


NGU Rapport 95.009A

Miljøtekniske grunnundersøkelser ved
Værnes flystasjon, Stjørdal kommune.

Rapport nr. 95.009A		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Miljøtekniske grunnundersøkelser ved Værnes flystasjon, Stjørdal kommune.				
Forfatter: Gaute Storrø		Oppdragsgiver: Forsvarets bygningstjeneste, Trondheim		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Stjørdal		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621-1 Stjørdal		
Forekomstens navn og koordinater: FBT-lokalitet 1714 005 / 32V58680-703780 FBT-lokalitet 1714 006 / 32V59680-703780		Sidetall: 43	Pris: 60,-	
Feltarbeid utført: november 94		Rapportdato: 30.01.95	Prosjektnr.: 63.2643.00	Ansvarlig: 
Sammendrag: <p>Rapporten beskriver miljøtekniske grunnundersøkelser ved et brannøvingsfelt ved Værnes flystasjon, Stjørdal kommune i Nord-Trøndelag. Øvingsfeltet ble opprettet i 1982 og har tidvis også blitt benyttet for lagring av oljefat og grovavfall. Som øvingsvæske benyttes vesentlig parafin og diesel.</p> <p>Målsettingen for undersøkelsen er å gi svar på om forurensing fra lokalitetene fører til/kan føre til skader på naturmiljøet samt hvorvidt tiltak eller en utvidet undersøkelse er påkrevet.</p> <p>Utfra de data som er fremkommet ved feltundersøkelser samt kjemiske analyser av sediment- og grunnvannsprøver konkluderes det med at det ved brannøvingsbassenget og grovavfallsfyllinga ikke er funnet forurensing som fører til/kan føre til skader på det lokale naturmiljøet. Utvidede undersøkelser/tiltaksrettede undersøkelser vurderes derfor ikke som påkrevet for lokalitetene.</p> <p>Ved en stikkprøvekontroll innen fatlagingsområdet ble det påvist innhold av aromater i en sedimentprøve fra nivå 1.5-2.0 m. Tilsvarende forhold ble ikke påvist for prøver fra større dyp. Undersøkelsen gir ikke grunnlag for en sikker vurdering av forurensingens volummessige utbredelse. <u>Det konkluderes derfor med et behov for en utvidet undersøkelse av denne lokaliteten.</u> Sjaktgraving vil trolig være den best egnede undersøkelsesmetode i denne sammenheng.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Forurenset grunn		Grunnvann
Bekkevann		Spesialavfall		Kjemiske analyser
Prøvetaking		Fagrapport		

INNHALDSFORTEGNELSE

0	SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	5
1	INNLEDNING	8
1.1	Målsetting og strategi	8
1.2	Områdebeskrivelse	9
1.2.1	Brannøvingsfeltet	9
1.2.2	Berggrunnsgeologi	9
1.2.3	Løsmassegeologi	10
1.2.4	Hydrologiske forhold	10
2	FELTARBEID, METODER OG ANALYSER	11
2.1	Borarbeider	11
2.2	Uttak, forbehandling og analyse av prøver	12
2.2.1	Sedimentprøver	12
2.2.2	Vannprøver	13
3	REFERANSEVERDIER	15
4	RESULTATER	16
4.1	Løsmasseoppbygging (stratigrafi)	16
4.2	Grunnvannsforhold	16
4.3	Forurensingssituasjon for løsmasser	17
4.3.1	Brannøvingsbassenget	17
4.3.2	Grovavfallsfyllinga	20
4.3.3	Fatlagringsområdet	22
4.4	Forurensingssituasjon for grunnvann	23
4.5	Vannkjemi for Stjørdalselva	26
4.6	Brannslukningskjemikalier	27
5	VIDERE UNDERSØKELSER	30
6	KVALITETSSIKRING	31
7	REFERANSER	32

FIGURER	NR
Oversiktskart for Stjørdal/Værnes-området	1
Detaljkart for Værnes flystasjon - brannøvingsfelt	2
Oversiktsskisse for borpunkter ved brannøvingsfeltet	3
Detaljoversikt - brannøvingsbasseng	4
Sonderboringer - brannøvingsfelt	5
Vertikalprofil AA' - brannøvingsbasseng	6
Vertikalprofil BB' - brannøvingsbasseng	7
Skjematisk vertikalprofil - brannøvingsfelt	8
Observasjonsbrønner - brannøvingsfelt	9
Grunnvannskotekart for brannøvingsfelt	10

TABELLER (gitt fortløpende i teksten)	NR	SIDE
THC-analyser for sedimentprøver fra brannøvingsbasseng	1	18
Tungmetaller og organiske forbindelser i sedimentprøver	2	21
Innhold av aromater i sedimentprøve fra borhull 12	3	22
Uorganiske hovedkomponenter i grunnvannsprøver	4	24
Metaller og organiske komponenter i grunnvannsprøver	5	25
Uorganiske hovedkomponenter i elvevann	6	28
Metaller og organiske komponenter i elvevann	7	29

DATABILAG (gitt i separat bilagshefte)	NR
Analyserapport for sedimentprøver, uorganisk kjemi	1
Analyserapport for sedimentprøver, organisk kjemi	2
Analyserapport for vannprøver, uorganisk kjemi - 1	3
Analyserapport for vannprøver, uorganisk kjemi - 2	4
Analyserapport for vannprøver, organisk kjemi	5
Kornfordelingsanalyser	6
Tungmetaller i bakgrunnsprøver (bekkesedimenter)	7
Sedimentbeskrivelser, PID-analyser og detaljanalyseoversikt	8
Analyserapport for brannslukningspulver, uorganisk kjemi	9
Feltdagbok for miljøtekniske grunnundersøkelser	10
Nivellement og målte grunnvannstander	11
Feltanalyser	12

0 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Rapporten beskriver miljøtekniske grunnundersøkelser ved et brannøvingsfelt (FBT-lokalitetene 1714 005 og 1714 006) ved Værnes flystasjon, Stjørdal kommune i Nord-Trøndelag. Øvingsfeltet ble opprettet i 1982 og har tidvis også blitt benyttet for lagring av oljefat og grovavfall (lok. 1714 006). Som øvingsvæske benyttes vesentlig parafin og diesel.

Målsettingen for undersøkelsen er å gi svar på om eventuell forurensing fra lokalitetene fører til/kan føre til skader på naturmiljøet samt hvorvidt tiltak eller en utvidet undersøkelse (SFT fase 3) er påkrevet.

Brannøvingsfeltet ligger på toppen av en 20 m høy elveskråning ved Stjørdalselva. Terreng høyden for øvingsfeltet er ca 20 m.o.h. Gjennom sonderboringer og prøvetaking er det klarlagt at løsmassene i området domineres av siltig finsand. Tre klart avgrensede lag med grovere, grusige sandmasser er påvist;

- 1) Et grusig topplag med 3-4 m's mektighet
- 2) Et usammenhengende grusig lag på nivå ca 10 m.o.h. Mektigheten varierer fra 4 m ned til mindre enn 1 m.
- 3) Et sammenhengende grusig lag på nivå ca -3 m.o.h. Mektigheten varierer fra 3 til 4 m.

Grunnvannsspeilet ligger på nivå 2-3 m.o.h. slik at det kun er det sistnevnte grusige laget som er vannmettet. Dette laget må betraktes som den sentrale akviferen for grunnvanns-transport gjennom løsmasseavsetningen. Grunnvannsgradienten er målt til 3 cm/m (3 %) med retning mot sør (Stjørdalselva) og dreneringskapasiteten for det grusige laget er beregnet til minimum 11 liter/time pr meter elvebredd. Dette vil med god margin være tilstrekkelig til å drenere det vann som tilføres grunnvannsmagasinet gjennom overflateinfiltrasjon. Langs Stjørdalselva er det observert en oppadrettet grunnvannsgradient i dette grusige laget hvilket også er et typisk kjennetegn på et utstrømningsområde.

Fra området ved brannøvingsbassenget ble det samlet inn 50 sedimentprøver fordelt på 5 borpunkter. Innholdet av hydrokarboner (diesel /parafin) ble undersøkt ved hjelp av PID- og THC-analyser. Degradert diesel/parafin, med konsentrasjoner av størrelsesorden 10 mg/kg, opptrer lokalt innen volummessig meget begrensede områder. Årsaken til dette er trolig små, tilfeldige spill av øvingsvæske. Den **midlere** konsentrasjonen av mineralolje innen det undersøkte sedimentvolum er betydelig mindre enn 10 mg/kg, anslagsvis av størrelsesorden 1-5 mg/kg. Med referanse til det nederlandske ABC-systemet inneholder løsmassene i den undersøkte lokaliteten ikke mineraloljeforurensing som er av et slikt omfang at det fører til/kan føre til skade på det lokale naturmiljøet.

Ved grovavfallsfyllingen ble det som en stikkprøve foretatt en boring til 4 m's dyp, med uttak av 3 sedimentprøver. Gjennom de analyser (PID, EOCl, tungmetaller) som er utført er det ikke avdekket forhold som gir grunnlag for å anta at løsmassene i området inneholder forurensing som er av et slikt omfang at de fører til/kan føre til skade på det lokale naturmiljøet.

Innen fatlagringsområdet ble det som en stikkprøve boret et hull til 4 m's dyp med uttak av 3 sedimentprøver. Det ble registrert en høy PID-verdi for prøven fra nivå 1.5-2.0 m. Denne prøven ble analysert på THC, EOCl og PP. Det ble ikke påvist høye konsentrasjoner av mineralolje (THC < 2 mg/kg) eller klorerte hydrokarboner (EOCl < 0.4 mg/kg). Ved PP-analysen er det påvist et detekterbart innhold av aromater (C₂-alkylbensener og styren). Konsentrasjonene er såvidt lave at de ligger under grensen for sikker kvantifisering (<0.1 mg/kg). Analyselaboratoriet antyder konsentrasjoner av størrelsesorden 0.1-0.4 mg/kg. De aromater som ble påvist inngår bl.a. i ulike løsemiddelprodukter. Benzen er ellers også hovedbestanddelen i bensin. Konsentrasjonene er lave i forhold til nederlandske grenseverdier og stoffene er påvist kun i den grunneste av de tre prøver som er samlet inn. Den gjennomførte undersøkelse må betegnes kun som en strikkprøve og det kan derfor ikke utelukkes at det valgte prøvepunktet ligger helt i ytterkant av en grunn forurensing av et visst omfang.

For kartlegging av de grunnvannskjemiske forhold ble det etablert to observasjonsbrønner; én oppstrøms brannøvingsfeltet (brønn 6) og én nedstrøms feltet ved Stjørdalselva (brønn 14). For begge brønnene viser analysene et grunnvann som er hardt, svakt surt (pH = 6.0-6.3), sulfatrikt og meget jern/mangan-rikt. Det ble stedvis registrert relativt høyt innhold av organisk materiale i løsmassene i området og samtidig høyt innhold av karbondioksyd/karbonsyre i grunnvannet. Nedbryting av organisk materiale medfører forbruk av oksygen og produksjon av CO₂. Lavt oksygeninnhold kan gi reduserende forhold hvor høye konsentrasjoner av løst jern og mangan kan opptre i grunnvannet. Det høye sulfatinnholdet kan skyldes forvitring av naturlige sulfidmineraler (pyritt FeS₂), hvilket også kan være en kilde for jern. Høyt innhold av jern, mangan og sulfat tolkes derfor som et resultat av naturlige prosesser og gir ingen indikasjon på menneskeskapte forurensinger.

Prøven fra brønn 14 (nedstrøms) viser noe høyere hardhet, alkalitet og pH enn prøven fra brønn 6. Dette kan skyldes tilførsel av sigevann som er alkalisk på grunn av kontakt med brannslukningskjemikalier (pulver/skum). Økende alkalitet antas å være årsaken til at brønn 14 viser noe lavere innhold av tungmetaller (sink, nikkel og kobolt) enn brønn 6.

Nikkelkonsentrasjonen i brønn 6 er høyere enn nederlandsk C-verdi. Sink og kobolt viser konsentrasjoner som er noe høyere enn nederlandsk A-verdi. Opptrødenen av disse tungmetallene i grunnvannet oppstrøms brannøvingsfeltet antas å ha sin årsak i naturlige redoxreaksjoner og ikke i menneskeskapt forurensing.

Konklusjon:

Utfra de data som er fremkommet ved feltundersøkelser samt kjemiske analyser av sediment- og grunnvannsprøver, konkluderes det med at det ved brannøvingsbassenget (lok. 1714 005) og grovavfallsfyllinga (lok. 1714 006) **ikke** er funnet forurensing som fører til/kan føre til skader på det lokale naturmiljøet. Utvidede undersøkelser/tiltaksrettede undersøkelser vurderes derfor **ikke** som påkrevet for disse lokalitetene.

Ved en stikkprøvekontroll innen fatlagringsområdet ble det påvist innhold av aromater (C₂-alkylbensener og styren) i en sedimentprøve fra nivå 1.5-2.0 m. Tilsvarende forhold ble ikke påvist for prøver fra større dyp. Den undersøkelsen som er gjennomført gir ikke grunnlag for en sikker vurdering av forurensingens volummessige utbredelse. Det konkluderes derfor med behov for en utvidet undersøkelse av denne lokaliteten. Sjaktgraving vil trolig være den best egnede undersøkelsesmetode i denne sammenheng.

1 INNLEDNING

Forsvarets Bygningstjeneste (FBT) gjennomførte i 1990-91 en landsomfattende kartlegging av avfallsdeponier og forurenset grunn på Forsvarets områder. Kartleggingen omfattet hvordan spesialavfall er håndtert, samt hvor dette kan være deponert eller på annen måte ha gitt opphav til grunnforurensning.

Som en oppfølging av dette arbeidet har Norges geologiske undersøkelse (NGU), etter oppdrag fra FBT-Trondheim/FBT-Sentralt, gjennomført miljøtekniske grunnundersøkelser i tilknytning til FBT-lokalitetene 1714 005 og 1714 006 ved Værnes flystasjon, Stjørdal kommune i Nord-Trøndelag.

