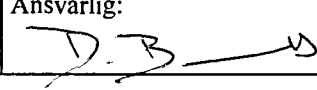


NGU Rapport 97.045

Kartlegging av kreosotforurensning ved Norsk  
Wallboard, Vennesla

|  |                  |   |   |  |
|--|------------------|---|---|--|
| Rapport nr.: 97.045  |                  | ISSN 0800-3416                                      | Gradering: Åpen   |  |
| Tittel:<br>Kartlegging av kreosotforurensning ved Norsk Wallboard, Vennesla  |                  |   |   |  |
| Forfatter:<br>Arve Misund  |                  | Oppdragsgiver:<br>Norsk Wallboard                   |   |  |
| Fylke:<br>Vest Agder   |                  | Kommune:<br>Vennesla                                |   |  |
| Kartblad (M=1:250.000)<br>Mandal   |                  | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)<br>1511-4 Iveland |   |  |
| Forekomstens navn og koordinater:<br>Norsk Wallboard   |                  | Sidetall: 50  | Pris: 90  |  |
| Feltarbeid utført:<br>august 1996  | Rapportdato:     | Prosjektnr.:<br>2721.00                             | Ansvarlig:<br> |  |
| <p>Sammendrag:</p> <p>På oppdrag av bedriften Norsk Wallboard i Vennesla har Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomført en kartlegging av kreosotforurensning på bedriftens område. Arbeidet hadde som formål å fastslå: utbredelse og nivå av forurensningen, grunnforholdenes innvirkning på situasjonen, og hvilke konsekvenser dette vil ha for miljøet og eventuell forurensning til Otra.</p> <p>For å avklare forurensningssituasjonen er det gravd 14 grøfter. Fra disse er det analysert 1 prøve for generell undersøkelse av miljøgifter (GC/MS screening), 11 prøver for polysykliske organiske forbindelser (PAH), 2 prøver for tungmetaller og 2 prøver for bestemmelse av løsmassesammensetningen.</p> <p>Resultatet av undersøkelsen viser at det forurensede laget (kreosotlaget) ligger direkte oppå den gamle markoverflaten, ca. 80 - 160 cm under dagens overflate som ble planert ut i 1948. Mektighet på kreosotlaget er ca. 5 cm. Med en antatt maksimal utbredelse på 450 m<sup>2</sup>, antas kreosotlaget å ha et volum på ca. 20 m<sup>3</sup>. I prøvene er det påvist til dels meget høye konsentrasjoner av PAH, fra 0,1 - 92 000 µgPAH/g jord. Det forurensede laget sammenfaller med et flislag, som er med på å binde forurensningen slik at den ikke transporteres videre.</p> <p>I prøven som ble analysert ved GC/MS screening ble det ikke funnet andre forurensningskomponenter utover PAH. Det er kun påvist lave konsentrasjoner av tungmetaller i de to undersøkte kull/kokslagene. I den undersøkte vannprøven er de påviste PAH konsentrasjonene under den norske drikkevannsgrensen.</p> <p>På grunn av lavtliggende grunnvannsspeil og tett asfaltdekke er det NGUs vurdering at det ikke eksisterer noen naturlig vei for spredning av den påviste forurensningen. NGU vil derfor anbefale at de forurensede massene blir værende der de er. Som tiltak anbefaler NGU at det på ny legges et tett asfaltdekke over de forurensede massen. Det er ikke behov for videre undersøkelser eller overvåking av området, men ved fremtidig graving i området må en ta hånd om det forurensede laget på en tilfredsstillende måte.</p> |                  |   |   |  |
| Emneord: Hydrogeologi  | Forurenset grunn |   | Prøvetaking   |  |
| Geokjemi   | Kreosot          |   | Kjemiske analyser   |  |
| Organisk forurensning  |                  |   | Fagrapport  |  |

## INNHold

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| <b>1 INNLEDNING</b> .....          | <b>5</b>  |
| 1.1 OMRÅDEBESKRIVELSE.....         | 5         |
| 1.2 PROBLEMBESKRIVELSE.....        | 5         |
| 1.3 MÅLSETTING.....                | 6         |
| <b>2 METODIKK</b> .....            | <b>6</b>  |
| 2.1 FELTARBEID.....                | 6         |
| 2.1.1 Geokjemisk prøvetaking.....  | 6         |
| 2.1.2 Vannprøvetaking.....         | 7         |
| 2.2 LABORATORIEARBEID.....         | 7         |
| 2.3 KVALITETSSIKRING.....          | 8         |
| <b>3 RESULTATER</b> .....          | <b>8</b>  |
| 3.1 FORURENSNING AV JORD.....      | 8         |
| 3.1.1 Løsmassebeskrivelse.....     | 8         |
| 3.1.2 Organisk forurensning.....   | 9         |
| 3.1.3 Uorganisk forurensning.....  | 11        |
| 3.2 FORURENSNING AV VANN.....      | 12        |
| <b>4 KONSEKVENSVURDERING</b> ..... | <b>12</b> |
| <b>5 VIDERE ARBEIDER</b> .....     | <b>12</b> |
| <b>6 REFERANSER</b> .....          | <b>13</b> |

## KARTBILAG

|          |  |
|----------|--|
| 97.045-1 | Gammel terrengoverflate oppmålt i 1943, M 1:1000   |
| 97.045-2 | Nytt kart fra 1983 som viser prøvetakingspunkt for vannprøve samt lokalisering av de undersøkte grøftene. M 1:1000 |
| 97.045-3 | Detaljkart fra det undersøkte området. M 1:250   |
| 97.045-4 | Viser antatt utbredelse av forurenset område.  |

## FIGURER

|          |  |
|----------|--|
| Figur 1: | Snitt av grøft gravd i 1993                      |
| Figur 2: | Målte verdier av PAH i grøftene som er prøvetatt |

## TABELLER (i teksten)

|           |   |
|-----------|---|
| Tabell 1: | Prøveliste for sedimentprøver   |
| Tabell 2: | Resultater av PAH-analyser av jordprøver                                      |
| Tabell 3: | Noen typiske analyseverdier for Benzo(a)pyren (BaP) i forskjellige materialer |

## **FOTOBILAG**

- 1: Oversiktsbilde mot Norsk Wallboard
- 2: Oversikt over gravearbeidet
- 3: Detaljbilde av kreosotlaget i Grøft-I
- 4: Detaljbilde av de to kull/kokslagene i Grøft-VII

## **DATABILAG**

- 1: Profilbeskrivelse av Grøft I - XIV
- 2: Analyserapport for sedimentprøve, prøvetatt høsten 1993, SINTEF kjemi
- 3: Analyserapport for sedimentprøver, prøvetatt august 1996, SINTEF kjemi
- 4: Analyserapport for vannprøve, prøvetatt 21. oktober 1993, SINTEF kjemi
- 5: Analyserapport for uorganisk analyser av jordprøver prøvetatt august 96, NGU

## **1 INNLEDNING**

### **1.1 Områdebeskrivelse**

Bedriften Norsk Wallboard ligger ved tettstedet Vennesla, i Vennesla kommune. Industriområdet ligger i dag delvis på en terrasseflate (se Fotobilag 1) avsatt under isavsmeltningsperioden i Sør-Norge for ca. 10 000 år siden. Dette er elvetransporterte masser som vesentlig består av grov sand til grus og rundede steiner med diameter på ca. 5 cm. I den gamle markoverflaten er det utviklet podsolprofil med tydelig bleikjordslag og utfellingslag. Under dette er det naturlig fargede masser.

Det meste av industriområdet, inklusiv det området hvor det er påvist forurensning, er i dag dekket med asfalt, og det er plassert kummer for oppsamling av overflatevann. Det er derfor svært lite (om noe) vann som trenger ned til de forurensede massene. Under gravingen ned til dyp på 2,4 m under terreng ble det ikke påvist grunnvann. I vestlig retning mot Otra er det fjell i dagen. Ved å sammenligne kartbilag 97.045-01 (fra 1943) og kartbilag 97.045-2 (fra 1983) ser en at noe av fjellet er sprengt vekk for å få større lagringsplass for tømmer. Utfra det eldste kartet kan man også se at det tidligere var en naturlig senkning i terrenget ned mot Otra i den nordvestlige delen av tomte. Dette området er nå fylt ut, men utgjør trolig det naturlige avrenningsområdet for grunnvannet. Alt overflatevann på industriområdet blir i dag samlet opp og slippes ut i Otra, mens prosessvannet føres i ledning ut i Kristiansandsfjorden. I bunnen av dalen er det et lite kildeutslag som (kartbilag 97.045-2) trolig representerer grunnvannsavrenningen fra industriområdet. Vannføringen 21. august 1996 var 1 liter/minutt. Prøvetaking her vil trolig avdekke om det skjer transport av forurensning ut mot Otra.

### **1.2 Problembeskrivelse**

Ved Norsk Wallboard, Vennesla, ble det i 1993 under graving av grøft påtruffet forurensede masser liggende oppå den tidligere terrengoverflaten, ca. 1 - 1,5 m under dagens planerte industriområde (se figur 1). Forurensningen var en svart, seig masse som var blandet med flis og luktet sterkt. Analyser viste at det var til dels store mengder med PAH-forbindelser, og at det sannsynligvis var snakk om en kreosotforurensning p.g.a. impregnering av tømmer. Edvin Skaiå, tidligere personalsjef ved Norsk Wallboard, mente forurensningen kunne stamme fra impregnering av jernbanesviller i forbindelse med byggingen av Setesdalsbanene i 1896. Ved den tids impregnering var det sannsynligvis ikke trykktank, men basseng der tømmeret ble badet i impregnering ved høy temperatur over lang tid. Det impregnerte tømmeret ble så satt til avrenning på et noenlunde flatt område. Dagens jernbaneskiner ligger på fyllmasser som dekker det forurensede området. Det må derfor være andre skinner som eventuelt har transportert det impregnerte tømmeret. Området var da eid av Vigeland Bruk som hadde

sagbruk i dette området. Siden er dette området blitt fraskilt Vigeland Bruk og gitt av Vennesla kommune til Norsk Wallboard da bedriften ble etablert ca. 1950. Lokalhistorikeren Jørgen Ås, tidligere redaktør av Vennesla Tidene, kjente ikke til at det hadde vært impregnering på området og mente derfor at forurensningen måtte stamme fra perioden da Vigeland hadde smelteverk på området midt på 1700-tallet. I fyllmassene over kreosoten er det i flere av gropene påvist et eller to lag med kull og koks. Koksen stammer trolig fra smelteverksdriften på 1700-tallet, der det ble brukt i masovnen, mens kullet kan stamme fra denne perioden eller fra dagens smelteverk. Området ble trolig planert ved etableringen av Norsk Wallboard ca. 1950. I de senere år er området blitt asfaltert og tjener i dag som lagerområde for tømmer og flis.

### **1.3 Målsetting**

Formålet med denne undersøkelsen var å avklare følgende forhold:

- utbredelse og nivå av forurensningen
- grunnforholdenes innvirkning på forurensnings-situasjonen
- hvilke konsekvenser dette vil ha for miljøet og eventuell forurensning til Otra
- komme frem til en konklusjon som beskriver behovet for videre undersøkelser, overvåkning eller tiltak eller begrunnelse hvorfor saken eventuelt kan avsluttes uten videre tiltak
- I brevet fra SFT datert 19. mars 1996 er det stilt krav til å dokumentere innhold og utbredelse av PAH forbindelser i grunnen. Det er også krav til å dokumentere hvilke andre stoffer utenom PAH som ligger i grunnen.

## **2 METODIKK**

### **2.1 Feltarbeid**

#### 2.1.1 Geokjemisk prøvetaking

Feltundersøkelsene ble utført av NGU v/ Arve Misund og Ola Magne Sæther. For å få en best mulig oversikt over forurensningen ble det benyttet en gravemaskin til å grave 14 grøfter, ca. 2 m dyp, 2,5 m lang og 1 m brei. Profilene er beskrevet i Databilag 1. Fotobilag 2 gir et oversiktsbilde over gravearbeidet. Det ble tatt i alt 27 prøver fra de forskjellige lagene. Av disse er det analysert 1 prøve for generell undersøkelse av miljøgifter (GC/MS screening), 11 prøver for polysykliske organiske forbindelser (PAH), 2 prøver for tungmetaller og 2 prøver for bestemmelse av løsmassesammensetningen. Analyseprogrammet for sedimentprøvene er beskrevet i tabell 1. Prøvene ble tatt med en liten feltspade (se Fotobilag 5), og ved bruk av engangshansker. Prøvene er oppbevart på glassflasker i kjølerom. I de mest forurensede grøftene er det også tatt ut prøver av antatt rene masser, ca. 0,5 - 1 meter under det forurensede kreosotlaget som ligger oppå den gamle terrengflaten.

**Tabell 1: Prøveliste for sedimentprøver fra industriområdet til Norsk Wallboard, Vennesla (for beskrivelse av metodene se under Laboratoriearbeid).**

| Grøft | Prøvenr. | Lag             | Prøvedyp (cm) | Analyse            |
|-------|----------|-----------------|---------------|--------------------|
| I     | 1        | kreosot         | 140           | GC/MS-screening    |
| I     | 2        | 'reint'         | 200           | PAH, kornfordeling |
| II    | 5        | kreosot         | 125           | PAH                |
| II    | 26       | 'reint'         | 210           | PAH                |
| IV    | 9        | kreosot         | 85            | PAH                |
| IV    | 28       | 'reint'         | 200           | PAH                |
| V     | 11       | kull/koks       | 80            | PAH                |
| VII   | 13       | kull/koks       | 65-80         | ICP (metaller)     |
| VII   | 14       | kull/koks       | 97-107        | ICP (metaller)     |
| VII   | 16       | svart jord      | 122           | PAH                |
| VIII  | 18       | svart jord      | 155-161       | PAH                |
| XIV   | 23       | kreosot         | 140-145       | PAH                |
| XIV   | 24       | 'reint'         | 180           | PAH, kornfordeling |
| XIII  | 25       | 'rein' elvegrus | 100           | PAH                |

### 2.1.2 Vannprøvetaking

Norsk Wallboard kjente til at det var et lite kildeutslag i bunnen av den oppfylte dalen i den NV-delen av tomte (kartbilag 97.045-2). Det ble derfor bestemt å bruke dette kildeutslaget til prøvetaking av grunnvannsavrenningen fra industriområdet. Dette ville gi en vel så representativ prøve sammenlignet med en grunnvannsbrønn. Under feltarbeidet 21. august 1996 ble vannføringen målt til 1 liter/minutt. Seinere viste det seg at røret i lange perioder ikke fører vann, men den 22. Oktober var det vann i røret og en prøve ble tatt for analyse ved SINTEF Oslo. Det ble tatt 1 liter prøve for analyse av PAH som ble oppbevart kjølig og sendt med ekspresspost til laboratoriet for analyse. Til emballasje ble det benyttet en brun 1 L glassflaske (GL 45) med PTFE lokk i henhold til SFT veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser, nr. 91.01. (Statens forurensingstilsyn, 1991)

## **2.2 Laboratoriearbeid**

Ved NGU ble det utført følgende analyser:

For uorganisk analyse er det benyttet NGUs standard prosedyrer for bestemmelse av kationer (Ødegård og Andreassen, 1987). Masseprøvene er basert på analyse av syreuttrekk (1 gram

prøve og 20 ml 7N HNO<sub>3</sub>) ved autoklavopplutning etter Norsk Standard NS4770 (1980). Elementer og deteksjonsgrenser fremgår av Databilag 5.

