

NGU-rapport 91.155

KARTLEGGING AV OLJEFORURENSET
GRUNN/GRUNNVANN VED BYGNING 111
TRANDUM MILITÆRLEIR

Rapport nr. 91.155		ISSN 0800-3416		Åpen/ Førtrolig -til	
Tittel: Kartlegging av oljeforurenset grunn/grunnvann ved bygning 111, Trandum militærleir.					
Forfatter: Gaute Storrø			Oppdragsgiver: Forsvarets bygningstjeneste /HR		
Fylke: Akershus			Kommune: Ullensaker		
Kartbladnavn (M. 1:250 000)			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1915 I Eidsvoll 1915 II Ullensaker 1915 III Nannestad 1915 IV Hurdal		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 71		Pris: 167.-
			Kartbilag: 0		
Feltarbeid utført: Okt. - des. 1990		Rapportdato: 21.03.90		Prosjektnr.: 63.2555.00	
			Seksjonssjef: GAUTE STORRØ		
Sammendrag: <p>Rapporten beskriver forurensingssituasjonen ved bygg 111, Trandum militærleir, etter at en akutt lekkasje av 20.000 liter fyringsolje oppsto den 12.10.90.</p> <p>Det er funnet at ca. 940 m³ jord er forurenset av mineralolje pr. 08.11.90. Mildere oljekonsentrasjon i forurensingsområdet er beregnet til 12,5 g/kg masse. De høyeste målte konsentrasjoner er 20 g/kg.</p> <p>Høyeste målte verdi for totalt hydrokarboninnhold i grunnvannsprøver fra forurensingsområdet er 1,6 mg/l. Tilsvarende konsentrasjon er også funnet for en grunnvannsprøve fra et område som ikke er påvirket av den aktuelle tanklekkasje. Dette viser at andre kilder for hydrokarbonforurensing enn lekkasjen ved bygg 111 er tilstede i Trandum/-Gardermoenområdet.</p> <p>Det foregår kontinuerlig utpumping av vann fra brønnen PB2. Dette anses, sammen med den iverksatte overvåking og beredskap, som en tilfredsstillende, midlertidig sikring mot videre, omfattende spredning av forurensingen i mettet sone.</p>					
Emneord		Hydrogeologi		Fagrappport	
Forurensing		Grunnvann		Løsmasser	

INNHALDSFORTEGNELSE

	SIDE
1. SAMMENDRAG	1
2. INNLEDNING	2
3. FORMÅL OG STRATEGI	2
4. BESKRIVELSE AV LOKALITETEN	3
5. FELTARBEID, METODER OG ANALYSER	4
5.1 Boringer og prøvetaking	4
5.2 Analyser	5
6. RESULTATER OG VURDERINGER	6
6.1 Løsmasseforhold	6
6.2 Hydrogeologi	6
6.3 Resultater fra analyse av jordprøver	8
6.4 Resultater fra analyse av vannprøver	11
6.5 Overvåking og beredskap	13
6.6 Opprensningstiltak	13
7. KONKLUSJON	14

LITTERATURREFERANSER

TEGNINGER (1 - 14)

VEDLEGG (1 - 9)

APPENDIX (1 - 3)

1. SAMMENDRAG

Den 12.10.90 ble det stadfestet en akutt lekkasje av 20.000 liter fyringsolje fra en oljetank ved bygning nr 111 ved Trandum militærleir. Rapporten beskriver forurensings-situasjonen for jord og grunnvann i det aktuelle området.

Det er funnet at ca 940 m³ jord er forurenset av mineralolje pr 08.11.90. Midlere oljekonsentrasjon i forurensingsområdet er beregnet til 12,5 g/kg masse. De høyeste målte konsentrasjoner er 20 g/kg. Dersom kriterier benyttet i Nederland (ABC-verdier) legges til grunn er dette såvidt høye konsentrasjoner at iverksetting av opprensningstiltak er påkrevet. Det synes rimelig at forurensingsfronten har beveget seg videre i vertikal retning etter den omtalte dato, slik at forurenset område pr dato når ned til grunnvannspeilet på 31 m's dyp.

Høyeste målte verdi for totalt hydrokarboninnhold (THC) i grunnvannsprøver fra forurensingsområdet er 1,6 mg/l. Det synes klart at denne grunnvannsforurensingen har sitt opphav i den aktuelle tanklekkasje. Tilsvarende konsentrasjoner er imidlertid funnet for en grunnvannsprøve fra et område som ikke er påvirket av den aktuelle tanklekkasje. Dette viser at andre kilder for hydrokarbonforurensing enn lekkasjen ved bygg 111 er tilstede i Trandum/Gardermoen-området.

Vertikal nedtrengningshastighet for oljen i umettet sone er i den innledende fase av lekkasjen beregnet til minimum 1 m/døgn. Hastigheten avtar over tid og er 3-4 uker etter at lekkasjen oppsto beregnet til 0,7 m/døgn. Maksimal hastighet for en eventuell spredning av oljeforurensing i mettet grunnvannssone er beregnet til 14 cm/døgn.

Det foregår kontinuerlig utpumping av vann fra brønnen PB2. Dette anses, sammen med den iverksatte overvåking og beredskap, som en tilfredsstillende, midlertidig sikring mot videre, omfattende spredning av forurensingen i mettet sone.

Nærmere vurdering av opprensningstiltak kunne således gjennomføres etter at en samlet avklaring av forurensings-situasjonen for hele Trandum/Gardermoen-området, foreligger.

Pålegg om opprensning er allerede utferdiget av Statens forurensningstilsyn (SFT). Ulike opprensningsalternativer er utredet av Norges geotekniske institutt (NGI). Rapporten fra NGI konkluderer med at in situ biorestaurering er det best egnede tiltak utfra økonomiske og tekniske hensyn.

2. INNLEDNING

Den 12.10.90 ble det stadfestet en akutt lekkasje fra en fyringsoljetank ved bygning nr 111 ved Trandum militærleir (tegning nr 1, 2 og 3). Tanken inneholdt 20.000 liter fyringsolje nr. 1, og dette oljevolum hadde rent ut i grunnen.

Lekkasjen ble meddelt forurensingsmyndighetene og muntlig påbud om tiltak ble utferdiget av Statens forurensningstilsyn (SFT) den 15.10.90 (skriftlig påbud 23.10.90).

Norges geologiske undersøkelse (NGU) ble kontaktet av Forsvarets bygningstjeneste, Avdeling Hamar (FBT/HR), med spørsmål om å yte konsulentbistand for kartlegging av forurensingssituasjonen.

De første markundersøkelser, med uttak av masseprøver og etablering av pumpebrønn, ble igangsatt 17.10.90.

3. FORMÅL OG STRATEGI

Hovedformålet med den gjennomførte undersøkelse er å besvare de spørsmål og imøtekomme de krav som er gitt i pålegg til FBT/HR fra SFT. Pålegget omfatter følgende punkter:

- Umiddelbar etablering av en grunnvannsbrønn for å klarlegge omfanget av oljeforurensing i umettet sone samt for innledende oppsamling av eventuell olje som hadde spredt seg til mettet grunnvannssone.
- Etablering av et nett av permanente oppsamlingsbrønner samt brønner for fremtidig overvåking av forurensingssituasjonen.
- Kartlegge forurensingsutbredelsen rundt utslippsstedet.
- Beregne spredningshastighet for forurensingen ved vurdering av løsmassenes hydrauliske egenskaper.
- Utarbeide en helhetlig plan for framtidig overvåking og beredskap i forurensingsområdet.
- Utarbeide forslag til hvordan den oljeforurensede jorda kan renses tilbake til samme tilstand som før utslippet.

For å besvare disse 6 hovedpunkter fant en det naturlig å benytte følgende undersøkelsesstrategi; 1) kombinerte boringer for uttak av masseprøver og etablering av pumpebrønner (PB), 2) rene prøvetakingsboringer for uttak av masseprøver. Det ble i tillegg benyttet georadar for å skaffe et oversiktsbilde av løsmasseforholdene (kornstørrelse og lagdeling) i umettet sone.

De to første punktene i pålegget er besvart gjennom de brønninstallasjoner som er utført (PB1 - PB6, tegning 3).

4. BESKRIVELSE AV LOKALITETEN

Oversiktskart for Gardermoen/Trandum-området er gitt i tegning 1 og 2. Trandum militærleir ligger på den sentrale del av Gardermoen-sletta, i Ullensaker kommune. I geologisk sammenheng betegnes området ofte som "Øvre Romerike grunnvannsmagasin". Dette er et selvmatende grunnvannsfelt som i hovedsak drenerer mot Hersjøen, 1 - 2 km nordøst for Trandum. Uttrykket selvmatende innebærer at grunnvannsnyddannelse i hovedsak skjer ved direkte infiltrasjon av nedbør og smeltedvann og ikke ved infiltrasjon fra sjøer og vassdrag. Transport

av forurensing vil dermed også skje først ved infiltrasjon gjennom umettet sone og deretter ved grunnvannsstrømning i mettet sone. Området er godt beskrevet i hydrogeologiske kart og rapporter og det henvises særlig til Østmo (1976) og Jørgensen & Østmo (1990 og 1991).

Grunnvannet på Øvre Romerike er ansett som en viktig naturressurs (drikkevann) som bør vernes for fremtidig utnyttelse. Forurensingsmyndigheter og geofaglige institusjoner har derfor i den senere tid i særlig grad forkusert på "potensielt forurensende aktivitet" i dette området.

Karttegning av forurensingsområdet er vist i tegning 3. Fyrrom ble etablert i bygning nr 111 i 1953 og har siden dette vært i drift. Det finnes mange installasjoner/aktiviteter i Gardermoenområdet som av forurensingsmyndighetene er betegnet som "potensielt forurensende". Disse fremgår av Morland (1990) og her kan særlig nevnes id.nr. 0235 010 Trandum-fyllinga. Militær og sivil flyplass, samt en rekke andre militære og sivile aktiviteter, må også betegnes som "potensielt forurensende".

5. FELTARBEID, METODER OG ANALYSER

5.1 Boring og prøvetaking.

Beliggenhet for alle prøvetakingspunkter og brønnetableringer er vist i tegning 3. Beliggenheten av tanken hvor lekkasje av fyringsolje oppstod, er sammenfallende med PB2. Alle boringer med benevnelse PB er Odex-boringer, mens de øvrige er utført med lett belterigg (Borro). Metoden som ble benyttet for masseprøvetaking er ulik for de to typer boringer;

Odex: I brønn PB2 ble det tatt ut prøver for hver 1,5 m, mens det for alle de øvrige boringene ble prøvetatt for hver 3 meter. Senkhammer/foringsrør ble drevet ned til nivå 10-15 cm over prøvetakingsnivået og røret ble blåst rent med luft.

Hammer og foring ble så boret ned 10-15 cm, plastduk ble lagt ut på bakken rundt foringsrøret og prøven ble blåst opp med luft. Det ble overhodet ikke benyttet spylevann under boringene og soyaolje ble benyttet for smøring av senkborhammer.

Borro: Prøvetakingsintervallet varierer her fra lokalitet til lokalitet, avhengig av de observasjoner som ble gjort m.h.t. oljelukt fra innsamlet prøvemateriale. Det ble benyttet en gjennomstrømningsprøvetaker med mål som angitt i vedlegg 1. Prinsippet for denne er at materialet strømmer tilnærmet fritt gjennom prøvetakeren under neddriving. Materiale fra det dyp hvor neddrivingen stanses forblir i prøvetakeren. Det er kun benyttet slag og tildels rotasjon (ikke spyling med luft eller vann) under denne prøvetakingen.

5/4"-rør for observasjon av grunnvannstand er også innstallert v.h.a. Borro-rigg. Det er her benyttet standardmetode med forboring med sonderutstyr og etterfølgende rørdrijving ved slag/rotasjon.

Sedimentprøver ble pakket i "Mini-grip lynlåsposer" (polyetylen, tykkelse 50 um) og brakt til kjølerom (5°C). Det ble totalt samlet inn 148 sedimentprøver og vurdering av kornstørrelse for disse er gitt i tegning 4 og 5.

5.2 Analyser.

Analyse av mineraloljeinnhold i jordprøver er utført v.h.a. gass-kromatografi (GC). Disse analysene har vært beheftet med en del problemer. For full belysning av dette forhold henvises til NGU-rapport 91.156. Sluttresultat m.h.t. kvantifisering av oljeinnhold i jordprøver er gitt i vedlegg 2.

Grunnvannsprøver er tatt ut fra pumpebrønnene (PB) v.h.a. konvensjonelt senkpumpeutstyr. Analyse av mineraloljeinnhold i grunnvannsprøver er utført v.h.a. gass-kromatografi (GC) samt TOC-analyser. Analyseresultatene er presentert i vedlegg 3 og

4. Fullstendig dokumentasjon av analysene er gitt i appendix 1 og 2.

Grunnvannsprøver er også analysert m.h.t. uorganisk kjemisk sammensetning. Det er benyttet NGU's standard prosedyrer for bestemmelse av kationer (plasma-spektrometri) og anioner (ionekromatografi) i vann. Resultatene er gitt i vedlegg 5.

6. RESULTATER OG VURDERINGER

6.1 Løsmasseforhold.

Utfra korfordelingsvurderingene i tegning 5 finner en et ganske klart stratigrafisk skille på 19 m's dyp. Fra 0 til 19 m finner en "grusig middels- til grov sand" i vekslning med renere gruslag. Fra 19 m's dyp og ned til grunnvannsspeilet (31 m) finner en finsand/siltig sand med enkelte tynne gruslag. Under grunnvannsspeilet dominerer siltig sand/ silt. De fleste Borro-boringene er lokalisert i området rundt PB2. Fra tegning 4 kan det synes som om massene i området 15-19 m her er noe mere finsandholdig enn hva en finner i tilsvarende nivå i den øvrige del av formasjonen.

Georadarmålingene antyder en laggrense på 8-10 m's dyp, som ikke er funnet i boringene. Georadaren viser videre en overgang til mere homogene, finkornige masser på 15 til 20 m's dyp. Dette antas å tilsvare laggrensen på 19 m.

Ved veiing og tørking er vanninnhold for jordprøver fra umettet sone funnet å ligge i området 4-9 volum% (antatt romvekt for sedimentene er 1700 kg/m^3). Dette antas å tilsvare feltkapasiteten (FK).

6.2 Hydrogeologi.

Grunnvannstanden ved bygning 111 ligger i november 1990 31-32 m under marknivået, d.v.s. kote 178-177 m.o.h. Kotekart for naturlig grunnvannspeil 01.11.90 er vist i tegning 6. Fram

til 08.03.91 har grunnvannstanden ved bygning 111 sunket med 0,35 m. Dette skyldes både konstant uttak av vann i PB2 og naturlig vinteravsenkning. Maksimalvannstand for grunnvannsmagasinet på Øvre Romerike inntreffer i normalår omkring 1. juli. Vannstandsstigningen under denne magasinoppfyllingen er normalt mindre enn 1 m. De observasjoner som er gjort viser godt samsvar med Østmo (1976) og Jørgensen & Østmo (1990) når det gjelder grunnvannsgradientens absoluttverdi og retning.

Bakgrunnsdata for "drawdown-test" i PB2 er gitt i vedlegg 6 og 7. Beregningen gir transmissivitet $T = 3,7 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Middelvei for hydraulisk konduktivitet er da beregnet til $K = 0,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. Utfra de foreliggende hydrauliske data er midlere strømningshastighet i mettet sone beregnet til 4-8 cm/døgn (se vedlegg 8). Beregninger av Jørgensen & Østmo (1990) gir hastighet 14 cm/døgn.

Grunnvannskotekart under pumping fra PB2 er vist i tegning 7. En finner at en senkningstrakt med radius 10-15 m dannes rundt brønnen. Pumperate er i denne situasjonen $Q = 2000 \text{ l/time}$.

Det er ikke foretatt undersøkelser for beregning av strømningshastighet i umettet sone. Jørgensen & Østmo (1990) rapporterer filterhastigheter opp mot 0,2 m/døgn under snøsmelting.

En kan forvente høyere strømningshastighet for vertikal nedtrengning av olje under tanklekkasjen. Årsaken er i første rekke stor og lokal tilgang på væske og dermed mulighet for høy metning. Olje ble påvist i jordprøve tatt ut på 18 meters dyp den 28.10.90, d.v.s. 16 døgn etter at lekkasjen ble stadfestet. Utfra dette ser en at oljeforurensingens midlere vertikale nedtrengningshastighet, ned til 18 meters dyp, med sikkerhet var større enn 1 m/døgn.

En vurdering av oljens nedtrengningshastighet kan også gjøres ved sammenligning av boringene PB2 og D. Dette er i praksis

boringer i ett og samme punkt utført på to forskjellige tidspunkt. PB2 ble boret 26.10.90 og boring D 08.11.90. Som det fremgår av tegning 8 og 9 er det påvist olje ned til 24 m's dyp i boring D, mens det i PB2 er gjort påvisning til 15 m's dyp. Dette tolkes som et resultat av oljefrontens forflytning i tidsrommet 26.10.-08.11.90. Midlere nedtrengningshastighet blir da 0,7 m/døgn.

6.3 Resultater fra analyse av jordprøver.

I Norge er det ikke fremlagt retningslinjer for hvilke konsentrasjoner av mineralolje som kan aksepteres i jord. Nederlandske retningslinjer har vært benyttet i en del sammenhenger og disse er i korte trekk som følger;

A-verdi = 100 mg mineralolje/kg jordprøve. Konsentrasjoner som er lavere enn A-verdi betraktes som bakgrunnsverdier d.v.s. verdier som er naturlige for uforurenset jord. Ved konsentrasjoner høyere enn A-verdi anbefales de innledende undersøkelserne videreført.

B-verdi = 1000 mg mineralolje/kg jordprøve. Retningslinjene anbefaler at mere detaljert kartlegging av forurensingens omfang gjennomføres dersom konsentrasjoner overskrider B-verdi.

C-verdi = 5000 mg mineralolje/kg jordprøve. Ved konsentrasjoner høyere enn C-verdi anbefales iverksetting av opprenskingstiltak.

Det Nederlandske ABC-systemet er ikke utformet som bastante grenseverdier, men heller som en veiledning som kan benyttes sammen med en vurdering av forurensingens konflikt med omkringliggende brukerinteresser.

Profiler som viser innhold av mineralolje i jordprøver er gitt i tegning 8 og 9. Det er valgt å definere kjerneområdet for

forurensing som; den del av jordmassene hvor innholdet av mineralolje i jordprøver er større enn 1000 mg/kg (Nederlandsk B-verdi). En ser at kjerneområdet har en kjegleformet utbredelse fra tanklokaliteten (PB2) og skrått inn under bygg 111, i retning mot vest og til en viss grad mot sør.