Rammeplan for den faglige og administrative gjennomføringen av undersøkelsen er gitt i Tilbudsgrunnlag datert 21.04.94, utarbeidet av Environmental Consultants AS (ENCO). ENCO har også fungert som FBTs faglige rådgiver og koordinator under gjennomføringen av prosjektet.

1.1 Målsetting og strategi

Målsettingen med undersøkelsen er å kartlegge omfanget av eventuelle forurensninger i tilknytning til de omtalte lokalitetene ved brannøvingfelt på Værnes flystasjon, tilsvarende fase 2 i SFT-Veiledning nr 91:01. Lokalitetene ligger på militært område sør for øst/vestgående rullebane i umiddelbar nærhet av Stjørdalselva. Undersøkelsene skal gi svar på om eventuell forurensning fra lokalitetene fører til/kan føre til skader på naturmiljøet samt hvorvidt tiltak eller en utvidet undersøkelse (SFT fase 3) er påkrevet.

Strategien for undersøkelsene har i store trekk fulgt de retningslinjer som er skissert i Tilbudsgrunnlag for prosjektet (ENCO, 21.04.94);

FASE A:

1. Gjennomgang av data fra FBT-databasen og fra ENCO's befaringsrapport, samt annet aktuelt bakgrunnsmateriale (geologiske- og topografiske kart, geokjemiske data etc).
2. Utarbeidelse av borplan.
3. Sonderende- og prøvetakende boringer for detaljert klarlegging av løsmasseforhold (kornfordeling, lagdning) samt for geokjemiske analyser av sedimentprøver.
4. Fremlegging av statusrapport basert på undersøkelsene utført i fase A samt utarbeidelse av undersøkelsesprogram for fase B.

FASE B:

5. Etablering av observasjonsbrønner for uttak av grunnvannsprøver.
6. Høydeinnmåling av observasjonsbrønner med tanke på fremstilling av grunnvannskotekart.
7. Uttak av vannprøver for geokjemiske analyser.

1.2 Områdebeskrivelse

Værnes lufthavn dekker et område på ca 2 km² mellom Stjørdal sentrum i nord og Stjørdalselva i sør (figur 1). Flyplassen består av både en militær og en sivil del hvor de militære aktiviteter i hovedsak er knyttet til områdene sør og nordøst for hovedrullebanen. Brannberedskapen ved flyplassen ivaretas av forsvaret og i den forbindelse er det etablert et brannøvingsfelt (figur 2).

1.2.1 Brannøvingsfeltet

Brannøvingsfeltet ligger ved østenden av hovedrullebanen på toppen av en 20 m høy elveskråning ned mot Stjørdalselva. Øvingsfeltet ble opprettet i 1982 og har tidvis også blitt benyttet for lagring av oljefat og grovavfall (figur 3). Som øvingsvæske benyttes vesentlig parafin og diesel. Parafin leveres til nedgravd lagertank ca 20 m nord for brannøvingsbassenget. Diesel leveres på 200 l oljefat. Til slukking benyttes pulver og skum.

Det avholdes brannøvelser 5-10 ganger i året. Ved hver øvelse brukes det anslagsvis 200-400 liter øvingsvæske (diesel/parafin). Maksimalt årlig forbruk av øvingsvæske kan utfra dette anslås til 4.000 liter (ENCO A/S, 1994-2).

Brannøvingsfeltet er i FBT's database registrert som en lokalitet hvor det er behov for nærmere undersøkelser p.g.a. muligheten for grunnforurensing i forbindelse med håndtering av øvingsvæske, sprut/lekkasjer fra øvingsbasseng samt eventuelle lekkasjer fra fatlager.

1.2.2 Berggrunnsgeologi

Berggrunnen i Stjørdalsregionen er petrologisk sett meget homogen og består av grågrønn leirskifer/fylitt/gråvakke. Store malmforekomster, som kan gi opphav til forhøyede bakgrunnsverdier m.h.t. tungmetaller, er ikke registrert i Stjørdalsområdet. En rekke større sulfidmalmforekomster (S-Cu-Zn) finnes imidlertid lengst øst i Stjørdalsvassdraget, i Meråkerområdet. Drenerings- og isbevegelsesretningen i regionen er fra øst mot vest.

1.2.3 Løsmassegeologi

Tettstedet Stjørdal med Værnes lufthavn er anlagt på deltaflaten som er bygd ut rundt Stjørdalselvas utløp i Trondheimsfjorden. Under den gradvise landhevingen som har funnet sted etter siste istid har dette deltaet vært gjenstand for stadige endringer som følge av erosjon, sedimenttransport og sedimentasjon. Deltaets toppflate ligger i området ved Værnes lufthavn på nivå 15-20 m.o.h. hvilket samsvarer med strandlinjens beliggenhet for ca 4000 år siden (Reite 1986).

Det finnes få opplysninger om løsmassemektighet og stratigrafi i deltaområdet, men et dyp til fjell på mer enn 100 m synes rimelig i de sentrale deler av deltaet. Det sanddominerte topplaget har en mektighet på noen titalls meter og det antas at finkornige sedimenter av marin opprinnelse dominerer mot dypet.

1.2.4 Hydrologiske forhold

Stjørdalselva er det 3. største vassdraget i Nord-Trøndelag fylke med et nedslagsfelt på 1863 km² og midlere årsavrenning 72 m³/s. Nedre del av vassdraget har en meget liten gradient noe som medfører at flo/fjære-variasjoner påvirker elva flere kilometer innover fra elveosen. Ved lav elvevannføring må det derfor antas at sjøvann kan trenge inn i elveløpet i alle fall opp til området ved brannøvingsfeltet.

Normal årsnedbør for Sjørdalsområdet er 892 mm (DNMI-6910 Værnes, 1946-1990). Årlig nedbørinfiltrasjon/grunnvannsnydannelse kan utfra dette anslås til ca 300 mm.

2 FELTARBEID, METODER OG ANALYSER

2.1 Borarbeider

Utstyr som ble benyttet ved boring og prøvetaking ble vasket på militær vaskeplass ca 300 m vest for undersøkelsesområdet. Som vaskemiddel ble "Esso - Naturavfetting, PLU092" benyttet. Drivstoffpåfylling ble ikke utført innenfor undersøkelsesområdet.

Sonderboringer, sedimentprøvetaking og brønnetableringer ble utført ved hjelp av Borros beltegående borrhigg. Borarbeidene ble gjennomført av et feltlag bestående av geolog, boreleder samt boreassistent. Geologen fulgte hele tiden boroperasjonene og foretok en fortløpende vurdering av eksakt plassering av borpunkter samt bestemmelse av nivå for uttak av masseprøver.

Sonderboringene ble utført som dreie/trykksonderinger. Det ble benyttet lavest mulig materkraft og dreiemoment med tanke på å oppnå optimale forhold for registrering av eventuelle tynne, permeable sand/grus-lag. Det ble valgt å benytte spylevann under sonderingene, for å oppnå tilleggsinformasjon om trykkforhold samt som en sikring mot fastboring. Det ble benyttet lavest mulig spyletrykk. Rigger er utstyrt med topphammer for boring i friksjonsjordarter.

Under sonderboringene ble det klarlagt at løsmassene i undersøkelsesområdet i sin helhet består av sand med varierende innhold av grovere materiale. Massene var ikke av en slik karakter at prøvetaking kunne gjennomføres med konvensjonell geoteknisk stempelprøvetaker. Sedimentprøvetaking ble derfor utført med Borros-rigg påmontert en Ø47 mm ramprøvetaker med prøvelengde 360 mm og prøvevolum 327 cm³.

Ut fra en faglig vurdering ble det, ved denne innledende undersøkelsen, besluttet å begrense prøvetakingsprogrammet til kun å omfatte massene ned til ca 10 m's dyp. De potensielle forurensingskildene ligger på overflaten. Dersom markert forurensing ikke kunne spores i den øverste del av løsmasseprofilet var det liten grunn til å anta at omfattende forurensing kunne finnes på større dyp.

Prøvetakingen ble i hovedsak konsentrert til nærområdet rundt brannøvingsbassenget, d.v.s randsonen ut til 4 m fra bassengkantene (figur 4). Innen et randsonereale på ca 150 m² ble det, ned til ca 10 m's dyp, tatt ut totalt 50 prøver fordelt på 5 borpunkter. Dette gir en midlere prøvetakingstetthet på 1 prøve pr 30 m³ masse. Den volummessige fordeling av prøvepunkter er visualisert i figur 6 og 7.

For etablering av grunnvannsbrønner ble det forboret med sonderboringsutstyr til ønsket brønndyp. Massene i tørrsonen var såvidt stabile at brønnrørene kunne senkes ned i disse forboringshullene uten bruk av foringsrør. I borpunkt 6 ble det benyttet ODEX-utstyr og foringsrør gjennom det grove topplaget.

2.2 Uttak, forbehandling og analyse av prøver

2.2.1 Sedimentprøver

Etter visuell vurdering (kornstørrelse, lagdeling, farge) ble sedimentprøvene splittet i tre delprøver med tilnærmet samme volum (ca 100 cm³);

- prøve 1; pakket i plastpose med lynlås for kornfordelingsanalyse
- prøve 2; pakket i plastpose med lynlås for mineralanalyser (ICAP og AA)
- prøve 3; pakket i lufttett "Norgesglass" for organiske analyser (GC og EOX)

Ut fra de opplysninger som er gitt med hensyn til aktiviteter i undersøkelsesområdet var det sannsynlig at sedimentprøver fra området kanne være forurenset av mineralolje, organiske løsemidler samt eventuelle tungmetaller. Ut fra dette ble følgende analyseprogram gjennomført:

PID-analyser i felt for påvisning av hydrokarbongasser:

Photo Ionization Detector (PID), type Microtip MP100 - Photovac Inc., ble benyttet i felt for en relativ påvisning av hydrokarbon-avgassing fra sedimentprøver. Instrumentet er utstyrt med en 10.6 eV UV-lampe og vil således gi utslag for alle ioniserbare gasser med ioniseringspotensiale lavere enn 10.6 eV. "Ren uteluft" ble benyttet for null-punkt-kalibrering, mens "span"-kalibrering ble utført med 91 ppm isobuten (komersiell kalibreringsgass fra Norsk Hydro, Rjukan).

PID-analysene ble utført på de delprøver som ble tatt ut for kornfordelingsanalyse. Før PID-analysene var prøvene pakket mest mulig luft-fritt og komprimert i luft-tette lynlås-poser. PID-instrumentets sugeslange ble stukket ned i prøveposen samtidig som noe luft ble sluppet inn. For å stimulere frigivelsen av poregass fra prøvematerialet ble dette blandet om og rystet forsiktig fra utsiden av posen (dekomprimert). Etter 3-4 minutter kunne stabil måleverdi avleses.

Parallelt med PID-analysene ble det også utført "lukt-test".

GC for påvisning av mineralolje:

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i databilag 2.

GC/MS for påvisning av "priority pollutants" (prioriterte miljøgifter):

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i databilag 2.

EOCl for påvisning av klorerte hydrokarboner ("løsemidler"):

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i databilag 2.

ICAP for tungmetallanalyser:

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i databilag 1.

2.2.2 Vannprøver

For hver prøvetakingslokalitet ble det samlet inn fire parallelle delprøver;

- prøve 1: 100 ml plastflaske for mineralanalyser (ICAP og AA). Prøvene er filtrert på 0.45 μm filter og konservert med 65% HNO_3 i felt.
- prøve 2: 100 ml plastflaske for anionanalyser (IC). Prøvene er filtrert på 0.45 μm filter i felt.
- prøve 3: 500 ml plastflaske for analyse av alkalitet, pH og ledningsevne.
- prøve 4: 1000 ml glassflaske for organiske analyser (GC og GC/MS).

Ved vannprøvetaking i observasjonsbrønn nr 6 ($\text{Ø}63$ mm PEH) ble Grundfos miljøpumpe (MP1) benyttet. Brønnen ble rensepumpet umiddelbart etter etablering og fikk deretter stå ca 14 dager. Ny rensepumping, med uttak av vannmengder tilsvarende ca 5 brønnvolum (0.08 l/s X 11 min. = 53 liter), ble foretatt umiddelbart før prøvetaking. Parallelt med rensepumpingen ble det foretatt "on-line" målinger av temperatur og ledningsevne, for å påse at stabil vannkvalitet ble oppnådd.

Observasjonsbrønn 14 ($\text{Ø}63$ mm PEH) ligger nedstrøms det potensielle forurensingsområdet. Det var her ønskelig å foreta et relativt stort vannuttak for å trekke inn vann fra en større del av grunnvannsmagasinet. Vanngiverevnen for brønn 14 var relativt god (ca 0.3 l/s) samtidig som dypet til grunnvannspeilet var lite (ca 3 m). Det ble derfor besluttet å benytte vacuumpumpe (Homelite) for rensepumping og uttak av vannprøver.

Brønnen ble rensepumpet umiddelbart etter etablering og fikk deretter stå ca 14 dager. Ny rensepumping, med et vannuttak på ca 600 liter (0.3 l/s X 30 min.), ble foretatt umiddelbart før prøvetakingen. Dette innebærer at grunnvann fra et magasinivolum på 5-10 m^3 (effektiv porøsitet 5-10 %) ble lenset ut før prøvetakingen. Også her ble det foretatt "on-line" målinger av temperatur og ledningsevne, for å påse at stabil vannkvalitet ble oppnådd.

GC og GC/MS:

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i databilag 5.

ICAP og AA:

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i databilag 3 og 4.

IC for bestemmelse av hovedanioner:

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i databilag 3 og 4.

Bestemmelse av alkalitet/pH/ledningsevne:

Beskrivelse av metode, instrument, deteksjonsgrenser og analyseresultater er gitt i databilag 3 og 4.