De organiske analysene er utført ved SINTEF SI. Her er det analysert for:

- bisykliske aromatiske hydrokarboner (inkludert naftalen)
- polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- andre polysykliske organiske forbindelser (POM)
- generell undersøkelse av miljøgifter (GC/MS screening) for prøve nr. 1

Metoder og deteksjonsgrenser er beskrevet i Databilagene 2 - 4.

### **2.3 Kvalitetssikring**

NGU laboratoriet er akkreditert for ICP-AES. Laboratoriet er ikke akkreditert for Coulter metode for kornfordelingsanalyse. SINTEF-SI er akkreditert for PAH i jord. SINTEF er ikke akkreditert for PAH i vann eller GC/MS-screening. Vannprøvene ble sendt på raskeste måte til Oslo. Denne rapporten er kvalitetskontrollert ved NGU før den endelige versjonen trykkes. Dette ivaretas ved at fagsjefene er ansvarlige for innholdet i rapporten.

## **3 RESULTATER**

### **3.1 Forurensning av jord**

#### 3.1.1 Løsmassebeskrivelse

I de gravde grøftene varierer dypet til den opprinnelige markoverflaten fra 40 cm i sør til 160 cm i nord. Den opprinnelige terrengoverflaten heller altså fra SØ mot NV ut mot Otra slik det fremgår av kartbilag 1. Over den opprinnelige markoverflaten er det forskjellige typer fyllmasser. Fyllmassene består vesentlig av stedeagne masser (elvegrus), men det er deponert jernbanesviller av tre, mursteiner og det er i flere grøfter påvist 1 til 2 markerte kull/kokslag. Det er gravd 14 grøfter i det undersøkte området, og lokaliseringen av disse fremgår av kartbilag 2 og 3.

Den opprinnelige markoverflaten er påvist der en treffer på det opprinnelige jordprofilet. Dette er et podsolprofil som kjennetegnes med et humuslag, et underliggende bleikjordslag (lysegrått) som følges av et rødt/brunt utfellingslag (bl.a. jernutfellinger).

For å vurdere transporthastigheter i grunnvann og massenes evne til å binde forurensning er det gjort to kornfordelingsanalyse for sedimentprøver fra 2m dyp i Grøft-2 (prøve nr. 2) og fra 1,8 m dyp i Grøft-XIV (prøve nr. 24). Resultatene viser at det er lite finstoff i avsetningen, med de minste fraksjonene fra 0,1 - 0,2 mm størrelse. Prøvene er også godt sortert og dette



viser at massene er avsatt av rennende vann med høy nok hastighet til at finpartiklene har blitt transportert videre.

### 3.1.2 Organisk forurensning

Det er påvist til dels meget høye konsentrasjoner av PAH, bisykliske forbindelser (vesentlig Naftalen) og POM. For PAH er det påvist fra 0,1 - 92000 µgPAH/g jord i prøvene. Resultatene er presentert i tabell 2 og i Databilag 2 og 3. I figur 2 er det vist en grafisk fremstilling av PAH-konsentrasjoner mot dypet i grøftene som er prøvetatt. De høye konsentrasjonene er knyttet til bestemte lag i avsetningen. Tykkelsen på laget varierer fra 0 til 15 cm tykkelse, men er i gjennomsnitt 4 - 8 cm tykt.

**Tabell 2: Resultater av PAH-analyser i µg/g (ppm) av jordprøver fra fabrikkområdet til Norsk Wallboard. Nederlandske C-verdier i følge Moen et al. (1986). Norske grenseverdier i følge Statens forurensningstilsyn (1995).**

| Grøft nr.                | Prøvenr. | Tørrestoff % | Sum PAH | Benzo(a) pyren | Sum bisykliske forb.* | Sum POM | Tot. Sum identifiserte | Merknad        |
|--------------------------|----------|--------------|---------|----------------|-----------------------|---------|------------------------|----------------|
| I                        | 1a       |              | 28000   | 760            | 15000                 | 3000    |                        | Analysert 1993 |
| I                        | 1        | 58           | i.a.    |                |                       |         |                        | Kreosotlag     |
| I                        | 2        | 96           | 0,2     | <              | 0,2                   | 0,02    | 0,4                    | 'Reint' lag    |
| II                       | 5        | 88           | 9900    | 185,8          | 8000                  | 950     | 18812                  | Kreosotlag     |
| II                       | 26       | 96           | 29      | 0,77           | 1,1                   | 1,5     | 32                     | 'Reint' lag    |
| IV                       | 9        | 58           | 92000   | 2001,7         | 53000                 | 8600    | 152897                 | Kreosotlag     |
| IV                       | 28       | 97           | 0,1     | <              | 0,3                   | 0,01    | 0,4                    | 'Reint' lag    |
| V                        | 11       | 80           | 280     | 17             | 50                    | 10      | 339                    | Kull lag       |
| VII                      | 16       | 50           | 11      | <              | 120                   | 2,9     | 134                    | Svart jord     |
| VIII                     | 18       | 62           | 2,2     | <              | 8,1                   | 0,1     | 10                     | Svart jord     |
| XIII                     | 25       | 85           | 3,1     | 0,24           | 0,2                   | 0,08    | 3,4                    | 'Reint' lag    |
| XIV                      | 23       | 95           | 5000    | 119,4          | 65                    | 260     | 5350                   | Kreosotlag     |
| XIV                      | 24       | 96           | 0,6     | 0,02           | 0,01                  | i.p.    | 0,6                    | 'Reint' lag    |
| <b>Nederl. C-verdier</b> |          |              |         |                |                       |         | 40                     |                |
| <b>Norge</b>             |          |              |         | 0,1            |                       |         | 5                      |                |

< = mindre enn kvantifiseringsgrensen for de enkelte forbindelser (0,01-4 µg/g).

\* = Naftalen regnes vanligvis som en PAH forbindelse, men den har to benzenringer (bisyklisk) og er i analysen fra SINTEF sortert under bisykliske forbindelser. For eksakte verdier se Databilag 2 - 4.

I Fotobilag 3 er kreosotlaget vist i Grøft I. Norsk Wallboard ble først oppmerksom på dette laget i forbindelse med graving av en kloakkgrøft på fabrikkområdet i 1993. Det ble da konstatert at avfallet var deponert på opprinnelig terrengflate. Det er kun i Grøft II at det er observert to kreosotlag. Det er uvisst hvorfor det øvre laget (ca. 40 cm under terreng) ligger der, men det er trolig masser som er lagt der etter graveaktivitet i området.

I Grøft I, II, III, IV og XIV var det under prøvetakingen til dels sterk lukt av kreosot. Det antatte kreosotlaget utgjør den undre delen av et brunt flislag som i alle grøftene ligger direkte på den opprinnelige markoverflaten. Organisk forurensning bindes ofte sterkt til organisk materiale. Flislaget kan derfor bidra til at kreosotforurensningen blir mindre mobil. I Grøft-XIV er imidlertid kreosoten påvist i et svart lag som består av meget hardt «sammenlimt» elvegrus.

I følge Wachtmeister og Sundstrøm (1986) utgjør følgende lavere PAH-forbindelser de vesentligste bestanddelene (70%) i kreosot: naftalen, fenantren, antracen, acenaften og pyren. Fra tabell 3 kan en i tillegg se at normalinnholdet av benzo(a)pyren (BaP) i kreosot er ca. 200 µgBaP/g.

**Tabell 3: Noen typiske analyseverdier for Benzo(a)pyren (BaP) i forskjellige materialer. Etter Lindstedt og Sollenberg (1980).**

| Materialer                     | µg BaP/g      |
|--------------------------------|---------------|
| Steinkullbek                   | 14 000        |
| Steinkulltjære                 | 2 000 - 5 000 |
| Petroleumsbek                  | 2 000         |
| Kreosot                        | 200           |
| Carbon black                   | 6 - 192       |
| Bensinmotoravgasser, kondensat | 72            |
| Tretjære                       | 16 - 36       |
| Brukt motorolje                | 10            |
| Asfalt                         | 0,1 - 27      |
| Skiferolje                     | 3             |
| Brukt gnistbearbeidingsolje    | 1,4           |
| Bensin                         | 0,03 - 6,2    |
| Råolje                         | 0,04 - 1,6    |
| Dieselolje                     | 0,07          |
| Løslighet i vann               | 0,003         |

For to av analysene fra Grøft-II (prøve 5) og Grøft-XIV (prøve 23) er innholdet av BaP mellom 100 og 200 µgBaP/g, som tyder på at kilden til forurensningen er kreosot. I det

forurensede laget i Grøft-VI (prøve 9) er det påvist de høyeste konsentrasjoner av organiske miljøgifter, og her er verdien for BaP målt til 2000 µgBaP/g. I følge tabell 3 kan dette tyde på at forurensningskilden kan være steinkulltjære, og denne teorien styrkes ved at det rett over prøvepunktet er det et lag som inneholder kull. Utfra detaljanalysene i Databilag 2 og 3 og lukten kan en anta at forurensningen stammer fra bruken av kreosot og/eller steinkulltjære.

I grøft V og XIV kan man trolig fastslå utbredelsen av kreosotlaget mot sør og vest. I den NV-lige delen av Grøft-V (prøve 11) er det påvist 280 µgPAH/g tørrstoff i et svart kokslag. I den SØ-lige delen av Grøft-V finnes ikke dette kokslaget, og det kan heller ikke registreres kreosotlukt av løsmassene. Tilsvarende kiler kreosotlaget ut i vestlig retning i Grøft XIV. I nordlig retning er det kun påvist 2,15 µgPAH/g i Grøft-VIII (prøve 18) og det ble ikke registrert kreosotlukt under prøvetakingen. Mot øst er det kun påvist 10,6 µgPAH/g i Grøft-VIII (prøve 16). I de øvrige grøftene ble det ikke registrert noen mistenkelige lag eller lukter som skulle indikere at det var forurensede masser i disse områdene. Det er derfor ikke utført analyser på prøvematerial fra disse grøftene. I kartbilag 97.045-4 er den antatt maksimale utbredelsen av forurensningen indikert med stiplet linje. Dette er et areal på ca. 450 m<sup>2</sup>. Med en gjennomsnittlig tykkelse på kreosotlaget på ca. 5 cm blir volumet av de forurensede massene anslått til ca. 20 m<sup>3</sup>. Dette må på grunn av de foretatte undersøkelsene betraktes som et øvre anslag for mengde kreosot som ligger i grunnen.

For å undersøke om det var andre miljøfarlige organiske forbindelser i det forurensede laget i Grøft-I ble det gjort en GC/MS screening analyse av prøve 1 (se Databilag 3). Det ble funnet 1200 µg/g kromatograferbart materiale. PAH-forbindelser utgjorde hovedmengden av disse. Sum av innhold av noen PAH forbindelser (naftalen, fenantren, fluoren og pyren) var ca. 300 µg/g. Det ble ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i prøven.

### 3.1.3 Uorganisk forurensning

Det ble tatt to jordprøver for å undersøke om det kunne være andre stoffer enn PAH som kunne være en forurensningstrussel. Prøvene ble tatt fra to kull/kokslag i Grøft-VII (prøvenummer 13 og 14 i tabell 1). De to kull/kokslagene er vist i Fotobilag 4. Resultatene fra ICP-analysen finnes i Databilag 5. Det er lave konsentrasjoner av kadmium, kopper, krom, nikkel og sink. Med hensyn til bly er innholdet i den ene prøven 68 mg/kg som er over den norske grenseverdien for følsomt arealbruk. Arealbruket på Norsk Wallboards bedriftsområder er imidlertid slik at de norske grenseverdiene ikke er relevante i dette området. Den nederlandske C-verdien for bly er satt til 530 mg/kg.

### **3.2 Forurensning av vann**

Det er analysert en vannprøve for å undersøke om det skjer avrenning av PAH-forbindelser fra det forurensede området til Otra-vassdraget. Analyseresultatet finnes i Databilag 4 og viser at PAH-forbindelser finnes bare i svært lave konsentrasjoner. Det er påvist totalt 0,035 µgPAH/l som fordeler seg på 0,011 µg/l fenantren og 0,024 µg/l fluoranten. Den norske drikkevannsgrensen for sum PAH er 0,2 µg/l (Sosial- helsedepartementet, 1995).

## **4 KONSEKVENSVURDERING**

På fabrikkområdet til Norsk Wallboard er det beregnet at det ligger ca. 20 m<sup>3</sup> med til dels sterkt PAH-forurensede masse. Der PAH-forurensningen er påvist ligger den rett oppå den naturlige terrengoverflaten som ligger mellom 80 og 120 cm under dagens planerte overflate fra 1948. Selve fabrikkområdet ligger på en tørr elveterrasse med lavt grunnvannsspeil, slik at den eneste tenkelige eksponeringsveien for forurensningen er via nedbør som infiltrerer i grunnen. Teoretisk kan en da transportere forurensningen ned til dypereliggende grunnvann som igjen fører forurensningen til Otra-vassdraget. I det forurensede området er imidlertid grunnen dekket med asfalt slik at nedbøren samles opp i dreneringssystem. Dette gjør at forurensningen ligger helt tørr under asfalten slik at det ikke skjer transport av forurensningskomponenter ut av området. At det etter så mange år fremdeles er så høye konsentrasjonene av PAH i grunnen er indirekte et bevis for at det i svært liten grad skjer utlekking av forurensning fra området. Asfaltdekket hindrer også en direkte eksponering av forurensningen i overflaten .

I kildeutslaget ved Sommerkilen ble det målt avrenning på 1 liter/minutt under feltarbeidet i august. I september var kilden tørr, mens den begynte å renne igjen i oktober. Dette viser at det er svært lite grunnvannsavrenning fra området, og dermed heller ingen fare for noen betydelig tilførsel av forurensning til Otra. Grunnvannsspeilet i avsetningen antas å ligge så lavt at det ikke under noen omstendigheter vil komme opp i de forurensede massene.