De ulike boringer er utført på noe ulike tidspunkt;

PB2 = 23.-24.10.90 2 = 26.10.90 3 = 27.10.90
 B = 07.11.90 6, C, D og PB4 = 08.11.90
 PB6 = 09.11.90

Dette forhold har betydning for vurderingen av forurensingsområdets utbredelse. Sammenligning av boringene PB2 og D er allerede omtalt (avsnitt 6.2). Et lignende forhold synes å gjøre seg gjeldene ved sammenligning av boringene 3 og B slik at forurensingsfronten har beveget seg noe dypere ned i massene fra tidspunktet for boring av hull 3 til boring av hull B.

I tegning 13 og 14 er det tatt utgangspunkt i situasjonen den 08.11.90 ved vurdering av forurensingsområdets utbredelse. For volumberegning av forurensingen er det tatt utgangspunkt i en kjegle med $r=6$ meter og $h=25$ meter. Dette gir et volum på 940 m^3 . En jevn fordeling av 20000 l olje i dette volumet gir en konsentrasjon på 21 l/m^3 , eller 12500 mg/kg (antatt romvekt for jordartene 1700 kg/m^3).

Fra et faglig synspunkt synes det rimelig at forurensingsfronten har beveget seg videre i vertikal retning, slik at forurenset område pr dato når ned til grunnvannspeilet. Analyser av grunnvannsprøver tyder også på en slik utvikling. Utpumpingen av vann i PB2 anses som en tilfredsstillende sikring mot omfattende videre spredning av forurensingen i mettet sone.

De høyeste konsentrasjonene av mineralolje ($>5000 \text{ mg/kg}$) antas

fortsatt å finnes i det område som er markert med de høyeste konsentrasjoner i tegning 8 og 9. Fra litteraturen finner en at de aktuelle løsmasser har en oljeretensjonskapasitet på 15 til 25 l/m³ masse. Hovedtyngden av analysene viser oljeinnhold av størrelsesorden 10-15 g/kg hvilket ved romvekt 1700 kg/m³ tilsvarer 17-26 l/m³. Analysene fra borhull 3 ligger gjennomgående rundt 19 g/kg, som tilsvarer 32 l/m³, og en antar at det i første rekke er i dette området at en videre nedtrengning av olje har funnet sted.

Fra tegning 8 finner en at prøver med oljeinnhold 1000-5000 mg/kg er funnet under grunnvannspeilet i boringene PB6 og PB2. En finner det ikke rimelig at disse observasjonene har sammenheng med "naturlig" spredning av olje fra tanklekkasjen. Det synes mere naturlig at dette er forhold som har sin årsak i kontaminering under boring/prøvetaking.

GC-analysene av jordprøver gir et godt grunnlag for en kvalitativ vurdering av hydrokarbonene i de ulike deler av forurensingsområdet. Tegning 10 viser de fire hovedtypene av gasskromatogrammer som er fremkommet ved analysene. Fordelingen av disse typene i vertikalsnitt er vist i tegning 11 og 12. Som det fremgår finner en fersk olje (GC type 1) i de prøver som er markert med de høyeste oljekonsentrasjoner (>5000 mg/kg). For prøver med oljeinnhold i området 1000-5000 mg/kg er oljen noe avdampet (GC type 2). Prøver med konsentrasjoner under 1000 mg/kg viser et GC-bilde som er nokså typisk for naturlig bakgrunn (GC type 3). I denne gruppen finner en likevel en god del variasjoner, med kromatogrammer som i ulik grad inneholder elementer både av type 1, 2 og 4.

GC type 4 er karakteristisk for sterkt avdampet og forvitret mineralolje eller for smøreolje. Kromatogrammene peker derfor mot gammel forurensing av mineralolje eller fersk smøreolje. En ser at også dette kromatogrammet inneholder komponenter av GC type 2. Denne type prøver er i første rekke funnet i boringen PB2. Mindre klare utslag er imidlertid funnet for

enkeltprøver i alle Odex-boringene. Det antas derfor at det ved boring PB2 ved en feiltagelse kan ha vært benyttet noe mineralsk sømøreolje på senkborhammeren. Utslagene i de øvrige boringene antas å skyldes olje fra trykkluft. Fra vedlegg 2 ser en også at det som er betegnet som bakgrunnsverdier gjennomgående ligger høyere (400-700 mg/l) for Odex-boringene enn for Borro-boringene (200-400 mg/l). Dette tolkes også som et utslag av olje i trykkluft.

6.4 Resultater fra analyse av vannprøver.

Resultatet fra analyse av mineralolje i grunnvannsprøver er gitt i vedlegg 3 og 4. Fullstendig dokumentasjon er gitt i appendix 1 og 2. Prøver er analysert både med hensyn på totalt hydrokarboninnhold (THC) v.h.a. gasskromatografi og med hensyn på totalt organisk karbon (TOC) med oksydering v.h.a. O₂/UV-bestråling. Ved TOC-analysen ble det analysert både på uluftet prøve og prøve luftet med nitrogengass.

Analysene viser en relativt entydig økning i grunnvannsprøvenes hydrokarboninnhold fra første prøvetaking (07.11.90) til siste prøvetaking (20.12.90). Også for disse analysene er det valgt å sammenligne med det Nederlandske ABC-systemet (se vedlegg 3). Den første prøven, fra PB2, ligger på A-verdi, andre prøvetaking rundt B-verdi og siste prøvetaking over C-verdi. Det konkluderes med at den gradvise økning i hydrokarbonkonsentrasjon i grunnvannsprøvene skyldes tilførsel av mineralolje fra tanklekkasjen ved bygg 111.

GC-analysene viser også en kvalitativ endring av hydrokarbonene. Hydrokarbonene i prøver fra den 22.11.90 beskrives som "en kraftig avdampet (90%) rest av en lett oljefraksjon i området C₁₆-C₂₇". Kromatogrammene viser klar likhet med det som i tegning 10 er omtalt som GC type 2 (avdampet mineralolje). Hydrokarbonene i prøver fra den 20.12.90 betegnes som "den vannløselige del av en oljefraksjon". Kromatogrammene viser likhet med GC type 3 og 4.

TOC-analysene gir også klar påvisning av hydrokarboner i grunnvannsprøvene. TOC-tallene for uluftet prøve er ca 10 ganger høyere enn SIFF-grensen for drikkevann (3 mg/l). Ved lufting av prøvene går TOC-verdien ned mot 1-5 mg/l. Luftingen gir størst reduksjon for prøver fra den 22.11.90, hvilket er i samsvar med konklusjonene fra GC-analysene (mere flyktige hydrokarboner i prøver fra den 22.11.90).

Den 20.12.90 ble det tatt en prøve av kranvann fra Trandum (vann fra grunnvannsbrønn), som skulle representere uforurenset bakgrunnsverdi. Prøven viste seg å ha et THC-innhold lik 1,5 mg/l og TOC-verdi (uluftet) 36,4 mg/l. Prøven er ganske klart forurenset av hydrokarboner. Det er, p.g.a. avstand og strømningsretning/hastighet for grunnvannet (se tegning 2), helt utelukket at denne forurensingen stammer fra tanklekkasjen ved bygg 111. Selv uten en kontinuerlig pumping i PB2 ville en slik kobling være utelukket. Dette viser at det finnes andre forurensingskilder i det aktuelle området, som gir opphav til hydrokarboner i grunnvannet. Videre undersøkelser som er igang (Trandum-fyllinga, Sessvollmoen, Gardermoen flyplass) vil gi svar på beliggenhet og størrelse for denne forurensingskilden. Forholdene ved Trandum leir følges også opp med regelmessig vannprøvetaking.

Et forhold som bør bemerkes er at det ikke er registrert lukt/smak av mineralolje fra grunnvannsprøver fra Trandum leir. Utfra data fra SIFF kan lukt/smak av mineralolje registreres ved konsentrasjoner ned mot 0,001 mg/l. De aktuelle THC-verdier ligger 1000 ganger høyere enn dette. Forklaringen kan være at lukt/smak-stoffene i mineraloljen er tilnærmet fullstendig avdampet i umettet sone og dermed ikke er tilstede i grunnvannet.

Uorganisk kjemisk sammensetning for grunnvann ved bygg 111 er gitt i vedlegg 5. Analysene er sammenlignet med data fra Transjøen. Transjøen får hoveddelen av sin vanntilførsel fra grunnvannsavrenning og har således en uorganisk sammensetning

som tilsvarer grunnvann. En ser også at de to vanntypene er forholdsvis like. Grunnvann ved bygg 111 har betydelig høyere innhold av nitrat enn Transjøen. Dette kan være et tegn på forurensing, men antas ikke å ha sammenheng med oljeutslippet ved bygg 111. Det er nærliggende å anta at Trandum-fyllinga kan være kilden.

6.5 Overvåking og beredskap.

Instruks og dagbok for overvåking av oljeforurensing ved bygg 111 ble oversendt FBT/HR 30.11.90 og er her gitt i appendix 3. Overvåkingen består i manuell kontroll av tekniske installasjoner og vannkvalitet, automatisk kontroll av vannstand i PB2 og oljeinnhold i oljeavskiller samt systematisk innsamling av vannprøver for analyse (TOC-analyser, uluftet og luftet) i laboratorium. Analysene suppleres med GC dersom faglig vurdering av TOC-data tilsier dette. Det tas ukentlige prøver fra PB1 og "Kranvann Trandum".

Beredskap er etablert gjennom brønnene PB1 til PB6. Senkpumper er her installert og pumping kan igangsettes på kort varsel.

6.6 Opprenskingstiltak.

Dersom det Nederlandske ABC-systemet legges til grunn synes behov for opprenskingstiltak å være tilstede. Pålegg om opprensking er allerede utferdiget av SFT. Tiltak er utredet i rapport fra Norges geotekniske institutt (NGI-902542-01). Rapporten konkluderer med at in situ biorestaurasjon er det best egnede tiltak ut fra økonomiske og tekniske hensyn. Forberedende arbeid for opprensking er igangsatt av NGI.

Som det fregår av analyse av kranvann fra Trandum leir (avsnitt 6.4) synes andre kilder for hydrokarbonforurensing å være tilstede i Trandum/Gardermoenområdet. En kan her stå over for en situasjon hvor en betydelig opprenskingsinnsats rettes mot bygg 111, før en samlet avklaring av forurensingsbildet for hele området foreligger. Det kunne her vært valgt en løsning hvor sikring av området i første omgang kun ble

gjennomført ved pumping fra PB2, med de øvrige pumpebrønner som beredskap (hydraulisk avskjæring). Opprensning kunne så vurderes etter en avklaring av det totale forurensingsbilde i området.

7. KONKLUSJON

Med hensyn til de 6 hovedpunkter som er gitt i pålegg fra SFT (kapittel 3), gis følgende konklusjoner;

Etablering av den første grunnvannsbrønnen (PB1) var gjennomført pr 20.10.90. Pumping fra PB1 til oljeavskiller ble igangsatt, uten at lukt/smak av olje ble observert.

Etablering av et nett av permanente oppsamlings/overvåkingsbrønner var gjennomført pr 09.11.90 (PB2 - PB6). Permanent pumping fra PB2 ble igangsatt 25.10.90.

Kvantitativ og kvalitativ fremstilling av oljeforurensingen er gitt i tegningene 8 til 14. I den sentrale del av kjerneområdet er konsentrasjonen av olje i jordprøver funnet å være 10-20 g/kg. I periferien er konsentrasjonene 1-5 g/kg. Utfra situasjonen pr 08.11.90 er volum av forurensete masser beregnet til 940 m³, hvilket gir en middelkonsentrasjon på 12,5 g/kg. Fra et faglig synspunkt synes det rimelig at forurensingsfronten har beveget seg videre i vertikal retning, slik at forurenset område pr dato når ned til grunnvannspeilet. Analyser av grunnvannsprøver tyder også på en slik utvikling. Utpumpingen av vann i PB2 anses som en tilfredsstillende sikring mot omfattende videre spredning av forurensingen i mettet sone.

Utfra de lokale hydrauliske forhold er strømningshastighet for grunnvann i mettet sone beregnet til 4-8 cm/døgn. Beregninger av Jørgensen & Østmo (1990) gir en regional strømningshastighet av størrelsesorden 14 cm/døgn. Maksimal hastighet

for spredning av oljeforurensing i mettet grunnvannsone settes til 14 cm/døgn.

16 døgn etter at lekkasjen ved bygg 111 ble stadfestet ble det funnet oljeforurensede løsmasser på 18 m's dyp. Oljeforurensingens midlere vertikale nedtrengningshastighet i umettet sone var dermed større enn 1 m/døgn, i den innledende fasen. I en senere fase (26.10-08.11.90) synes nedtrengningshastigheten å være av størrelsesorden 0,7 m/døgn.

Instruks og dagbok for overvåking av oljeforurensing ved bygg 111 ble oversendt FBT/HR 30.11.90 og er her gitt i appendix 3. Overvåkingen består i manuell kontroll av tekniske installasjoner og vannkvalitet, automatisk kontroll av vannstand i PB2 og oljeinnhold i oljeavskiller samt systematisk innsamling av vannprøver for analyse i laboratorium.

Beredskap er etablert gjennom brønnene PB1 til PB6. Senkpumper er her installert og pumping kan igangsettes på kort varsel.

Dersom det Nederlandske ABC-systemet legges til grunn synes behov for opprensningstiltak å være tilstede. Pålegg om opprensning er allerede utferdiget av SFT. Tiltak er utredet i rapport fra Norges geotekniske institutt (NGI-902542-01). Rapporten konkluderer med at in situ biorestaurasjon er det best egnede tiltak ut fra økonomiske og tekniske hensyn. Forberedende arbeid for opprensning er igangsatt av NGI.

Det synes klart at andre kilder for hydrokarbonforurensing enn lekkasjen ved bygg 111 er tilstede i Trandum/Gardermoen-området. En kan her stå over for en situasjon hvor en betydelig opprenskingsinnsats rettes mot bygg 111, før en samlet avklaring av forurensingsbildet for hele området foreligger.

LITTERATURREFERANSER.

GEOLAB NOR, 1990: Analyseresultater for mengde fyringsolje i sedimentprøver fra Trandum. Prosjekt nr 511007.

GEOMAP, 1990: Georadarmålinger på Trandum, oljelekkasje fra nedgravd tank. Oppdragsnr 90248, rapport nr 1.

HONGVE, D. 1977: The Ionic Composition of Lakes Fed by Ground Water and Precipitation in the Upper Romerike District. *Nordic Hydrology*, 8, 141-162.

JØRGENSEN, P. & ØSTMO, S.R. 1990: Hydrogeology in the Romerike area, Southern Norway. *Nor. geol. unders. Bull.* 418, 19-26.

JØRGENSEN, P., STUANES, A. O. & ØSTMO, S.R. 1991: Aqueous geochemistry of the Romerike area, Southern Norway. *Nor. geol. unders. Bull.* 420, in print.

LONGVA, O. 1987: Ullensaker 1914-II. Beskrivelse til kvartær-geologisk kart - M 1:50.000. *Nor. geol. unders. Skrifter* 76.

MORLAND, G. 1990: Kartlegging av spesialavfall i deponier og forurenset grunn. Akershus 1990. *Nor. geol. unders. rapport nr.* 90.084.

HAUGE, A. 1990: Plan for rensing av oljeforurenset grunn på Trandum. Norges geotekniske institutt, rapport 902542-01.

OTNES, J. 1973: Hydrological data - Norden Romerike, Norway. Norwegian National Committee for the IHD. Data volum 1965-1971.

OTNES, J. 1975: Hydrological data - Norden Romerike, Norway. Norwegian National Committee for the IHD. Data volum 1972-1974.

SNEKKERBAKKEN, A. M. 1990: Grunnvannet på Øvre Romerike -
Sårbarhetskartlegging. Fylkesmannen i Oslo og Akershus,
Miljøvernavdelingen.

ØSTMO, S. R. 1976: Hydrogeologisk kart over Øvre Romerike,
M 1:20.000. Nor. geol. unders.

