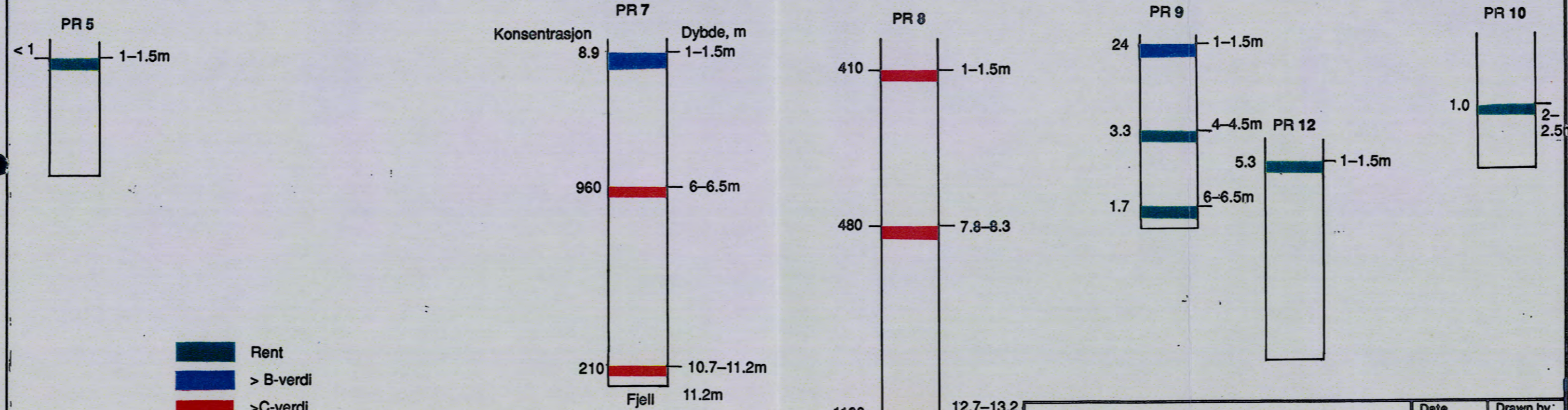
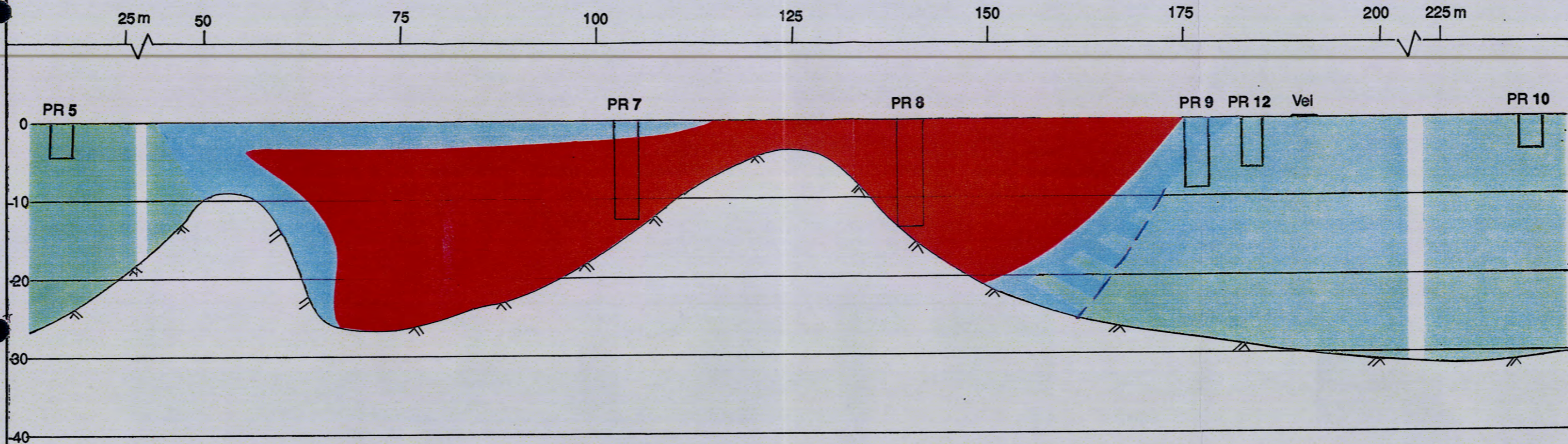
NSB - RÅDE IMPREGNERINGSVERK Undersøkellesprogram. M = 1 : 1000	Rapport nr. 912547-1	Figur nr. 4
	Godkjent <i>Ro</i>	Dato 92-08-20
	Tegner SN 1	 NGI
	Kontrollert AK	

-  Forurensning til fjell
-  Konsentrasjon, > C - verdi (200 mg/kg)
-  Maks. utbredelse av forurensning > B - verdi (20 mg/kg) = 20 µg/g
20000 ng/g



NSB - RÅDE IMPREGNERINGSVERK Kart over utbredelse av forurensningen Mål = 1:1000	Rapport nr	Figur nr.
	912547-1	8
	Godkjent	Dato
	<i>[Signature]</i>	92.08.25
Tegner		
Kontrollert		
<i>[Signature]</i>		