## **5 VIDERE ARBEIDER**

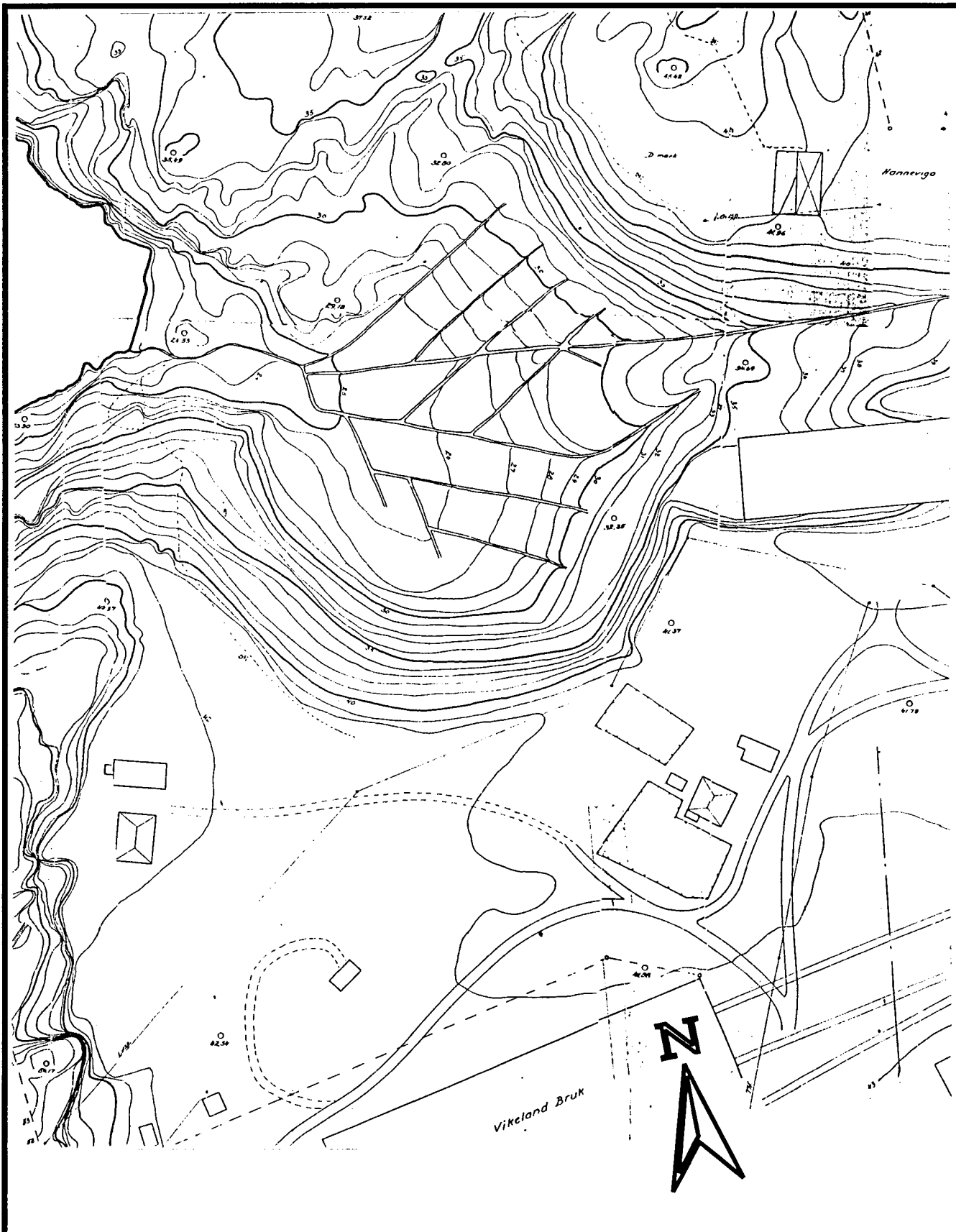
NGU vil derfor anbefale at de forurensede massene blir liggende der de er. Som tiltak anbefaler NGU at det på ny legges et tett asfaltdekk over de forurensede massene. Det er ikke behov for videre undersøkelser eller overvåkning av området, men ved fremtidig graving i området må en ta hånd om det forurensede laget på en tilfredsstillende måte.

## 6 REFERANSER

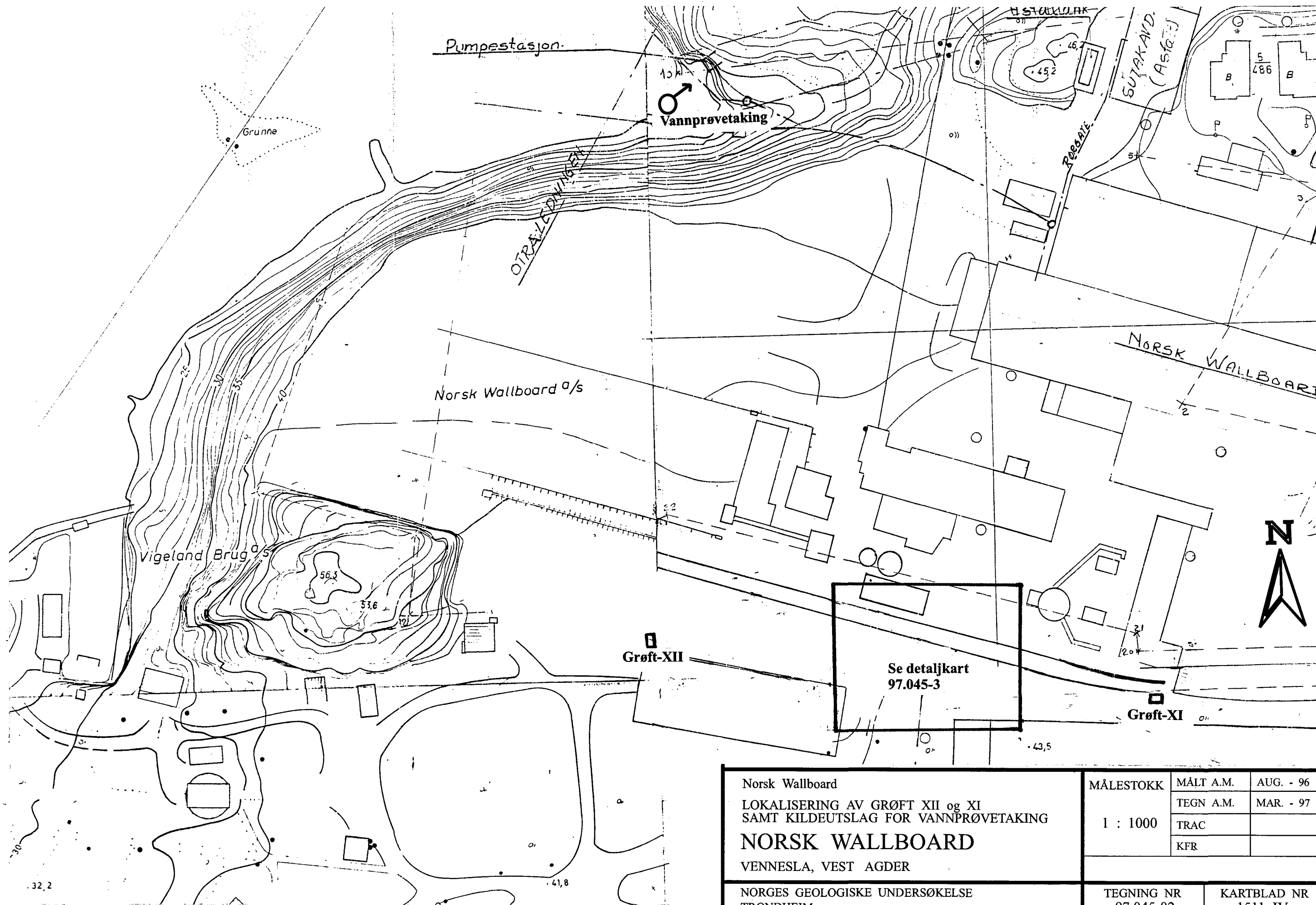
- Lindstedt, G. og Sollenberg, J. 1980: Polyaromater i arbeidsmiljøen, *Arbete och Halsa 1980:1* (Arbetarskyddstyrelsen, Stockholm).
- Moen, J.E.T., Cornet, J.P. og Evers, C.W.A. 1986: Soil protection and remedial action: criteria and decision making and standarization of requirements. In: *Contaminated soil*, ed. Assink J.W. og Vanderbrink W.J., Martinus Hijhoff Publishers, Dordrecht.
- Sosial- helsedepartementet, 1995: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.v.. *Forskrift gitt 1. Januar 1995*, Sosial- helsedepartementet, Oslo.
- Statens forurensningstilsyn 1991: Veiledning ved miljøtekniske grunnundersøkelser. *SFT-veiledning nr. 91.01*
- Statens forurensningstilsyn 1995: Håndtering av grunnforurensningssaker. Foreløpig saksbehandlerveiledning. *SFT Rapport 95:09*
- Wachtmeister, C.A. og Sundstrøm, G. 1986: Miljøgifter och miljøfororeningar - en oversikt med eksempler från yttre miljø och arbetsmiljø. I *Iversen, T-H (red.) Kjemiske miljøgifter 2, Effekter på biologiske systemer*. Universitetsforlaget AS, Norge.
- Ødegård, M. & Andreassen, B.Th. 1987: Methods for water analysis at the Geological Survey of Norway. In: *Geomedical Consequences of Chemical Composition of Freshwater. The Norwegian Academy of Science and Letter*, p133-150.

## KARTBILAG

- 97.045-1 Gammel terrengoverflate oppmålt i 1943, M 1:1000
- 97.045-2 Nytt kart fra 1983 som viser prøvetakingspunkt for vannprøve samt lokalisering av de undersøkte grøftene. M 1:1000
- 97.045-3 Detaljkart fra det undersøkte området. M 1:250
- 97.045-4 Viser antatt utbredelse av forurenset område.



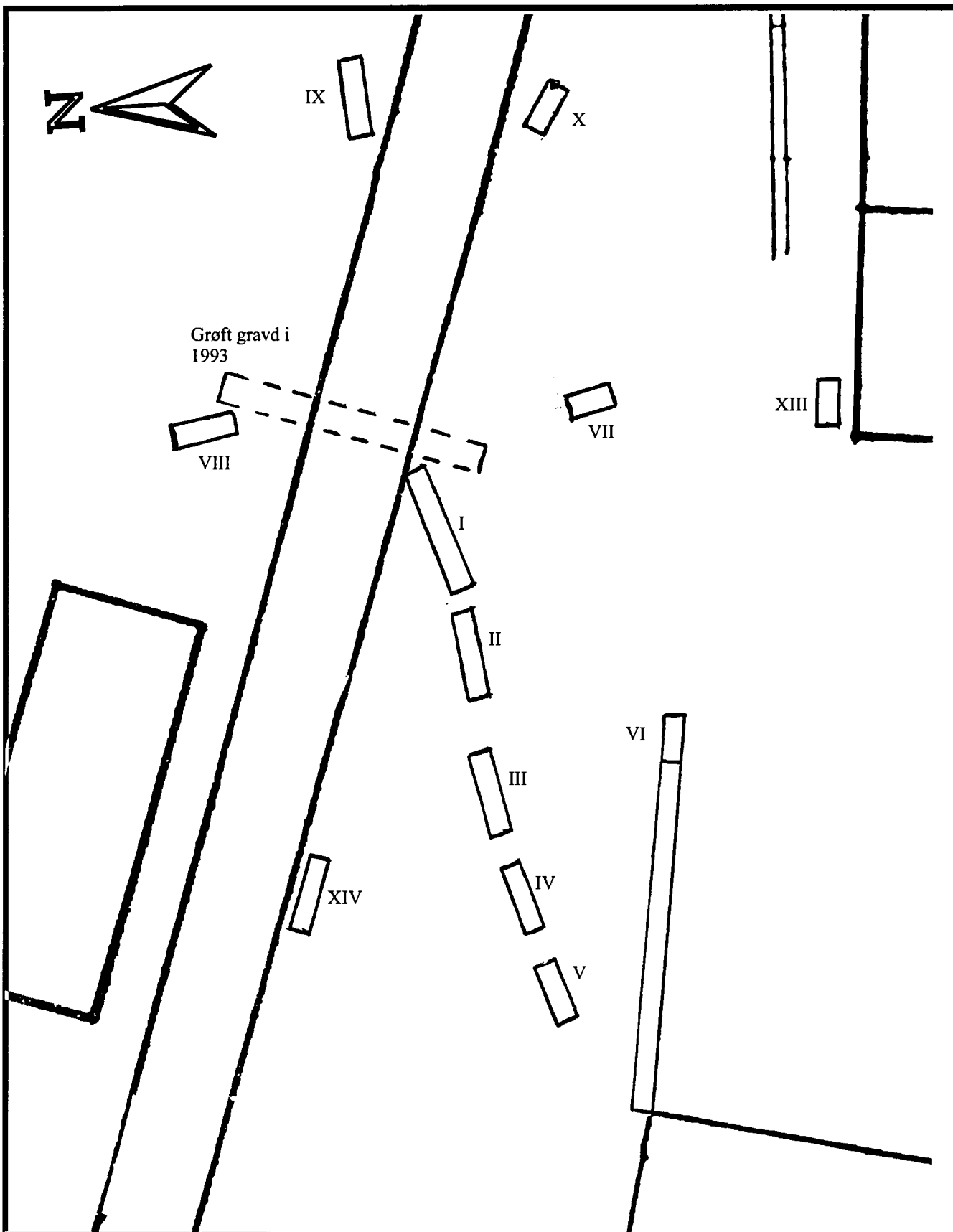
|   |                         |                        |           |
|---|-------------------------|------------------------|-----------|
| Norsk Wallboard<br>GAMMEL TERRENGOVERFLATE OPPMÅLT I 1943<br><b>NORSK WALLBOARD</b><br>VENNESLA, VEST AGDER | MÅLESTOKK               | MÅLT R&B               | 1943      |
|   | 1 : 1000                | TEGN A.M.              | MAR. - 97 |
|   |                         | TRAC                   |           |
|   |                         | KFR                    |           |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE<br>TRONDHEIM   | TEGNING NR<br>97.045-01 | KARTBLAD NR<br>1511 IV |           |



Se detaljkart  
97.045-3

|  |                         |                        |           |
|--|-------------------------|------------------------|-----------|
| Norsk Wallboard<br>LOKALISERING AV GRØFT XII og XI<br>SAMT KILDEUTSLAG FOR VANNPRØVETAKING<br><b>NORSK WALLBOARD</b><br>VENNESLA, VEST AGDER | MÅLESTOKK               | MÅLT A.M.              | AUG. - 96 |
|  | 1 : 1000                | TEGN A.M.              | MAR. - 97 |
|  |                         | TRAC                   |           |
|  |                         | KFR                    |           |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE<br>TRONDHEIM  | TEGNING NR<br>97.045-02 | KARTBLAD NR<br>1511 IV |           |





Norsk Wallboard

LOKALISERING AV GRØFT I - XIV

**NORSK WALLBOARD**

VENNESLA, VEST AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 250

MÅLT A.M.

AUG. - 96

TEGN A.M.