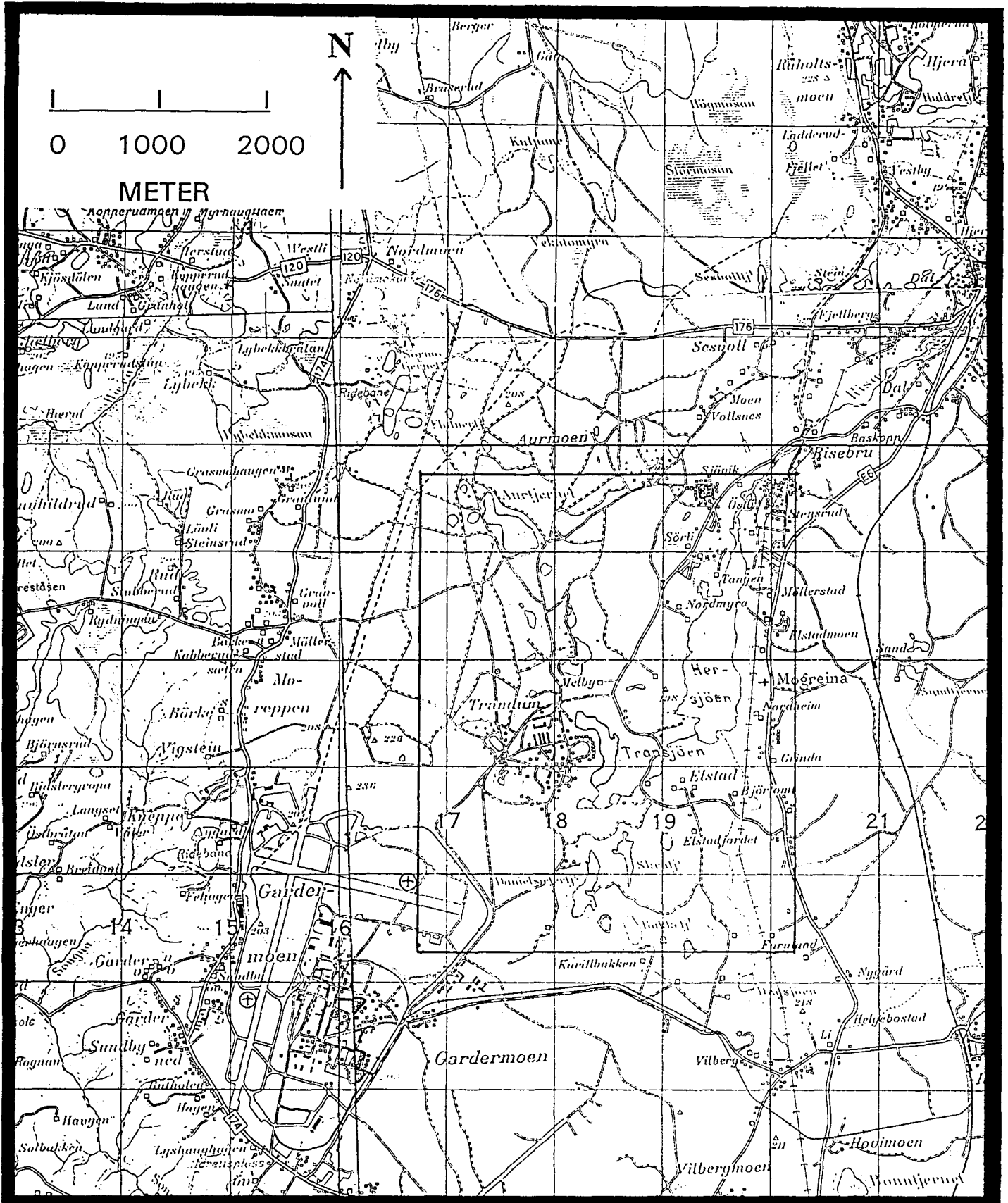
TEGNINGER

- Tegning 1: Oversiktskart for Øvre Romerike
- Tegning 2: Detaljkart for Trandum/Hersjøen-området
- Tegning 3: Detaljkart bygg 111 Trandum militærleir
- Tegning 4: Visuell vurdering av kornfordeling fra Borro
- Tegning 5: Visuell vurdering av kornfordeling fra Odex
- Tegning 6: Naturlig grunnvannspeil ved bygg 111 Trandum
- Tegning 7: Grunnvannspeil ved pumping fra brønn PB2
- Tegning 8: Mineraloljeinnhold i jordprøver (profil II-II')
- Tegning 9: Mineraloljeinnhold i jordprøver (profil I-I')
- Tegning 10: Kvalitativ vurdering av mineralolje i jordprøver
- Tegning 11: Kvalitativ vurdering av olje (profil II-II')
- Tegning 12: Kvalitativ vurdering av olje (profil I-I')
- Tegning 13: Vurdering av utbredelse av oljeforurensing
- Tegning 14: Vurdering av utbredelse av oljeforurensing

TEGNING 1

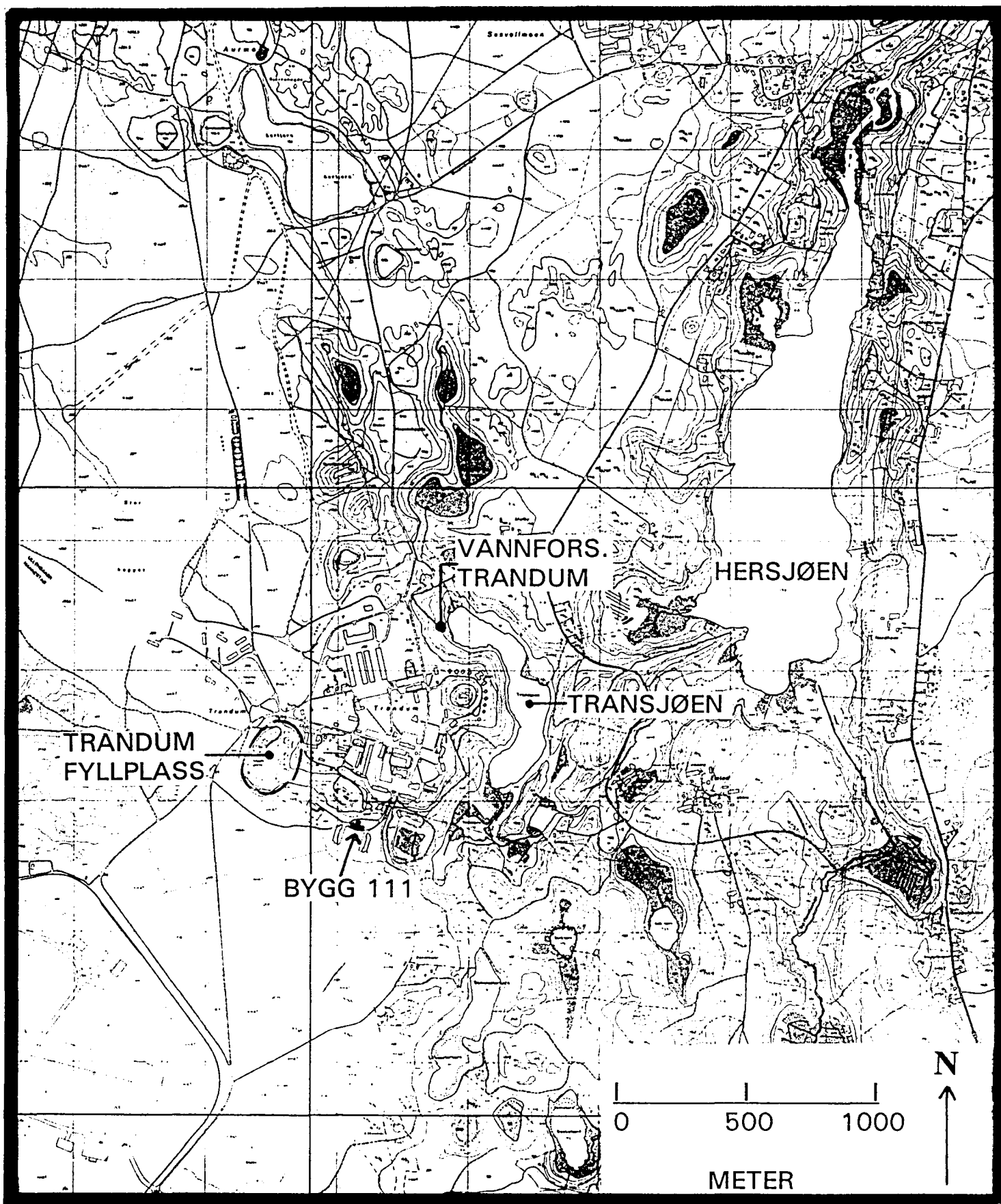
Oversiktskart for Øvre Romerike. Utsnitt fra kartblad 1915 I, II, III og IV (M711).

Inntegnet rute viser kartutsnitt gjengitt i tegning 2.



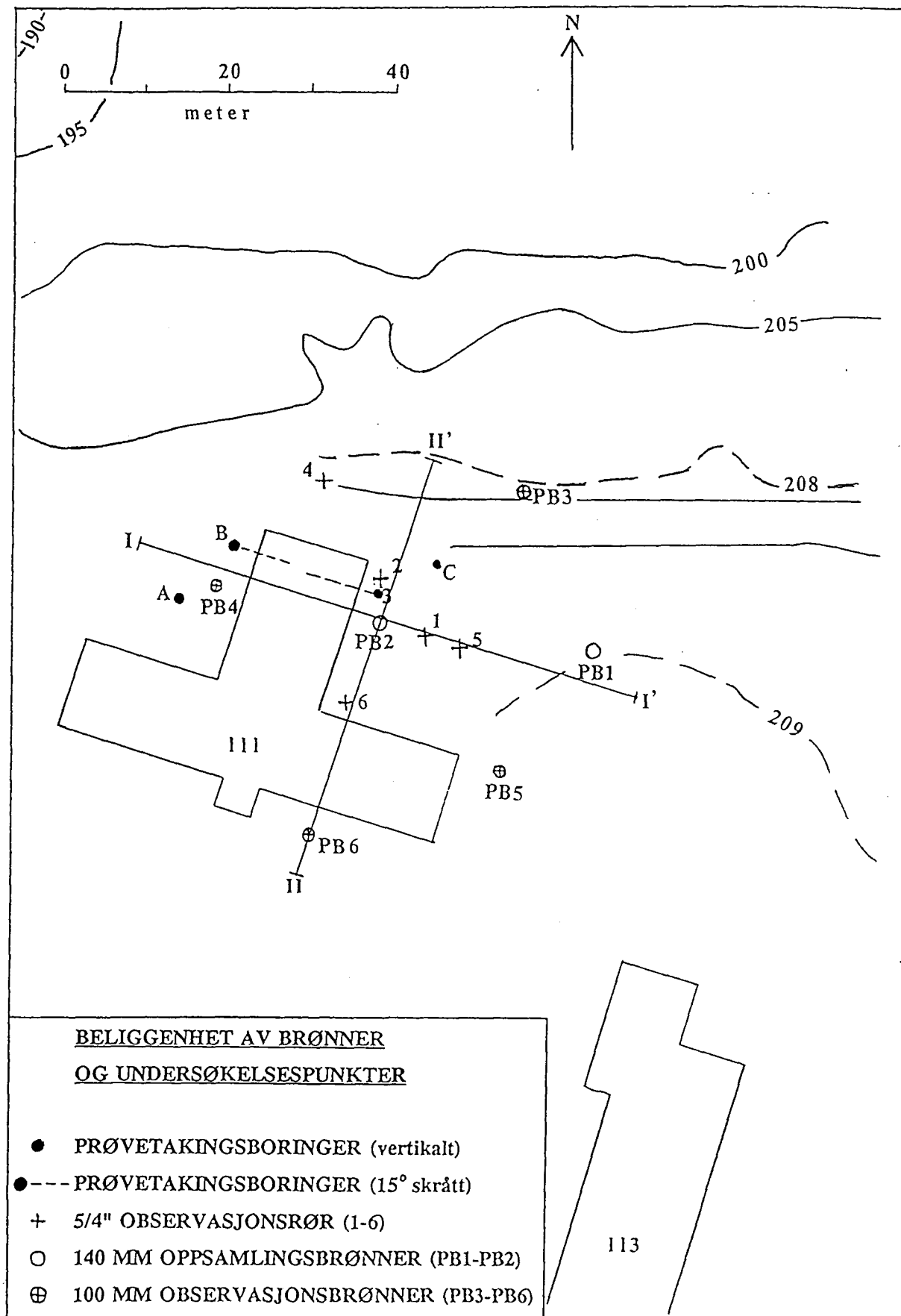
TEGNING 2

Detaljkart for Trandum/Hersjøen-området. Utsnitt fra kartblad CQR 051052-20.



TEGNING 3

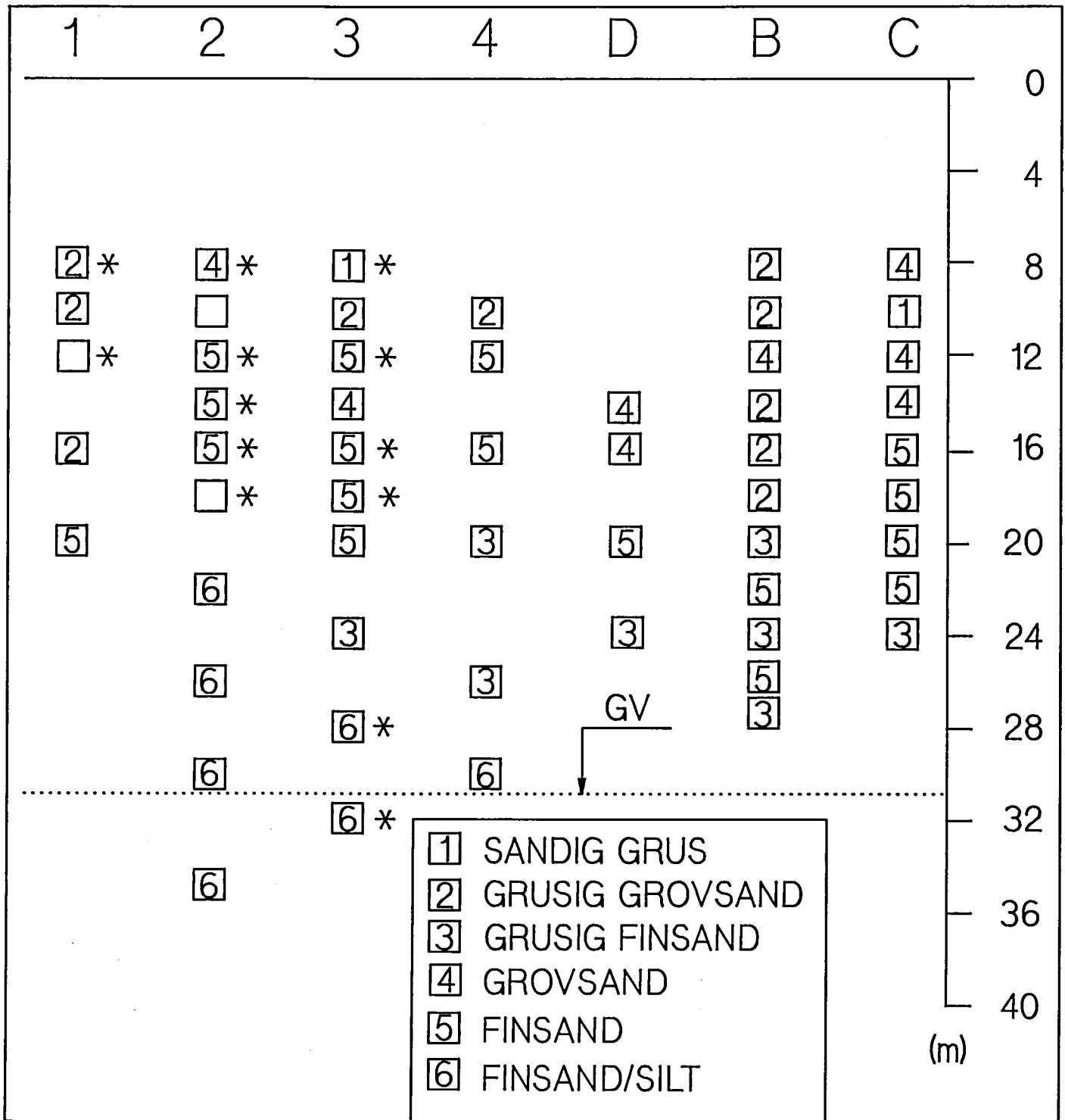
Detaljkart bygg 111 Trandum militærleir. Profiler (I-I' og II-II') er gjengitt i tegning 8 og 9.



TEGNING 4

Visuell vurdering av kornfordeling for sedimentprøver fra BORRO-boringer.

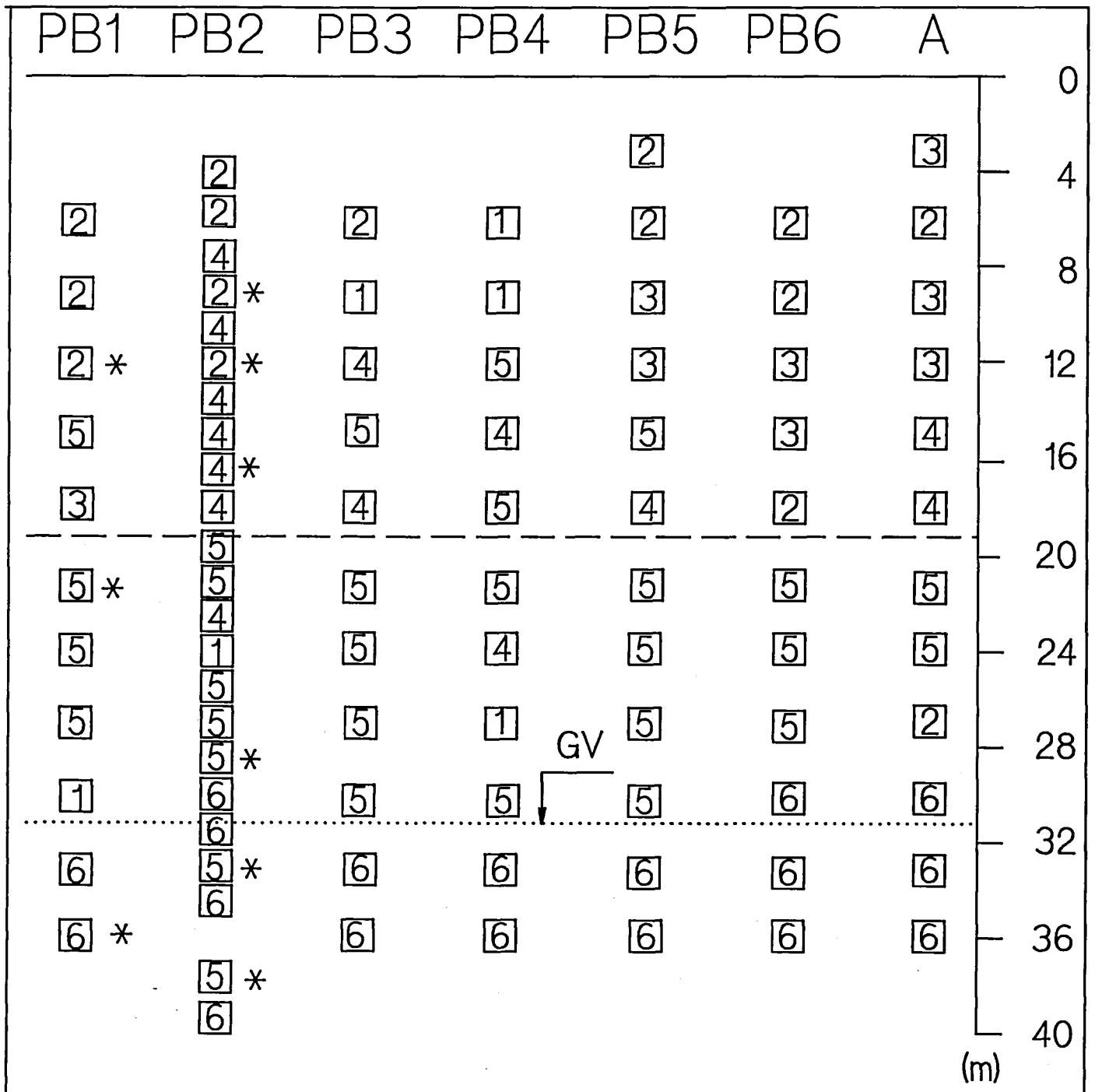
* = kornfordelingskurve gitt i NGI-rapport 902542-01