3 REFERANSEVERDIER

Nasjonale retningslinjer/grenseverdier for vurdering av forurensingssituasjonen for jord og grunnvann foreligger ikke. Alle vurderinger av resultater fra kjemiske analyser av sediment- og vannprøver er derfor gjort med bakgrunn i en revidert liste over nederlandske ABC-verdier (Visser, 1993). Det nederlandske ABC-systemet er i korthet definert som følger;

- 1) Dersom den målte konsentrasjon av et gitt stoff er lavere enn den angitte A-verdi (target value) betraktes lokaliteten som ikke forurenset m.h.t. det aktuelle stoffet.
- 2) Dersom den målte konsentrasjonen overstiger den angitte B-verdi (trigger value) bør videre undersøkelser gjennomføres, f.eks. et utvidet undersøkelsesprogram for å klarlegge den romlige utbredelse av den eventuelle forurensingen.
- 3) Dersom den målte konsentrasjonen overstiger den angitte C-verdi (action value) bør tiltaksrelaterte undersøkelser gjennomføres.

A-verdiene var tidligere definert utfra hva som ble betraktet som **naturlige bakgrunnsverdier** i Nederland. Behovet for en revisjon av dette systemet hadde trolig bl.a. sitt utspring i erkjennelsen av at selv innenfor et såvidt homogent (geologisk og geografisk) område som Nederland er de lokale variasjonene i naturlig bakgrunnsverdi relativt store. Revisjonen av det nederlandske systemet har bl.a. bestått i definering av nye A-verdier og C-verdier utfra **økotoksikologiske kriterier**. Systemet er i tillegg knyttet opp mot volumetriske betingelser slik at C-verdiene representerer middelkonsentrasjonen av det gitte stoff innen et jordvolum på 25 m³/grunnvannsvolum på 100 m³. Angivelse av separate B-verdier er i det reviderte systemet erstattet av relasjonen $B = (A + C)/2$.

I tillegg til de foran omtalte vurderinger med bakgrunn i ABC-systemet er det foretatt en sammenligning med de data som finnes for "naturlige geokjemiske bakgrunnsverdier for tungmetaller i sedimenter" for Stjørdalsområdet (databilag 7). Bakgrunnsprøvene har sitt opphav i NGU's aktivitet med innsamling av geokjemiske bakgrunnsdata (Sæther, 1987).

Et eget punkt for uttak av uforurensede referanseprøver ble etablert ca 60 meter nord for brannøvingsbassenget (borpunkt 6, figur 3).

4 RESULTATER

4.1 Løsmasseoppbygging (stratigrafi)

Resultatene fra sonderboring og prøvetaking ved brannøvingsfeltet er vist i figur 4, 5, 6 og 7. Undersøkelsene gir grunnlag for å tegne et generalisert bilde av løsmassestratigrafien i området, som vist i figur 8. Løsmasseavsetningen domineres av siltig finsand med tydelig lagstruktur. Lagstrukturen fremstår p.g.a hyppig veksling mellom tynne (< 1 mm) lag/stikk av ren finsand/sand og noe tykkere lag (5-20 mm) av siltig finsand. De tynne sandlagene skiller seg også ut p.g.a. en rødlig farge (jernutfelling).

Tre klart avgrensede lag med grovere, grusige masser er påvist;

- 1) Et grusig topplag med 3-4 m's mektighet
- 2) Et usammenhengende grusig lag på nivå ca 10 m.o.h. Mektigheten varierer fra 4 m ned til mindre enn 1 m.
- 3) Et sammenhengende grusig lag på nivå ca -3 m.o.h. Mektigheten varierer fra 3 til 4 m.

Grunnvannsspeilet ligger på nivå 2-3 m.o.h. slik at det kun er det sistnevnte grusige laget som er vannmettet. Dette må derfor betraktes som den sentrale akviferen for grunnvanns-transport gjennom løsmasseavsetningen. Bunnen av denne akviferen defineres av lav-permeable, sandige siltmasser.

Det understrekes at tilsvarende permeable enheter kan finnes på større dyp i avsetningen. Grunnvannsgradienten og gjennomstrømningskapasiteten (transmissiviteten) i den foran omtalte akviferen er imidlertid såvidt stor at den vil fungere som et effektivt dren for å fange opp eventuelt forurenset perkolasjonsvann fra den umettede sonen (se avsnitt 4.2).

4.2 Grunnvannsforhold

Observasjonsbrønner for uttak av grunnvannsprøver og/eller registrering av grunnvannstand ble etablert i borpunktene 3, 6, 14 og 15 (figur 3). Utformingen av de enkelte brønner er vist i figur 9 og grunnvannskotekart er gitt i figur 10. Det ble observert en svakt fallende (4-5 cm) grunnvannstand under første del av feltarbeidsperioden (12.09 - 16.09) og en jevnt stigende grunnvannstand i hele feltet (totalt 15-20 cm) i perioden fra 07.11.94 til 13.01.95 (data-bilag 11).

Grunnvannsspeilet har en gradient på 3 cm/m (3 %) med retning mot sør, vinkelrett på Stjørdalselva. Grunnvannstransporten går derfor entydig i retning fra brannøvingsområdet

og ut mot elva. Som omtalt i avsnitt 4.1 er et sammenhengende grusig sandlag registrert på nivå ca -3 m.o.h. (figur 8). Mektigheten varierer fra 3 til 4 m og dette laget må betraktes som den sentrale akviferen når det gjelder grunnvannstransport gjennom den vannmettede del av løsmasseavsetningen. Utfra antagelse om en minimumstransmissivitet for massene på $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ er det beregnet en "dreneringskapasitet" for dette laget på minimum 11 liter/time pr meter elvebredd. Dette vil med god margin være tilstrekkelig til å drenere det vann som tilføres grunnvannsmagasinet gjennom overflateinfiltrasjon. Sannsynligheten for at den eventuelle forurensing som følger infiltrasjonsvannet fanges opp i denne sonen er dermed også meget stor.

Ved etableringen av observasjonsbrønn 14 ble det observert et økende trykkpotensiale nedover i grusmassene. Dette er et typisk kjennetegn for områder hvor grunnvannsstrømningen har en oppadrettet komponent, d.v.s. for et utstrømningsområde. Den oppadrettede gradienten er av størrelsesorden 7 cm/m (7 %).

I forbindelse med kornfordelingsanalysene ble vanninnhold i sedimentprøvene analysert. For prøver som ligger under sonen med aktiv evapotranspirasjon (dyp > 2-3 m) vil vanninnholdet gjenspeile vannretensjonskapasiteten. For dyptliggende prøver av siltig finsand ble midlere vanninnholdet målt til 153 l/m^3 (9 vekt%), for grusig sand 68 l/m^3 (4 vekt%). Det antas en årlig nedbørinfiltrasjon på 300 l/m^2 (mm) samt et bidrag på 100 l/m^2 fra brannslukningsvæske. Utfra disse tallene er midlere oppholdstid for vann i umettet sone beregnet til 5-6 år.

4.3 Forurensingssituasjon for løsmasser

4.3.1 Brannøvingsbassenget

Beliggenhet av prøvetakingspunkter er vist i figur 4, 6 og 7. Resultater fra analyser med "Photo Ionization Detector" (PID) er vist i de samme figurene.

Fra området ved brannøvingsbassenget ble det totalt samlet inn 50 sedimentprøver fordelt på 5 borpunkter. En oversikt med visuell beskrivelse av prøvene samt angivelse av alle målte PID-verdier er gitt i databilag 8. Bilaget angir også hvilke detaljanalyser som er utført for de enkelte prøver.

Problemstillingen ved brannøvingsbassenget var i første rekke å klarlegge omfanget av eventuell grunnforurensing fra spill av brannøvingsvæske (parafin/diesel) i bassengets nærområde. Et utvalg av de innsamlede prøver ble derfor analysert for totalt hydrokarboninnhold (THC). I borhull 7 gav PID-analysene, og "lukt-testene", klare indikasjoner på innhold av hydrokarboner i prøvene fra nivå 2.5-3.0 m og 6.5-7.0 m. Disse ble analysert på THC. I de øvrige borpunktene gav PID-analysene og "lukt-testene" ingen markerte

indikasjoner på innhold av hydrokarboner. Her ble det derfor gjennomgående valgt å foreta THC-analyse på to prøver fra hvert borhull; en prøve fra grusig sand og en prøve fra siltig finsand. Resultatene fra THC-analysene ved brannøvingsbassenget er gitt i tabell 1.

Tabell 1:

Resultater fra analyse av totalt hydrokarboninnhold (THC) i sedimentprøver fra området ved brannøvingsbassenget.

BORHULL NR	PRØVE DYP (m)	PID (ppm)	THC (mg/kg)	VISUELL VURDERING AV GASSKROMATOGRAM
7	2.5 - 3.0	16	5.94	Degradert diesel/fyringsolje
7	6.5 - 7.0	17	11.2	Degradert diesel/fyringsolje
8	1.5 - 2.0	0.6	3.24	Degradert diesel/fyringsolje
8	5.5 - 6.0	2	<2	Hydrokarboner ikke påvist
9	2.5 - 3.0	3	4.64	Ingen typisk mineraloljeprofil
9	5.5 - 6.0	4	<2	Hydrokarboner ikke påvist
10	5.5 - 6.0	0.5	<2	Hydrokarboner ikke påvist
11	4.5 - 5.0	2	<2	Hydrokarboner ikke påvist
11	5.5 - 6.0	3	2.32	For små mengder for kvalitativ vurdering

THC-analysene viser rimelig godt samsvar med PID-analysene i den forstand at de to prøvene med høy PID-verdi også viser de høyeste THC-verdiene. Ellers er det stort sprik i dataene hvilket også må forventes utfra det forhold at PID-analysen kun angir innholdet av lettflyktige komponenter. Alder og omfang av degradering for den aktuelle mineraloljen vil derfor være helt avgjørende for graden av samsvar mellom PID-verdi og THC-verdi.

En vanlig metode for å tallfeste graden av degradering for mineralolje er å beregne forholdstallet mellom innhold av n-alkaner (n-C17, n-C18) og innhold av isoprenoide (pristhane, phytane). For en fersk dieselolje vil forholdstallet være større enn 2. Ved undersøkelser av prøver fra gammel oljeforurensning er det funnet at dette forholdstallet avtar tilnærmet lineært som funksjon av tid slik at 15-20 år gammel olje har forholdstall omkring 0.2 (Christensen & Larsen, 1993).

Prøven fra borhull 7, nivå 6.5-7.0 m, er ganske opplagt ikke en fersk forurensning. Dette kan fastslås både utfra dybdeposisjonen og gasskromatogrammet (databilag 2). Fra kromatogrammet finner en et forholdstall n-C17/pristhane = 0.4. Dette viser at prøven har vært gjenstand for en betydelig degradering og at oljens alder sannsynligvis er mer enn 10 år. Prøven viser likevel en klart forhøyet PID-verdi, d.v.s. den avgir fortsatt registrerbare

mengder av lettflyktige, ioniserbare hydrokarbongasser. En kontroll av alle innsamlede sedimentprøver v.h.a. PID-målinger vil derfor med rimelig grad av sikkerhet "avsløre" alle prøver som har et visst minimumsinnhold av mineralolje, inklusive de prøver hvor oljen er sterkt degradert. Utfra analyseresultatene for prøven fra borhull 7, nivå 6.5-7.0 m, bør prøver med THC-innhold høyere enn 10 mg/kg gi seg klart tilkjenne ved PID-verdier høyere enn 10-15 ppm.

Når en ser bort fra de to prøvene fra borhull 7 så viser alle prøver fra området ved brannøvingsfeltet PID-verdier lavere enn 7 ppm (middelverdi = 2.2 ppm). Utfra dette synes det klart at den **midlere** konsentrasjonen av mineralolje (diesel/fyringsolje) i de innsamlede prøver fra brannøvingsbassenget er betydelig mindre enn 10 mg/kg, sansynligvis av størrelsesorden 1-5 mg/kg. Høyere konsentrasjoner opptrer kun helt lokalt, innen volummessig meget begrensede områder, trolig som følge av små, tilfeldige spill av øvingsvæske. I det Nederlandske ABC-systemet er A-verdi for innhold av mineralolje i jordprøver satt til 50 mg/kg tørrstoff. Tiltaksgrensen (C-verdi) er satt til 5000 mg/kg.

I tillegg til THC-analysen er det for den foran omtalte prøven fra borhull 7, nivå 6.5-7.0 m, gjennomført en analyse på prioriterte miljøgifter (PP). Dette ble gjort for å kontrollere om den høye PID-verdien som ble registrert, kunne skyldes andre forurensingsstoffer enn mineralolje. Ingen av de 70 miljøgiftene som analysen omfatter ble påvist. GC/MS-kromatogrammet (databilag 2) viser kun mineraloljetoppene (C₁₇₋₂₂-praffiner).

Kromatogrammet for prøven fra borhull 9, nivå 2.5-3.0 m, viser ingen typisk mineralolje-profil. Kromatogrammet domineres av markerte topper for n-alkaner i området n-C21 til n-C33 mens de typiske toppene for mineralolje ligger i området n-C10 til n-C25. Forholdet kan ha sin bakgrunn i degradering av tyngre oljeprodukter (smøreolje e.l.). Hydrokarbonmengden i denne prøven er beregnet til 4.6 mg/kg. Mengden er således liten og forurensingen opptrer kun i en enkeltstående prøve. Forurensingen antas derfor å ha sitt opphav i et meget begrenset, tilfeldig søl av f.eks. smøreolje.

Konklusjon:

Utfra de resultatene som er fremkommet ved PID- og THC-analyser av sedimentprøver fra området ved brannøvingsbassenget konkluderes det med at lokaliteten ikke inneholder oljeforurensing som er av et slikt omfang at det fører til/kan føre til skader på det lokale naturmiljøet. Degradert diesel/parafin, med konsentrasjoner av størrelsesorden 10 mg/kg, opptrer lokalt, innen volummessig meget begrensede områder, trolig som følge av små, tilfeldige spill av øvingsvæske. Den **midlere** konsentrasjonen av mineralolje innen det undersøkte sedimentvolum (ca 1500 m³) er betydelig mindre enn 10 mg/kg.