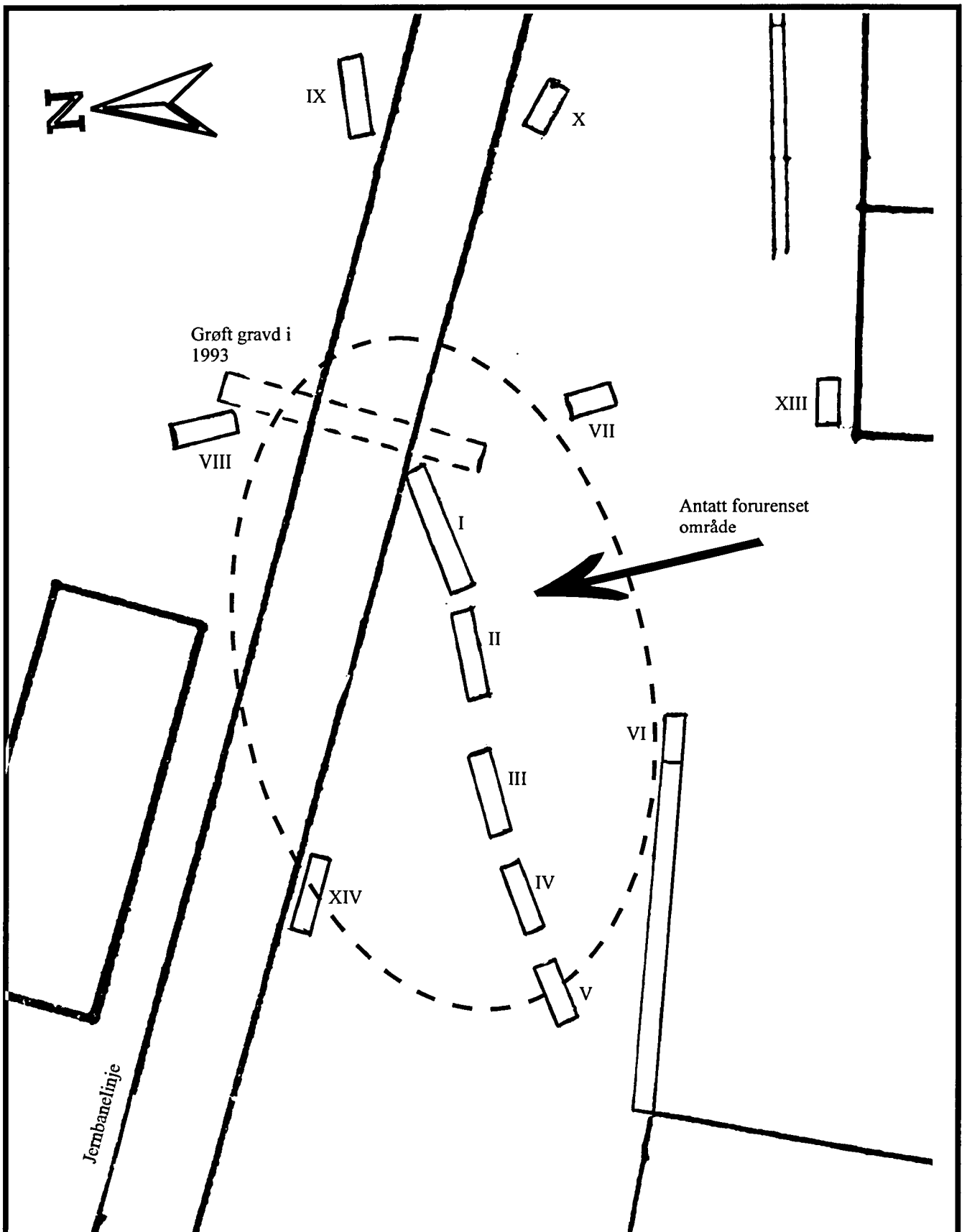
MER. - 97

TRAC

KFR

TEGNING NR  
97.045-03

KARTBLAD NR  
1511 IV



Norsk Wallboard

ANTATT FORURENSET OMRÅDE

**NORSK WALLBOARD**

VENNESLA, VEST AGDER

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 250

MÅLT A.M.

TEGN A.M.

TRAC

KFR

AUG. - 96

MER. - 97

TEGNING NR  
97.045-04

KARTBLAD NR  
1511 IV

## **FOTOBILAG**

- 1: Oversiktsbilde mot Norsk Wallboard
- 2: Oversikt over gravearbeidet
- 3: Detaljbilde av kreosotlaget i Grøft-I
- 4: Detaljbilde av de to kull/kokslagene i Grøft-VII
- 5: Prøvetaking i Grøft-II

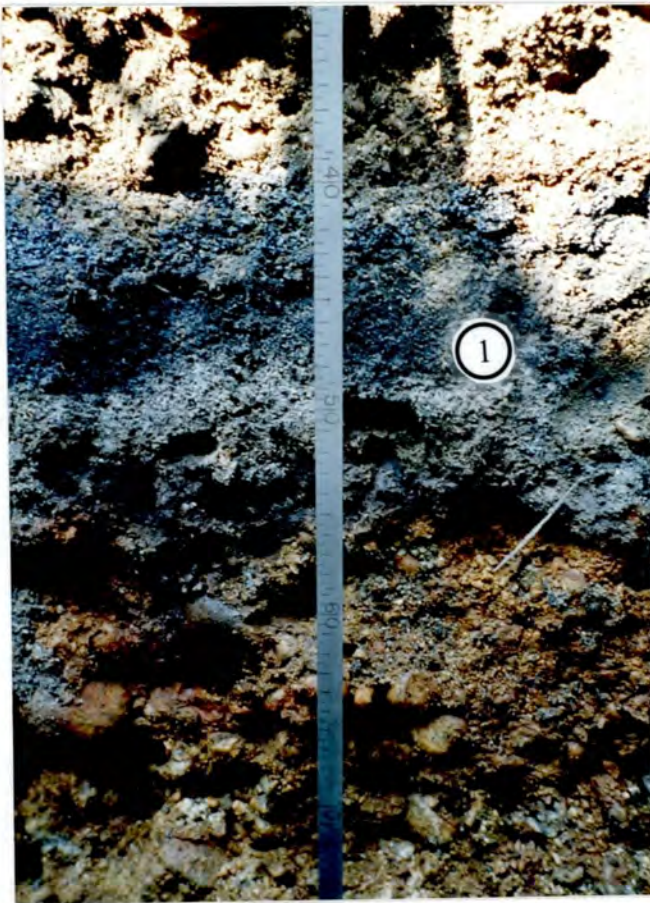


Fotobilag 1: Oversiktsbilde mot Norsk Wallboard

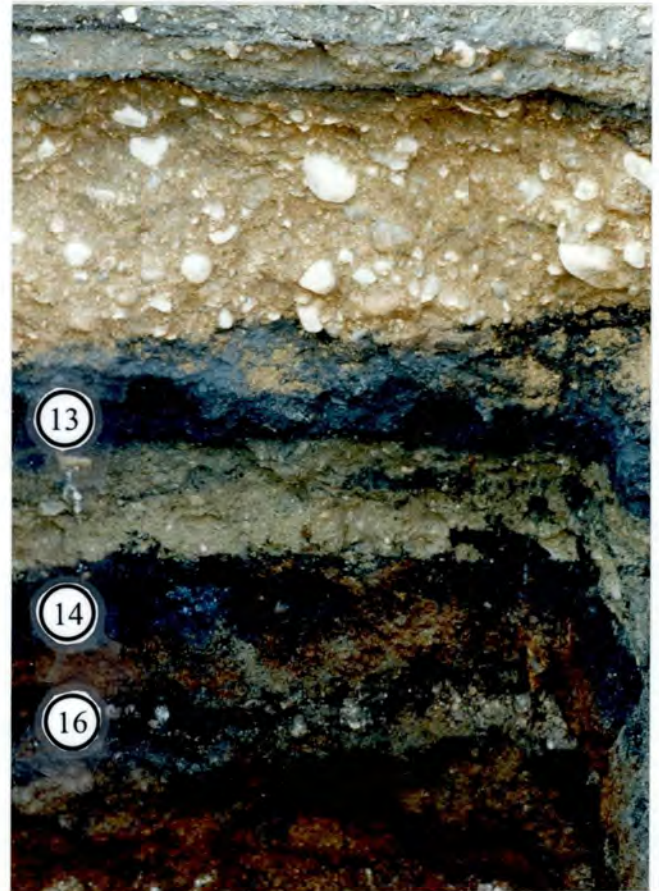


Fotobilag 2: Oversikt over gravearbeidet





Fotobilag 3: Detaljbilde av kreosotlaget i Grøft-I



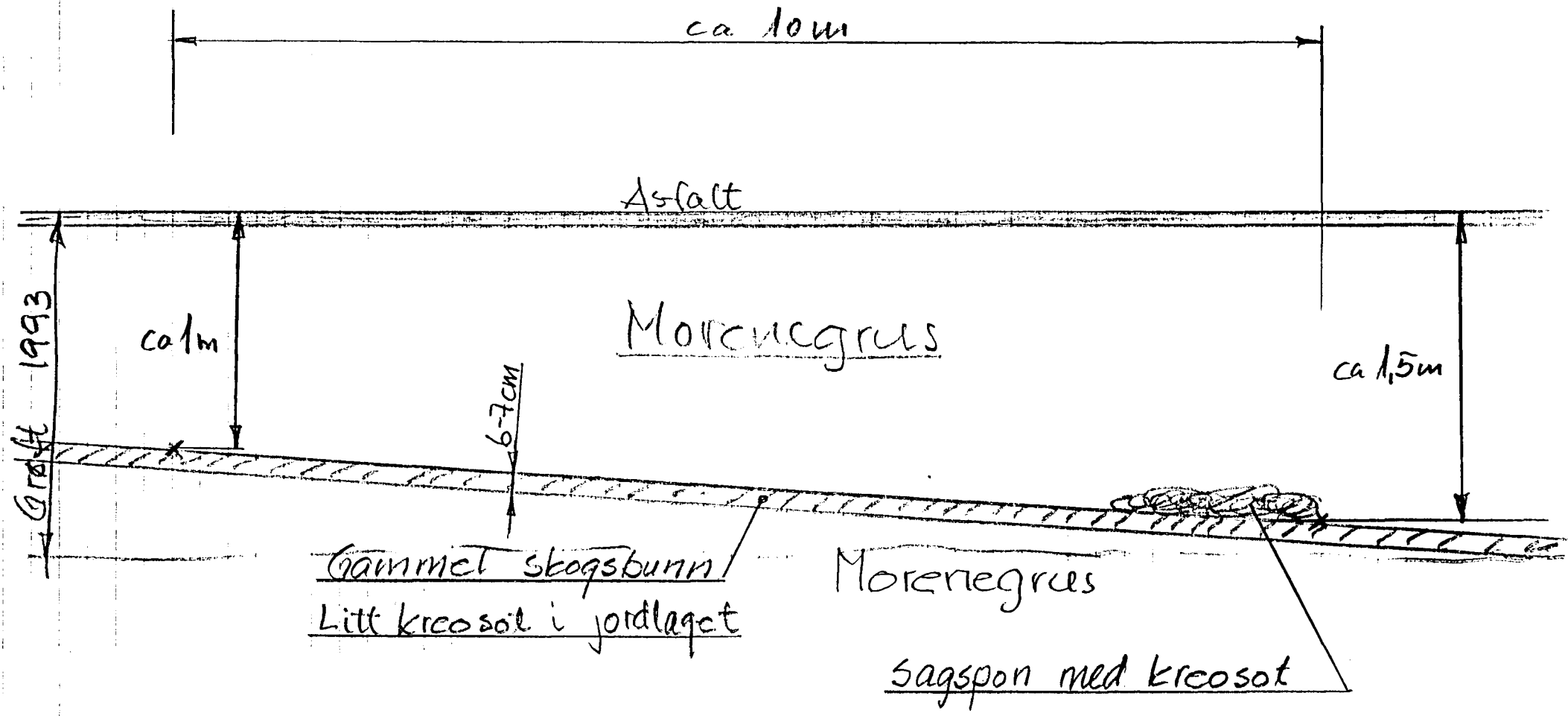
Fotobilag 4: Detaljbilde av de to kull/kokslagene i Grøft-VII



Fotobilag 5: Prøvetaking i Grøft-II

## **FIGURER**

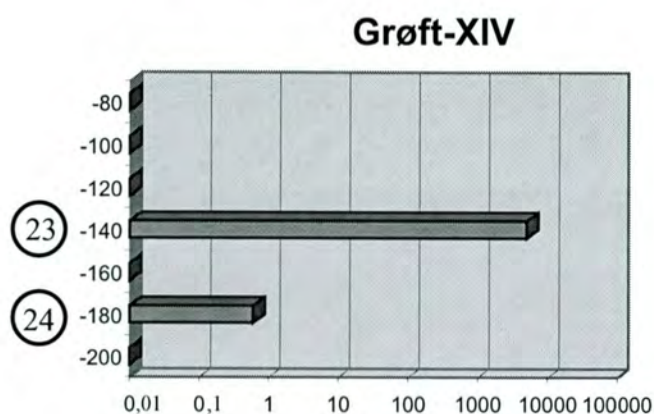
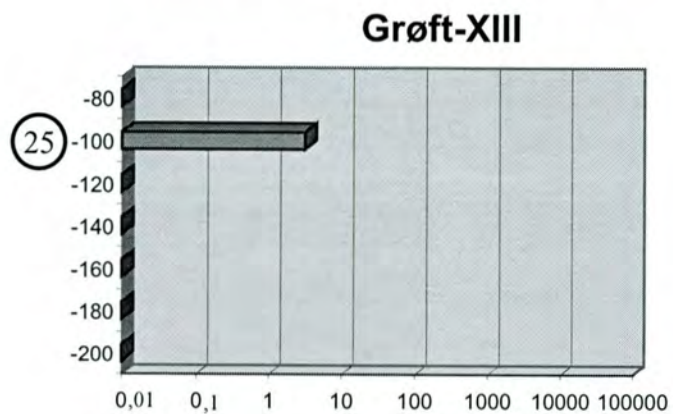
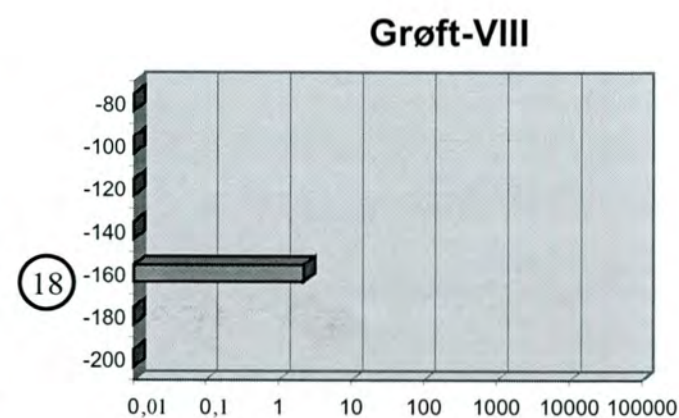
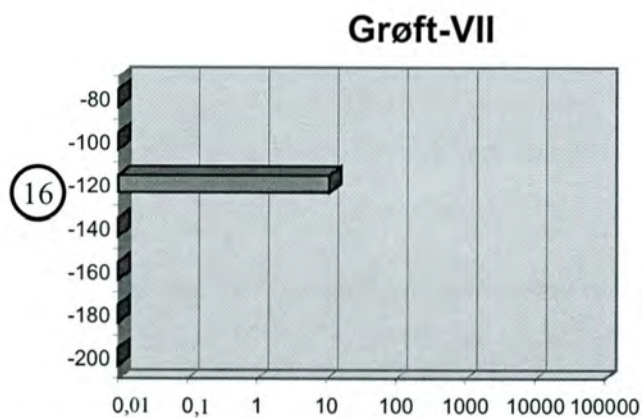
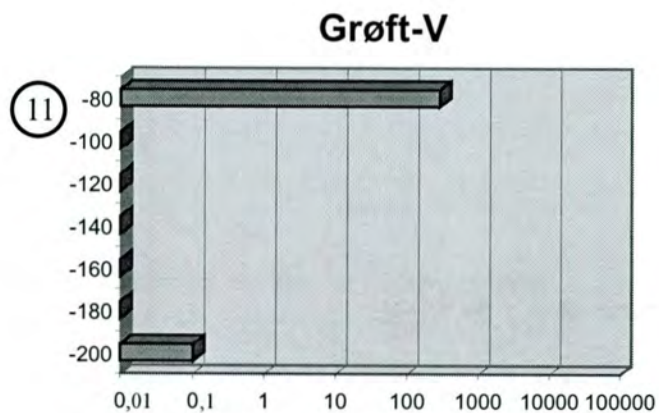
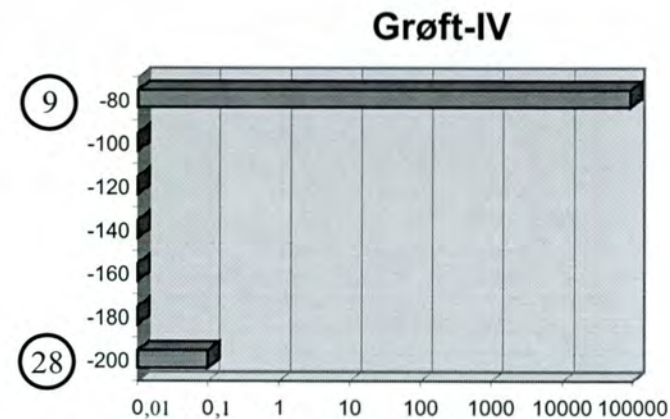
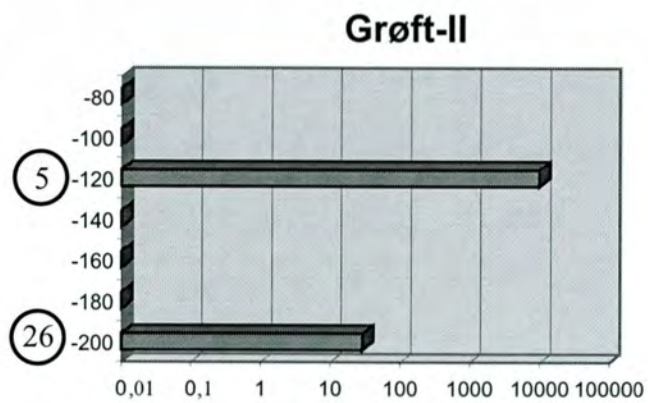
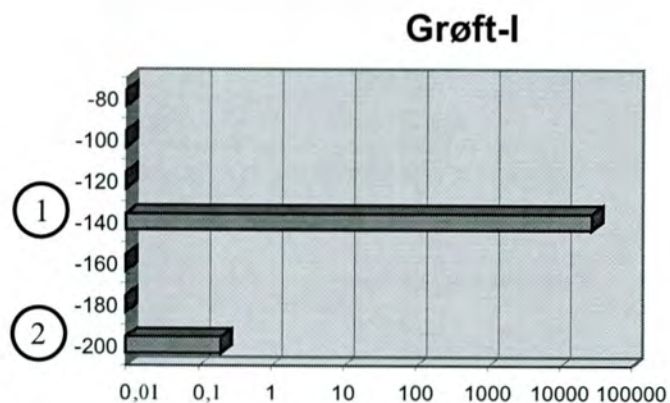
- Figur 1: Snitt av grøft gravd i 1993
- Figur 2: Målte verdier av PAH i grøftene som er prøvetatt