TEGNING 5

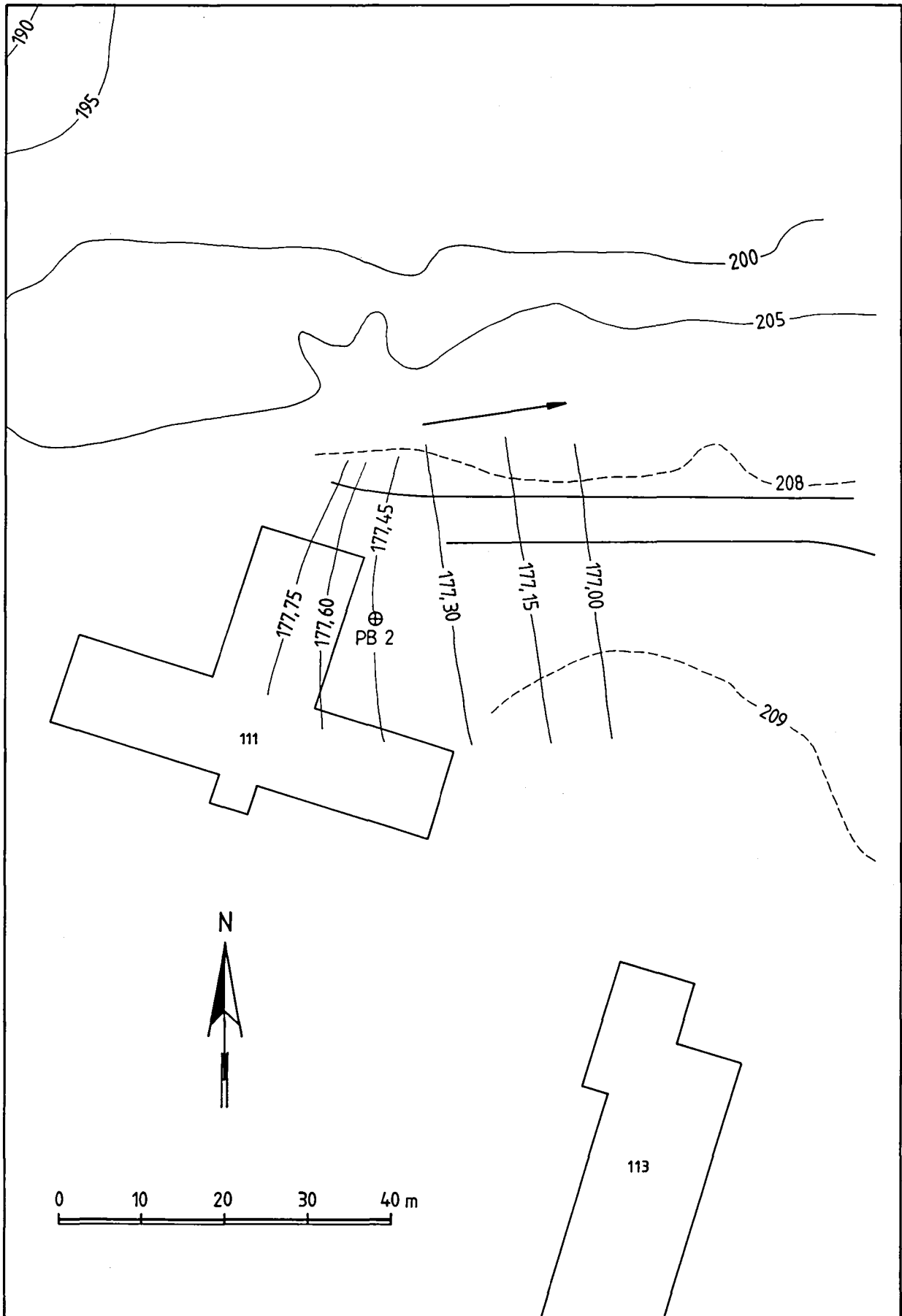
Visuell vurdering av kornfordeling for sedimentprøver fra ODEX-boringer. Tegnforklaring: se tegning 4

* = kornfordelingskurve gitt i NGI-rapport 902542-01



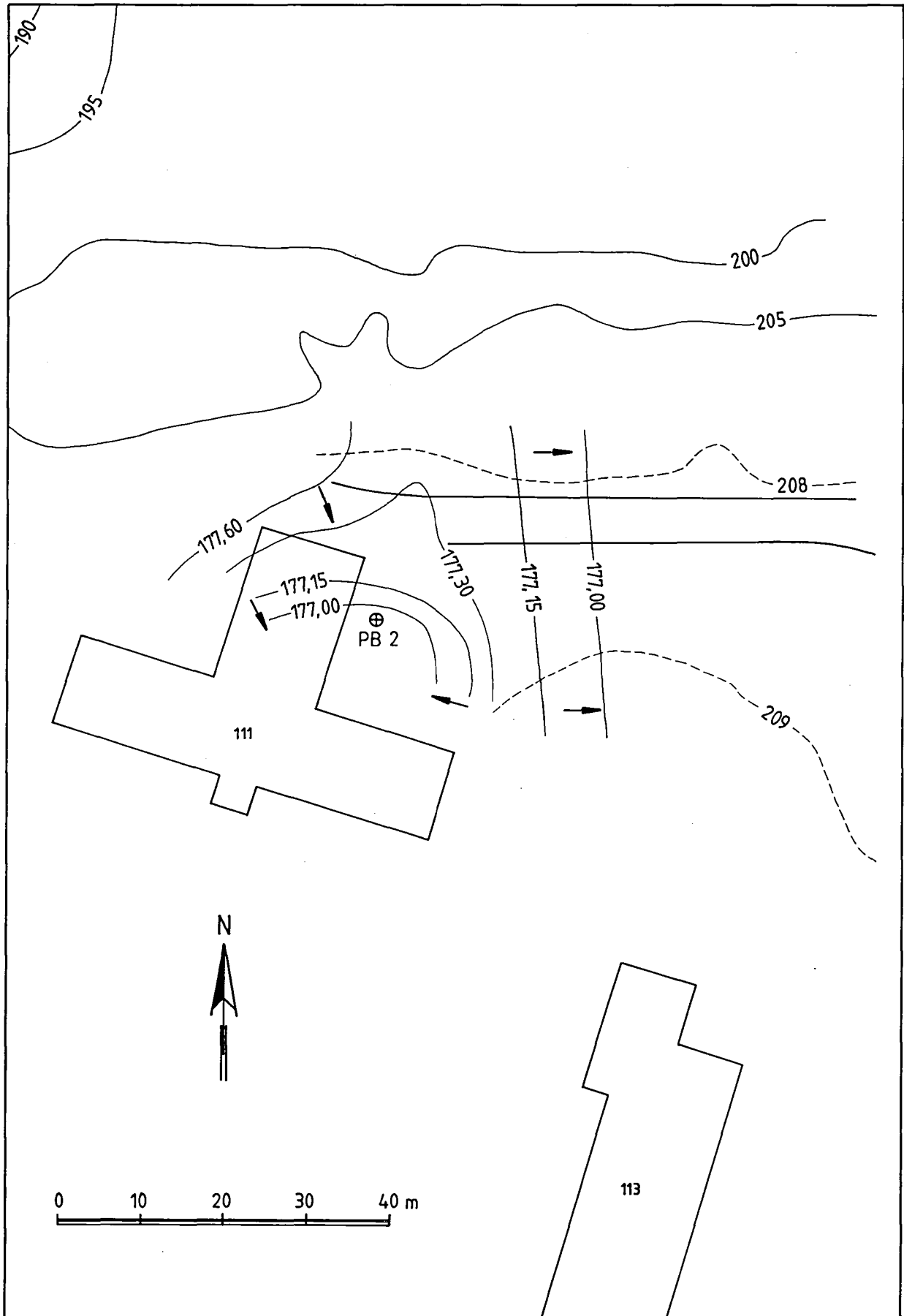
TEGNING 6

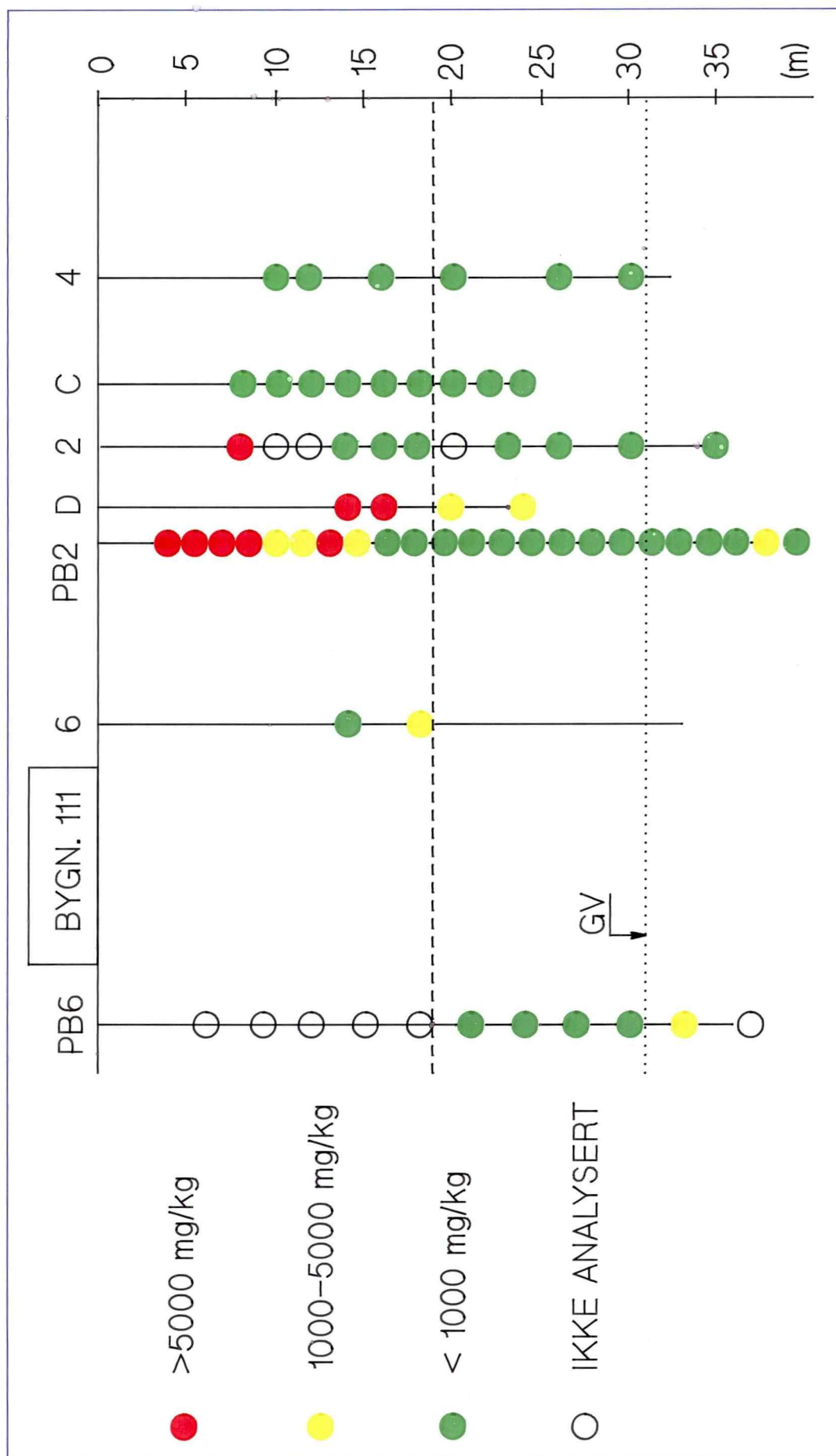
Naturlig grunnvannspeil ved bygg 111 Trandum. Kotehøyder er gitt i m.o.h. Kotekartet er basert på vannstandsmålinger 01.11.1990.



TEGNING 7

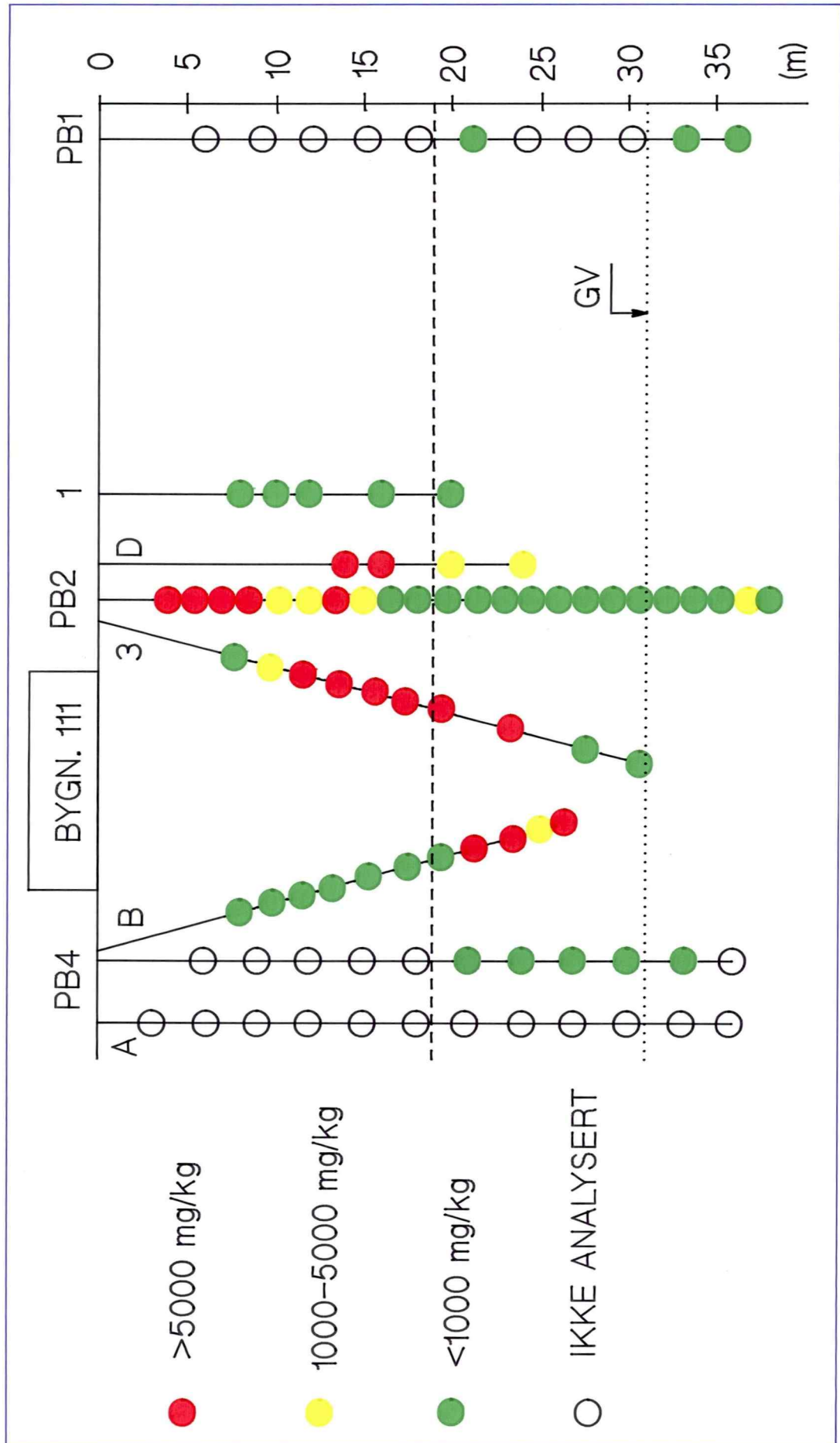
Grunnvannspeil ved bygg 111 Trandum under pumping fra PB2 ($Q=2000$ l/time). Kotehøyder er gitt i m.o.h. Kotekartet er basert på vannstandsmålinger 01.11.1990.





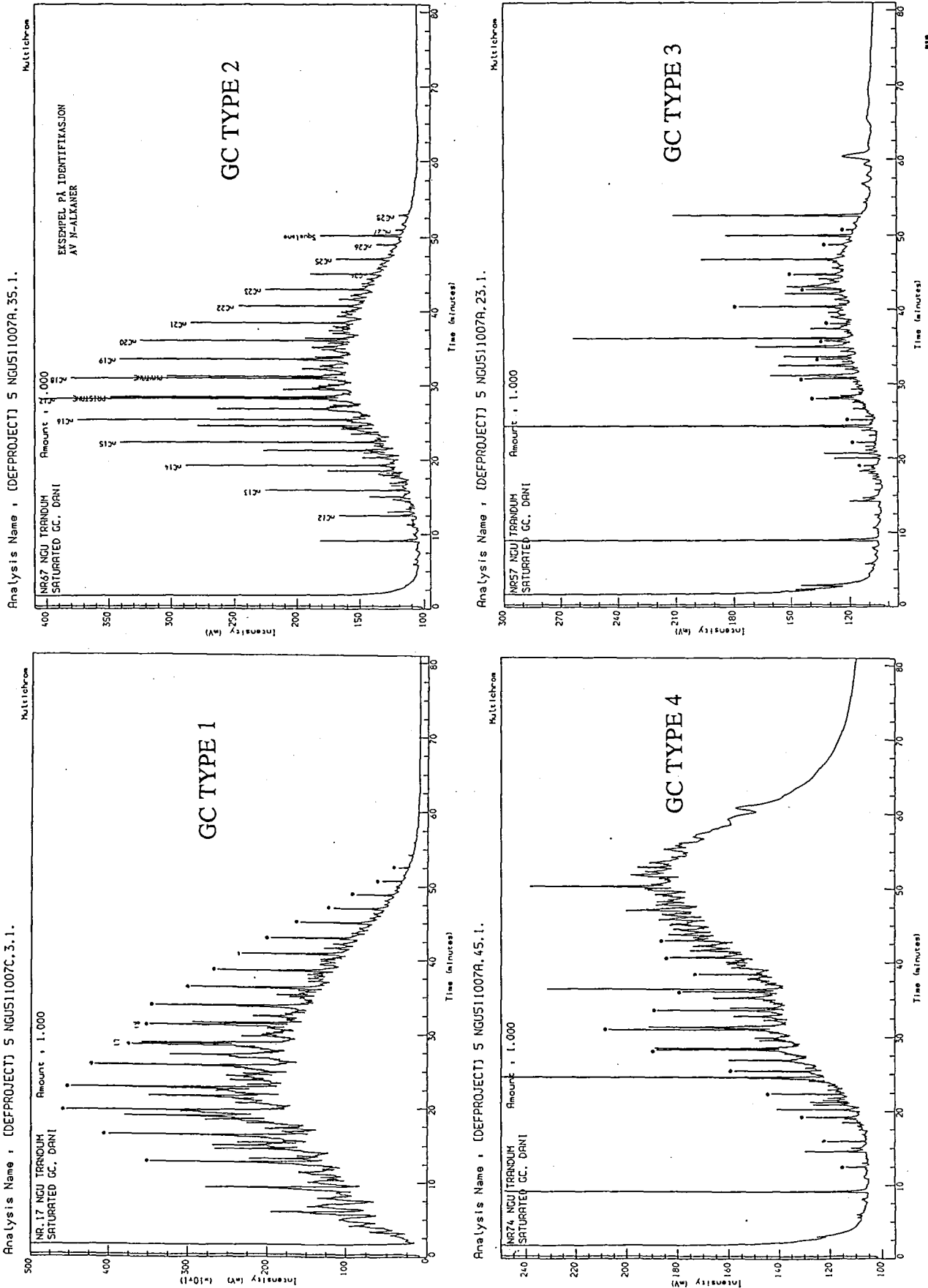
Innhold av mineralolje i jordprøver
(profil I-I', tegning 3).