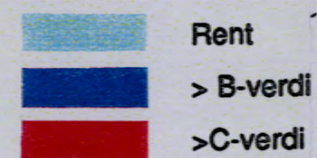
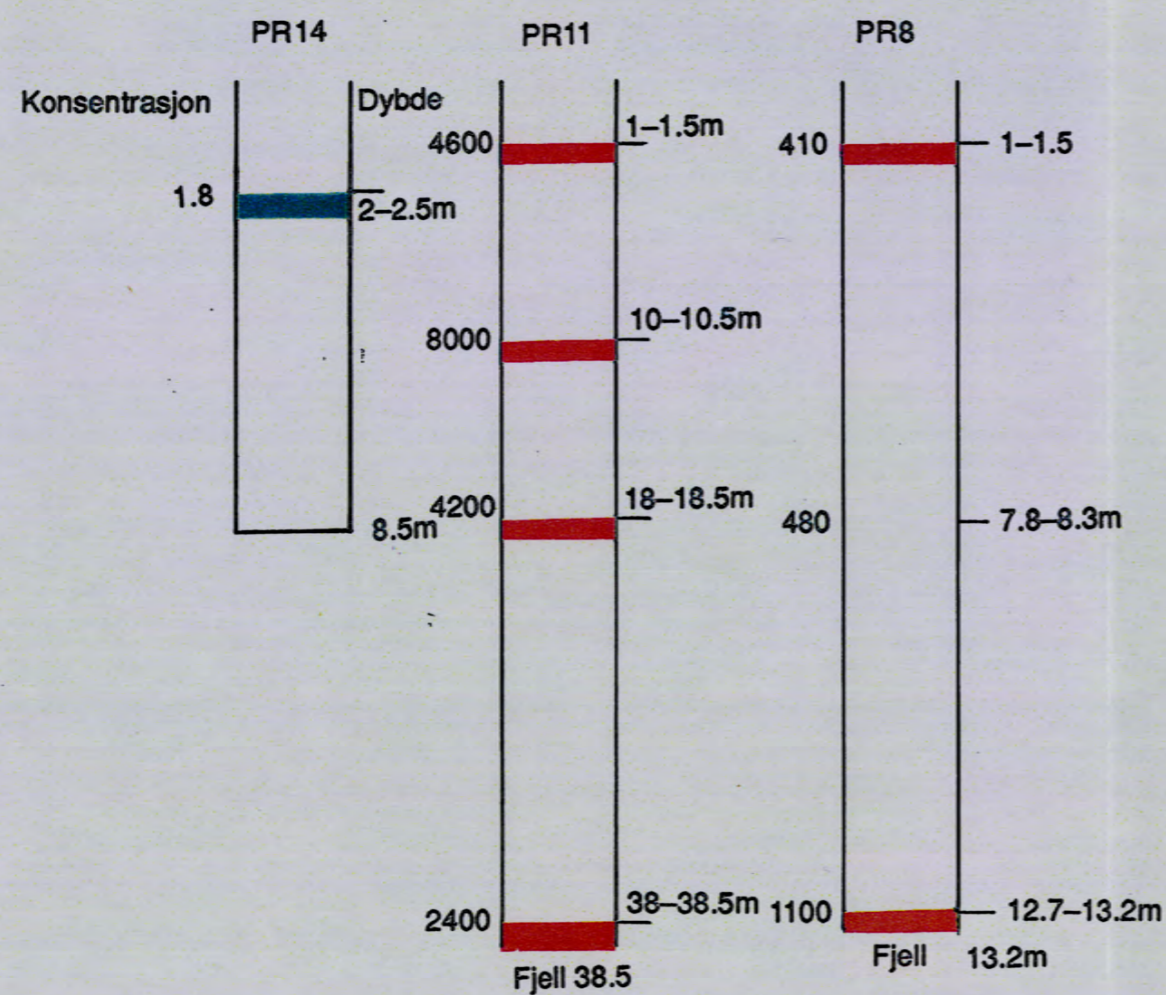
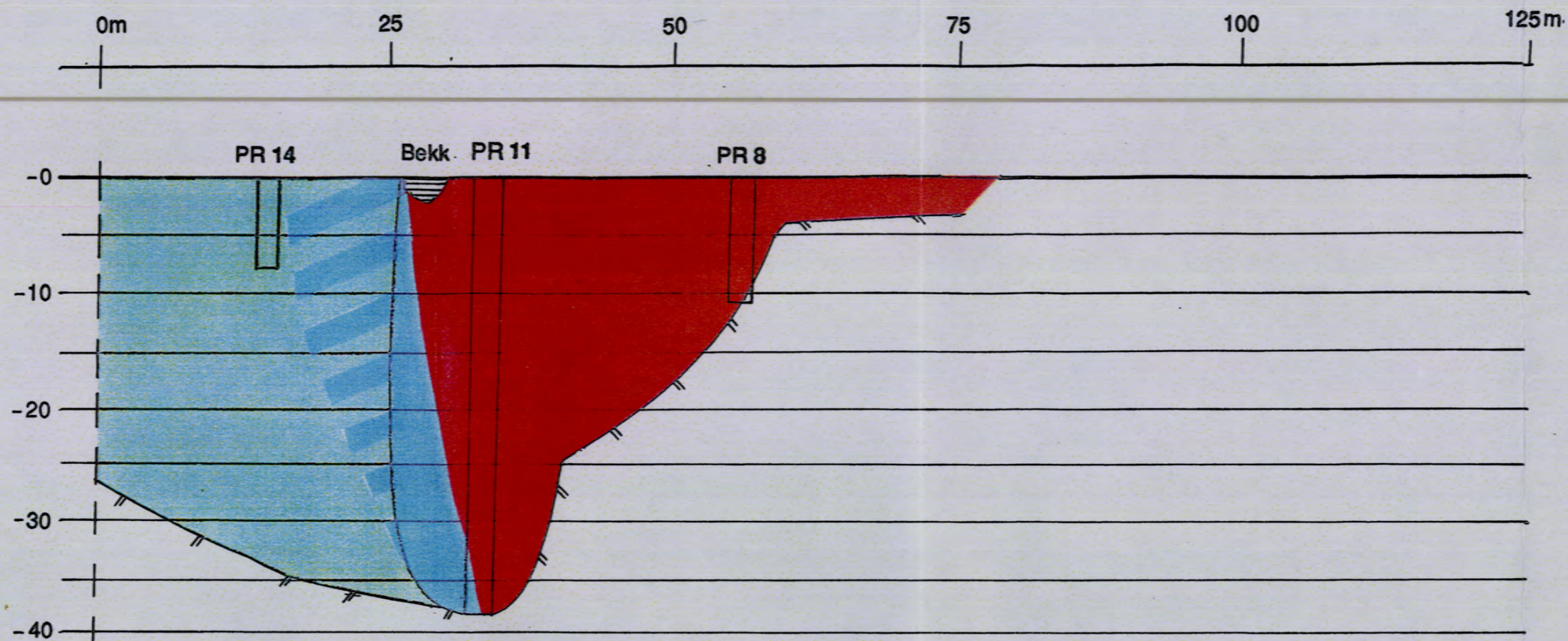
SNITT 1