Figur 1: Snitt av grøft gravd i 1993

NORSK WALLBOARD A/S  
VENNESLA





Figur 2: Målte konsentrasjoner av PAH i µgPAH/g (logaritmisk skala) vist i cm under bakkenivå i de undersøkte grøftene. Prøvenummer er angitt.

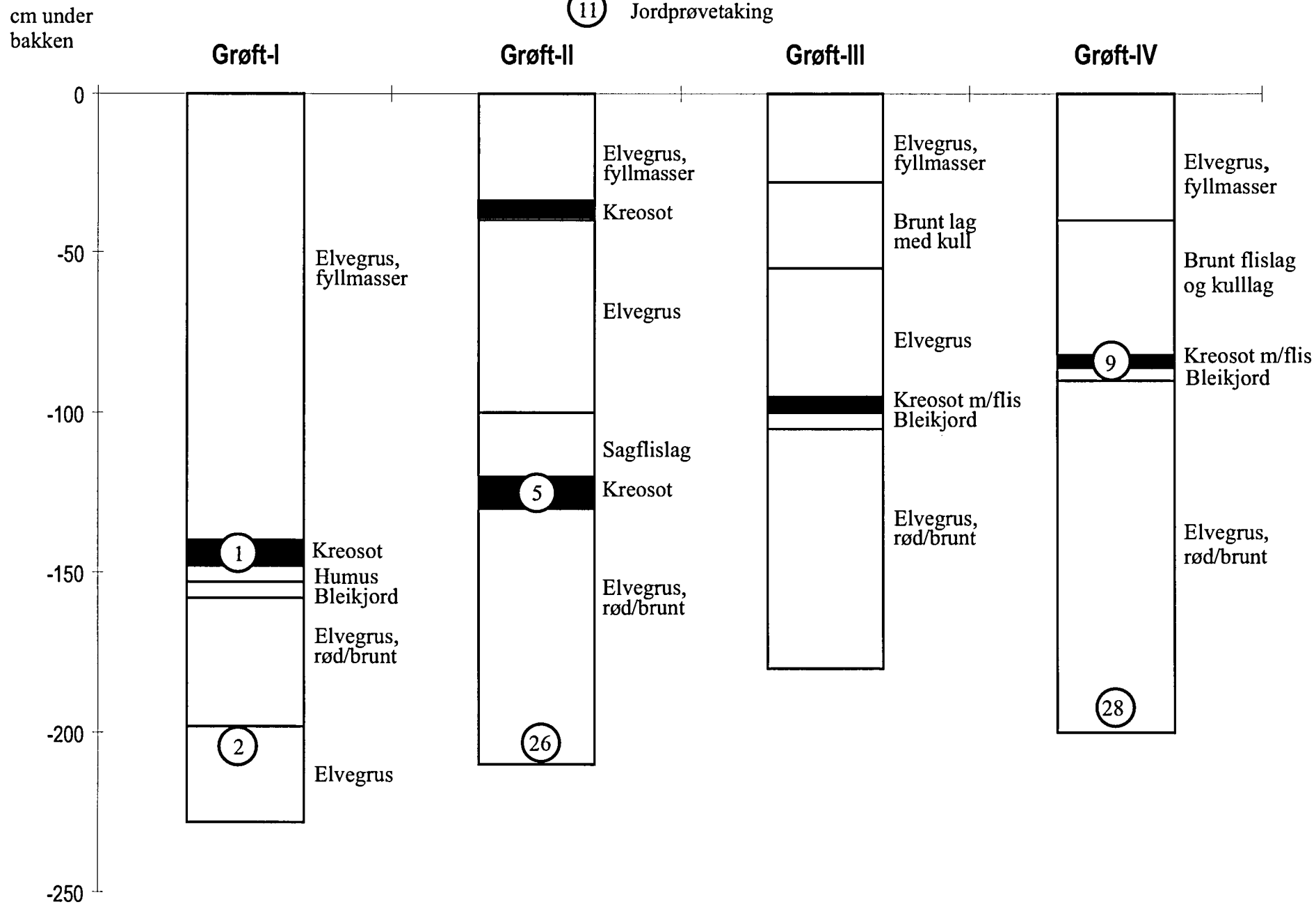


## **DATABILAG 1**

Profilbeskrivelse av Grøft I - XIV

# Beskrivelse av Grøft I - IV, Norsk Wallboard

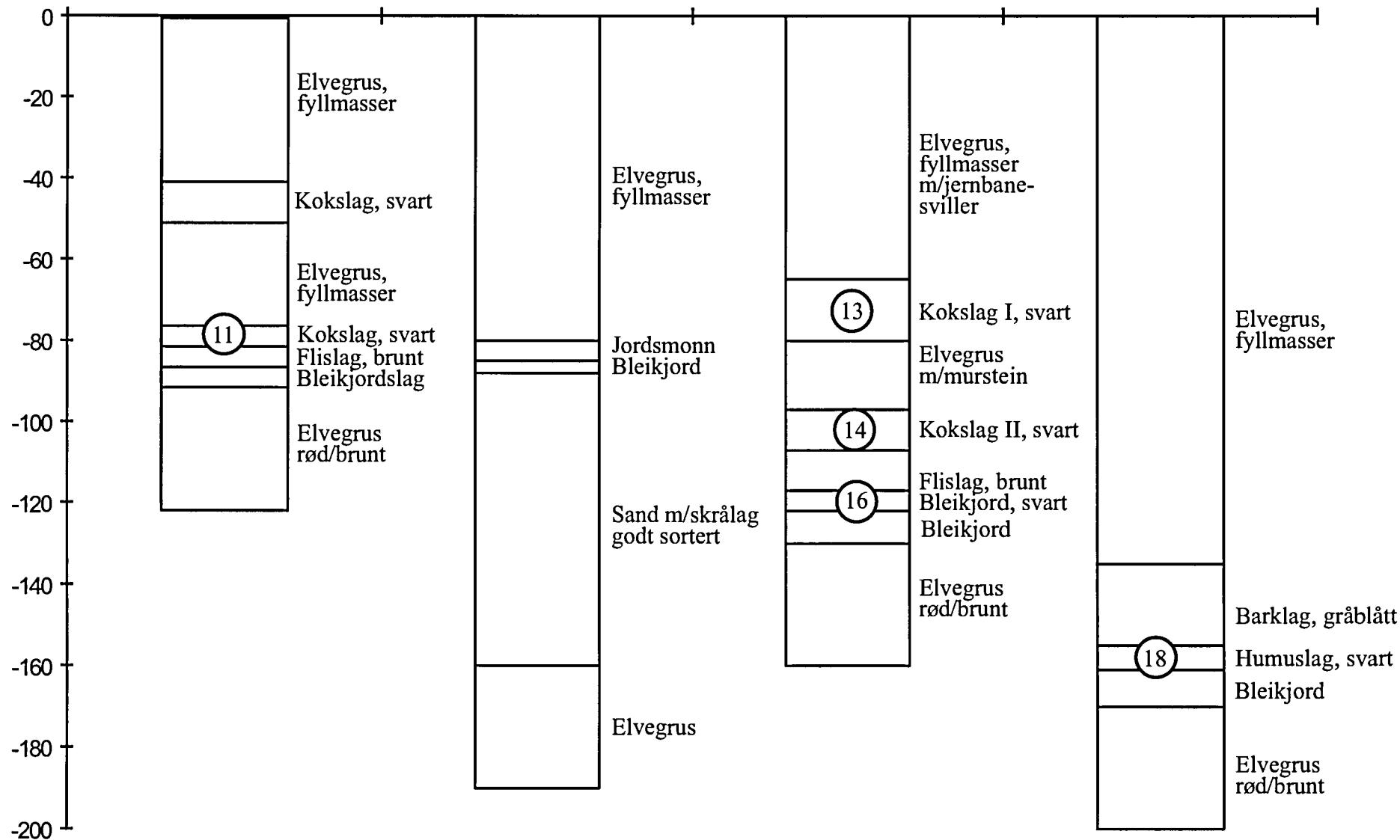
11 Jordprøvetaking



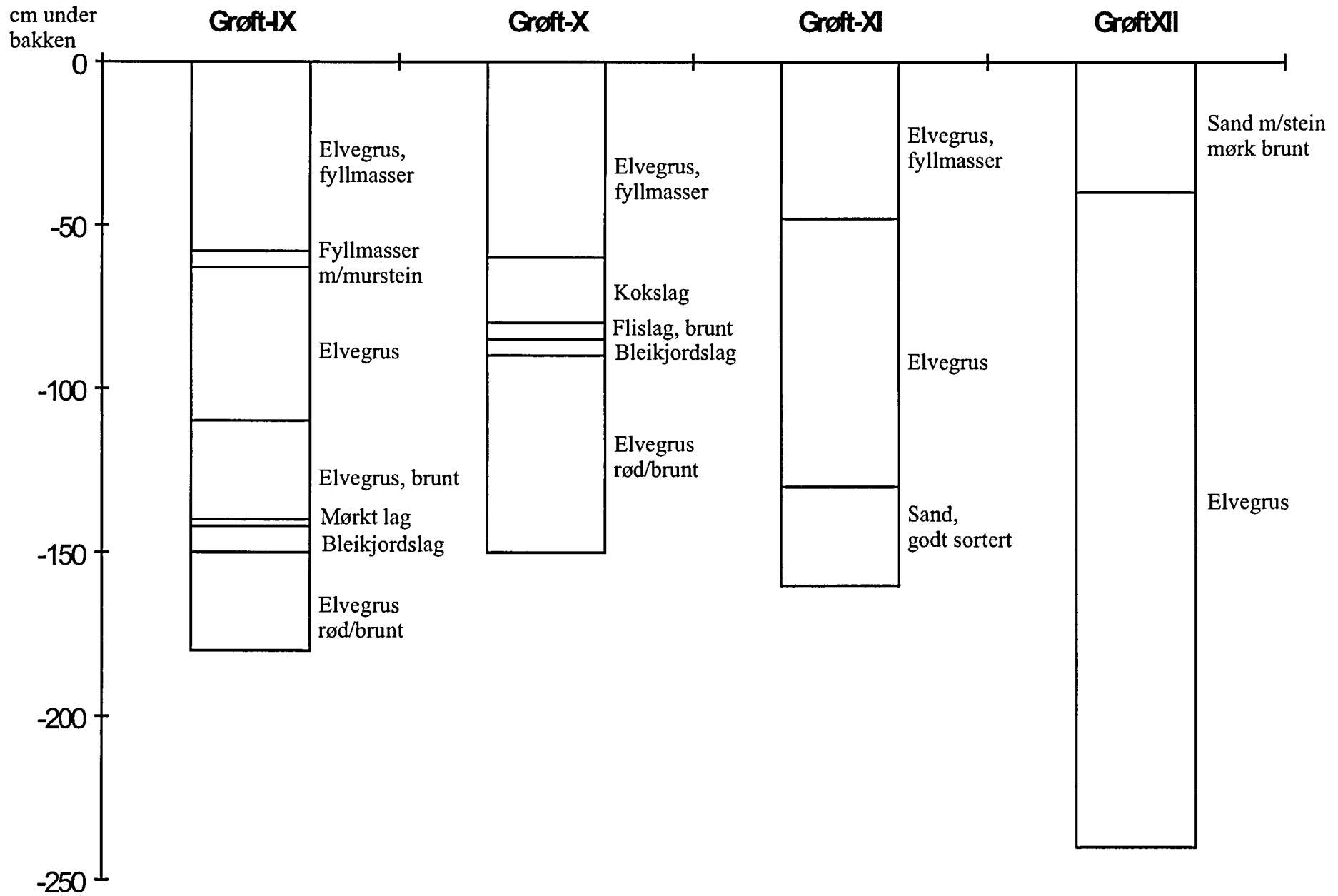
# Beskrivelse av Grøft V - VIII, Norsk Wallboard