TEGNING 9



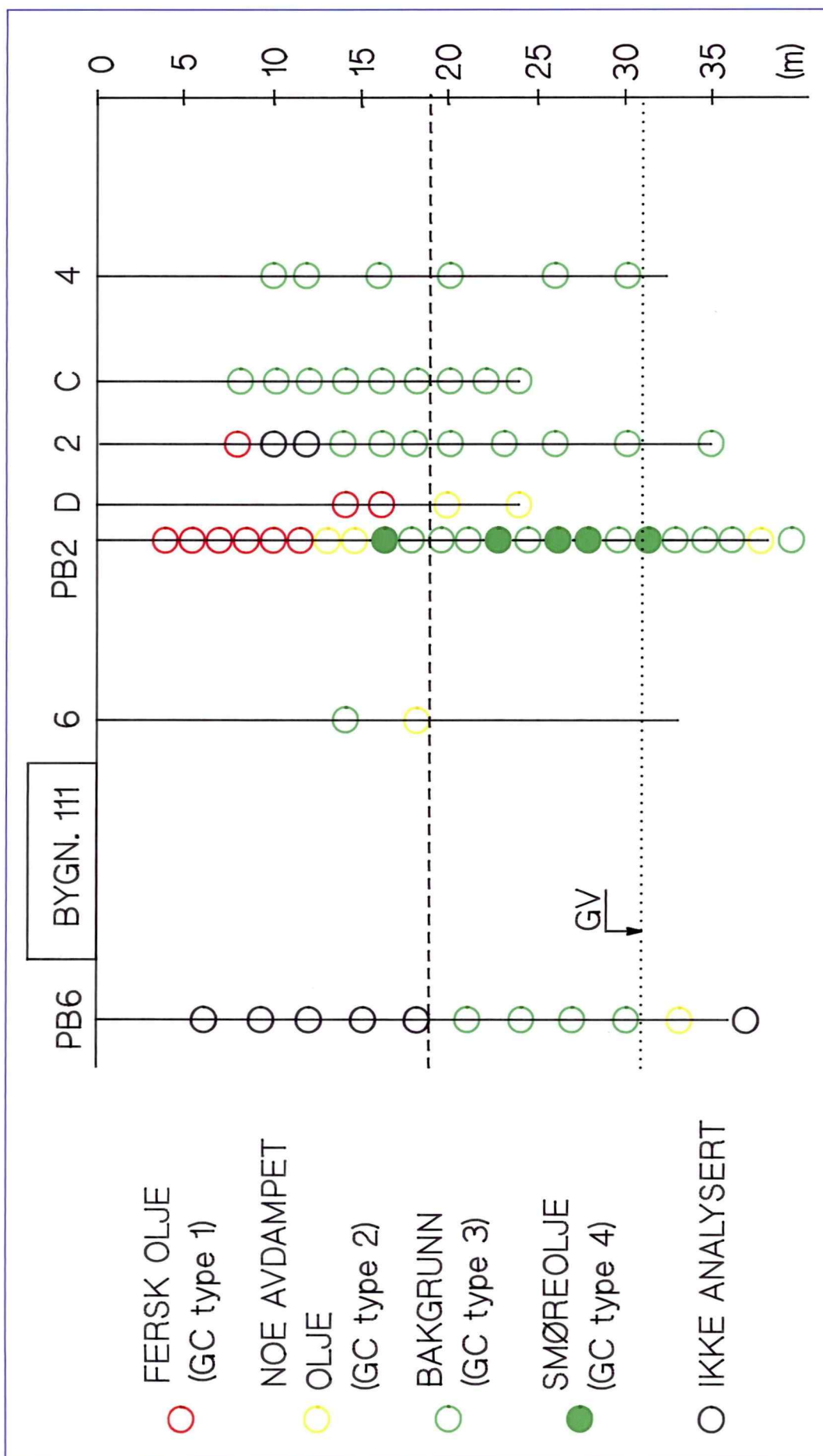
TEGNING 10

Kvalitativ vurdering av mineralolje i jordprøver. Tegningen viser de fire hovedtyper av gasskromatogrammer (GC) under analyse av jordprøver fra bygg 111 Trandum. Fordelingen av de ulike GC-typer i vertikalprofil er vist i tegning 10 og 11.



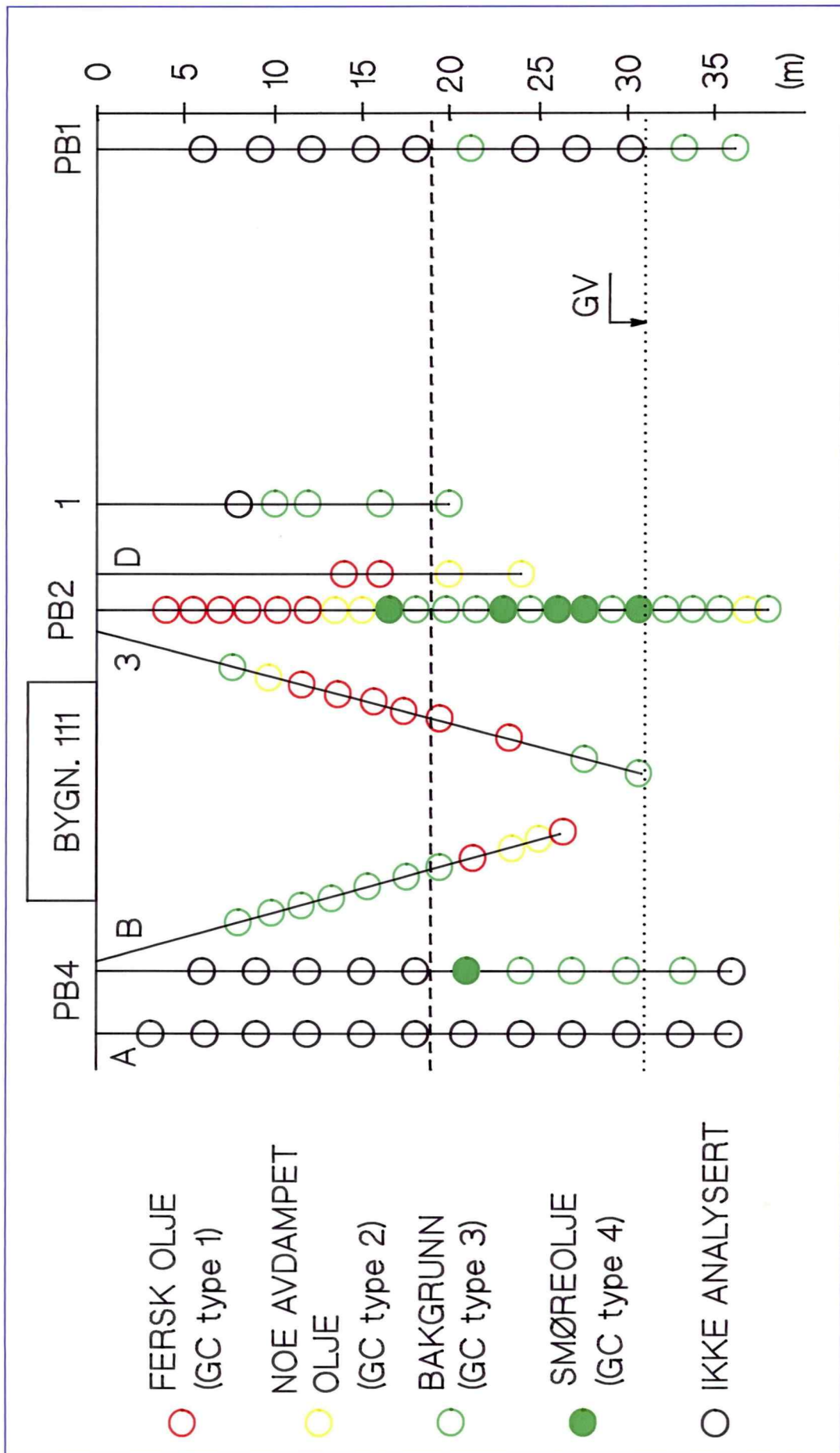
Kvalitativ vurdering av mineralolje
i jordprøver (profil II-II', tegning 3).

TEGNING 11



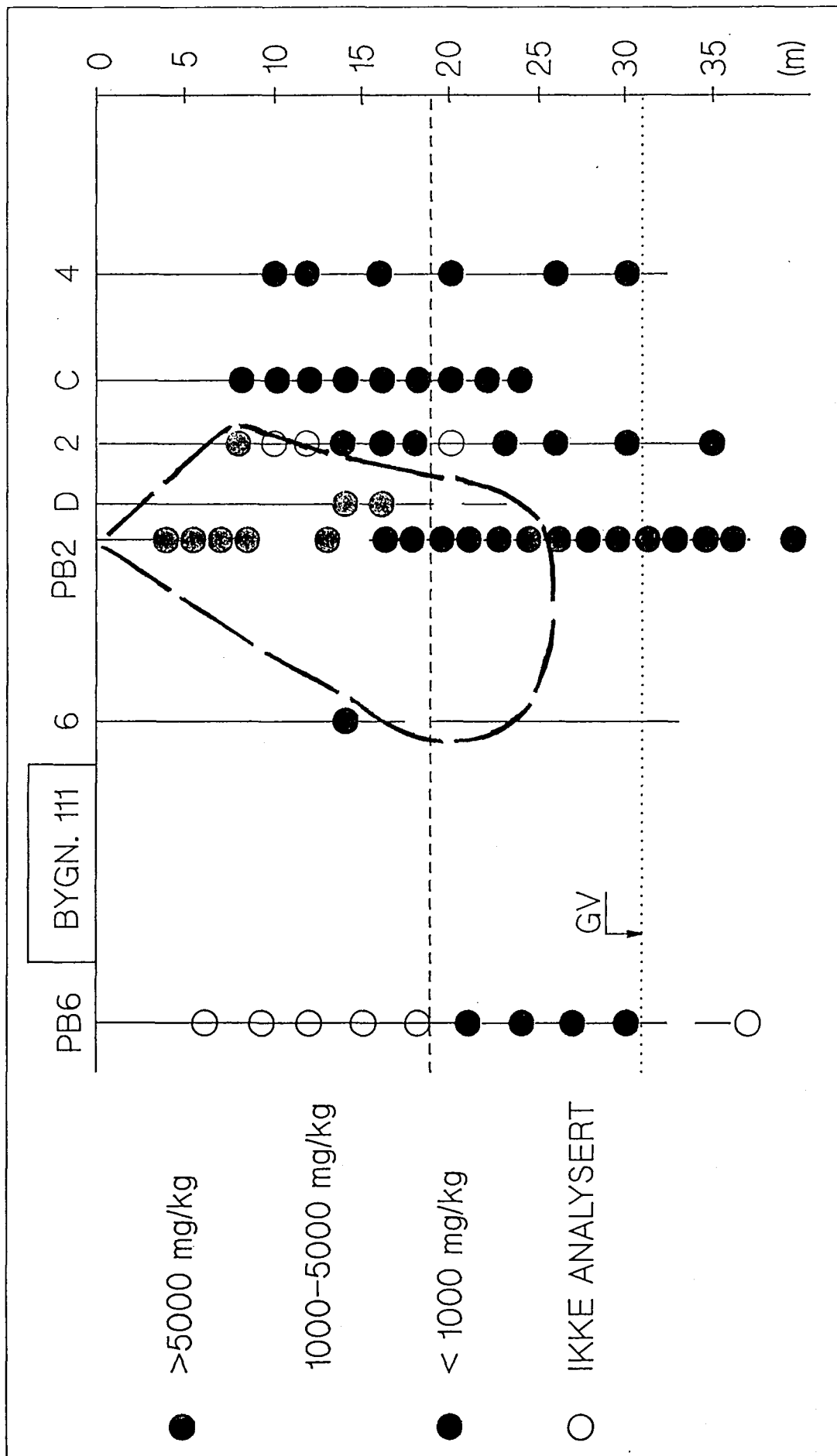
Kvalitativ vurdering av mineralolje
i jordprøver (profil I-I', tegning 3).

TEGNING 12



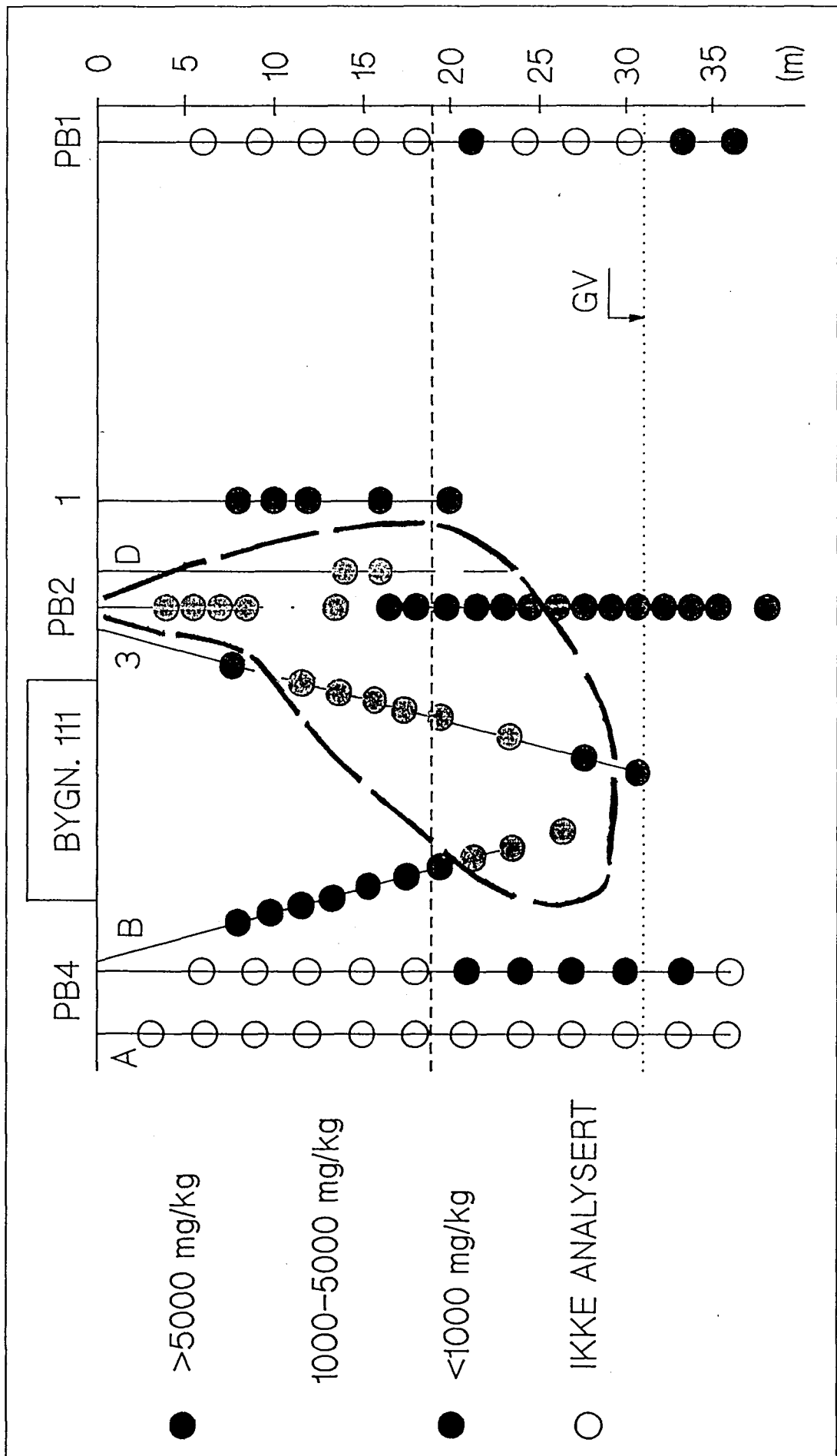
TEGNING 13

Vurdering av utbredelse av oljeforurensede løsmasser ved bygg 111 Trandum (profil II-II', tegning 3). Vurderingen er basert på tilstand pr 08.11.90.



TEGNING 14

Vurdering av utbredelse av oljeforurensede løsmasser ved bygg 111 Trandum (profil I-I', tegning 3). Vurderingen er basert på tilstand pr 08.11.90.