Rent
 > B-verdi
 > C-verdi

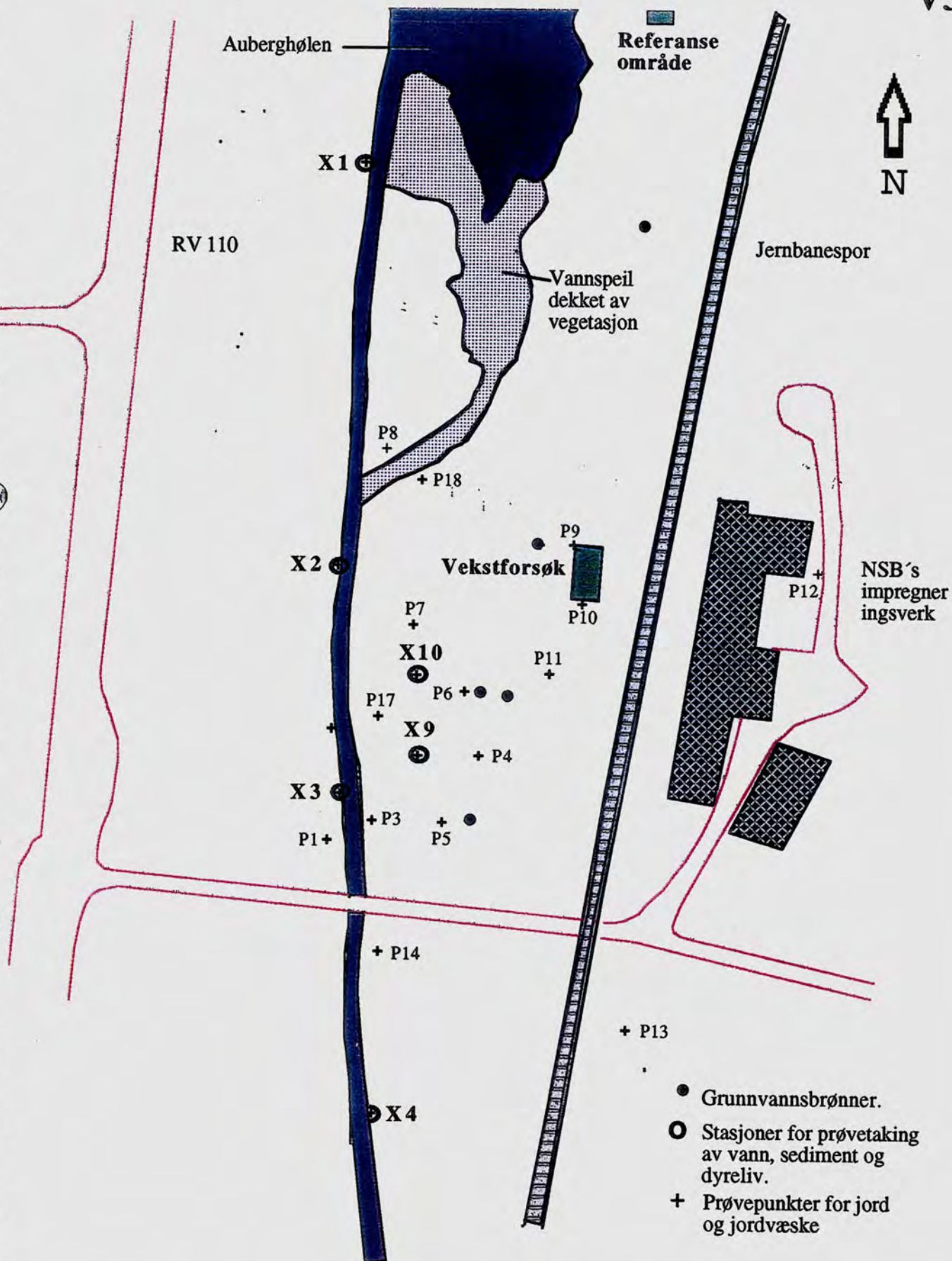
NSB - RÅDE IMPREGNERINGSVERK		Date 92-08-25	Drawn by SMI
Snitt 1. Målestokk 1 : 500		Approved	
Norwegian Geotechnical Institute		Project no. 912547-1	Drawing no. 6

SNITT 2



NSB - RÅDE IMPREGNERINGSVERK	Date	92-08-25	Drawn by	SVI
	Approved			
Snitt 2. Målestokk 1 : 500	Project no.	912547-1		
	Drawing no.	7		





Figur 5. Oversikt over prøvetakingspunkter i området ved impregneringsverket i Råde. P15 er kontrollpunkt syd for det viste kartutsnittet og P16 og X8 er kontrollpunkter lenger nord. X5, X6 og X7 ligger syd for kartutsnittet. Sedimentfellene var plassert inntil 1200 meter fra Auberghølen's utløp.