⑪ Jordprøvetaking

cm under bakken



# Beskrivelse av Grøft IX - XII, Norsk Wallboard



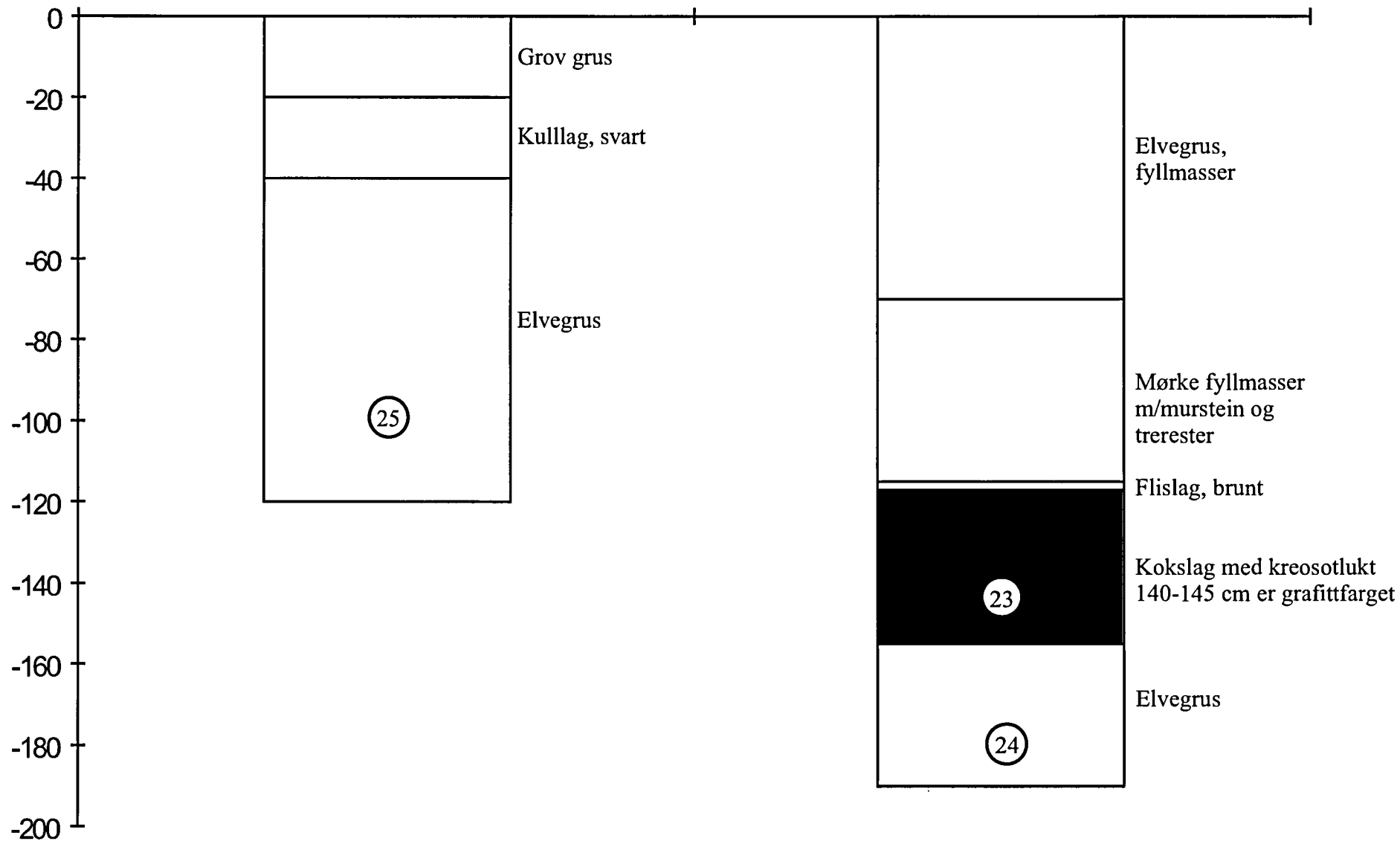
# Beskrivelse av Grøft XIII - XIV

⑪ Jordprøvetaking

cm under  
bakken

**Grøft-XIII**

**Grøft-XIV**



## **DATABILAG 2**

Analyserapport for sedimentprøve, prøvetatt høsten 1993, SINTEF kjemi



**SINTEF**  
SI

*Fax 380.26144*  
*Divind Rosmussen 380 26341*  
*Tytkemannens tiljovnerd.*

*Norsk Wallboard*  
*Vennesla*  
*Oslo lavaldrind*

SINTEF SI

Norsk Wallboard A.S  
Postboks 21  
4701 Vennesla

Adresse/Address:  
Postboks 124 Blindern  
N-0314 Oslo 3, NORWAY

Besøksadresse/Location:  
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:  
+47 22 06 73 00

Telefax:  
+47 22 06 73 50

Telex:  
71 536 SI N

Att.: Edvin Skaiå

## Rapport

Deres ref.:  
E.Skaiå

Vår ref.:  
G.Tveten

Direkte innvalg:  
22067981

Oslo,  
1993-10-15

Oppdragets tittel:

Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH i jordprøve.

Oppdrag nr.:  
21007893  
1993-59

### Sammendrag

Det ble funnet 28 mg PAH / g jord i prøven.

### Eksperimentelt

Prøven ble opparbeidet og analysert etter vår metode for analyse av PAH i jordprøver. Analysemetoden er vedlagt.

### Resultat

Resultatet er gitt i mg/g.

| Prøve | $\Sigma$ PAH | $\Sigma$ Bisykliske forb. | $\Sigma$ Andre polysykliske org.forb. |
|-------|--------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Jord  | 28           | 15                        | 3                                     |

Se vedlagte tabell for fordeling av de enkelte PAH-forbindelsene

Prøven luktet sterkt kreosot og så nærmest ut som gammelt treverk

Flere av PAH-forbindelsene er mutagene forbindelser, og kan fremkalle kreft. For vurdering og håndtering av denne typen jordprøver henviser vi til Statens forurensningstilsyn, SFT.

Med hilsen  
SINTEF SI

*Grete Tveten*  
Grete Tveten  
Prosjektleder

*for*  
Arne Lund Kvernheim  
Laboratorieleder

*Alfild Kinghø*

Tabell: Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), og andre polysykliske organiske forbindelser (POM).

| PRØVE: 1993-59              |                                |       |  |  |  |  |
|-----------------------------|--------------------------------|-------|--|--|--|--|
| Enhet: µg/g                 |                                |       |  |  |  |  |
| 1                           | Naftalen                       | 9600  |  |  |  |  |
| 2                           | 2-Metylnaftalen                | 2800  |  |  |  |  |
| 3                           | 1-Metylnaftalen                | 1600  |  |  |  |  |
| 4                           | Bifenyl                        | 670   |  |  |  |  |
| Sum identifisert bisykliske |                                | 14670 |  |  |  |  |
| 5                           | Acenaftalen                    |       |  |  |  |  |
| 6                           | Acenaften                      | 1700  |  |  |  |  |
| 7                           | Fluoren                        | 1900  |  |  |  |  |
| 8                           | 2-Metylfluoren                 |       |  |  |  |  |
| 9                           | 1-Metylfluoren                 |       |  |  |  |  |
| 10                          | Fenantren                      | 7100  |  |  |  |  |
| 11                          | Antracen                       | 2300  |  |  |  |  |
| 12                          | 3-Metylfenantren               | 340   |  |  |  |  |
| 13                          | 2-Metylfenantren               | 440   |  |  |  |  |
| 14                          | 2-Metylantracen                | 130   |  |  |  |  |
| 15                          | 4,5-Dimetylfenantren           | 480   |  |  |  |  |
| 16                          | 4-og/eller 9-Metylfenantren    | 320   |  |  |  |  |
| 17                          | 1-Metylfenantren               | 130   |  |  |  |  |
| 18                          | Fluoranten                     | 3800  |  |  |  |  |
| 19                          | Benz(e)acenaftalen *           |       |  |  |  |  |
| 20                          | Pyren                          | 2800  |  |  |  |  |
| 21                          | Etyl-metyl-fenantren *         | 290   |  |  |  |  |
| 22                          | Benzo(a)fluoren                | 400   |  |  |  |  |
| 23                          | Benzo(b)fluoren                | 400   |  |  |  |  |
| 24                          | 4-Metylpyren                   |       |  |  |  |  |
| 25                          | 2-Metylpyren / Metylfluoranten | 100   |  |  |  |  |
| 26                          | 1-Metylpyren                   | 98    |  |  |  |  |
| 27                          | Benzo(ghi)fluoranten           | 89    |  |  |  |  |
| 28                          | Benzo(c)fenantren              | 66    |  |  |  |  |
| 29                          | Cyclopenteno(cd)pyren          |       |  |  |  |  |
| 30                          | Benz(a)antracen                | 690   |  |  |  |  |
| 31                          | Krysén og Trifenylen           | 860   |  |  |  |  |
| 32                          | Benzo(b)fluoranten             |       |  |  |  |  |
| 33                          | Benzo(j)fluoranten             | 1100  |  |  |  |  |
| 34                          | Benzo(k)fluoranten             |       |  |  |  |  |
| 35                          | Benzo(e)pyren                  | 450   |  |  |  |  |
| 36                          | Benzo(a)pyren                  | 760   |  |  |  |  |
| 37                          | Perylen                        | 190   |  |  |  |  |
| 38                          | Indeno(1,2,3-cd)pyren          | 480   |  |  |  |  |
| 39                          | Dibenz(ac / ah)antracener      | 74    |  |  |  |  |
| 40                          | Benzo(ghi)perylene             | 500   |  |  |  |  |
| 41                          | Antantren                      | 91    |  |  |  |  |
| 42                          | Coronen                        | 33    |  |  |  |  |
| Sum identifisert PAH        |                                | 28111 |  |  |  |  |
|                             | Dibenzofuran                   | 1800  |  |  |  |  |
|                             | Dibenzothiolen                 | 280   |  |  |  |  |
|                             | Carbazol                       | 510   |  |  |  |  |
|                             | Benzo(d,e,f)dibenzothiolen *   | 650   |  |  |  |  |
|                             | Benzofenon                     | 28    |  |  |  |  |
|                             | Benzofenantridin               |       |  |  |  |  |
|                             | Benzo(c,d)pyren-6-on           |       |  |  |  |  |
| Sum identifiserte POM       |                                | 3268  |  |  |  |  |
| Total sum identifisert      |                                | 46049 |  |  |  |  |

Deteksjonsgrense

5-20

\* Verifisert ved tidligere MS-data. Kommersielle standarder ikke tilgjengelig.



## Vedlegg

Analysemetode for bestemmelse av polisykliske aromatiske hydrokarboner, PAH i jord/slam/grusprøver.

Prøvene ble oppbevart i kjølerom / fryserom til analysen ble utført.

En del av prøven ble veid ut til analyse, og en del til tørrstoffbestemmelse.

Til prøven ble det satt til en deuterert indre standard før den ble ekstrahert med diklormetan i ultralydbad og på ristebord. Ekstraksjonen ble gjentatt, ekstraktene ble slått sammen og løsemidlet byttet til cykloheksan.

Cykloheksanekstraktet ble rensert opp med væske/væske ekstraksjon med DMF:vann (9:1) og PAH-forbindelsene ble tilbakeextrahert i cykloheksan.

Ekstraktet ble vasket med vann og tørket med natriumsulfat. Ekstraktet ble analysert på en gaskromatograf med masseselektiv detektor (GC/MS).

Det ble benyttet en metode for identifisering av de enkelte PAH-forbindelsene ved å registrere forbindelsenes spesifikke ion (SIM) innenfor et bestemt tidsintervall. De enkelte PAH-forbindelsene ble kvantifisert ved hjelp av en kjent PAH standard og de tilsatte indre standarder.

### Kromatografiske betingelser:

Massespektrometer : Hewlett Packard 5970  
Gaskromatograf : Hewlett Packard 5890  
GC-kolonne : 30m x 0.25mm, 0.1µm DB 5

#### Temperaturer

Kolonne : 80°C(5min) - 6°C/min - 140°C - 15min - 4°C/min -  
220°C - 35min - 8°C/min - 300°C - 15min  
Injektor : 250°C  
Ionekilde : 300°C

Bæregass : He  
Ionisering : 70 eV  
Scan frekvens : 0.6 sec/scan  
Masseområde : 35-400  
Injeksjon : 2 µl

SI

GTV 20.3.92

### **DATABILAG 3**

Analyserapport for sedimentprøver, prøvetatt august 1996, SINTEF kjemi

NGU  
P.b. 3006 Lade  
7002 Trondheim

Att.: Arve Misund

96/00845 - 008

27.08.  
MGU  
AM  
543

SINTEF Kjemi

Adresse/Address:  
Postboks 124 Blindern  
N-0314 Oslo 3, NORWAY

Besøksadresse/Location:  
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:  
+47 22 06 73 00

Telefax:  
+47 22 06 73 50

Telex:  
71 536 SIN

Foretaksregisteret:  
NO 948 007 029 MVA

## Rapport

Deres ref.:  
96/00845-007MGU  
AM/ay

Vår ref.:  
G.Tveten

Direkte innvalg:  
22067981

Oslo,  
1996-09-25

Oppdrag nr.:  
664034.37

Oppdragets tittel:

Prøveserie:  
1996-539

Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH og GC/MS  
screening analyse.

### Sammendrag

Det ble påvist fra 0,1-92000 µg PAH/g jord i prøvene.

### Innledning

Prøvene ble mottatt 30.08.96 for analyse av PAH og organiske miljøgifter.

### Prøveoversikt

| Prøve                 | Dyp    | Serie nr. | Analyse parameter |
|-----------------------|--------|-----------|-------------------|
|                       |        | 1996-539  |                   |
| 1 Kreosotlag Grøft I  |        | 1         | GC/MS-screening   |
| 2 Rent lag Grøft I    | 200 cm | 2         | PAH               |
| 5 Kreosotlag Grøft II | 125 cm | 3         | "                 |
| 26 Rent lag Grøft II  |        | 4         | "                 |
| 9 Kreosotlag Grøft IV | 85 cm  | 5         | "                 |
| 28 Rent lag Grøft IV  | 200 cm | 6         | "                 |

| Prøve         |            | Dyp        | Serie nr. | Analyse parameter |
|---------------|------------|------------|-----------|-------------------|
|               |            |            | 1996-539  | PAH               |
| 11 Kull lag   | Grøft V    | 80 cm      | 7         | "                 |
| 16 Svart jord | Grøft VII  | 122 cm     | 8         | "                 |
| 18 Svart jord | Grøft VIII | 155-161 cm | 9         | "                 |
| 23 Kreosotlag | Grøft XIV  | 140-145 cm | 10        | "                 |
| 24 Rent lag   | Grøft XIV  | 180 cm     | 11        | "                 |
| 25 Elvegrus   | Grøft XIII | 100 cm     | 12        | "                 |

### Ekspérimentelt

Prøvene ble oppbevart i kjølerom til analysen ble utført.

Prøvene ble homogenisert ved omrøring og en del av prøvene ble veid ut til analyse, og en del til tørrstoffbestemmelse.

Tørrstoff bestemmelse ble utført etter Norsk standard 4764.

### GC/MS-screening.

Til prøve 1 ble det tilsatt en indre standard blanding til GC/MS-screening analyse.

Prøven ble ekstrahert med diklormetan/vann og analysert med en GC/MS-screening teknikk.

### PAH-analyse

Til prøvene ble det satt til en deuterert indre standard blanding før de ble ekstrahert med diklormetan/metanol (1:1) i ultralydbad og på ristebord. Ekstraksjonen ble gjentatt, ekstraktene ble slått sammen og metanolen ble vasket ut.

Ekstraktet ble vasket med vann og tørket med natriumsulfat. Ekstraktet ble analysert på en gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC/MS).