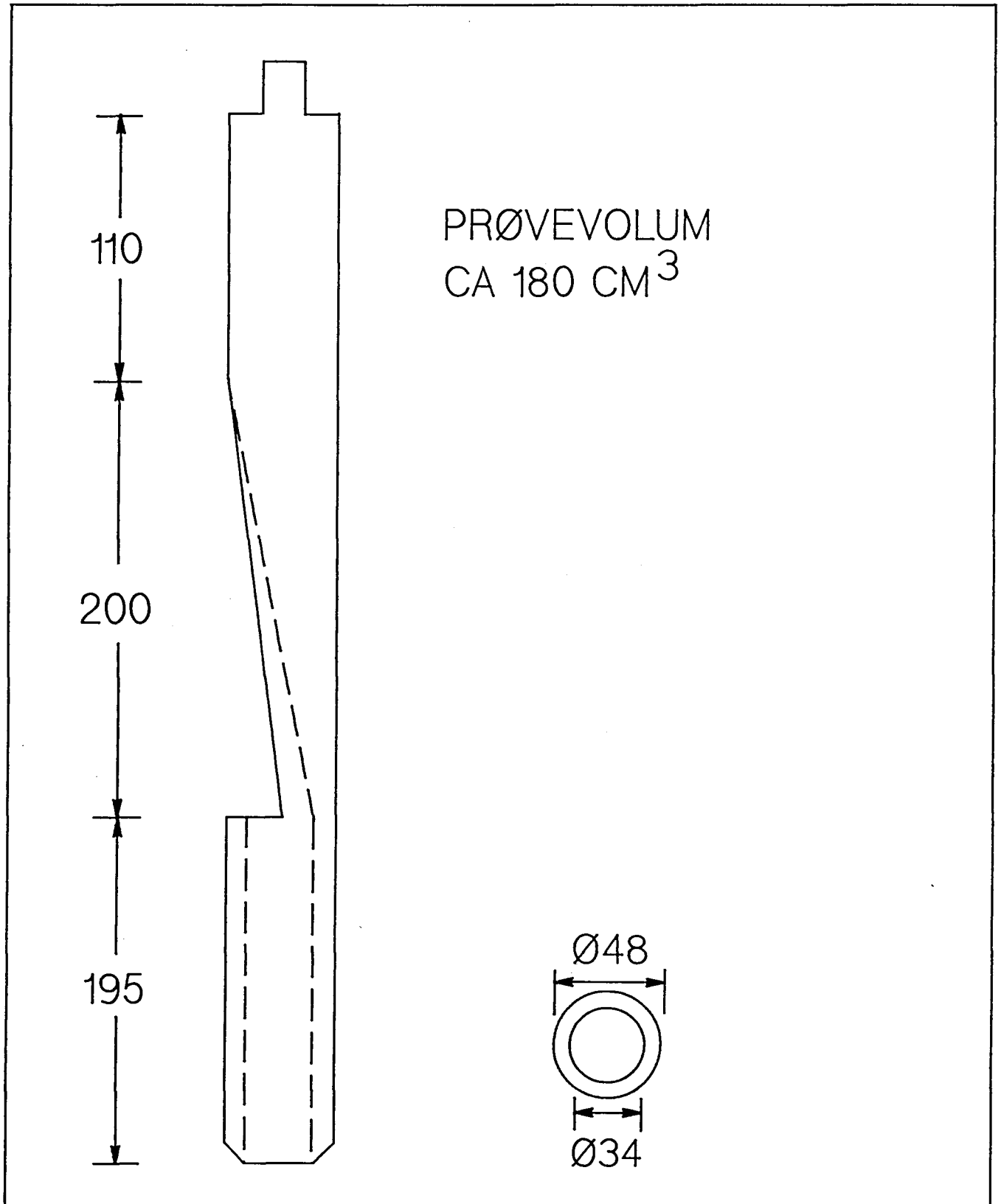


VEDLEGG

- Vedlegg 1: Skisse av gjennomstrømnings-prøvetaker
- Vedlegg 2: Mineraloljeinnhold i jordprøver fra bygg 111
- Vedlegg 3: Totalt hydrokarboninnhold i vannprøver
- Vedlegg 4: Totalt organisk karbon i vannprøver
- Vedlegg 5: Uorganisk, kjemisk sammensetning for grunnvann
- Vedlegg 6: Beregning av transmissivitet brønn PB2
- Vedlegg 7: Tid-senkings-kurve for brønn PB2
- Vedlegg 8: Vurdering av strømningshastighet i mettet sone
- Vedlegg 9: Dimensjonerende data for brønner PB1 - PB6

VEDLEGG 1

Skisse av gjennomstrømnings-prøvetaker.



VEDLEGG 2

Mineraloljeinnhold i jordprøver fra bygg 111 Trandum. Prøvenummerering er i h.h.t. analyser ved Geolab Nor. Ned = prøver analysert i Nederland. Borlokaliteter er gitt i tegning 3. For nærmere dokumentasjon av analyser henvises til NGU-rapport 91.156.

PRØVE NR.	LOKA-LITET	DYP (m)	MINERALOLJE C10-C40 (mg/kg)	PRØVE NR.	LOKA-LITET	DYP (m)	MINERALOLJE C10-C40 (mg/kg)
1	C	8	<1000	46	2	22	500
2	C	10	<1000	47	2	26	820
3	C	12	440	48	2	30	<1000
4	C	14	480	49	2	35	<1000
5	C	16	280	NED.	3	8	95
6	C	18	340	50	3	10	2100
7	C	20	320	NED.	3	12	19400
8	C	22	180	51	3	14	18200
9	C	24	120	NED.	3	16	19200
10	B	8	520	NED.	3	18	18500
11	B	10	740	52	3	20	13200
12	B	12	360	53	3	24	18400
13	B	14	280	NED.	3	28	<50
14	B	16	300	NED.	3	32	<50
15	B	18	320	54	4	10	<1000
16	B	20	380	55	4	12	350
17	B	22	15000	56	4	16	400
18	B	24	5200	57	4	20	560
19	B	26	1300	58	4	26	280
20	B	27	12500	59	4	30	800
21	D	14	10400	NED.	PB1	21	260
22	D	16	10000	60	PB1	33	540
23	D	20	3700	NED.	PB1	36	630
24	D	24	1800	61	PB1	39	520
25	6	14	700	62	PB2	4	8500
26	6	18	4100	63	PB2	5,5	9400
27	PB6	21	<1000	64	PB2	7,5	10300
28	PB6	24	240	NED.	PB2	9	10100
29	PB6	27	460	65	PB2	10,5	3700
30	PB6	30	800	NED.	PB2	12	3150
31	PB6	33	2400	66	PB2	13,5	13100
32	PB5	21	720	67	PB2	15	2500
33	PB5	24	600	68	PB2	16,5	840
34	PB5	27	400	NED.	PB2	18	<50
35	PB5	30	620	69	PB2	19,5	<1000
36	PB5	33	400	70	PB2	21	<1000
37	PB4	21	900	71	PB2	22,5	380
38	PB4	24	380	72	PB2	24	660
39	PB4	27	200	73	PB2	25,5	390
40	PB4	30	700	74	PB2	27	310
41	PB4	33	210	NED.	PB2	28,5	<50
NED.	1	8	<50	75	PB2	30	180
42	1	10	280	76	PB2	31,5	980
NED.	1	12	195	NED.	PB2	33	160
43	1	16	170	77	PB2	34,5	<1000
44	1	20	190	NED.	PB2	37	1500
NED.	2	8	16200	78	PB2	39	630
NED.	2	14	255	79	PB3	32,5	920
NED.	2	16	160				
NED.	2	18	185				

VEDLEGG 3

Totalt hydrokarboninnhold (THC, mg/l) i grunnvannsprøver fra bygg 111 Trandum. Tall i parentes henviser til appendix 1 og 2. Kran. Trand. er prøve av kranvann fra Trandum leir. Blindprøver er kranvann laboratorium. Deteksjonsgr. 0.01 mg/l.

LOKALITET	07.11.90	22.11.90	20.12.90
PB1		0.06 (Br 1)	1.20 (BH 1)
PB2	<0.05	0.21 (Br 2)	1.60 (BH 2)
PB3		1.40 (Br 3)	0.90 (BH 3)
PB4		0.06 (Br 4)	1.30 (BH 4)
PB5			0.63 (BH 5)
PB6		0.16 (Br 6)	1.20 (BH 6)
KRAN. TRAND.			1.50 (Leir)
BLINDPRØVE I		0.03 (Blind)	<0.01
BLINDPRØVE II			<0.01

NEDERL. GRENSEVERDIER: A = 0.02 B = 0.20 C = 0.60

VEDLEGG 4

Totalt organisk karbon i vann (TOC, mg/l). Analyse er utført parallelt på uluftet prøve og prøve luftet med nitrogengass. Se også tekst vedl. 3.

LOKALITET	22.11.90		20.12.90	
	ULUFT.	LUFT.	ULUFT.	LUFT.
PB1	30.3	1.3		
PB2	25.7	1.4		
PB3	33.8	0.9		
PB4	30.4	0.8	35.0	12.3
PB5			48.0	8.2
PB6	32.2	1.5	41.7	4.8
KRANVANN TRAND.			36.4	4.8
BLINDPRØVE I			5.6	4.7

SIFF – GRENSE FOR DRIKKEVANN:

3 mg/l

VEDLEGG 5

	Na	K	Mg	Ca	Cl	SO4	N-NO3	Alk. meq/l	Cond. uS/cm	pH
TRANSJØEN	5.8	1.5	4.7	50.9	6.2	18.3	0.1	2.6	255	7.8
BYGG 111	3.5	1.0	3.0	53.0	2.5	13.0	2.0	2.7	290	8.1

Uorganisk, kjemisk sammensetning for grunnvann ved bygg 111 Trandum samt for Transjøen. Data for grunnvann er basert på prøver fra brønnene PB1-PB6 22.11.90. Data for Transjøen etter Jørgensen et al (1991).

VEDLEGG 6

Beregning av transmissivitet (T) utfra tid-senkings-kurve i brønn PB2.

```
*****
*
*           program:  JacobFit
*           version:  IBM PC 1.0
*
*   A PROGRAM FOR PUMP TEST ANALYSIS USING JACOB'S
*   FORM OF THEIS EQUATION AND LEAST SQUARES' METHOD.
*
*****
```

PROJECT..... = BYGG 111 TRANDUM
LOCATION..... = ØVRE ROMERIKE
WELL..... = PB2
DATE..... = 01.11.1990

STATIC WATER LEVEL S.W.L. = 31.1 [m]
DISCHARGE RATE..... = .0006 [m3/s]
DISTANCE OF OBSERVATION POINT = .06 [m]

NO	TIME [min]	DRAWDOWN [m]	u	DEVIATION
1	0.33	1.000	.000E+00	+.000E+00
2	0.67	1.500	.177E+00	+.554E-02
3	0.78	1.700	.152E+00	+.845E-02
4	1.00	2.000	.119E+00	-.137E-01
5	1.38	2.400	.861E-01	-.312E-01
6	1.68	2.700	.707E-01	+.137E-01
7	1.97	2.900	.603E-01	+.728E-02
8	2.12	3.000	.560E-01	+.121E-01
9	2.32	3.100	.512E-01	-.474E-02
10	2.47	3.200	.481E-01	+.140E-01
11	2.67	3.300	.445E-01	+.131E-01
12	2.92	3.400	.407E-01	-.295E-02
13	3.20	3.500	.371E-01	-.217E-01
14	3.55	3.600	.000E+00	+.000E+00
15	3.97	3.700	.000E+00	+.000E+00
16	4.48	3.800	.000E+00	+.000E+00
17	5.12	3.900	.000E+00	+.000E+00
18	5.45	3.950	.000E+00	+.000E+00
19	5.87	4.000	.000E+00	+.000E+00
20	6.33	4.070	.000E+00	+.000E+00
21	7.35	4.100	.000E+00	+.000E+00
22	10.67	4.250	.000E+00	+.000E+00
23	18.60	4.280	.000E+00	+.000E+00
24	39.28	4.360	.000E+00	+.000E+00
25	69.50	4.410	.000E+00	+.000E+00

TRANSMISSIVITY T = .368E-04 [m2/s]
 T = 3 [m2/d]
STORATIVITY S = .292E+00

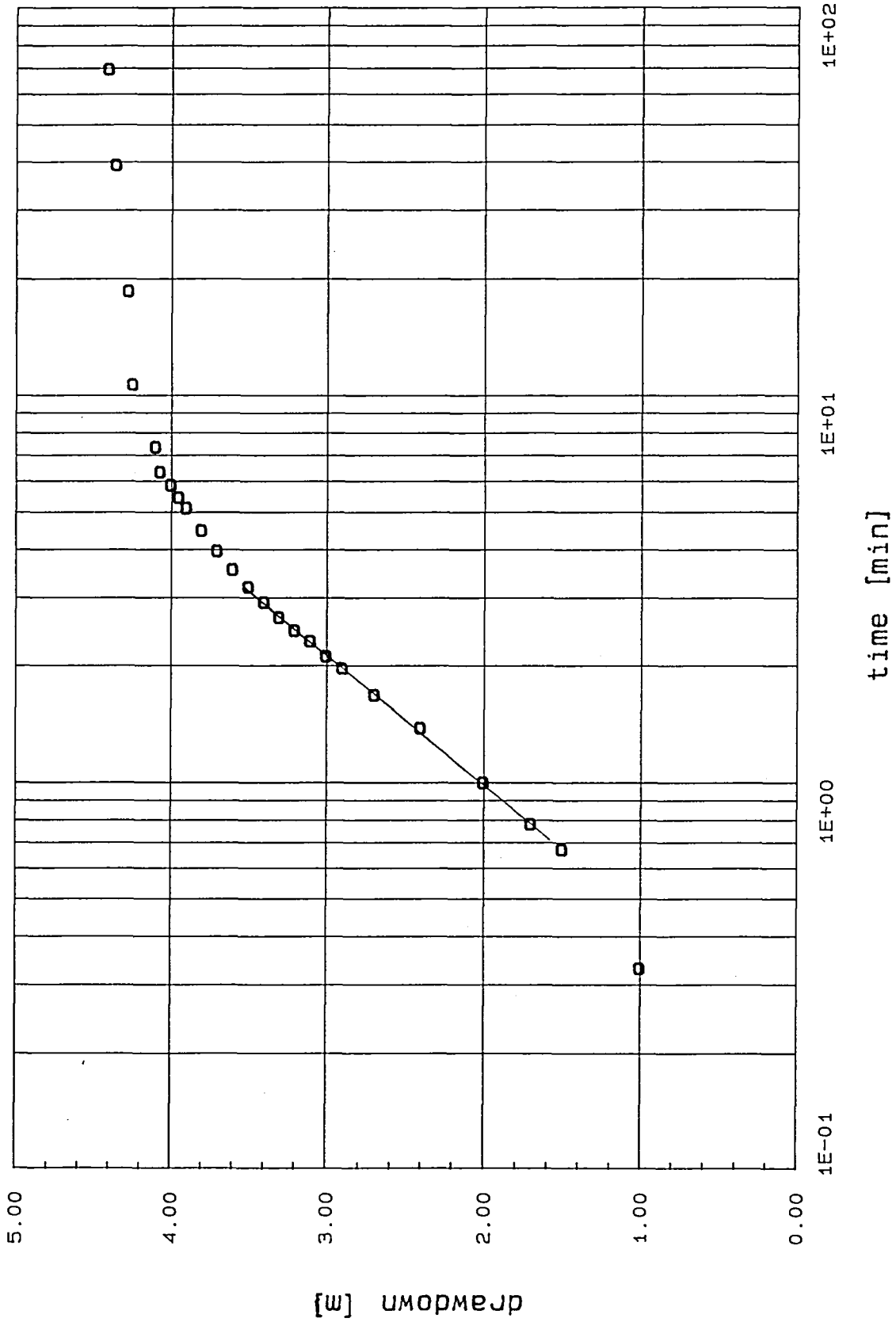
DATA SEGMENT ANALYZED :
- starting with data pair 2
- ending with data pair 13

DETERMINATION COEFFICIENT = .9994998

VEDLEGG 7

Grafisk presentasjon av tid-senkings-kurve for brønn PB2.

TRANDUM LEIR, PB2.



VEDLEGG 8

Vurdering av strømningshastighet i mettet sone ved bygg 111 Trandum.

LOKAL GRADIENT (tegning 6): $i = 1,8 \text{ cm/m}$

REGIONAL GRADIENT (Østmo 1976): $i = 1,2 \text{ cm/m}$

EFFEKTIV PORØSITET (antatt): $n_e = 10 - 20 \%$

HYDRAULISK KONDUKTIVITET (vedlegg 6): $K = 0,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

NETTO STRØMNINGSHASTIGHET:

$$v_n = (K/n_e) \times i = \underline{4 \text{ til } 8 \text{ cm/døgn}}$$

VEDLEGG 9

Dimensjonering og oppbygging av brønner ved bygg 111 Trandum.

PB1 OG PB2:

Totalt dyp: 38 meter
Filtertype: PVC Ø140 mm m/0.3 mm slisser og
messingduk m/0.2 mm åpning.
Filterplassering: 29 til 38 meter
Stigerør: PVC Ø125 mm fra 0 til 29 meter

PB3 OG PB5:

Totalt dyp: 36 meter
Filtertype: 110 mm vertikalt slisset filter
i PE 50 med fiberduk åpning
275 um. Slissebredde/lengde ca
5mm/200mm, 5 slisser pr meter
filter
Filterplassering: 24 til 36 meter
Stigerør: Ø 140 mm stålrør fra 0 til 24 m

PB4 OG PB6:

Totalt dyp: 36 meter
Filtertype: PVC Ø 140 mm m/0.3 mm slisser
og fiberduk åpning 275 um
Filterplassering: 27 til 36 meter
Stigerør: PVC Ø 140 mm fra 0 til 27 m

Lysåpning for filter "PVC Ø 140 mm m/0.3 mm slisser" er 10 %
(0.1 m² pr m² filter).

APPENDIX

Appendix 1: Laboratorierapport IKU nr 90.171

Appendix 2: Laboratorierapport IKU nr 91.022

Appendix 3: Instruks og dagbok for overvåking av
oljeforurensing ved bygg 111 Trandum



Institutt for kontinentalsokkelundersøkelser og petroleumsteknologi A/S
Continental Shelf and Petroleum Technology Research Institute

S.P. Andersen veg 15 b * N-7034 Trondheim, Norway
Tel.: + 47 7 591100 * Telex: 55 434 iku n * Telefax: + 47 7 591102 (aut.)

RAPPORT

REG.NR.:	TILGJENGELIGHET:
90.171	Begrenset

RAPPORT TITTEL:

ANALYSE AV HYDROKARBONER OG ORGANISK KARBON
I VANNPRØVER

RAPPORT NR.: 22.1885.30/01/90

FORFATTERIEI:

S. Johnsen, IKU
H. Semb, SINTEF avd. 21

DATO:	ANT. SIDER:	ANT. BILAG:	PROSJEKTLEDER:	SIGN.
21 des.-90	6	-	S. Johnsen	<i>S. Johnsen</i>
OPPDRAGSGIVER:			GODKJENT AV FAGLIG ANSVARLIG:	SIGN.:
NGU, v/ G. Storø			L. Schou	<i>L. Schou</i>

SAMMENDRAG:

Analyse av totalt hydrokarboninnhold og totalt organisk karbon i vannprøver.

STIKKORD:	KEY WORDS:
THC TOC	THC TOC
Vannprøver	Water samples
NGU	NGU

1. INNLEDNING

Fem vannprøver ble mottatt for analyse av totalt hydrokarboninnhold (THC). Disse, samt en ekstra prøve ble også analysert for innhold av totalt organisk karbon (TOC) ved SINTEF avd. for Teknisk Kjemi.

2. EKSPERIMENTELT

2.1 THC

Prøvene ble ekstrahert med n-heksan (50 ml) på ristebord i en time. Ekstraktet ble separert fra vannfasen og tørket med vannfri natriumsulfat for å fjerne rester av vann. Ekstrakter ble oppkonsentrert vha. rotavapor til ca 10 ml, og under nitrogenatmosfære til ca 1 ml. Prøvene ble analysert vha. gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID), og kvantifisert ved å sammenligne totalarealet av kromatogrammet med tilsvarende for en prøve av marin diesel med kjent konsentrasjon. En blindprøve av springvann ble analysert på samme måte.