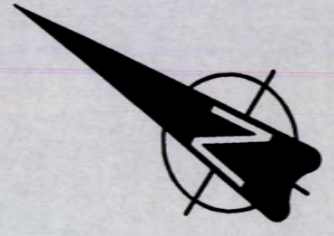
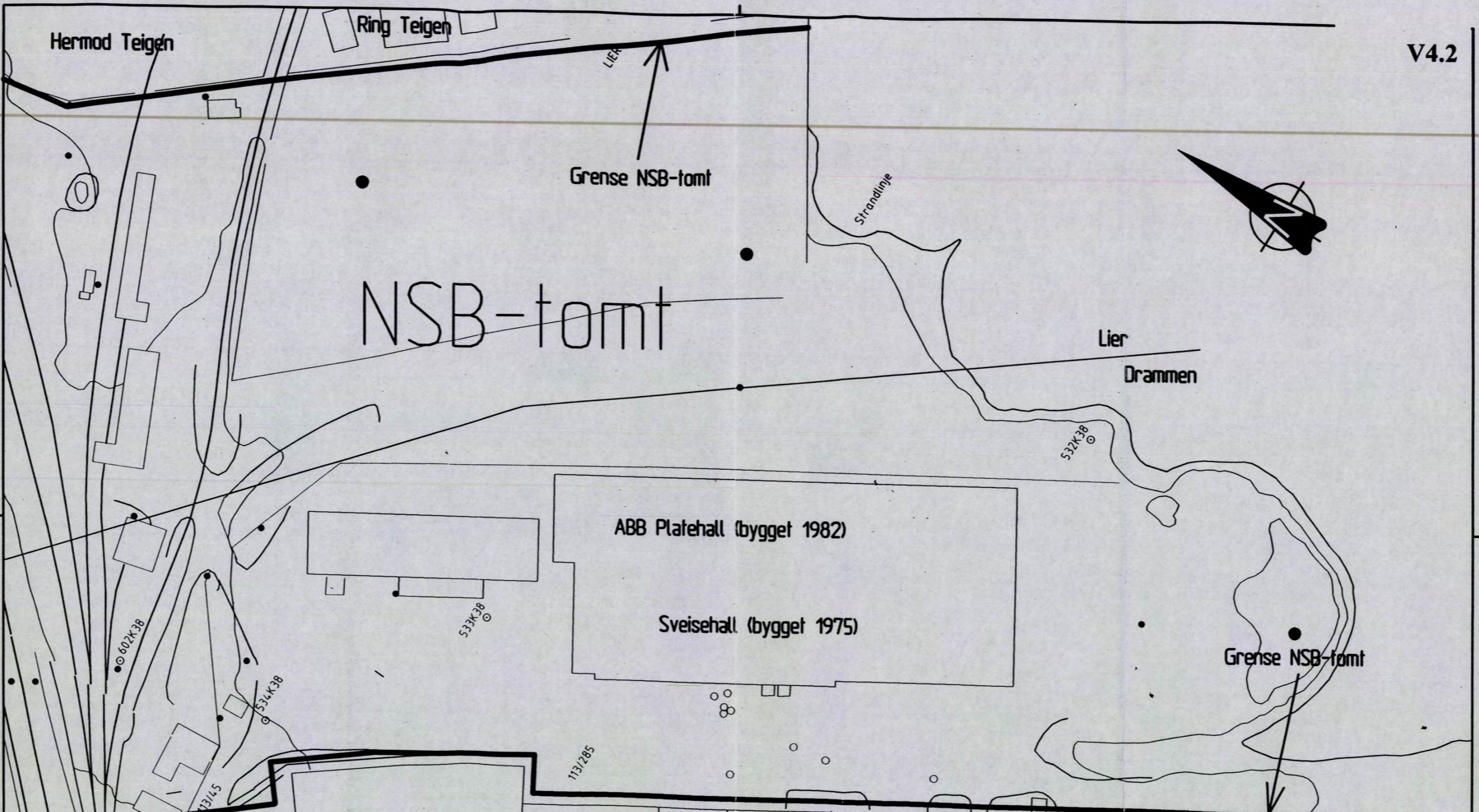
VEDLEGG 4 - BRAKERØYA

1. Figur V4.1 Oversiktskart
2. Figur V4.2 Kart som viser området med eiendomsgrenser og dagens bygninger
3. Figur V4.3 Kart som viser organisering av impregneringsverket
4. Figur V4.4 Kart som viser prøvetakingspunkter på land og i fjorden utenfor impregneringstomten
5. Figur V4.5 Kart som viser analyseresultater i borpunktene på land

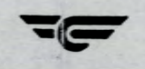
(Figur V4.2 til V4.5 er hentet fra kartleggingsrapporten fra NSB Bane Ingeniørtjenesten)