4.3.2 Grovavfallsfyllinga

Avfallsfyllinga er registrert som en egen lokalitet i FBT-databasen (lok. 1714 006) og ligger ca 30 m øst for brannøvingsbassenget (figur 3). Aktiviteten ved fyllinga har i stor grad bestått i brenning av grovavfall, tildels i sammenheng med brannøvelser. Parafin/diesel er da benyttet som antenningsvæske. Det kan tildels være impregnerte materialer som er brent, hvilket kan lede til tungmetalloppkonsentrering. Det foreligger ingen opplysninger om at det er brent eller deponert spesialavfall på fyllingen, men lokaliteten har vært åpen slik at deponering av slikt avfall kan ha skjedd (ENCO A/S 1994-2).

I FBT-databasen er lokaliteten rangert i gruppe 3, d.v.s. dersom det foretas en endring i bruk av arealet eller tilstøtende resipienter så bør en nærmere miljøteknisk undersøkelse gjennomføres. Fra oppdragsgiver er det påpekt at det i forbindelse med undersøkelsene ved brannøvingsbassenget bør foretas en enkel prøvetaking også ved avfallsfyllingen (ENCO A/S 1994-2).

Som en innledning ble området undersøkt ved en sonderboring (borpunkt 1, figur 3 og 5) til 23 m's dyp. Det ble ikke registrert nedgravd avfall. Massene består av et topplag av grusig sand over homogen siltig finsand. Dypereliggende grusige lag ble ikke registrert.

Som en stikkprøve ble det foretatt en boring (borpunkt 13, figur 3) ned til 4 m's dyp, med uttak av 3 sedimentprøver. PID-analyser viste ingen tegn til høye konsentrasjoner av hydrokarboner i form av mineralolje (PID = 3-5 ppm). Prøven fra nivå 2.5-3.0 m ble undersøkt på innhold av ekstraherbare klorerte hydrokarboner (EOCI), med resultat EOCl < 0.4 mg/kg. Nederlandsk B-verdi, ifølge de gamle retningslinjene (VROM 1983), er angitt til 8 mg/kg.

Alle de 3 prøvene fra avfallsfyllinga er analysert med hensyn på tungmetallinnhold og resultatene er gitt i tabell 2. Analyseresultat for referanseprøve (borpunkt 6, nivå 8.5-9.0 m) og for 2 prøver fra fatlagringsområdet er gitt i samme tabell. Som referanse er også nederlandsk A-verdi anført. Analysene viser at sedimentprøvene er nær sagt identiske når det gjelder innhold av tungmetaller. Ingen prøver viser tungmetallinnhold høyere enn nederlandsk A-verdi.

Konklusjon:

Gjennom den begrensede undersøkelsen som er gjennomført ved grovavfallsfyllinga er det ikke avdekket forhold som gir grunnlag for å anta at området inneholder forurensing som er av et slikt omfang at det fører til/kan føre til skader på det lokale naturmiljøet.

Tabell 2:

Tungmetaller og organiske forbindelser i sedimentprøver fra referansepunkt (borpunkt 6), fatlagringsområdet (borpunkt 12) og avfallsfylling (borpunkt 13). Alle tall i "mg pr. kg tørrstoff", med unntak av Mg, Ca, Na og K (g/kg). Høyre kolonne (A) angir nederlandske A-verdier etter Visser, 1993.

BORPUNKT	6	12	12	13	13	13	
DYP (m)	8.5-9.0	1.5-2.0	3.5-4.0	1.5-2.0	2.5-3.0	3.5-4.0	
PRØVE NR (1994.0157)	1	2	3	4	5	6	A
Cu	11.3	6.9	8.2	7.5	9.6	11.6	36
Zn	22.4	28.1	26.9	28.7	27.7	25.6	140
Pb	<5	<5	<5	<5	<5	<5	85
Ni	13.9	16.2	18.2	16.2	16.3	16.1	35
Co	4.9	9.3	6.8	7.0	6.9	6.4	20
V	25.2	24.7	25.6	26.5	26.5	25.3	-
Mo	<1	<1	<1	<1	<1	<1	10
Cd	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0.8
Cr	21.6	20.4	20.5	21.1	21	21.4	100
Ba	18.3	19.0	16.6	20.5	18.8	16.7	200
PID*	3	22	5	3	5	3	-
THC	2.15	<2	-	-	-	-	50
EOCl	-	<0.4	<0.4	-	<0.4	-	0.1
PP	0	<0.1**	-	-	-	-	0.1**
Mg	4.8	5.6	5.6	6.0	5.8	5.0	-
Ca	2.8	2.7	3.0	3.0	2.9	2.7	-
Na	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	-
K	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.3	-

PID = analyse av ioniserbare avgasser (Photo Ionization Detector)
 THC = totalt innhold av hydrokarboner ("mineralolje") kvantifisert mot marin diesel
 EOCl = ekstraherbare organiske klorforbindelser
 PP = priority pollutants (organiske miljøgifter)
 * = kalibrert mot 91 ppm isobuten
 ** = sum av ethylbenzene og xylene
 - = ikke analysert

4.3.3 Fatlagringsområdet

Fatlagringsområdet ligger ca 30 m nordøst for brannøvingsbassenget (figur 3). Området benyttes i første rekke for lagring av oljefat med brannøvingsvæske (parafin/diesel) og muligheter for søl/spill av olje er tilstede. Som en stikkprøve ble det derfor boret et hull til 4 m's dyp sentralt i området (borpunkt 12, figur 3), med uttak av 3 sedimentprøver. Det ble registrert en høy PID-verdi (22 ppm) for prøven fra nivå 1.5-2.0 m. Denne prøven ble analysert på THC, EOCl og PP. Til tross for den høye PID-verdien ble det ikke påvist høye konsentrasjoner av mineralolje (THC < 2 mg/kg) eller klorerte hydrokarboner (EOCl < 0.4 mg/kg). Ved PP-analysen er det påvist et detekterbart innhold av aromater (C₂-alkylbensener og styren). Konsentrasjonene er imidlertid såvidt lave at de ligger under grensen for sikker kvantifisering (<0.1 mg/kg). Analyselaboratoriet (SINTEF-SI) antyder konsentrasjoner som gitt i tabell 3.

Innholdet av ekstraherbare klorerte hydrokarboner i prøven fra nivå 3.5-4.0 m ble også analysert, med negativt resultat (EOCl < 0.4 mg/kg).

Tungmetallinnhold ble undersøkt for to av sedimentprøvene fra fatlagringsområdet (tabell 3). Som omtalt i avsnitt 4.3.2 ble tungmetallkonsentrasjoner høyere enn nederlandsk A-verdi ikke påvist.

Tabell 3:

Innhold av mono- og bicykliske aromater i sedimentprøve fra borpunkt 12, nivå 1.5-2.0 m.

STOFFTYPE	ANTATT KONSEN- TRASJON (mg/kg tørrstoff)	NEDERLANDSKE GRENSEVERDIER	
		A	C
Ethylbenzen	0.02	0.05	50
m-/p-Xylen	0.04	0.05	25
o-Xylen	0.01		
Styren	0.01	0.10	100

Konklusjon:

De aromater som ble påvist, både ved PID- og PP-analyse, i prøven fra borhull 12, nivå 1.5-2.0 m, inngår bl.a. i ulike løsemiddelprodukter. Benzen er ellers også hovedbestanddelen i bensin. Konsentrasjonene er lave i forhold til nederlandske grenseverdier og stoffene er påvist kun i den grunneste av de tre prøver som er samlet inn. Den gjennomførte undersøkelse må betegnes kun som en strikkprøve og det kan derfor ikke utelukkes at det valgte prøvepunktet ligger helt i ytterkant av en grunn forurensing av et visst omfang.

4.4 Forurensingssituasjon for grunnvann

Observasjonsbrønn 6 og 14 er benyttet for grunnvannsprøvetaking. Brønn 6 ligger oppstrøms brannøvingsfeltet og mottar ikke sigevann fra den potensielt forurensede lokaliteten.

Brønn 14 ligger nedstrøms brannøvingsfeltet, d.v.s. i utstrømningsområdet for mulig forurenset grunnvann.

For en kontroll av grunnvannskjemiens variasjon over tid ble det ved observasjonsbrønn 14 gjennomført uttak og analyse av grunnvannsprøver i to runder (07.11.94 og 25.11.94). Analysene viser tilnærmet identiske resultater (tabell 4 og 5), d.v.s. grunnvannskjemien synes å være stabil over tid.

Resultater fra analyse av uorganiske hovedkomponenter i grunnvannsprøver er gitt i tabell 4. Generelt må grunnvannet fra dette området betegnes som hardt (kalsium + magnesium), svakt surt, sulfatrikt og meget jern/mangan-rikt.

Det ble stedvis registrert relativt høyt innhold av organisk materiale i løsmassene i området. Innholdet av karbondioksyd/karbonsyre i grunnvannet er målt til 75 mg/l. d.v.s. en relativt høy verdi. Nedbryting av organisk materiale medfører forbruk av oksygen og produksjon av CO₂. Lavt oksygeninnhold kan gi reduserende forhold hvor høye konsentrasjoner av løst jern og mangan kan opptre i grunnvannet. Det høye sulfatinnholdet kan skyldes forvitring av naturlige sulfidmineraler (pyritt FeS₂), hvilket også kan være en kilde for jern. Høyt innhold av jern, mangan og sulfat tolkes derfor som et resultat av naturlige prosesser og gir ingen indikasjon på menneskeskapt forurensing.

Prøven fra brønn 14 viser noe høyere hardhet, alkalitet og pH enn prøven fra brønn 6. Forøvrig må de to prøvene, fra et kjemisk synspunkt, sies å være tilnærmet identiske, d.v.s. det er ingen tegn til at grunnvannets kjemiske hovedkarakter endres under strømmingen gjennom det mulig forurensede området.

Resultater fra analyse av tungmetaller og organiske komponenter i grunnvannsprøver er gitt i tabell 5. Grunnvann fra brønn 6, d.v.s. fra antatt uforurenset område, viser et **noe høyere** innhold av sink, nikkel og kobolt enn grunnvann fra brønn 14, som ligger nedstrøms det mulig forurensede området. Ellers er prøvene tilnærmet identisk når det gjelder innhold av tungmetaller. Dette gir en klar dokumentasjon på at tilførsel av sigevann fra brannøvingsfeltet ikke bevirker en økt tungmetallkonsentrasjon for grunnvannet. Forklaringen på at tungmetallkonsentrasjonen avtar kan være at vannet blir mere alkalisk under strømmingen under brannøvingsfeltet, slik at løseligheten av tungmetaller avtar.

Tabell 4:

Uorganiske hovedkomponenter i grunnvannsprøver. Det er her valgt å angi kvalitetsnormer for drikkevann som referanseverdier.

LOKALITET: Værnes flystasjon, grunnvannsbrønn (GVB) 6 og 14 (Ø63 mm PEH-rør)

LOKALITET:	GVB14	GVB14	GVB6			
PRØVE NR: NGU-oppdrag:	1 228/94	2 256/94	1 256/94		SIF KVALITETS- NORMER	
PRØVETAKINGS- DATO:	07.11.94	25.11.94	25.11.94		GOD	MINDRE GOD
PRØVEDYP (m)	6.0-9.0	6.0-9.0	17.5-22.5			
KATIONER						
Kalsium mg/l	33.4	34.6	28.1		15-25	
Magnesium mg/l	9.9	10.2	9.3		< 10	10 - 20
Natrium mg/l	10.0	8.8	8.3		< 20	
Kalium mg/l	4.0	3.7	3.6			
Silisium mg/l	14.3	13.6	14.8			
Jern µg/l	22900	24900	24500		< 100	100 - 200
Mangan µg/l	1000	984	889		< 50	50 - 100
Aluminium µg/l	< 20	< 20	< 20		< 100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	3.91	4.02	3.08			
ANIONER	* Sum kationer = Ca+Mg+Na+K+Fe+Mn					
Sulfat mgSO ₄ ⁼ /l	103	102	92.9		< 100	
Klorid mg/l	18.2	14.7	12.4		< 100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ ⁻ /l	< 0.05	< 0.05	< 0.05		< 11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ ⁻ /l	78.1	79.9	53.7			
Fluorid µg/l	187	243	201		< 1500	
Sum anioner meq/l	3.95	3.86	3.17			
FYS.KJEMISK						
Ledn.evne µS/cm	374	386	322			
pH	6.3	6.3	6.0		7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Temperatur °C	7.0	6.5	7.0		2 - 10	
Alkalitet mmol/l	1.28	1.31	0.88		0.6 - 1.0	
Karbonsyre mgCO ₂ /l	75	-	-			

Tabell 5:

Innhold av metaller og organiske komponenter i grunnvannsprøver. Grenseverdier etter det Nederlandske ABC-systemet er angitt (Visser, W. 1993). Analysedata > A-verdi er understreket. Analysedata > B-verdi er gitt i kursiv. Analysedata > C-verdi er uthevet. Alle tall i µg/l med unntak av Hg (ng/l). Analysedataene for metaller angir totalverdier etter filtrering (0.45 µm) og syrekonservering (Suprapur 65 % HNO₃).