Gasskromatografiske betingelser:

Instrument: HP 5710A med HP 7671 autoinjektor
Injeksjon: Splitless, 280°, 10 PSI
Kolonne: DB-5 0.32mm x 15m
Temp prog: 40°(2 min) - 25°/min - 350°(5 min)

2.2 TOC

Prøvene ble injisert direkte på en ASTRO mod. 1850 TOC analysator. I denne oksyderes prøvene vha. O₂/UV-bestråling, og rest av CO₂ bestemmes vha. IR måling. Prøvene ble analysert både med og uten avgassing av CO₂ før analysen.

3. RESULTATER

Tabell 3.1 viser resultatene av THC og TOC ananlysene. Kromatogrammer er gitt i vedlegg 1.

Tabell 3.1 Resultater fra THC og TOC analysene som mg/l

Prøve	Totalt hydrokarboninnhold	Totalt organisk karbon	
		ikke gasset	gasset
Br 1	0.063	30.3	1.3
Br 2	0.21	25.7	1.4
Br 3	1.4	33.8	0.9
Br 4	0.056	30.4	0.8
Br 6	0.16	32.2	1.5
2		19.9	1.6
Blindprøve	0.034		

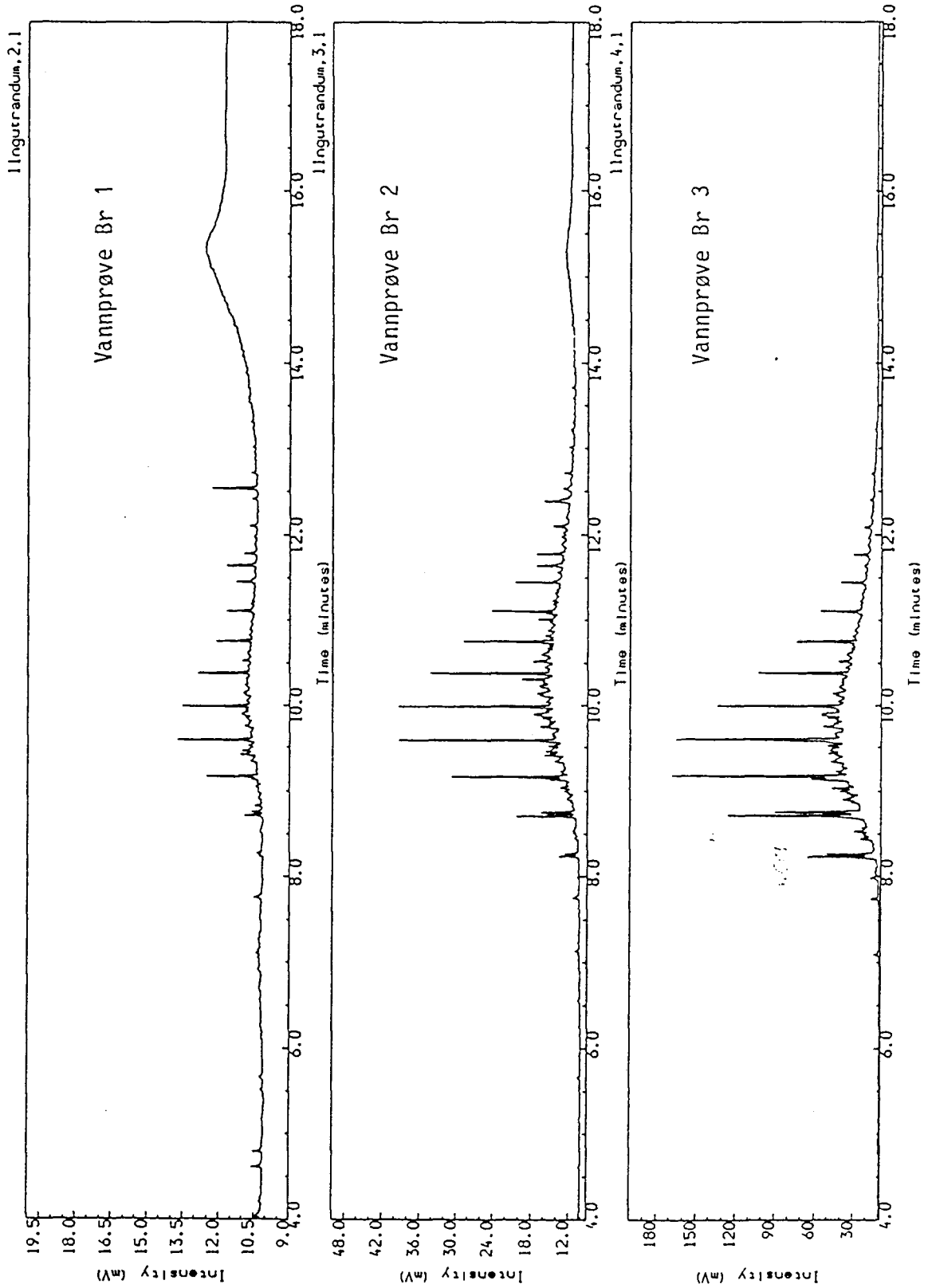
Alle tall i mg/l.

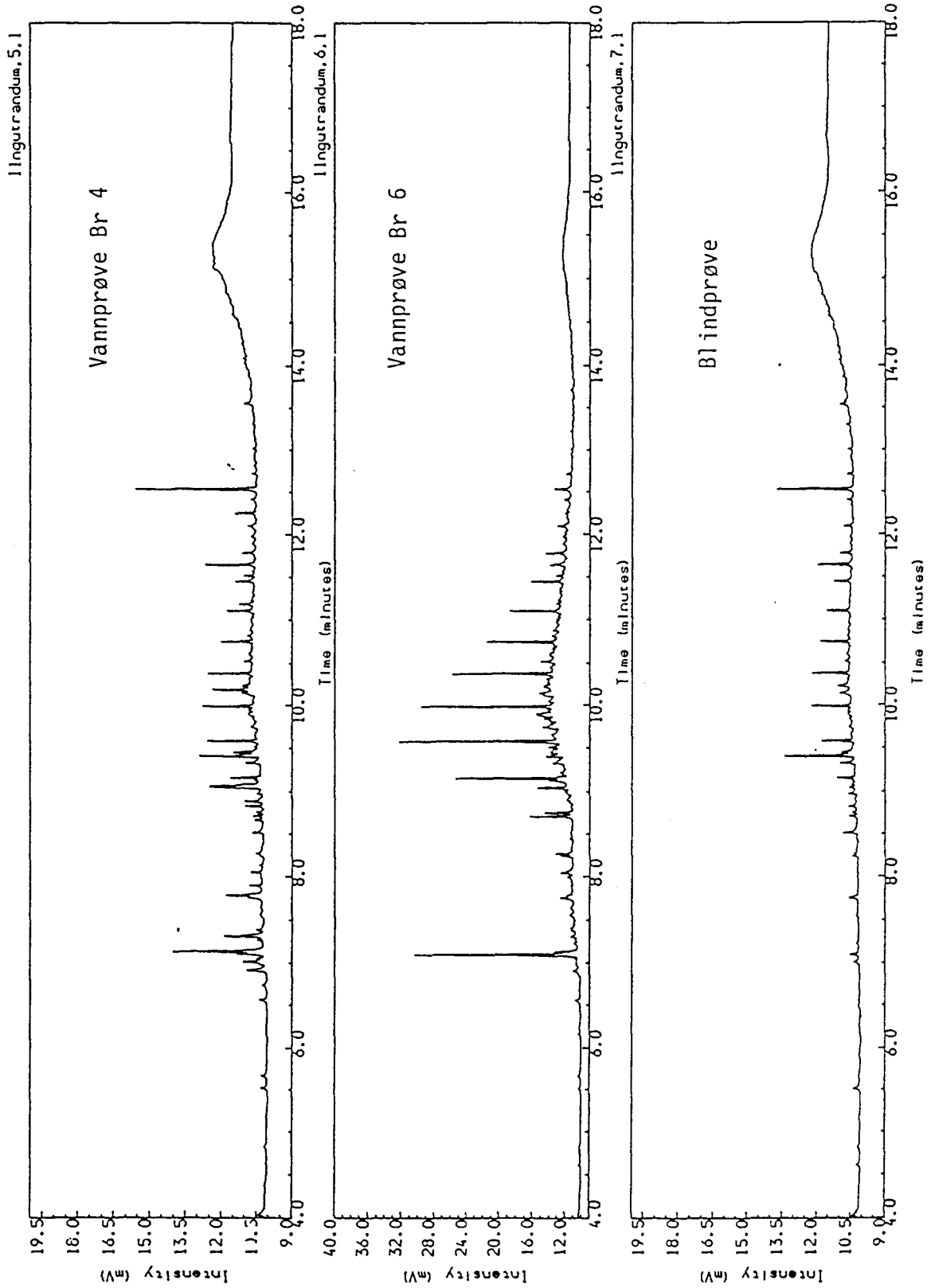
Det ble observert spor av en lett oljefraksjon, diesel/fyringsolje i prøvene. Oljen er imidlertid sterkt avdampet, det antas at ca. 90% av oljen er forsvunnet. Prøvetakingen er trolig av stor betydning for resultatet, noe som indikeres av sprikende resultater fra TOC og hydrokarbonanalysen.

4. KONKLUSJON

Prøvene inneholdt en kraftig avdampet rest av en lett oljefraksjon i området C₁₆-C₂₇. Konsentrasjonen av olje i vannet varierte fra 0.056 til 1.4 mg/l.

VEDLEGG 1





Institutt for kontinentalsokkelundersøkelser og petroleumsteknologi A/S
 Continental Shelf and Petroleum Technology Research Institute

 S.P. Andersen veg 15 b * N-7034 Trondheim, Norway
 Tel.: + 47 7 591100 * Telex: 55 434 iku n * Telefax: + 47 7 591102 (aut.)

RAPPORT

REG.NR.:	TILGJENGELIGHET:
91.022	Begrenset

RAPPORT TITTEL: ANALYSE AV HYDROKARBONER OG ORGANISK KARBON I VANNPRØVER. RAPPORT II	RAPPORT NR.: 22.1885.30/01/91
FORFATTER(EI): Ståle Johnsen og Bodil Thorvaldsen	

DATO:	ANT. SIDER:	ANT. BILAG:	PROSJEKTLEDER:	SIGN:
6-FEB-91	9		Ståle Johnsen	<i>Ståle Johnsen</i>
OPPDRAAGSGIVER:			GODKJENT AV FAGLIG ANSVARLIG:	SIGN:
			Per S. Daling	<i>P. S. Daling</i>

Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)/G. Storø

SAMMENDRAG:

Totalt åtte vannprøver ble analysert for hydrokarboninnhold og fem for innhold av organisk karbon.

Resultatene viste at nivåene lå noe høyere enn ved forrige analyse, og at innholdet av hydrokarboner var dominert av vannløselige deler av en oljefraksjon.

STIKKORD:	KEY WORDS:
Hydrokarboninnhold	
Organisk Karbon	
Vannprøver	

KJADS/jkj/l

1. INNLEDNING

Totalt åtte vannprøver ble motatt for bestemmelse av hydrokarboninnhold. Av disse ble fem sendt til bestemmelse av innhold av organisk karbon.

2. EKSPERIMENTELT

2.1 THC

Prøvene ble ekstrahert med n-heksan (50 ml) på ristebord i en time. Ekstraktet ble separert fra vannfasen og tørket med vannfri natriumsulfat for å fjerne rester av vann. Ekstrakter ble oppkonsentrert vha. rotavapor til ca 10 ml, og under nitrogenatmosfære til ca 1 ml. Prøvene ble analysert vha. gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID), og kvantifisert ved å sammenligne totalarealet av kromatogrammet med tilsvarende for en prøve av marin diesel med kjent konsentrasjon. To blindprøver av springvann ble analysert på samme måte.

Gasskromatografiske betingelser:

Instrument: HP 5710A med HP 7671 autoinjektor
Injeksjon: Splitless, 280°, 10 PSI
Kolonne: DB-5 0.32mm x 15m
Temp prog: 40°(2 min) - 25°/min - 350°(5 min)

2.2 TOC

Prøvene ble injisert direkte på en ASTRO mod. 1850 TOC analysator. I denne oksyderes prøvene vha. O₂/UV-bestråling, og rest av CO₂ bestemmes vha. IR måling. Prøvene ble analysert både med og uten avgassing av CO₂ før analysen.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

Tabell 3.1 viser resultatene fra analysen av totalt hydrokarboninnhold (THC) og totalt organisk karbon (TOC). Kromatogrammene av prøvene samt en blindprøve er gitt i vedlegg 1.

Konsentrasjonen av THC og TOC etter avgassing synes å ligge noe høyere for disse prøvene enn for de prøvene som ble analysert forrige gang (IKU rapport nr. 22.1885.30/01/90). Uten detaljert kjennskap til prøvetakningen er det vanskelig å si om denne variasjonen skyldes en signifikant økning i nivåene.

Tabell 3.1: Totalt hydrokarboninnhold (THC) og totalt organisk karbon (TOC) i prøvene gitt som mg/l.

Prøve	TOC		THC
	før gassing	etter gassing	
BH 1	-	-	1.2
BH 2	-	-	1.6
BH 3	-	-	0.90
BH 4	35.0	12.3	1.3
BH 5	48.0	8.2	0.63
BH 6	41.7	4.8	1.2
Leirvann	36.4	4.8	1.5
Sesvold pkt. 1	19.6	7.3	2.4
Blindprøve I	5.6	4.7	< 0.01
Blindprøve II	-	-	< 0.01

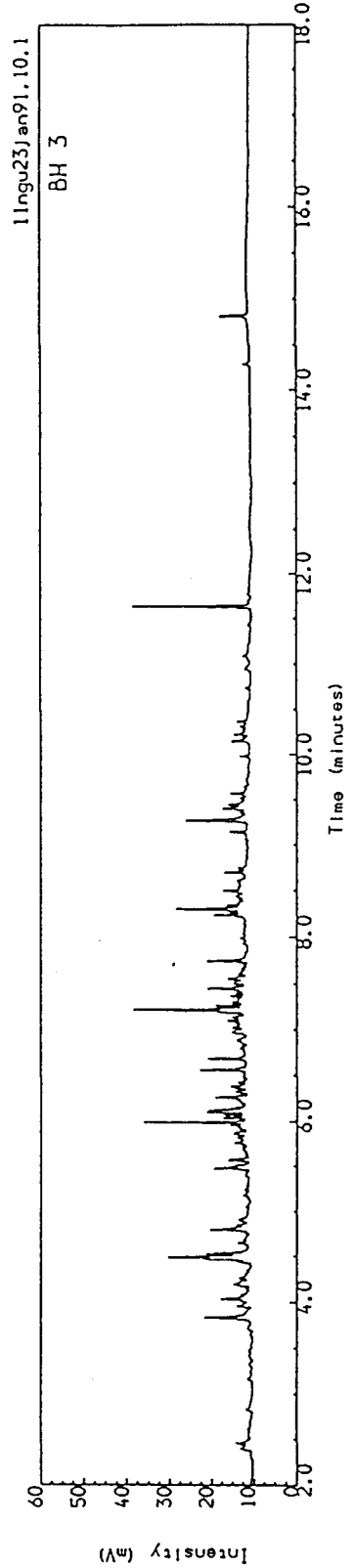
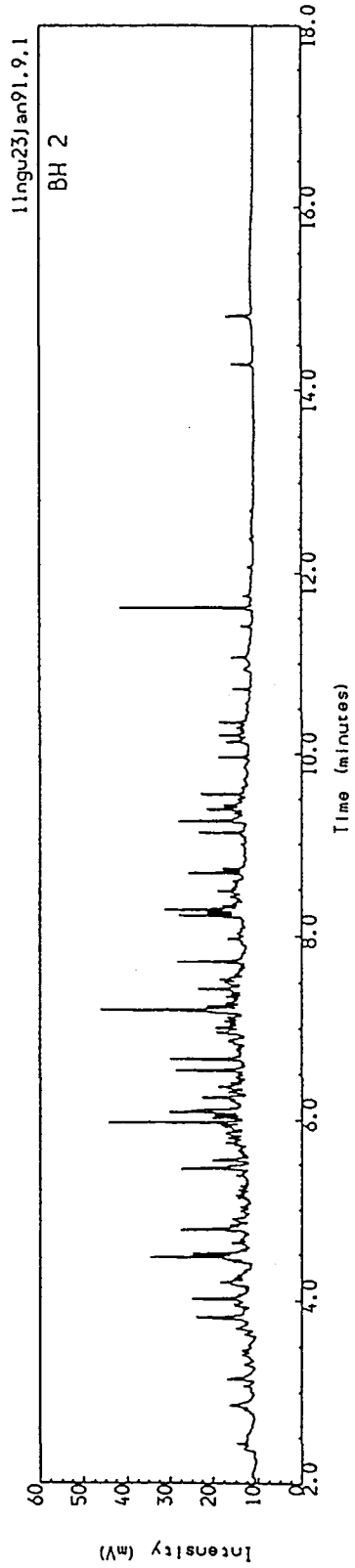
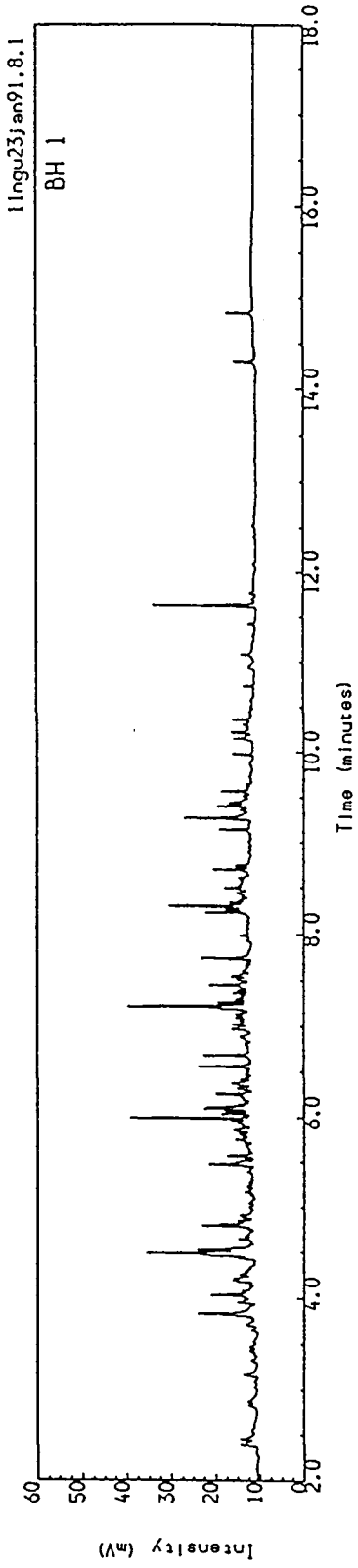
Kvalitativt sett er det bare prøve "BH 5" og i noen grad "BH 6" og "Leirvann" som viser klare spor av oljeinnhold, trolig en relativt lett fyringsolje/dieselolje. De øvrige prøvene viser et noe annet mønster, som trolig skyldes en oppkonsentrering av vannløselige hydrokarboner i vannfasen, og mindre tilstedeværelse av dispergert olje.