Rev	Revisjonen del	lder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
NSB Bane Kvalitet- og sikkerhetskontoret Kreosotforurensning Kartlegging og FoU-prosjekter Oversiktskart			Målestokk	Dato		
			150000	Tegnet av		
				Kontrollert av		
				Godkjent av		
	Arkiv bet.					
	Erstatn. for					
NSB Ingeniørtjenesten Bygg/Bane					legning nr V4.1	Rev



Rev.	Revisjonen det gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
	NSB Eiendom BRAKERØYA IMPREGNERINGSVERK MILJØUNDERSØKELSER I GRUNNEN EIENDOMSGRENSER, NSB-TOMT DAGENS BYGNINGER	Målestokk	Dato	12.09.1993	
		1:1000	Tegnet av	H.Heyerdahl	
			Kontrollert av		
			Godkjent av	M	
		Arkiv bet.			
		Erstatn. for			
	NSB Ingeniørtjenesten Bygg/Bane	Tegning nr.	Gk4418.3		Rev.



Forklaring av borsymboler

- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Vannstandsmåler

Områdene er angitt skissemessig ut fra fotografi (GK4418.2) og innhentede informasjon



Lagringsområde for ferske, trehvite sviller

Strandlinje

Lier

Drammen

PVII ⊙

⊙ PVIII

PI ⊖

PII ⊙

Kokeri
PIII ⊙

Kreosottank

Lagring/tørking av impregnerte materialer

⊙ PVI

Lagring/tørking av impregnerte materialer

Trelastlager

Sag

⊖ PIV

⊙ PV9

"Boltinga"

113140

⊙ 602K38

⊙ 602K38

⊙ 534K38

⊙ 535K38 *

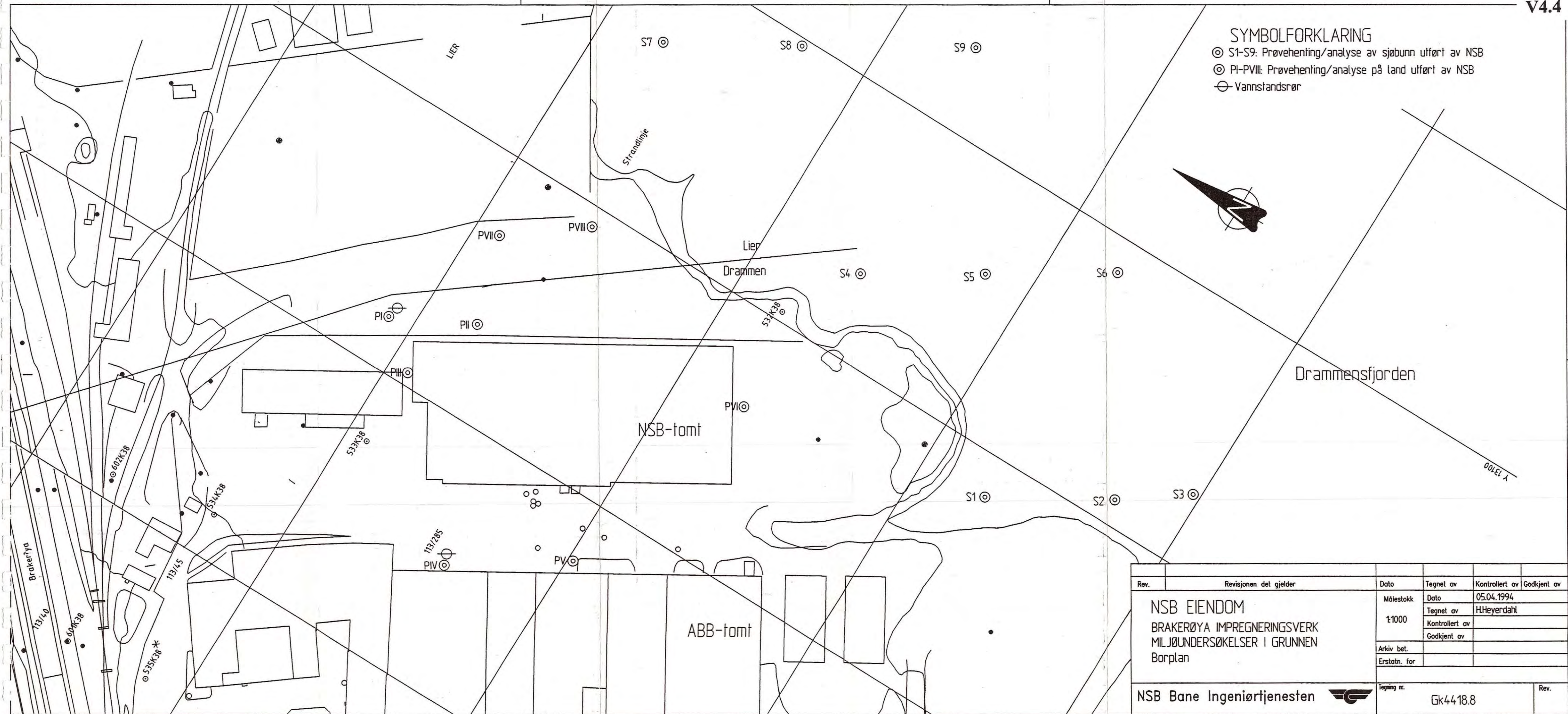
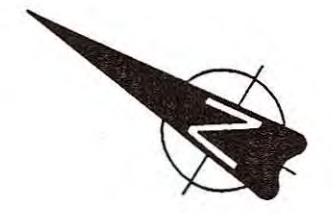
113145