LOKALITET:	GVB14	GVB14	GVB6	NEDERLANDSKE ABC-VERDIER		
PRØVEDATO: NGU-oppdrag:	07.11.94 228/94	25.11.94 256/94	25.11.94 256/94	A	B	C
METALLER				A	B	C
Al	<20	<20	<20	-	-	-
Fe	22900	24900	24500	-	-	-
Ti	<5	<5	<5	-	-	-
Mn	1000	984	889	-	-	-
Cu	<5	<5	<5	15	45	75
Zn	11	10	43	65	430	800
Pb	0.73	<50	<50	15	45	75
Hg (ng/l)	<0.01	-	-	50	175	300
Ni	<20	<20	108	15	45	75
Co	<10	<10	32	20	60	100
V	<5	<5	<5	-	-	-
Mo	<10	<10	<10	5	150	300
Cd	0.17	<5	<5	0.4	3.2	6
Cr	<10	<10	<10	1	15	30
Zr	<5	<5	<5	-	-	-
Ag	<10	<10	<10	-	-	-
B	21	29	34	-	-	-
Be	3	4	4	-	-	-
Li	11	11	12	-	-	-
Sc	<1	<1	<1	-	-	-
Ce	<50	<50	<50	-	-	-
La	<10	<10	<10	-	-	-
Y	<1	<1	<1	-	-	-
ORGANISK						
Prior. poll.	-	0	-	-	-	-
Mineralolje	-	<100	<100	50	325	600

Nikkelkonsentrasjonen i brønn 6 overstiger nederlandsk C-verdi (75 µg/l), mens sink og kobolt ligger lavere enn nederlandsk B-verdi. En ser ikke grunnlag for å tolke tilstedeværelsen av disse tungmetallene som tegn på menneskeskapt forurensing. Som omtalt foran har grunnvannet meget høye jern- og mangan-konsentrasjoner som følge av et reduserende miljø. Opptredenen av løst sink, nikkel og kobolt antas også å ha sin forklaring i naturlige redoxreaksjoner.

Detaljanalyser (atomabsorpsjon) av bly, kvikksølv og kadmium er utført kun for den ene av de to parallellprøvene fra brønn 14 (07.11.94). Analysen viser konsentrasjoner som er vesentlig lavere enn nederlandsk A-verdi (tabell 5).

Grunnvann fra brønn 6 og 14 er analysert på THC. Kromatogrammene (databilag 5) viser ingen tegn på tilstedeværelse av hydrokarboner. THC-innholdet er for begge prøvene kvantifisert til <100 µg/l. Brønn 14 er også analysert med hensyn på priority pollutants. Ingen av de 70 organiske forbindelsene som analysen omfatter er påvist. Deteksjonsgrense for de fleste av stoffene er angitt til 1 µg/l.

Konklusjon:

Grunnvannet ved brannøvingsfeltet må betegnes som hardt, svakt surt, sulfatrikt og meget jern/mangan-rikt. I brønn 6 er det i tillegg observert noe forhøyede verdier for sink, nikkel og kobolt. Tilstedeværelsen av tungmetaller kan forklares utfra naturlige redoxreaksjoner.

THC- og PP-analyser gir ingen indikasjoner på organiske forurensinger i grunnvannet.

Utfra de undersøkelser som er gjennomført er det ikke avdekket grunnvannsforurensing som fører til/kan føre til skader på det lokale naturmiljøet.

4.5 Vannkjemi for Stjørdalselva

Stjørdalselva er hovedresipient for både grunnvannsavrøring og eventuell overflateavrøring fra brannøvingsfeltet. Det var derfor ønskelig å foreta en kjemisk analyse av elvevannet, både for sammenligning med grunnvannskjemien og som en forurensingskontroll. Vannprøver fra elva ble samlet inn og analysert i to runder. Den første prøvetakingen (07.11.94) fant sted 2 timer før høyvann mens den andre (25.11.94) var sammenfallende med lavvann.

Resultatene fra analyse av uorganiske hovedkomponenter er gitt i tabell 6. Som forventet har elvevannet en helt annen kjemisk karakter enn grunnvannet (tabell 4) med betydelig lavere totalinnhold av ioner. Elvevannet kan betegnes som et bløtt, pH-nøytralt, kalsium-bikarbonat-vann.

For prøven som ble tatt ved høyvann (07.11.94) kunne en viss sjøvannspåvirkning forventes. En slik påvirkning er ikke observert til tross for at elvevannstanden viser entydige endringer i takt med flo/fjære-variasjoner. Høyvannsprøven viser gjennomgående lavere innhold av sjøsalter (klorid, natrium, sulfat, magnesium) enn lavvannsprøven. Dette viser at høyvannseffekten i elva i hovedsak har bakgrunn i oppstuvning av ferskvann. Inntrengning av saltvann i elveløpet vil trolig forekomme kun i situasjoner med meget lav ferskvannføring og/eller høy vannstand p.g.a. springflo. Utfra dette kan sjøvannspåvirkning betraktes som en neglisjerbar faktor ved tolkning av de grunnvannskjemiske forhold ved brannøvingsfeltet.

Høye konsentrasjoner av tungmetaller er ikke observert i elvevannet (tabell 7). Konsentrasjonene av jern og mangan er noe høyere enn forventet og dette kan være en effekt av lokalt tilsig av jern/mangan-rikt grunnvann.

Konklusjon:

Ved brannøvingsfeltet vil Stjørdalselva trolig være påvirket av sjøvannsinnblanding kun i situasjoner med meget lav ferskvannføring og/eller høy vannstand p.g.a. springflo. Utfra dette kan sjøvannspåvirkning betraktes som en neglisjerbar faktor ved tolkning av de grunnvannskjemiske forhold ved brannøvingsfeltet.

Konsentrasjonene av jern og mangan i elvevannet er noe høyere enn forventet og dette kan være en effekt av lokalt tilsig av jern/mangan-rikt grunnvann.

4.6 Brannslukningskjemikalier

I forbindelse med brannøvingene benyttes et relativt betydelig volum av brannslukningskjemikalier, vesentlig i form av pulver og skum. Ammonium-fosfat er den kjemiske hovedbestanddelen i pulverproduktene, mens skumpreparatene i hovedsak lages på basis av organiske forbindelser (proteiner). Prøver av disse produktene ble innhentet og analysert med hensyn på mineralinnhold (databilag 4 og 9). For både pulver og skum ble det, i tillegg til fosfor og natrium, funnet et relativt betydelig innhold av kalsium. Som omtalt under avsnitt 4.4 har grunnvannet nedstrøms brannøvingsfeltet (brønn 14) en merkbart høyere pH og alkalitet enn grunnvannet oppstrøms øvingsfeltet (brønn 6). Forklaringen på dette kan være tilførsel av alkalisk sigevann fra brannøvingsfeltet.

Det er ikke funnet høye konsentrasjoner av tungmetaller i brannslukningskjemikaliene.

Tabell 6:

Uorganiske hovedkomponenter i vannprøver fra Stjørdalselva. Det er her valgt å angi kvalitetsnormer for drikkevann som referanseverdier.

LOKALITET: Værnes flystasjon, Stjørdalselva ved brannøvingsfelt

LOKALITET:	Stjørdalselva	Stjørdalselva			
PRØVE NR: NGU-oppdrag:	2 228/94	3 256/94		SIFF KVALITETS- NORMER	
PRØVETAKINGS- DATO:	07.11.94	25.11.94		GOD	MINDRE GOD
PRØVEDYP (m)	-	-			
KATIONER					
Kalsium mg/l	3.7	4.4		15-25	
Magnesium mg/l	0.7	1.0		< 10	10 - 20
Natrium mg/l	2.6	4.1		< 20	
Kalium mg/l	< 0.5	< 0.5			
Silisium mg/l	0.5	1.0			
Jern µg/l	86	207		< 100	100 - 200
Mangan µg/l	6	11		< 50	50 - 100
Aluminium µg/l	38	134		< 100 for fullrenset vann	
Sum kationer meq/l*	0.36	0.48			
ANIONER	* Sum kationer = Ca + Mg + Na				
Sulfat mgSO ₄ ⁼ /l	2.5	3.0		< 100	
Klorid mg/l	4.1	6.1		< 100	100 - 200
Nitrat mgNO ₃ ⁻ /l	0.9	< 0.05		< 11	11 - 44
Bikarb. mgHCO ₃ ⁻ /l	10.4	11.0			
Fluorid µg/l	< 50	74		< 1500	
Sum anioner meq/l	0.35	0.42			
FYS.KJEMISK					
Ledn.evne µS/cm	40	52			
pH	6.9	7.0		7.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Temperatur °C	3.1	1.1		2 - 10	
Alkalitet mmol/l	0.17	0.18		0.6 - 1.0	

Tabell 7:

Innhold av metaller og organiske komponenter i vannprøver fra Stjørdalselva. Grenseverdier etter det Nederlandske ABC-systemet er angitt (Visser, W. 1993). Analysedata > A-verdi er understreket. Analysedata > B-verdi er gitt i kursiv. Analysedata > C-verdi er **uthevet**. Alle tall i µg/l med unntak av Hg (ng/l). Analysedataene for metaller angir **totalverdier** etter filtrering (0.45 µm) og syrekonservering (Suprapur 65 % HNO₃).

LOKALITET:	Stjørdalselva	Stjørdalselva	NEDERLANDSKE ABC-VERDIER		
PRØVEDATO: NGU-opdrag:	07.11.94 228/94	25.11.94 256/94	A	B	C
METALLER			A	B	C
Al	38	134	-	-	-
Fe	86	207	-	-	-
Ti	<5	<5	-	-	-
Mn	6	11	-	-	-
Cu	<5	<5	15	45	75
Zn	3	4	65	430	800
Pb	0.2	<50	15	45	75
Hg (ng/l)	<0.01	-	50	175	300
Ni	<u><20</u>	<u><20</u>	15	45	75
Co	<10	<10	20	60	100
V	<5	<5	-	-	-
Mo	<u><10</u>	<u><10</u>	5	150	300
Cd	0.04	<5	0.4	3.2	6
Cr	<u><10</u>	<u><10</u>	1	15	30
Zr	<5	<5	-	-	-
Ag	<10	<10	-	-	-
B	<10	<10	-	-	-
Be	<1	<1	-	-	-
Li	<5	<5	-	-	-
Sc	<1	<1	-	-	-
Ce	<50	<50	-	-	-
La	<10	<10	-	-	-
Y	<1	<1	-	-	-
ORGANISK					
Mineralolje	-	<100	50	325	600

5 VIDERE UNDERSØKELSER

De aromater som ble påvist i prøven fra fatlagringsområdet inngår bl.a. i ulike løsemiddelprodukter. Benzen er ellers også hovedbestanddelen i bensin. Konsentrasjonene er meget lave og stoffene er påvist kun i den grunneste av de tre prøver som er samlet inn. Undersøkelsene ved fatlagringsområdet må betegnes kun som en stikkprøve og det kan derfor ikke utelukkes at det valgte prøvepunktet ligger helt i ytterkant av en grunn forurensing av et visst omfang. Det synes derfor å være grunnlag for å anbefale at forholdet avklares gjennom en mere detaljert undersøkelse av de øverste jordlag ved borpunkt 12. Sjaktgraving vil trolig være den best egnede undersøkelsesmetode i denne sammenheng.

De miljøtekniske grunnundersøkelsene ved brannøvingsbassenget og grovavfallsfyllingen har ikke avdekket forhold som gir grunnlag for å anbefale oppfølgende undersøkelser.

6 KVALITETSSIKRING

Norges geologiske undersøkelse (NGU) gjennomførte i 1992/93 en omorganisering til en program/prosjekt-basert organisasjonsstruktur. Prosjekter ved NGU har etter dette et tosidig ansvarsforhold (matriseorganisasjon), med resultatansvar i programorganisasjonen og faglig kvalitetsansvar i faggruppene (basisorganisasjonen). "Prosjekthåndbok for NGU" (oktober 1993) beskriver de organisatoriske og administrative kvalitetssikringsrutiner ved gjennomføring av NGU-prosjekter.

Kvalitetssikringshåndbok for de rent faglige aktiviteter (innsamling, bearbeiding, tolkning og rapportering av data) er under forberedelse. De nåværende rutiner er beskrevet i det følgende:

Datainnsamling:

I forbindelse med miljøtekniske grunnundersøkelser benyttes "SFT-veiledning nr. 91:01" for å ivareta kvalitetssikring ved sammenstilling av bakgrunnsdata og datainnsamling i felt (boring, rengjøring, brønninnstallasjon, prøvetaking, prøveemballering, feltanalyser m.v.).

For laboratorieanalyser benyttes i størst mulig grad akkrediterte laboratorier, bl.a. NGU's egne laboratorier, hvor kvalitetskontroll er innarbeidet og dokumentert.

Databearbeiding og tolkning:

Kvalitetsansvaret i forbindelse med databearbeiding/tolkning påhviler prosjektleder og fagsjef og kvalitetsnivået vil være gitt utfra disse personers faglige kompetanse. For å muliggjøre etterkontroll av bearbeidings/tolknings-rutinene fremlegges alle innsamlede rådata i renskrevet form, som databilag i sluttrapporten. Formaliserte rutiner for kvalitetssikring ved databearbeiding/tolkning vil foreligge i den faglige kvalitetssikringshåndboken.