Det ble benyttet en metode for identifisering av de enkelte PAH-forbindelsene ved å registrere forbindelsenes molekyl ion (SIM) innenfor et bestemt tidsintervall. De enkelte PAH-forbindelsene ble kvantifisert ved hjelp av en kjent PAH standard og de tilsatte indre standarder.

**Resultat**

| Prøve         | Serie nr. | Tørrstoff % | Sum PAH | SUM Bisykliske forb. | Sum POM |
|---------------|-----------|-------------|---------|----------------------|---------|
|               | 1996-539  |             |         | mg/kg                |         |
| 1 Kreosotlag  | 1         | 58          | i.a.    |                      |         |
| 2 Rent lag    | 2         | 96          | 0,2     | 0,2                  | 0,02    |
| 5 Kreosotlag  | 3         | 88          | 9900    | 8000                 | 950     |
| 26 Rent lag   | 4         | 96          | 29      | 1,1                  | 1,5     |
| 9 Kreosotlag  | 5         | 58          | 92000   | 53000                | 8600    |
| 28 Rent lag   | 6         | 97          | 0,1     | 0,3                  | 0,01    |
| 11 Kull lag   | 7         | 80          | 280     | 50                   | 10      |
| 16 Svart jord | 8         | 50          | 11      | 120                  | 2,9     |
| 18 Svart jord | 9         | 62          | 2,2     | 8,1                  | 0,1     |
| 23 Kreosotlag | 10        | 95          | 5000    | 65                   | 260     |
| 24 Rent lag   | 11        | 96          | 0,6     | 0,01                 | i.p.    |
| 25 Elvegrus   | 12        | 85          | 3,1     | 0,2                  | 0,08    |

i.a. = ikke analysert

i.p. = ikke påvist

POM= andre polisykliske organiske forb.

Se vedlagte tabell for fordelingen av de enkelte PAH-forbindelsene i prøvene.

I prøve 1 (Kreosotlag Grøft I), var det 1200 mg/kg kromatograferbart materiale. PAH-forbindelser utgjorde hovedmengden av disse. Sum av innholdet av noen PAH forbindelser (naftalen, fenantren, fluoren og pyren) var ca. 300 mg/kg. Det ble ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i prøven.

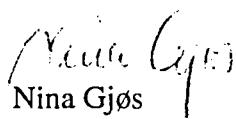
Deteksjonsgrensene jord:

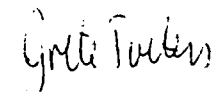
-enkeltporbindelser (BTEX) : 0,5 mg/kg.

-sum bensin : 5 mg/kg.

-sum hydrokarboner i karbontallsområdet ca. C12-C30 : 50 mg/kg.

Med hilsen  
SINTEF Kjemi

  
Nina Gjøs  
Laboratorieleder  
Miljøteknologi og analyse

  
Grete Tveten  
Prosjektleder

Vedlegg: 2 Tabeller

| Tabell 1   |                     |                        |                      |                        |                      |                   |
|--|---------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------------------|
| Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH og andre polysykliske organiske forb. POM |                     |                        |                      |                        |                      |                   |
| Serie nr.: 1996-539  | 2                   | 3                      | 4                    | 5                      | 6                    | 7                 |
| Prøvenavn:   | Rent lag<br>Grøft I | Kreosotlag<br>Grøft II | Rent lag<br>Grøft II | Kreosotlag<br>Grøft IV | Rent lag<br>Grøft IV | Kullag<br>Grøft V |
| Enhet: µg/g tørt materiale   |                     |                        |                      |                        |                      |                   |
| Naftalen   | 0.14                | 5695.2                 | 0.45                 | 31276.6                | 0.20                 | 25.9              |
| 2-Metylnaftalen  | 0.03                | 1316.8                 | 0.31                 | 12307.0                | 0.04                 | 16.2              |
| 1-Metylnaftalen  | 0.02                | 728.0                  | 0.24                 | 6738.0                 | 0.02                 | 6.6               |
| Bifenyl  | 0.01                | 269.8                  | 0.11                 | 2498.7                 | 0.01                 | 1.5               |
| <b>Sum identifiserte bisykliske</b>  | <b>0.20</b>         | <b>8009.8</b>          | <b>1.10</b>          | <b>52820.2</b>         | <b>0.25</b>          | <b>50.3</b>       |
| Acenaftalen  |                     | 3.8                    | 0.02                 | 42.1                   |                      | 1.4               |
| Acenaften  | 0.03                | 1026.4                 | 1.16                 | 9054.1                 | 0.02                 | 3.3               |
| Fluoren  | 0.02                | 750.8                  | 1.12                 | 6492.4                 | 0.01                 | 2.1               |
| 2-Metylfluoren   |                     |                        |                      |                        |                      |                   |
| 1-Metylfluoren   |                     |                        |                      |                        |                      |                   |
| Fenantren  | 0.06                | 1970.9                 | 4.87                 | 18381.4                | 0.03                 | 14.0              |
| Antracen   | 0.02                | 750.6                  | 1.66                 | 7161.1                 | 0.01                 | 4.4               |
| 3-Metylfenantren   | 0.01                | 188.5                  | 0.61                 | 1842.2                 |                      | 4.9               |
| 2-Metylfenantren   | 0.01                | 248.0                  | 0.89                 | 2421.6                 |                      | 6.4               |
| 2-Metylantracen  |                     | 144.9                  | 0.33                 | 1378.7                 |                      | 2.5               |
| 4,5-Metylenefenantren  | 0.01                | 307.6                  | 0.98                 | 2922.6                 |                      | 3.8               |
| 4-/9-Metylfenantren  |                     | 182.6                  | 0.53                 | 1869.6                 |                      | 7.4               |
| 1-Metylfenantren   |                     | 40.1                   | 0.15                 | 436.9                  |                      | 1.4               |
| Fluoranten   | 0.03                | 1109.7                 | 4.05                 | 10531.2                | 0.01                 | 32.9              |
| Benz(e)acenaftalen   |                     |                        |                      |                        |                      | 1.5               |
| Pyren  | 0.03                | 804.6                  | 3.19                 | 7341.4                 | 0.02                 | 25.8              |
| Etyl-metyl-fenantren   |                     | 75.7                   | 0.28                 | 777.3                  |                      | 4.3               |
| Benzo(a)fluoren  |                     | 173.6                  | 0.59                 | 1465.4                 |                      | 9.9               |
| Benzo(b)fluoren/4-Metylpyren   |                     | 188.6                  | 0.67                 | 1526.0                 |                      | 9.5               |
| 2-Metylpyren/Metylfuoranten  |                     | 51.2                   | 0.21                 | 484.0                  |                      | 3.3               |
| 1-Metylpyren   |                     | 43.8                   | 0.17                 | 399.8                  |                      | 2.3               |
| Benzo(ghi)fluoranten   |                     | 33.1                   | 0.13                 | 307.9                  |                      | 2.3               |
| Benzo(c)fenantren  |                     | 28.9                   | 0.11                 | 275.7                  |                      | 1.7               |
| Benz(a)antracen  |                     | 299.9                  | 1.16                 | 2723.5                 |                      | 17.9              |
| Krysen/Trifenylene   | 0.01                | 296.3                  | 1.39                 | 2492.7                 | 0.01                 | 15.8              |
| Benzo(b)+(j)+(k)fluoranten   | 0.01                | 362.1                  | 1.60                 | 3691.5                 | 0.01                 | 32.1              |
| Benzo(e)pyren  |                     | 126.8                  | 0.60                 | 1242.7                 |                      | 11.3              |
| Benzo(a)pyren  |                     | 185.8                  | 0.77                 | 2001.7                 |                      | 17.0              |
| Perylen  |                     | 187.0                  | 0.73                 | 1536.7                 |                      | 15.2              |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  |                     | 118.5                  | 0.45                 | 1141.1                 |                      | 11.2              |
| Dibenz(ac-ah)antracen  |                     | 21.4                   | 0.08                 | 268.8                  |                      | 2.0               |
| Benzo(ghi)perylene   |                     | 106.6                  | 0.43                 | 1021.9                 |                      | 9.2               |
| Antantren  |                     | 24.6                   | 0.05                 | 125.6                  |                      | 1.3               |
| Coronen  |                     |                        |                      | 168.5                  |                      | 0.8               |
| <b>Sum identifiserte PAH</b>   | <b>0.21</b>         | <b>9852.4</b>          | <b>28.99</b>         | <b>91526.3</b>         | <b>0.12</b>          | <b>278.9</b>      |
| Dibenzofuran   | 0.02                | 666.2                  | 0.73                 | 5995.2                 | 0.01                 | 3.5               |
| Dibenzothiofen   |                     | 95.0                   | 0.28                 | 924.3                  |                      | 0.8               |
| Karbazol   |                     | 145.6                  | 0.21                 | 1287.4                 |                      | 1.0               |
| Benzo(d,e,f)dibenzotiofen  |                     | 19.3                   | 0.09                 | 187.8                  |                      | 1.0               |
| Benzotiofen  |                     | 18.1                   | 0.16                 | 156.0                  |                      | 3.0               |
| Benzofenantridin   |                     | 5.8                    | 0.04                 |                        |                      | 0.7               |
| <b>Sum identifiserte POM</b>   | <b>0.02</b>         | <b>949.9</b>           | <b>1.52</b>          | <b>8550.5</b>          | <b>0.01</b>          | <b>10.0</b>       |
| <b>Total sum identifiserte</b>   | <b>0.43</b>         | <b>18812.1</b>         | <b>31.61</b>         | <b>152897.1</b>        | <b>0.40</b>          | <b>339.1</b>      |
| Kvantifiseringsgrense for enkelt forbindelser 0.01-4µg/g   |                     |                        |                      |                        |                      |                   |

| Tabell 2   |                         |                          |                         |                       |                        |
|--|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Bisykliske og polysykliske aromatiske hydrokarbener, PAH og andre polysykliske organiske forb. POM |                         |                          |                         |                       |                        |
| Serie nr.: 1996-539  | 8                       | 9                        | 10                      | 11                    | 12                     |
| Prøvenavn:   | Svart jord<br>Grøft VII | Svart jord<br>Grøft VIII | Kreosotlag<br>Grøft XIV | Rent lag<br>Grøft XIV | Elvegrus<br>Grøft XIII |
| Enhet: µg/g tørt materiale   |                         |                          |                         |                       |                        |
| Naftalen   | 92.9                    | 7.03                     | 15.4                    | 0.01                  | 0.16                   |
| 2-Metylnaftalen  | 17.2                    | 0.59                     | 10.6                    |                       | 0.05                   |
| 1-Metylnaftalen  | 8.5                     | 0.37                     | 36.2                    |                       | 0.03                   |
| Bifenyl  | 1.9                     | 0.11                     | 2.5                     |                       |                        |
| <b>Sum identifiserte bisykliske</b>  | <b>120.5</b>            | <b>8.11</b>              | <b>64.8</b>             | <b>0.01</b>           | <b>0.24</b>            |
| Acenaftalen  |                         |                          | 16.4                    |                       |                        |
| Acenaften  | 4.8                     | 0.34                     | 270.1                   | 0.01                  |                        |
| Fluoren  | 1.6                     | 0.12                     | 172.2                   | 0.01                  | 0.03                   |
| 2-Metylfluoren   |                         |                          |                         |                       |                        |
| 1-Metylfluoren   |                         |                          |                         |                       |                        |
| Fenantren  | 1.6                     | 0.33                     | 682.8                   | 0.04                  | 0.17                   |
| Antracen   | 0.3                     | 0.09                     | 308.7                   | 0.02                  | 0.06                   |
| 3-Metylfenantren   |                         |                          | 88.5                    | 0.01                  | 0.05                   |
| 2-Metylfenantren   |                         |                          | 130.2                   | 0.01                  | 0.08                   |
| 2-Metylantracen  |                         |                          | 67.0                    | 0.01                  | 0.07                   |
| 4,5-Metylenefenantren  |                         |                          | 121.8                   | 0.02                  |                        |
| 4-/9-Metylfenantren  |                         |                          | 91.6                    | 0.01                  |                        |
| 1-Metylfenantren   |                         |                          | 24.4                    | 0.00                  |                        |
| Fluoranten   | 0.6                     | 0.28                     | 694.8                   | 0.09                  | 0.19                   |
| Benz(e)acenaftalen   |                         |                          |                         |                       |                        |
| Pyren  | 0.5                     | 0.29                     | 526.4                   | 0.10                  | 0.22                   |
| Etyl-metyl-fenantren   |                         |                          | 59.4                    | 0.01                  |                        |
| Benzo(a)fluoren  |                         |                          | 86.6                    | 0.01                  | 0.05                   |
| Benzo(b)fluoren/4-Metylpyren   |                         |                          | 60.8                    | 0.01                  | 0.06                   |
| 2-Metylpyren/Metylfluoranten   |                         |                          | 38.4                    | 0.01                  |                        |
| 1-Metylpyren   |                         |                          | 29.9                    |                       |                        |
| Benzo(ghi)fluoranten   |                         |                          | 21.5                    |                       |                        |
| Benzo(c)fenantren  |                         |                          | 19.2                    |                       |                        |
| Benz(a)antracen  | 0.2                     | 0.11                     | 215.3                   | 0.04                  | 0.15                   |
| Krysen/Trifenylen  | 0.3                     | 0.16                     | 247.5                   | 0.05                  | 0.22                   |
| Benzo(b)+(j)+(k)fluoranten   | 0.5                     | 0.31                     | 575.3                   | 0.05                  | 0.40                   |
| Benzo(e)pyren  | 0.2                     | 0.11                     | 93.2                    | 0.02                  | 0.29                   |
| Benzo(a)pyren  |                         |                          | 119.4                   | 0.02                  | 0.24                   |
| Perylen  |                         |                          | 127.3                   | 0.03                  | 0.18                   |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  |                         |                          | 72.2                    | 0.01                  | 0.19                   |
| Dibenz(ac-ah)antracen  |                         |                          |                         |                       | 0.19                   |
| Benzo(ghi)perylene   |                         |                          | 60.5                    | 0.01                  | 0.28                   |
| Antantren  |                         |                          |                         |                       |                        |
| Coronen  |                         |                          |                         |                       |                        |
| <b>Sum identifiserte PAH</b>   | <b>10.6</b>             | <b>2.15</b>              | <b>5021.3</b>           | <b>0.59</b>           | <b>3.10</b>            |
| Dibenzofuran   | 2.8                     | 0.13                     | 149.9                   |                       | 0.02                   |
| Dibenzothiofen   | 0.1                     |                          | 53.7                    |                       | 0.02                   |
| Karbazol   |                         |                          |                         |                       |                        |
| Benzo(d,e,f)dibenzotiofen  |                         |                          | 20.2                    |                       |                        |
| Benzotiofen  |                         |                          | 31.7                    |                       | 0.04                   |
| Benzofenantridin   |                         |                          | 9.1                     |                       |                        |
| <b>Sum identifiserte POM</b>   | <b>2.9</b>              | <b>0.13</b>              | <b>264.6</b>            |                       | <b>0.08</b>            |
| <b>Total sum identifiserte</b>   | <b>134.1</b>            | <b>10.39</b>             | <b>5350.6</b>           | <b>0.60</b>           | <b>3.42</b>            |
| Kvantifiseringsgrense for enkelt forbindelser. 0.01-4µg/g  |                         |                          |                         |                       |                        |

## **DATABILAG 4**

Analyserapport for vannprøve, prøvetatt 21. oktober 1993, SINTEF kjemi



NGU  
P.b. 3006 Lade  
7002 Trondheim

96/00845-010

Att.: Arve Misund

MGU  
AM  
543**SINTEF Kjemi**

Adresse/Address:  
Postboks 124 Blindern  
N-0314 Oslo 3, NORWAY

Besøksadresse/Location:  
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:  
+47 22 06 73 00

Telefax:  
+47 22 06 73 50

Telex:  
71 536 SI N

Foretaksregisteret:  
NO 948 007 029 MVA

## Rapport

|                           |                       |                              |                           |
|---------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|
| 96/00845-009/MGU<br>AM/ås | Vår ref.:<br>G.Tveten | Direkte innvalg:<br>22067981 | Oslo,<br>1996-10-31       |
| Oppdragets tittel:        |                       |                              | Oppdrag nr.:<br>664045.06 |
|                           |                       |                              | Prøveserie:<br>1996-699   |

Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH.