1131285

Rev.	Revisjonen det gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
	NSB Eiendom	Målestokk	Dato	12.09.1993	
	BRAKERØYA IMPREGNERINGSVERK	1:1000	Tegnet av	HHeyerdahl	
	MILJØUNDERSØKELSER I GRUNNEN		Kontrollert av		
	ORGANISERING AV	Arkiv bet.	Godkjent av	<i>ll</i>	
	KREOSOTIMPREGNERINGSVERKET	Erstatn. for			
	NSB Ingeniørtjenesten	Tegning nr.	GK4418.4		Rev.
	Bygg/Bane				

SYMBOLFORKLARING

- ⊙ S1-S9: Prøvehenting/analyse av sjøbunn utført av NSB
- ⊙ PI-PVIII: Prøvehenting/analyse på land utført av NSB
- ⊖ Vannstandsør



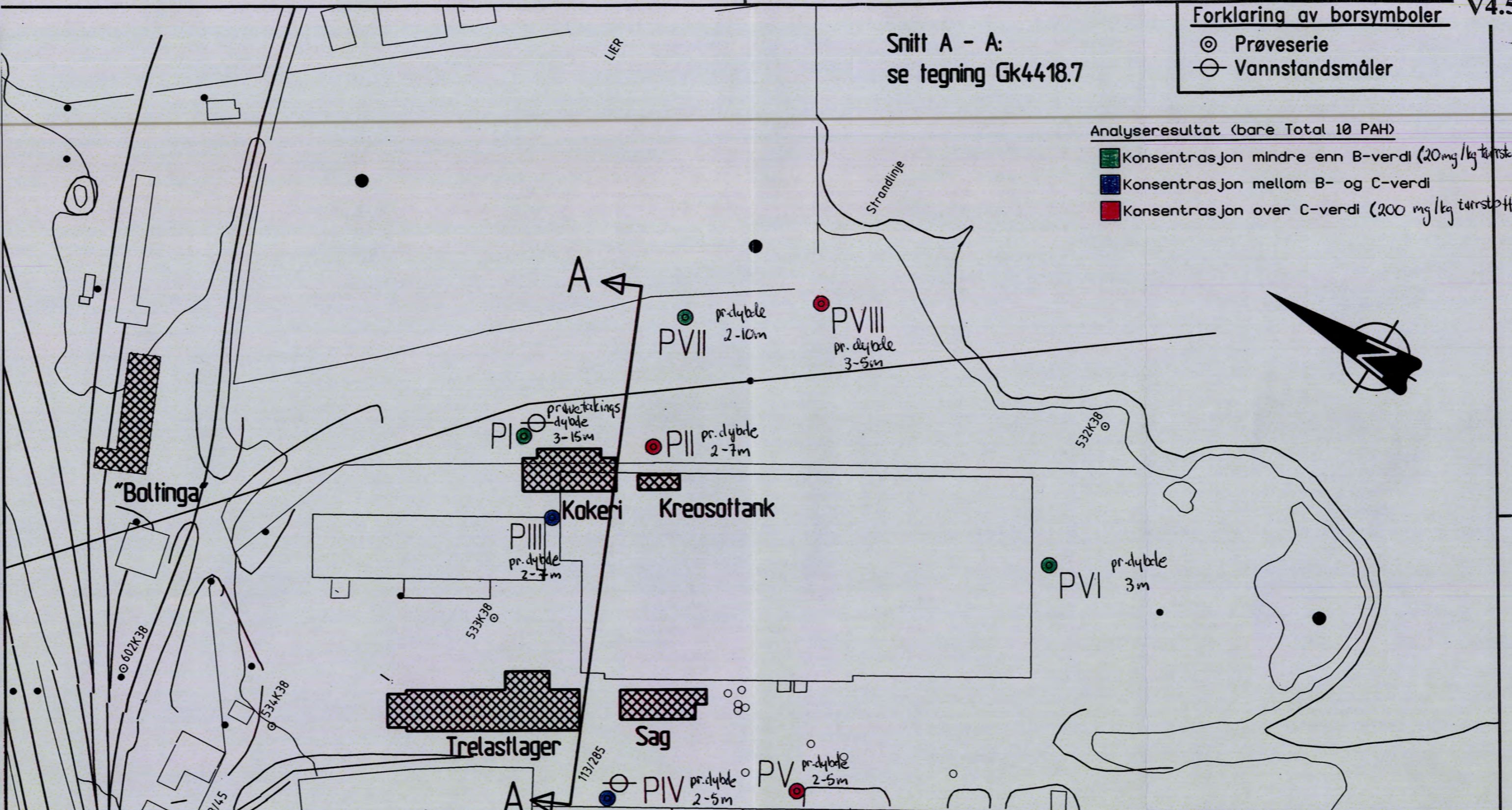
Rev.	Revisjonen det gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
	NSB EIENDOM BRAKERØYA IMPREGNERINGSVERK MILJØUNDERSØKELSER I GRUNNEN Borplan	Målestokk	Dato	05.04.1994		
		1:1000	Tegnet av	H.Heyerdahl		
		Arkiv bet.	Kontrollert av			
		Erstatn. for	Godkjent av			
NSB Bane Ingeniørtjenesten			Tegning nr.	Gk4418.8	Rev.	