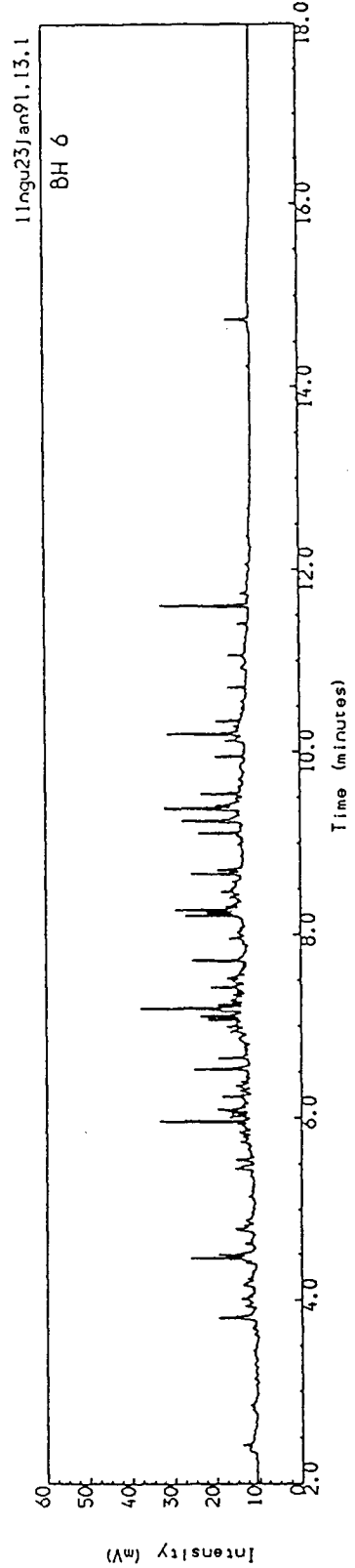
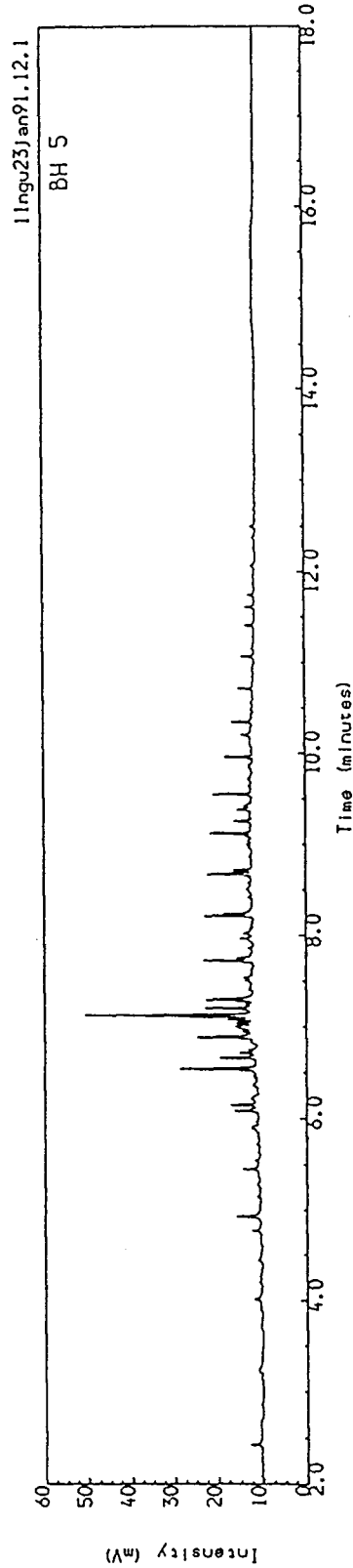
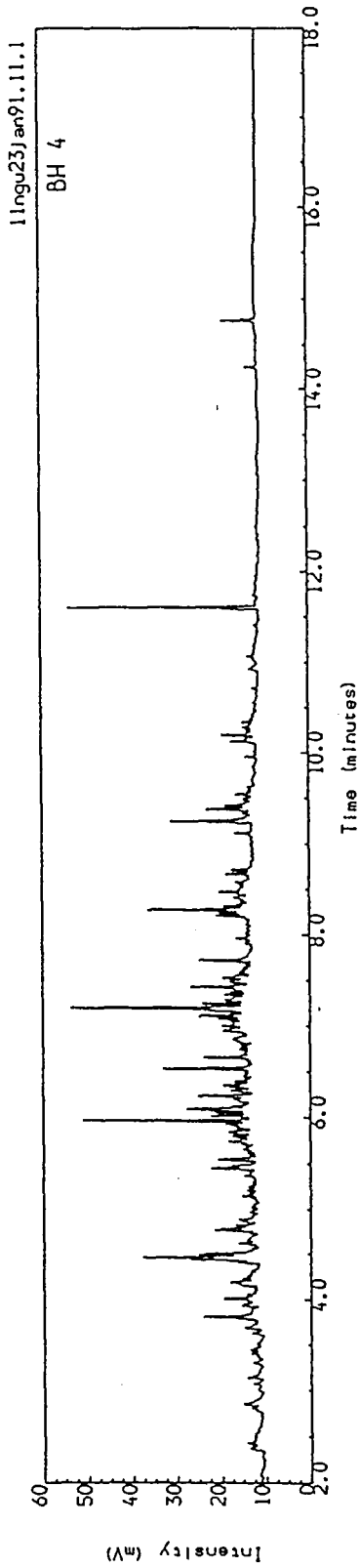
4. KONKLUSJON

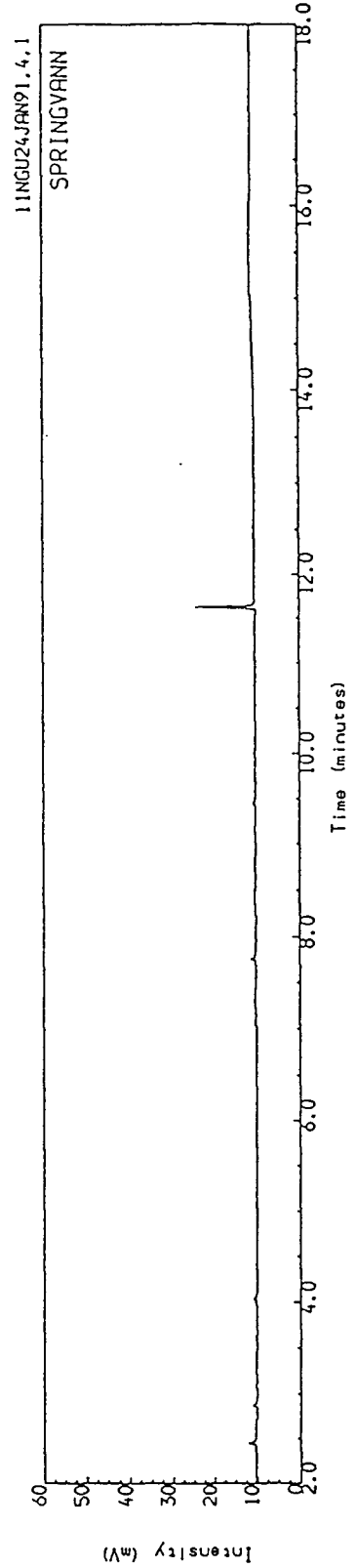
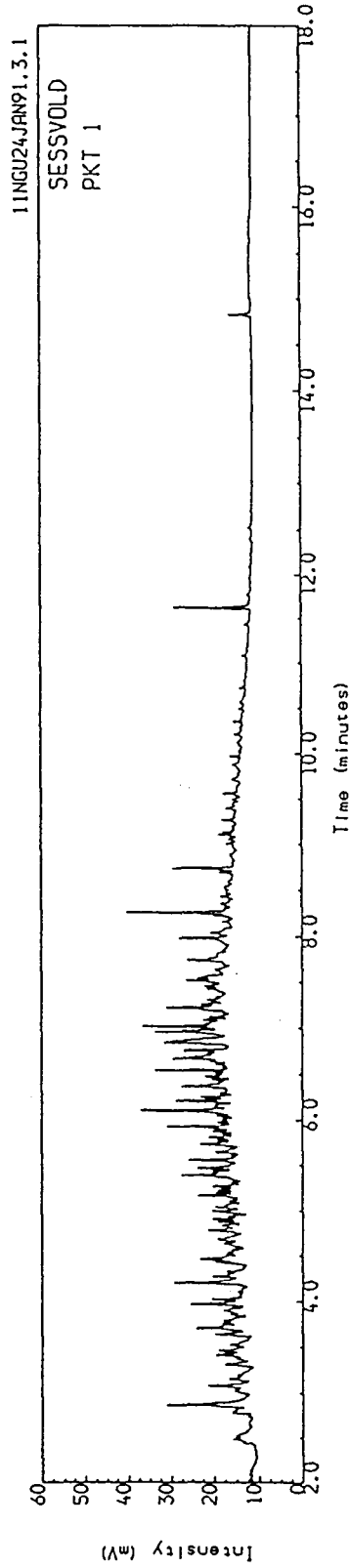
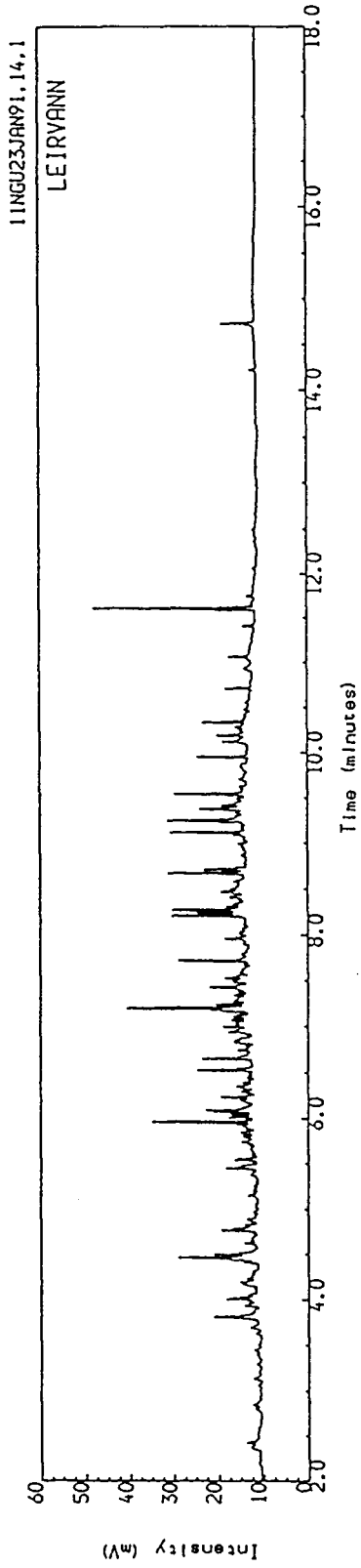
Nivået av THC og TOC er noe høyere i disse prøvene enn for de tidligere analyserte. Det er ikke mulig å si om disse skyldes en signifikant økning av nivåene i prøvetakningsområdet eller om det skyldes andre forhold. Prøvene inneholder i vesentlig grad den vannløselige delen av en oljefraksjon, med unntak av "BH 5" hvor det observeres tydelige spor av en lett fyringsolje/dieselolje. Dette gjelder i noen grad også prøvene "BH 6" og "Leirvann".

VEDLEGG 1

Kromatogrammer fra analysene







DAGBOK

**FOR OVERVÅKING AV OLJEFORURENSING VED
BYGNING NR 111, TRANDUM LEIR.**

INSTRUKS FOR ANSVARSHAVENDE FOR OVERVÅKING AV OLJEFORURENSING VED TRANDUM LEIR.

- 1) Dersom funksjonsfeil ved overvåkingsanlegget oppstår forsøkes denne utbedret umiddelbart. Viktige funksjonsfeil er pumpestopp, feil i overvåkingsautomatikk (oljealarm, nivåalarm), feil ved oljeavskiller eller lekkasjer på slanger. Dersom det ikke lykkes å utbedre feil kontaktes NGU.
- 2) Dersom det oppstår klare tegn på oljeforurensing i oljeavskiller eller avløpskum kontaktes NGU umiddelbart. Klare tegn er lukt/smak av olje eller synlig tilstedeværelse av olje. Dersom umiddelbar kontakt med NGU ikke oppnås, igangsettes pumping i brønnene PB1-PB6. Dersom olje observeres også i disse brønnene opprettholdes pumping. Brønner hvor olje ikke observeres stanses.

KONTAKTPERSONER VED NGU ER:

Gaute Storrø TLF: 07-904166 eller 07-922363 (privat)
Helge Skarphagen TLF: 02-950930 eller 02-697763 (privat)
Tidemann Klemetsrud TLF: 02-950930 eller 067-35240 (privat)

Trondheim 29.11.1990

For Norges geologiske undersøkelse

Gaute Storrø
forsker

INSTRUKS.

Følgende forhold skal kontrolleres ved daglig ettersyn:

- A) Kontrollere at pumpen (PB2) er i drift. Kontrollen utføres ved ettersyn av vannføring i avløpskum.
- B) Kontrollere at limnigraf er i drift. Kontrolleres ved ettersyn av utskrift på papirrullen.
- C) Kontrollere om olje er tilstede i oljeavskiller og avløpskum ved hjelp av lukt, syn og smak.

Kontrollen dokumenteres ved avkryssing i dagbok (se del 1).

Vannprøvetaking skal utføres ukentlig (se del 3).

Oversiktstegninger for anlegget er gitt i del 4.

RAPPORTERING.

Dersom funksjonsfeil/oljespredning registreres ved anlegget rapporteres dette **OMGÅENDE TIL ANSVARSHAVENDE**. Viktige funksjonsfeil/tegn på oljespredning er:

- 1) Pumpe ikke i drift
- 2) Limnigraf ikke i drift
- 3) Synlig olje i avskiller
- 4) Oljelukt i avskiller
- 5) Oljesmak/lukt av vann i avløpskum

ANSVARSHAVENDE VED TRANDUM LEIR ER:.....
.....

Trondheim 29.11.1990

For Norges geologiske undersøkelse

Gaute Storrø

Forsker

INNHold.

1. DAGBOK
2. MERKNADER
3. VANNPRØVER
4. TEGNINGER

1. DAGBOK

2. MERKNADER

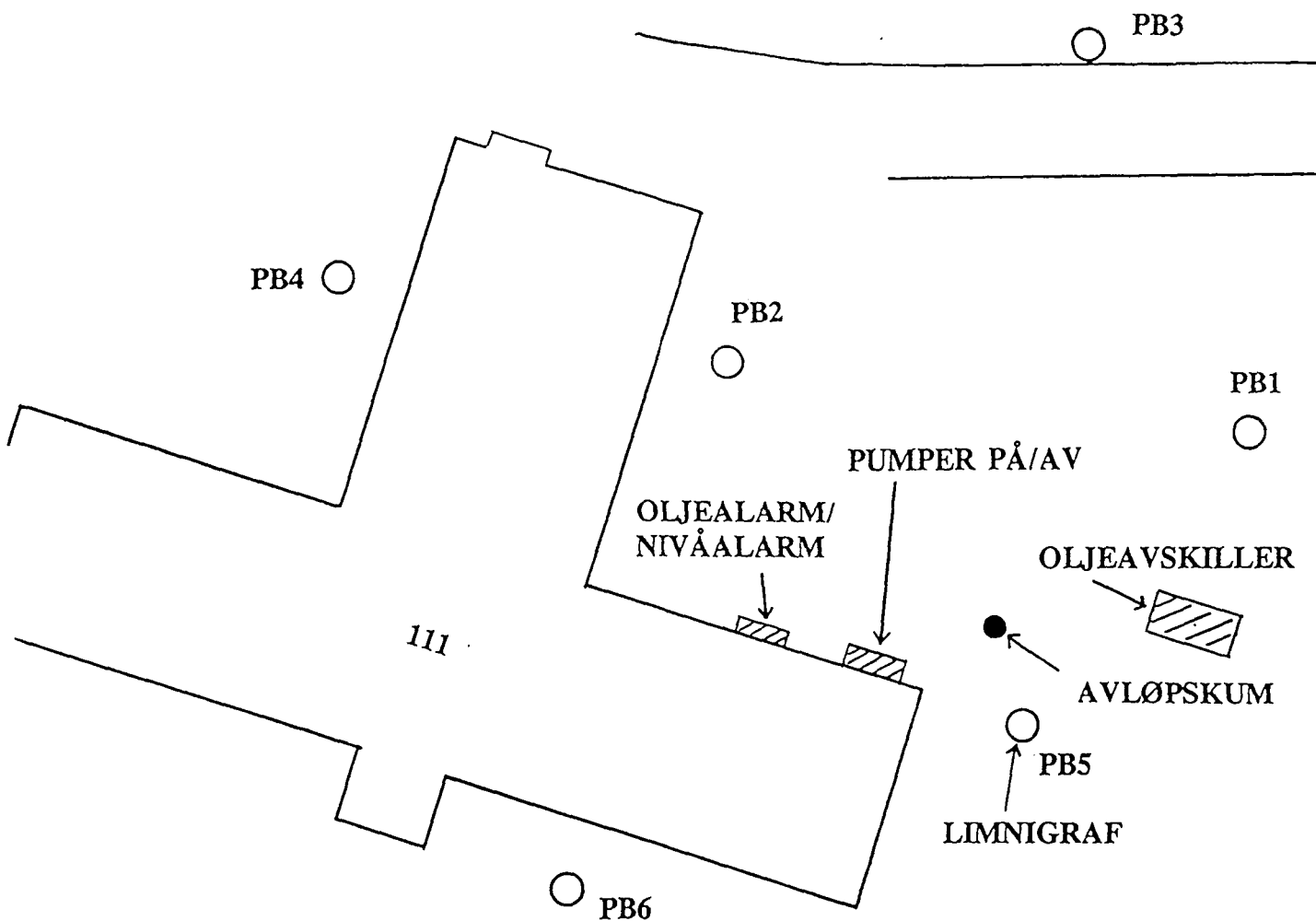
MERKNADER.

Her anføres relevante merknader om ting som ikke inngår i sjekklisten f.eks. strømbrudd, problemer med drift av pumpe, problemer med oljeavskiller, isproblemer og forhold omkring overvåking-sautomatikk (oljealarm, nivåalarm). Angi dato/kl for merknad.

3. VANNPRØVER

4. TEGNINGER

-



PB = PUMPEBRØNN