### Sammendrag

---

Det ble påvist 0,04µg PAH/l i prøven.

---

### **Innledning**

Vannprøven ble mottatt 22.10.96 for analyse av PAH.

### **Prøveoversikt**

Prøven var merket: Norsk Wallboard, Vennesla.

### **Eksperimentelt**

Prøven ble oppbevart i kjølerom til analysen ble utført.

Til prøven ble det satt til en deuterert indre standard blanding før ekstraksjon med diklormetan. Ekstraktet ble konsentrert, vasket med vann og tørket med natriumsulfat. Ekstraktet ble analysert på en gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC/MS).

Det ble benyttet en metode for identifisering av de enkelte PAH-forbindelsene ved å registrere forbindelsenes molekyl ion (SIM) innenfor et bestemt tidsintervall. De enkelte PAH-forbindelsene ble kvantifisert ved hjelp av en kjent PAH standard og de tilsatte indre standarder.

### Resultat


| Prøve           | Serie nr. | Sum PAH | SUM<br>Bisykliske<br>forb. | Sum POM |
|-----------------|-----------|---------|----------------------------|---------|
|                 | 1996-699  | µg/l    |                            |         |
| Norsk Wallboard | 1         | 0,04    | i.p.                       | i.p.    |

i.p. = ikke påvist

POM= andre polysykliske organiske forb.

Se vedlagte tabell for fordelingen av de enkelte PAH-forbindelsene i prøven.

Med hilsen  
SINTEF Kjemi

  
Nina Gjøs  
Laboratorieleder  
Miljøteknologi og analyse

  
Grete Tveten  
Prosjektleder

Vedlegg: 1 Tabell

| Tabell   |                        |  |
|--|------------------------|--|
| Bisykliske og polisykliske aromatiske hydrokarboner, PAH og andre polisykliske organiske forb. POM |                        |  |
| <b>Prøve navn:</b>   | <b>Norsk Wallboard</b> |  |
| <b>Serie nr. 1996-699</b>  | <b>1</b>               |  |
| <b>Enhet: µg/l</b>   |                        |  |
| Naftalen   |                        |  |
| 2-Metylnaftalen  |                        |  |
| 1-Metylnaftalen  |                        |  |
| Bifenyl  |                        |  |
| Sum identifiserte bisykliske   | 0.000                  |  |
| Acenaftalen  |                        |  |
| Acenaften  |                        |  |
| Fluoren  |                        |  |
| 2-Metylfluoren   |                        |  |
| 1-Metylfluoren   |                        |  |
| Fenantren  | 0.011                  |  |
| Antracen   |                        |  |
| 3-Metylfenantren   |                        |  |
| 2-Metylfenantren   |                        |  |
| 2-Metylantracen  |                        |  |
| 4,5-Metylenefenantren  |                        |  |
| 4-/9-Metylfenantren  |                        |  |
| 1-Metylfenantren   |                        |  |
| Fluoranten   | 0.024                  |  |
| Benz(e)acenaftalen   |                        |  |
| Pyren  |                        |  |
| Etyl-metyl-fenantren   |                        |  |
| Benzo(a)fluoren  |                        |  |
| Benzo(b)fluoren  |                        |  |
| 4-Metylpyren   |                        |  |
| 2-Metylpyren/Metylfluoranten   |                        |  |
| 1-Metylpyren   |                        |  |
| Benzo(ghi)fluoranten   |                        |  |
| Benzo(c)fenantren  |                        |  |
| Cyclopenteno(cd)pyren  |                        |  |
| Benz(a)antracen  |                        |  |
| Krysen/Trifenylene   |                        |  |
| Benzo(b)+(j)+(k)fluoranten   |                        |  |
| Benzo(e)pyren  |                        |  |
| Benzo(a)pyren  |                        |  |
| Perylen  |                        |  |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren  |                        |  |
| Dibenz(ac-ah)antracen  |                        |  |
| Benzo(ghi)perylene   |                        |  |
| Antantren  |                        |  |
| Coronen  |                        |  |
| <b>Sum identifiserte PAH</b>   | <b>0.035</b>           |  |
| Dibenzofuran   |                        |  |
| Dibenzothiofen   |                        |  |
| Karbazol   |                        |  |
| Benzo(d,e,f)dibenzotiofen  |                        |  |
| Benzofenon   |                        |  |
| Benzofenantridin   |                        |  |
| <b>Sum identifiserte POM</b>   |                        |  |
| <b>Total sum identifiserte</b>   | <b>0.035</b>           |  |
| Kvantifiseringsgrense for enkelt forbindelse: 0.008-0.02 µg/l                                      |                        |  |

## **DATABILAG 5**

Analyserapport for uorganisk analyser av jordprøver prøvetatt august 96, NGU

NGU, Oppdrag miljøgeologi  
v/Arve Misund  
Prosjektnr. 2721.00

**Analyserapport 1996.084**

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1996.0184  
NGU PROSJEKT NR.: 2721.00

OPPDRAGSGIVER: NGU, Oppdrag miljøgeologi

ADRESSE:

TLF.: 362

KONTAKTPERSON: Arve Misund

PRØVETYPE: Sediment

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 13.09.96

ANMERKNINGER: Ingen

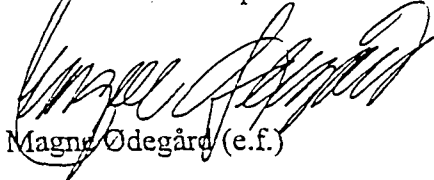
SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

| METODE                      | DOKUMENTASJON *) | OMFATTES AV<br>AKKREDITERING |
|-----------------------------|------------------|------------------------------|
| ICP-AES geologisk materiale | NGU-SD 2.11      | Ja                           |

Denne rapporten inneholder i alt 4 sider. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Alle forhold ved prøvetaking, behandling og transport av prøvene før innlevering til NGU-Lab er underlagt oppdragsgivers ansvar. Analyseresultater framlagt i denne rapporten refererer derfor kun til det prøvematerialet som er mottatt av NGU-Lab.

Trondheim, 26. september 1996

  
Magnar Odegård (e.f.)

\*) Fortegnelse over dokumentasjon finnes i NGU-Labs Kvalitetshåndbok, NGU-SD 0.1, som kan rekvireres fra NGU-Labs sekretariat.

Metoden er basert på fremstilling av analyseløsninger ved ekstraksjon med 7 N HNO<sub>3</sub> i autoklav i samsvar med Norsk Standard - NS 4770

**INSTRUMENT TYPE :** Thermo Jarrell Ash ICP 61

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSER FOR PLASMA ANALYSER BASERT PÅ AUTOKLAVEKSTRASJON (1 g prøve i 100 ml analysevolum)**  
(For analyser med tynningsfaktor som avviker fra 100, blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet.)

|           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Si<br>ppm | Al<br>ppm | Fe<br>ppm | Ti<br>ppm | Mg<br>ppm | Ca<br>ppm | Na<br>ppm | K<br>ppm  | Mn<br>ppm | P<br>ppm  |
| 100.-     | 20.-      | 5.-       | 1.-       | 100.-     | 200.-     | 200.-     | 100.-     | 0.2       | 10.-      |
| Cu<br>ppm | Zn<br>ppm | Pb<br>ppm | Ni<br>ppm | Co<br>ppm | V<br>ppm  | Mo<br>ppm | Cd<br>ppm | Cr<br>ppm | Ba<br>ppm |
| 1.-       | 2.-       | 5.-       | 2.-       | 1.-       | 1.-       | 1.-       | 1.-       | 1.-       | 1.-       |
| Sr<br>ppm | Zr<br>ppm | Ag<br>ppm | B<br>ppm  | Be<br>ppm | Li<br>ppm | Sc<br>ppm | Ce<br>ppm | La<br>ppm | Y<br>ppm  |
| 2.-       | 1.-       | 1.-       | 5.-       | 0.2       | 1.-       | 0.2       | 10.-      | 1.-       | 0.2       |

**ANALYSEUSIKKERHET:** For samtlige elementer regnes med en total usikkerhet i ekstraksjon og analyse på ± 10 %.

**PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 2+2 P

**ANMERKNINGER:** Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

|                  |                    |                      |
|------------------|--------------------|----------------------|
| Ferdig analysert | 26. september 1996 | Brit Inger Vongraven |
|                  | Dato               | OPERATØR             |

|    | 13       | 13 P     | 14       | 14 P     |
|----|----------|----------|----------|----------|
| Si | 206ppm   | 212ppm   | 328ppm   | 227ppm   |
| Al | 393ppm   | 510ppm   | 843ppm   | 379ppm   |
| Fe | 0.12%wt  | 0.14%wt  | 0.35%wt  | 0.17%wt  |
| Ti | 17.4ppm  | 37.1ppm  | 106ppm   | 32.8ppm  |
| Mg | 109ppm   | 140ppm   | 510ppm   | < 100ppm |
| Ca | 813ppm   | 853ppm   | 986ppm   | 749ppm   |
| Na | 220ppm   | < 200ppm | 208ppm   | < 200ppm |
| K  | < 100ppm | < 100ppm | 158ppm   | < 100ppm |
| Mn | 21.7ppm  | 28.0ppm  | 40.0ppm  | 14.9ppm  |
| P  | 42.2ppm  | 56.5ppm  | 99.0ppm  | 60.9ppm  |
| Cu | 17.5ppm  | 27.5ppm  | 8.6ppm   | 7.1ppm   |
| Zn | 14.4ppm  | 15.8ppm  | 21.3ppm  | 17.2ppm  |
| Pb | 13.2ppm  | 13.0ppm  | 68.0ppm  | 54.7ppm  |
| Ni | 25.3ppm  | 26.0ppm  | 17.3ppm  | 10.9ppm  |
| Co | < 1.0ppm | 1.3ppm   | 1.8ppm   | < 1.0ppm |
| V  | 50.3ppm  | 53.1ppm  | 12.3ppm  | 9.3ppm   |
| Mo | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm |
| Cd | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm |
| Cr | 1.3ppm   | < 1.0ppm | 4.7ppm   | 1.4ppm   |
| Ba | 17.2ppm  | 12.3ppm  | 26.6ppm  | 20.3ppm  |
| Sr | 7.4ppm   | 6.2ppm   | 7.2ppm   | 5.9ppm   |
| Zr | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm |
| Ag | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm |
| B  | < 5.0ppm | < 5.0ppm | 6.0ppm   | 5.8ppm   |
| Be | 303ppb   | 364ppb   | 758ppb   | 455ppb   |
| Li | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm | < 1.0ppm |
| Sc | < 200ppb | < 200ppb | 462ppb   | < 200ppb |
| Ce | <10.0ppm | <10.0ppm | <10.0ppm | <10.0ppm |
| La | < 1.0ppm | < 1.0ppm | 3.3ppm   | < 1.0ppm |
| Y  | 297ppb   | 435ppb   | 1.3ppm   | 693ppb   |







(Untitled)

| Channel<br>Diameter<br>(Lower)<br>µm | Cum. <<br>Volume<br>% |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 47.93                                | 0                     |
| 52.63                                | 0                     |
| 57.77                                | 0                     |
| 63.41                                | 0                     |
| 69.62                                | 0                     |
| 76.43                                | 0                     |
| 83.90                                | 0                     |
| 92.09                                | 0                     |
| 101.1                                | 0                     |
| 111.0                                | 0                     |
| 121.8                                | 0                     |
| 133.7                                | 0                     |
| 146.8                                | 0.062                 |
| 161.2                                | 0.186                 |
| 176.8                                | 0.303                 |
| 194.2                                | 0.440                 |
| 213.2                                | 0.718                 |
| 234.1                                | 1.25                  |
| 256.8                                | 2.04                  |
| 282.1                                | 3.11                  |
| 309.6                                | 4.66                  |
| 339.8                                | 6.80                  |
| 373.1                                | 9.49                  |
| 409.6                                | 12.70                 |
| 449.7                                | 16.44                 |
| 493.6                                | 20.60                 |
| 541.9                                | 24.93                 |
| 594.9                                | 29.37                 |
| 653.0                                | 33.88                 |
| 716.9                                | 38.43                 |
| 786.9                                | 43.24                 |
| 863.9                                | 48.47                 |
| 948.2                                | 53.55                 |
| 1,041                                | 58.44                 |
| 1,143                                | 64.32                 |
| 1,255                                | 70.72                 |
| 1,377                                | 75.47                 |
| 1,512                                | 79.49                 |
| 1,660                                | 85.12                 |
| 1,822                                | 92.38                 |
| 2,000                                | 100.00                |





pr24gjen

| Channel<br>Diameter<br>(Lower)<br>µm | Cum. <<br>Volume<br>% |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 47.93                                | 0.382                 |
| 52.63                                | 0.398                 |
| 57.77                                | 0.414                 |
| 63.41                                | 0.430                 |
| 69.62                                | 0.447                 |
| 76.43                                | 0.465                 |
| 83.90                                | 0.486                 |
| 92.09                                | 0.512                 |
| 101.1                                | 0.544                 |
| 111.0                                | 0.583                 |
| 121.8                                | 0.634                 |
| 133.7                                | 0.702                 |
| 146.8                                | 0.796                 |
| 161.2                                | 0.922                 |
| 176.8                                | 1.09                  |
| 194.2                                | 1.32                  |
| 213.2                                | 1.65                  |
| 234.1                                | 2.13                  |
| 256.8                                | 2.83                  |
| 282.1                                | 3.84                  |
| 309.6                                | 5.23                  |
| 339.8                                | 7.08                  |
| 373.1                                | 9.43                  |
| 409.6                                | 12.27                 |
| 449.7                                | 15.53                 |
| 493.6                                | 19.13                 |
| 541.9                                | 22.98                 |
| 594.9                                | 27.00                 |
| 653.0                                | 31.17                 |
| 716.9                                | 35.54                 |
| 786.9                                | 40.14                 |
| 863.9                                | 45.04                 |
| 948.2                                | 50.26                 |
| 1,041                                | 55.79                 |
| 1,143                                | 61.59                 |
| 1,255                                | 67.61                 |
| 1,377                                | 73.82                 |
| 1,512                                | 80.18                 |
| 1,660                                | 86.69                 |
| 1,822                                | 93.34                 |
| 2,000                                | 100.00                |