Forklaring av borsymboler

- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Vannstandsmåler

Snitt A - A:
se tegning Gk4418.7

- Analyseresultat (bare Total 10 PAH)
- Konsentrasjon mindre enn B-verdi (20 mg/kg tørrstoff)
 - Konsentrasjon mellom B- og C-verdi
 - Konsentrasjon over C-verdi (200 mg/kg tørrstoff)

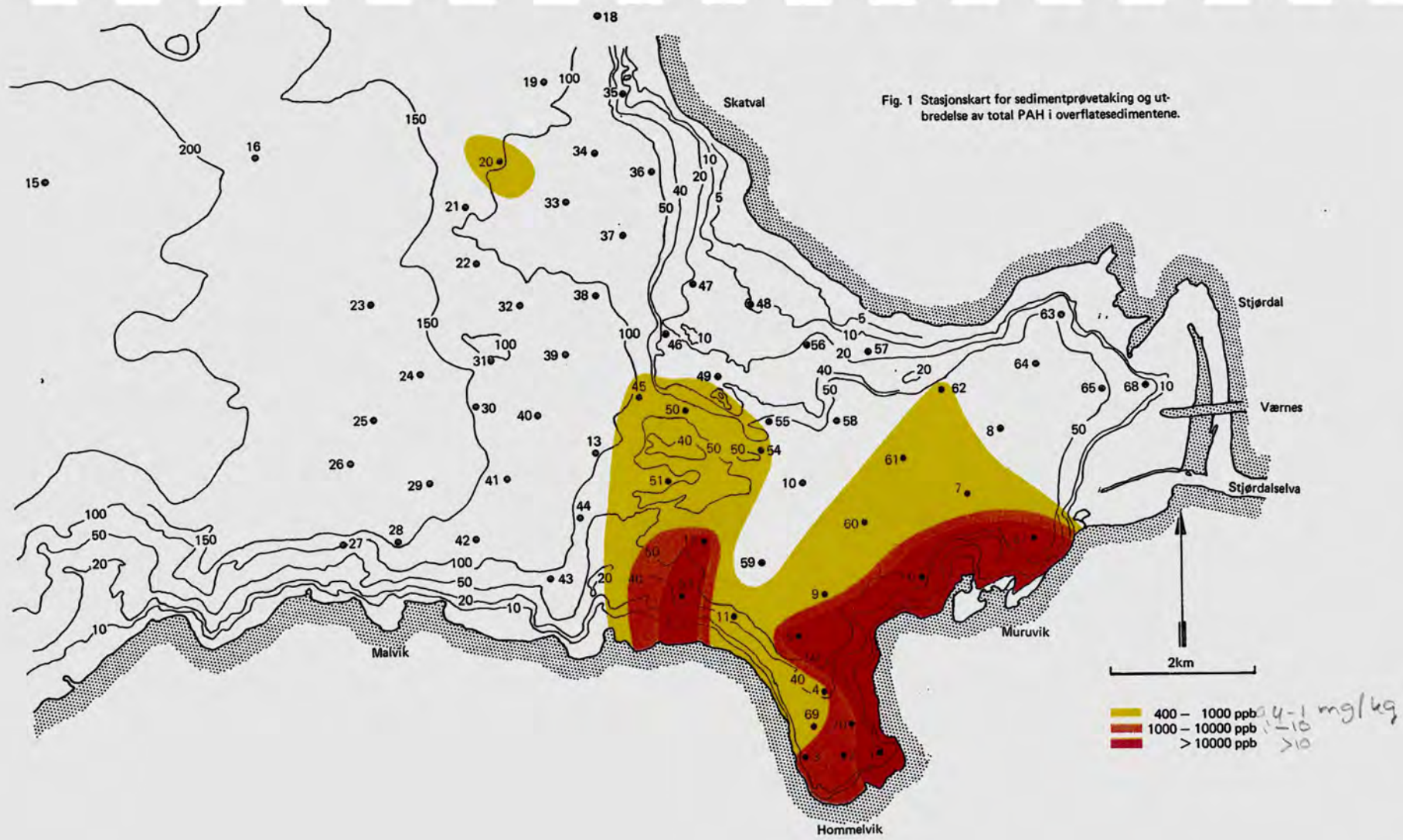


Rev.	Revisjonen det gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
	NSB Eiendom BRAKERØYA IMPREGNERINGSVERK MILJØUNDERSØKELSER I GRUNNEN BORPLAN, FORURENSNING	Målestokk	Dato	12.09.1993	
		1:200	Tegnet av	H. Heyerdahl	
			Kontrollert av	[Signature]	
		Arkiv bet.			
		Erstatn. for			
	NSB Ingeniørtjenesten Bygg/Bane	Tegning nr.	Gk.4418.5		Rev.

VEDLEGG 5 - HOMMELVIK, GUDÅ OG MOSTADMARKA

1. Figur V5.1 Kart som viser utbredelse av forurensning i Hommelvika / Stjørdalsfjorden
2. Figur V5.2 Kart som viser plassering av deponiet i Gudå, samt prøvetakingspunkter
3. Figur V5.3 Kart som viser deponiet i Gudå og prøvetakingspunkter (hentet fra hovedoppgave i 1982)

(Figur V5.1 - V5.2 er hentet fra rapport fra undersøkelser foretatt av NIVA m.fl i 1983-84)