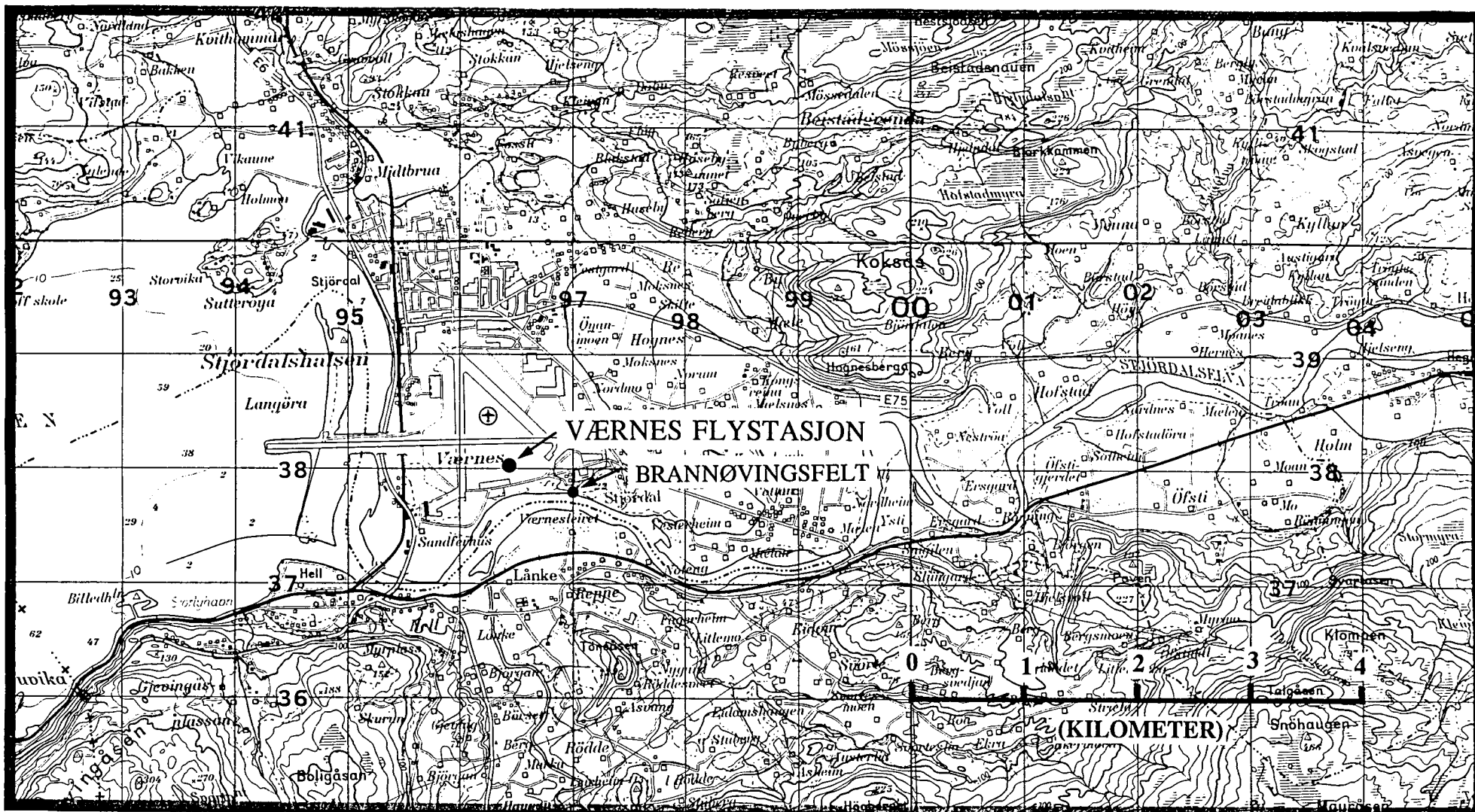
Rapportering:

Sluttrapportering av miljøtekniske undersøkelser skjer i tråd med "SFT-veiledning nr. 91:01" samt de spesifikasjonersom ellers er gitt fra oppdragsgiver. Sluttrapporten gjennomgår internkontroll (faginnhold, datadokumentasjon, layout m.v.) ved korrekturlesing av to stk fagpersoner. Fagsjefen signerer som ansvarlig for endelig godkjenning på rapportforsiden. I de tilfeller hvor det settes frem ønske om det blir rapportutkast også sendt ut til høring hos oppdragsgiver.

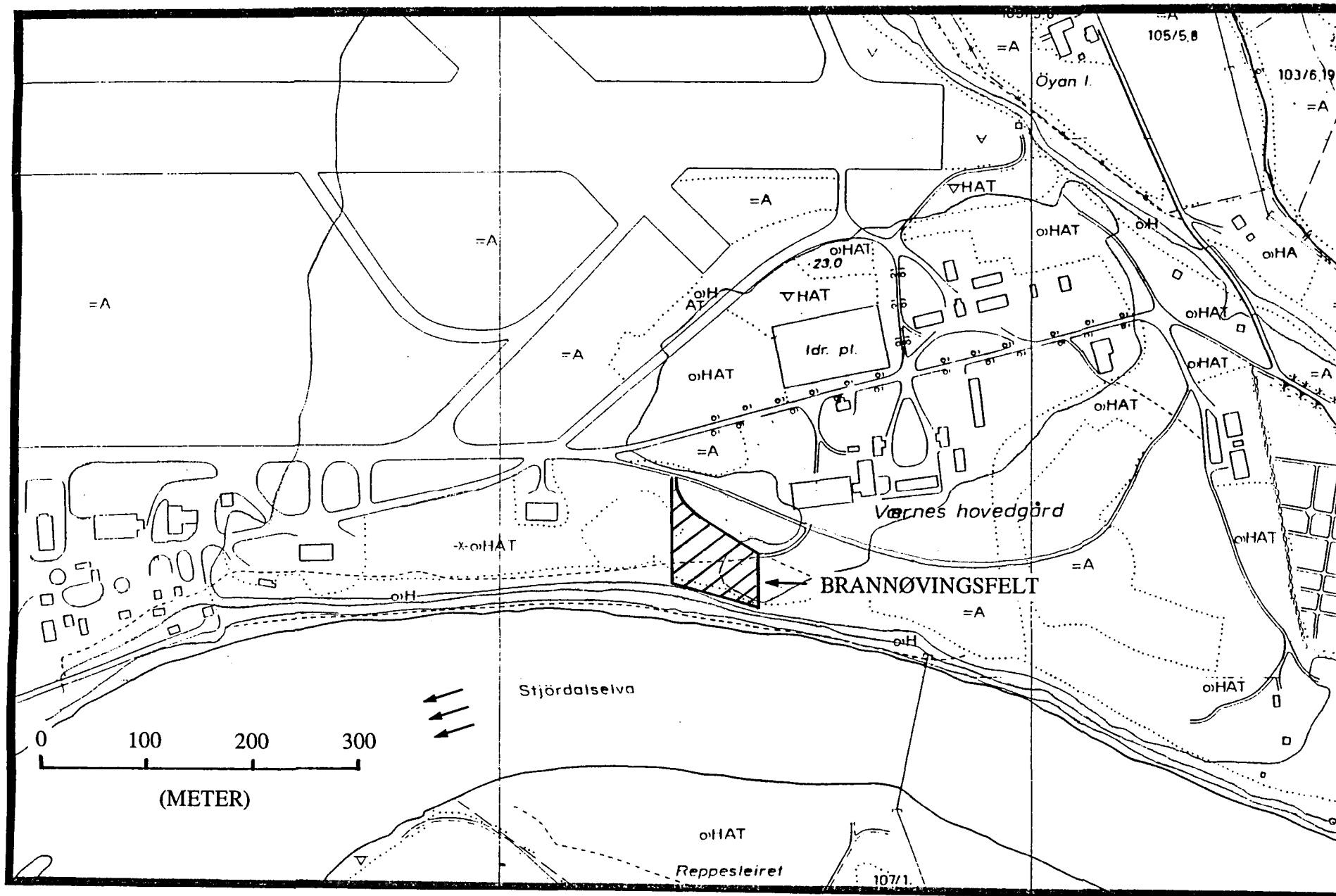
7 REFERANSER

- Christensen, L. et al 1993: Method for Determining the Age of Diesel Oil Spills in the Soil. Groundwater Monitoring & Remediation, Fall 1993, pp.142-149.
- ENCO A/S, 1994 - 1: Tilbudsgrunnlag for miljøtekniske grunnundersøkelser ved Værnes flystasjon. Datert 21.04.94, Rolf E. Andersen.
- ENCO A/S, 1994 - 2: Referat fra befaring ved Værnes flystasjon. Datert 21.10.93, Rolf E. Andersen.
- Hauge, A. et al 1991: Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser. SFT-veiledning nr. 91:01.
- Norges Sjøkartverk 1994: Tidevannstabell for Trondheim 1994.
- Statens kartverk: Topografisk kart (M711): 1621 I - Stjørdal
Økonomiske kart: CP 127-5-2
- Reite, A. J. 1986: Stjørdal 1621 I. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart - M 1:50.000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 72.
- Sæther, O. M. 1987: Geokjemi i Nord-Trøndelag - En regional oversikt. NGU Rapport 87.082.
- Visser, W. J. F 1993: Contaminated Land Policies in some Industrialized Countries. Technical Soil Protection Committee, The Hague - Netherland.
- VROM, 1983: Dutch Soil Cleanup Guidelines.
- VROM, 1987: Dutch Soil Protection Act.
- Wolff, F. Chr. 1979: Trondheim og Østersund; beskrivelse av de berggrunnsgeologiske kart M 1:250.000. Norges geologiske undersøkelse 353, 1-76.

FIGURER



FIGUR 1: Oversiktskart for Stjørdal/Værnes-området.
 Utsnitt fra kartblad (M711) 1621-1 Stjørdal.

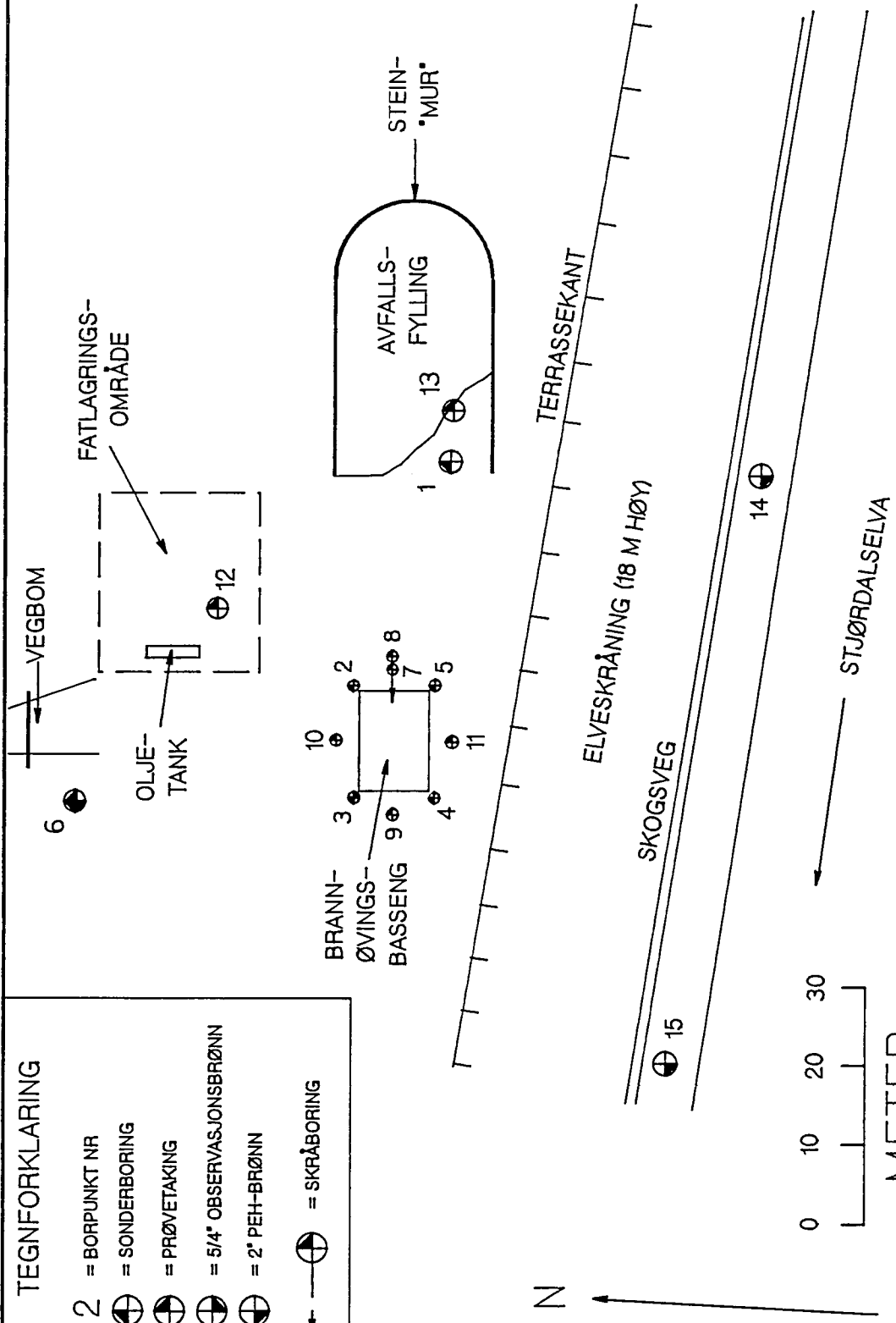


FIGUR 2: Detaljkart for Værnes flystasjon - Brannøvingsfelt.
 Utsnitt fra kartblad CP 127-5-2, Værnes.