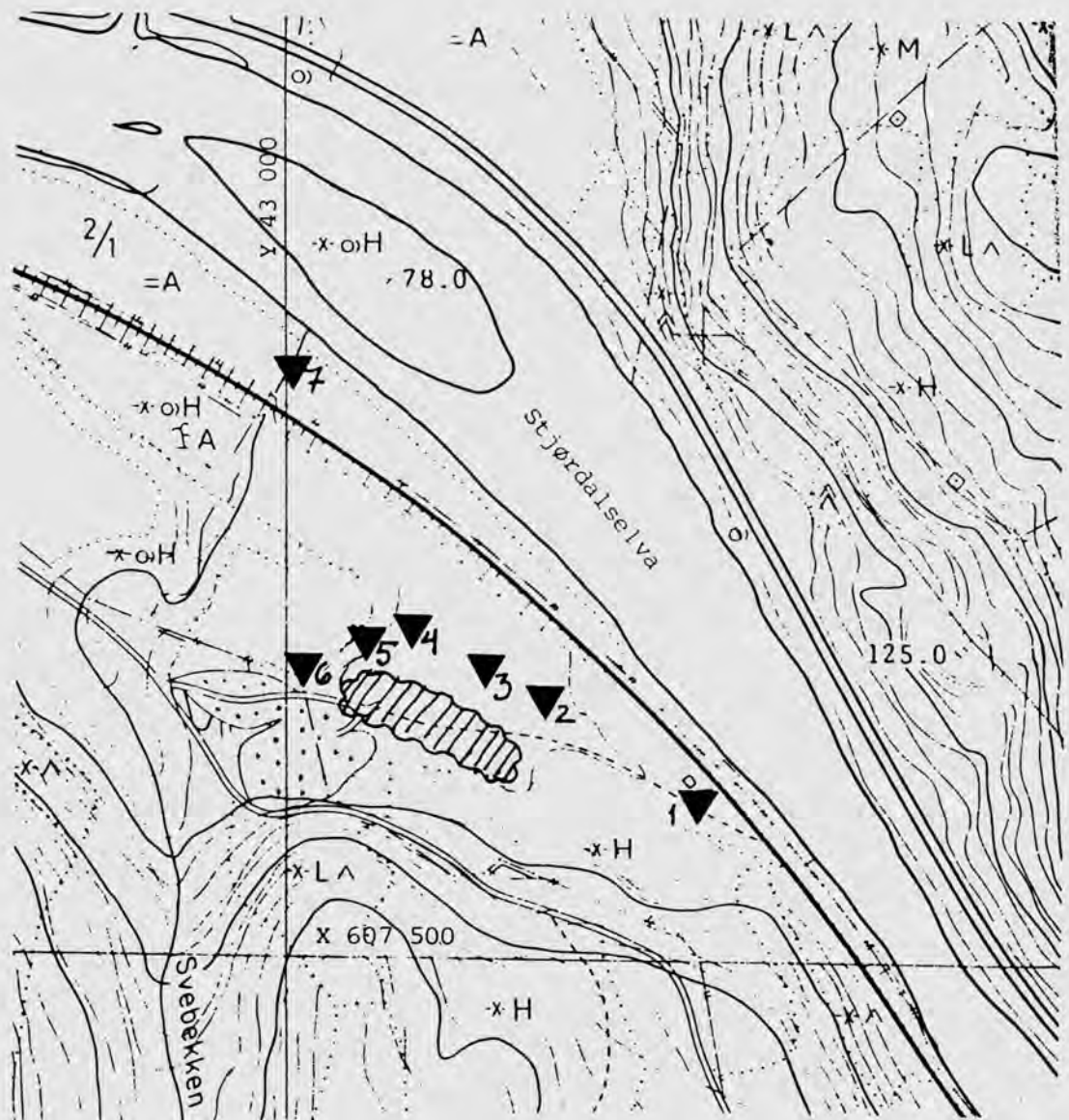
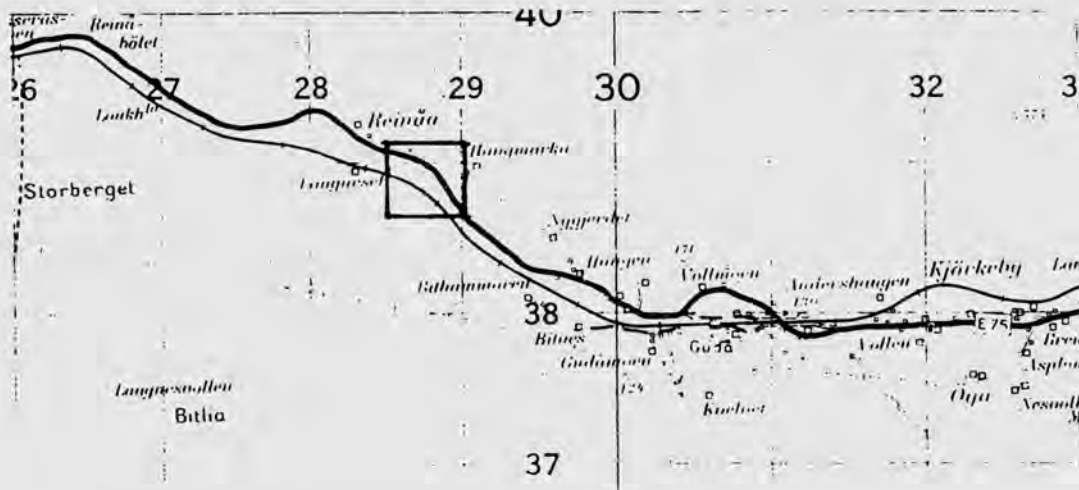


Fig. 19. Deponi Gudå (Økonomisk kartverk no. CU 127-5-2 Reinåa).
Målestokk ca. 1:3500.

Figur V5.2 Deponi i Gudå med prøvetakingspunkter fra undersøkelsen i 1983-84 foretatt av NIVA m.fl.

Fig. 4.4-1.
Kartskisse over prøve-
takingsfeltet i Gudå.