OVERSIKTSSKISSE FOR BORPUNKTER VED BRANNØVINGSFELT - VÆRNES FLYSTASJON

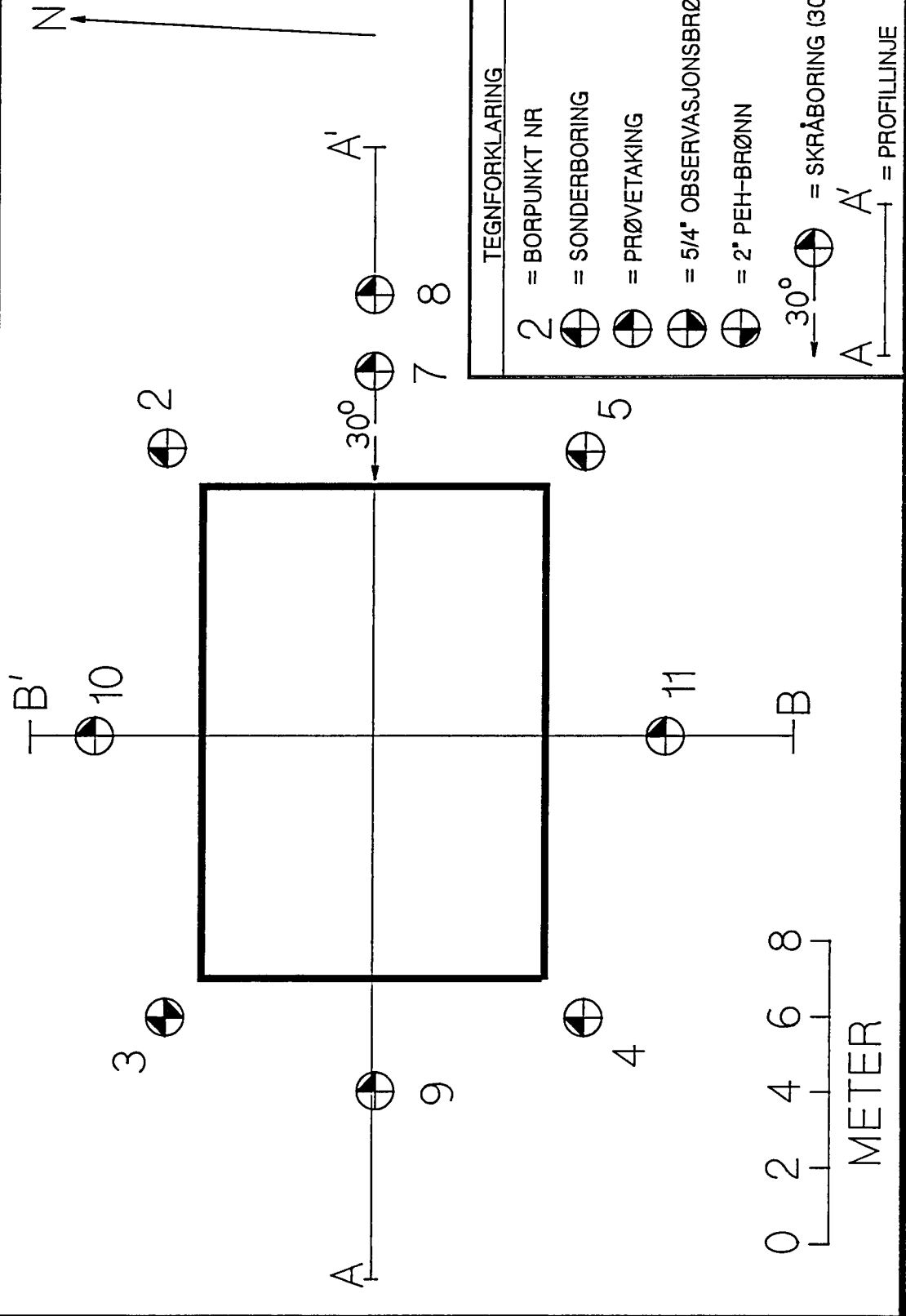
TEGNFORKLARING

- 2 = BORPUNKT NR
- ⊕ = SONDERBORING
- ⊙ = PRØVETAKING
- ⊕ = 5/4" OBSERVASJONSBRØNN
- ⊕ = 2" PEH-BRØNN
- ⊕ — = SKRÅBORING



FIGUR 3

DETALJOVERSIKT FOR BORPUNKTER VED
BRANNØVINGSBASSENG - VÆRNES FLYSTASJON

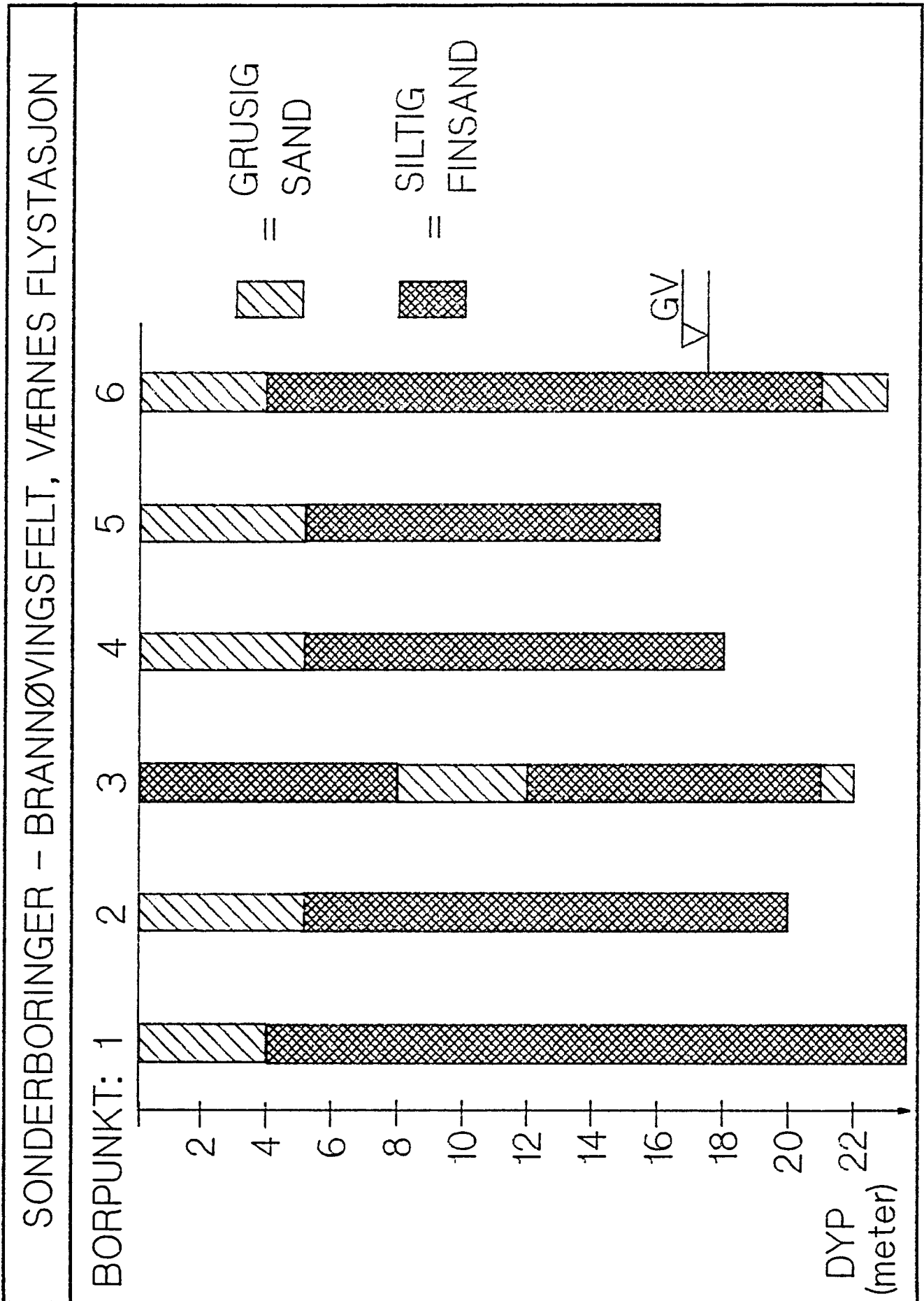


TEGNFORKLARING

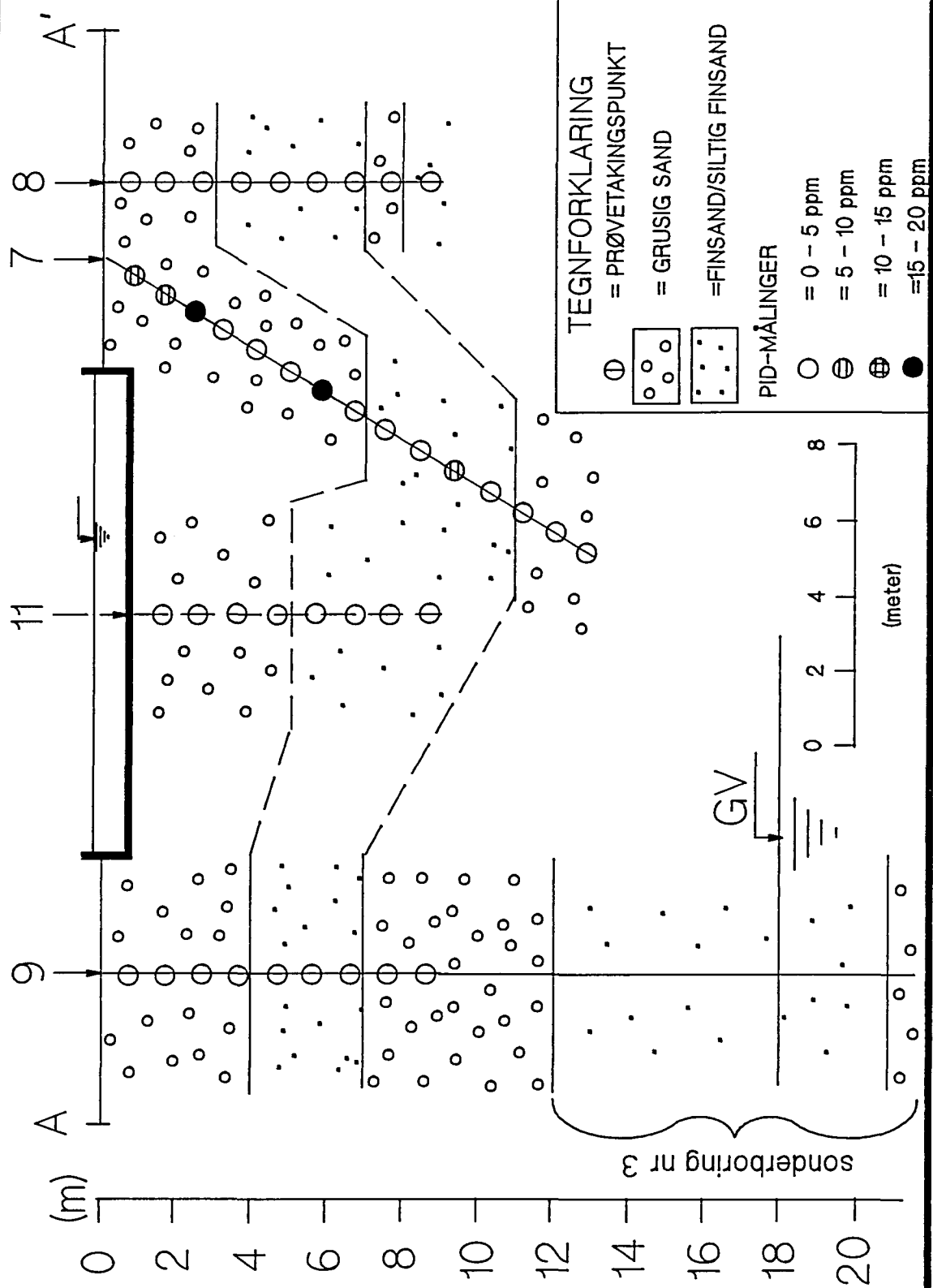
- 2 = BORPUNKT NR
- ⊕ = SONDERBORING
- ⊕ = PRØVETAKING
- ⊕ = 5/4" OBSERVASJONSBRØNN
- ⊕ = 2" PEH-BRØNN
- ↘ 30° ⊕ = SKRÅBORING (30°)
- A — A' = PROFILLINJE

FIGUR 4

FIGUR 5

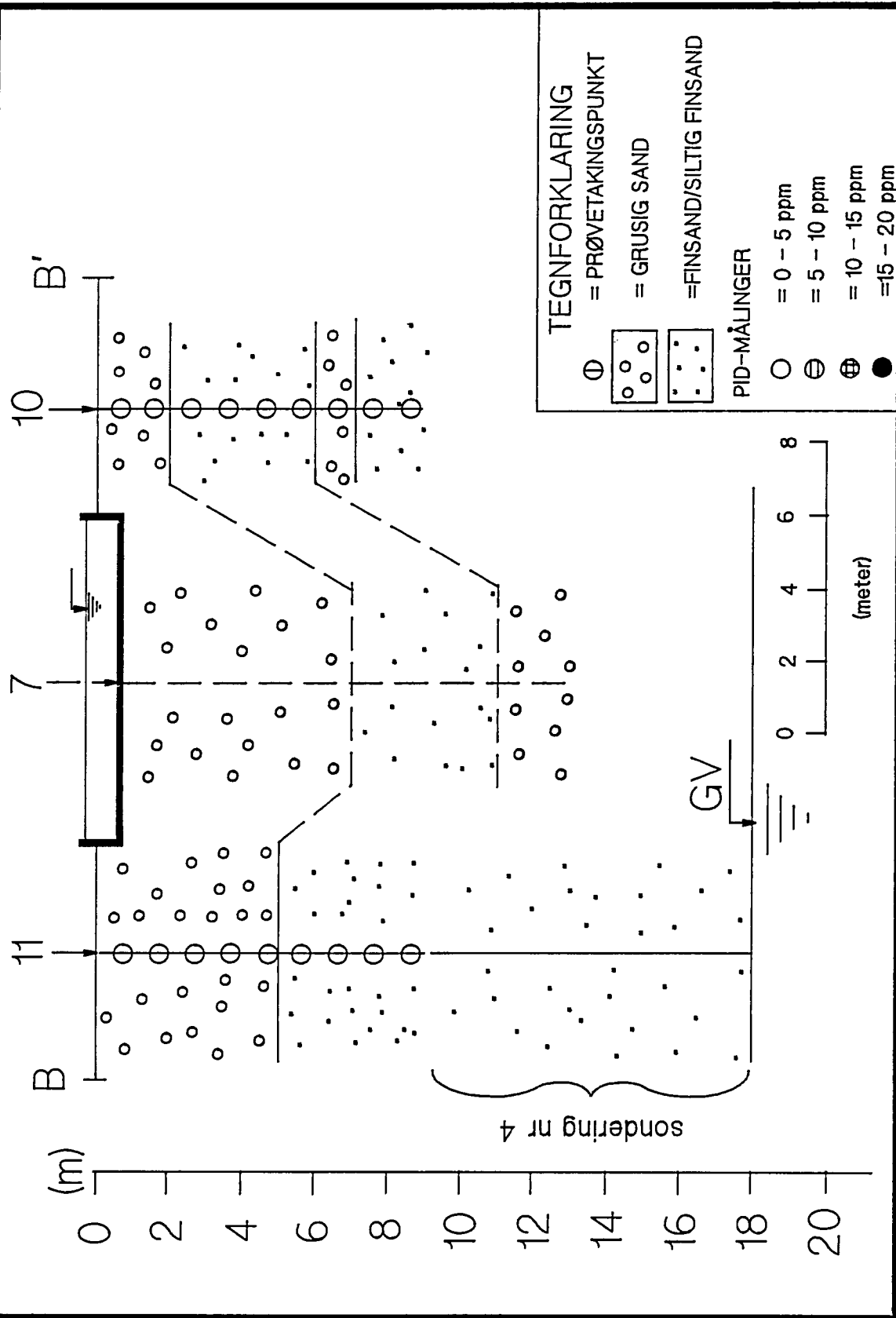


VERTIKALPROFIL AA' - BRANNØVINGSBASSENG
 VÆRNES FLYSTASJON

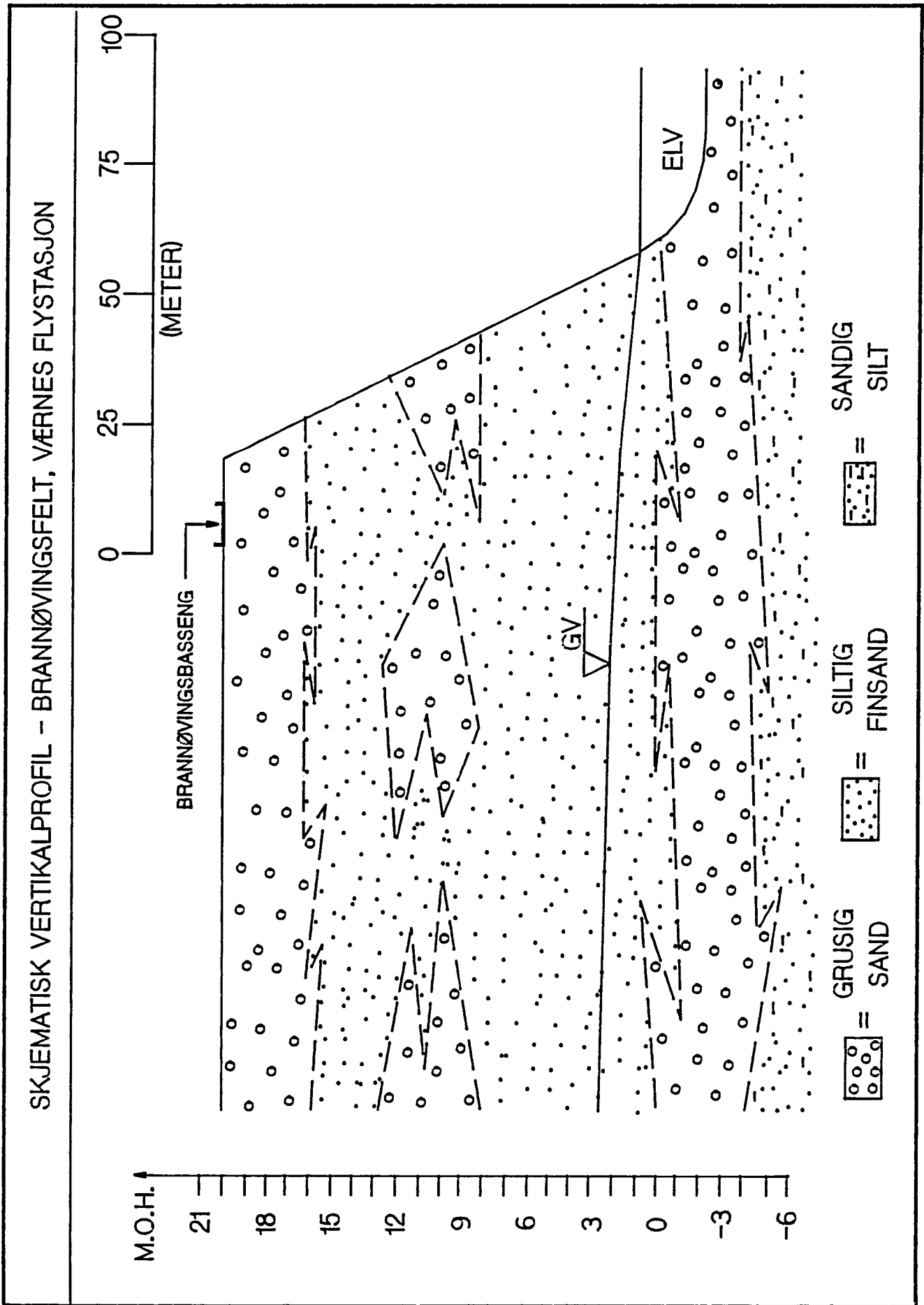


FIGUR 6

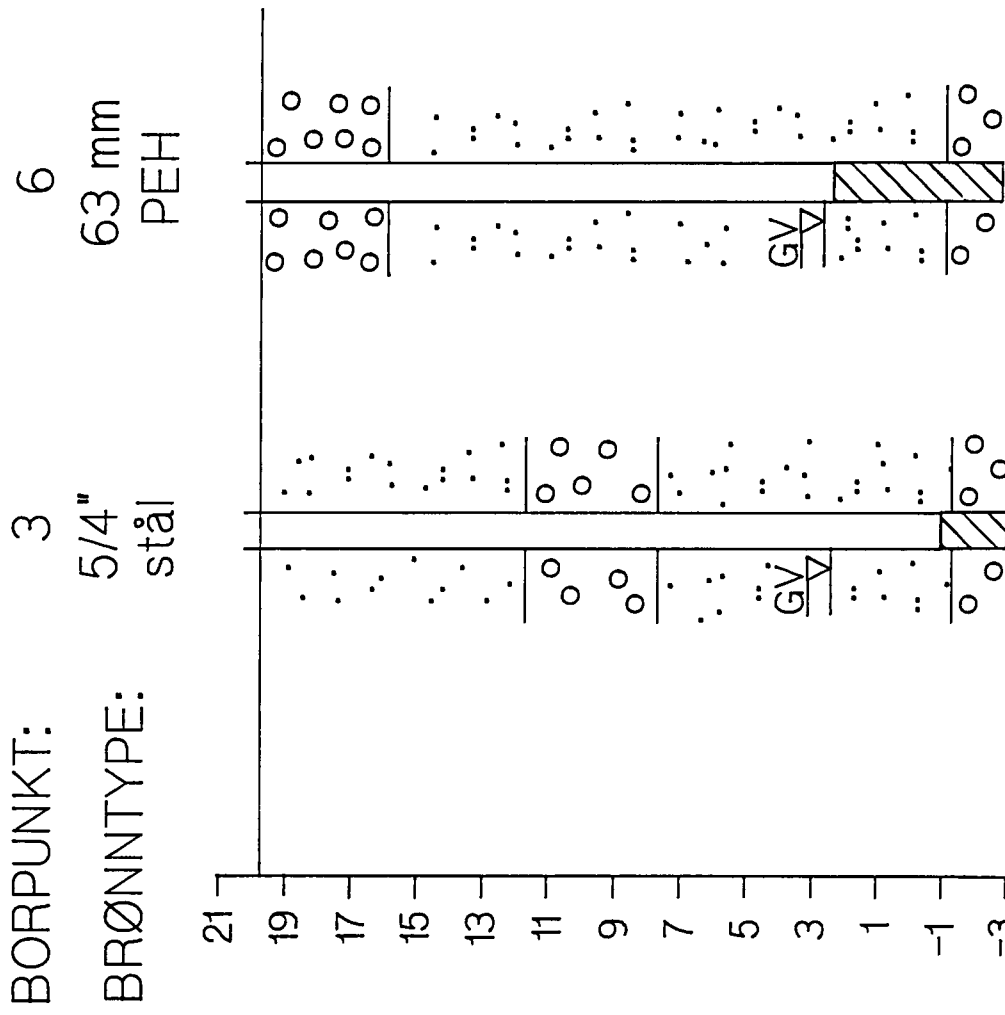
VERTIKALPROFIL BB' - BRANNØVINGSBASSENG
 VÆRNES FLYSTASJON



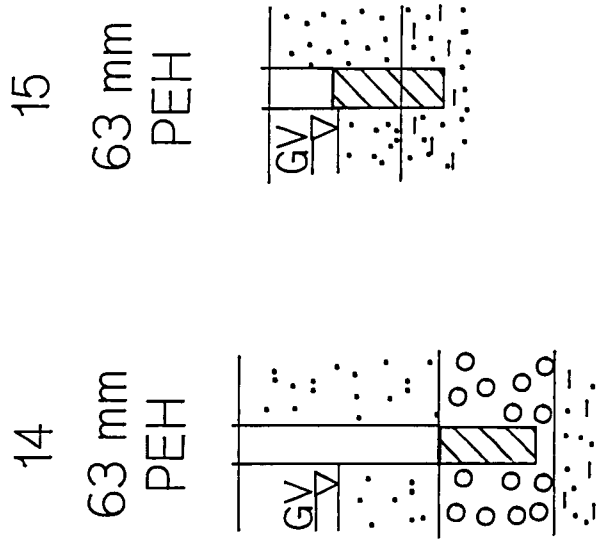
FIGUR 7



OBSERVASJONSBRØNNER – BRANNØVINGSFELT, VERNES FLYSTASJON



- = GRUSIG SAND
- = SILTIG FINSAND
- = SANDIG SILT
- = BRØNNFILTER

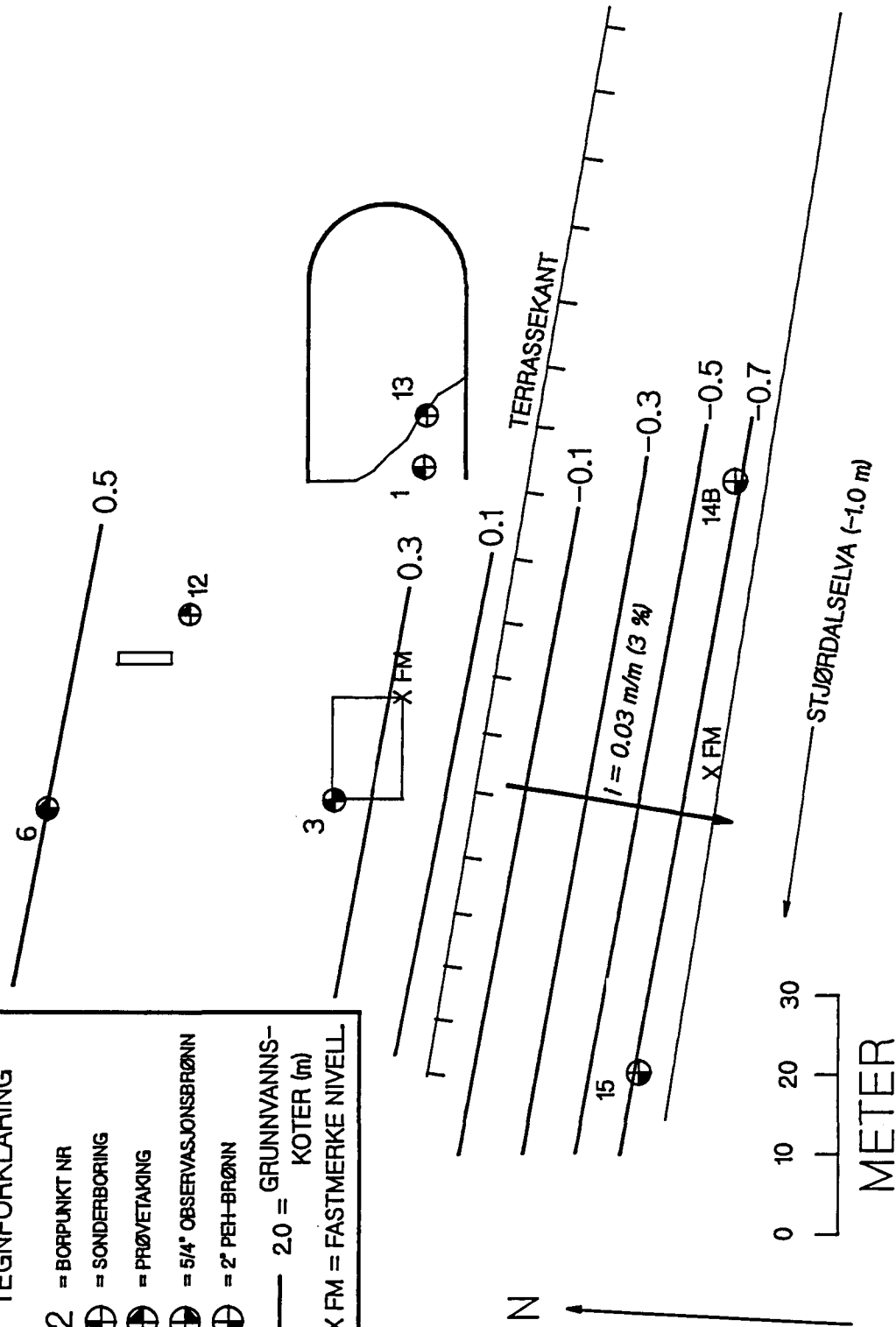


FIGUR 9

GRUNNVANNSKOTEKART PR. 25.11.94 FOR BRANNØVINGSFELT - VÆRNES FLYSTASJON

TEGNFORKLARING

- 2 = BORPUNKT NR
- ⊕ = SONDERBORING
- ⊕ = PRØVETAKING
- ⊕ = 5/4" OBSERVASJONSBRØNN
- ⊕ = 2" PEH-BRØNN
- 2.0 = GRUNNVANNS-
KOTER (m)
- X FM = FASTMERKE NIVELL



FIGUR 10

Kotekartet er tegnet med utgangspunkt i fastmerke ved elva (FM) som relativt nullnivå (se datablag 11).