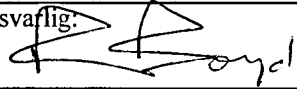


NGU Rapport 98.108

Miljøtekniske grunnundersøkelser av
avfallsfyllinger og forurenset grunn på
Bardufoss hovedflystasjon, Målselv kommune.

Hovedrapport

Rapport nr.: 98.108		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Miljøtekniske grunnundersøkelser av avfallsfyllinger og forurenset grunn på Bardufoss hovedflystasjon, Målselv kommune. Hovedrapport			
Forfattere: A. Misund, G. Storrø, J. Evans, O.M. Sæther, S. Gaut, E. Danielsen, Ø. Jæger og T. Volden		Oppdragsgiver: FBT Region Nord-Norge	
Fylke: Troms		Kommune: Målselv	
Kartblad (M=1:250.000) Narvik		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1432 III Gratangen	
Forekomstens navn og koordinater: Bardufoss hovedflystasjon 34W 40200 766250		Sidetall: 164	Pris: 445
Feltarbeid utført: sept. 97 - mai 98		Rapportdato: desember 98	Prosjektnr.: 2766.00 Ansvarlig: 
<p>Sammendrag: På oppdrag fra Forsvarets bygningstjeneste (FBT), Region Nord-Norge, har NGU utført miljøtekniske grunnundersøkelser ved Bardufoss hovedflystasjon ved tettstedet Andselv i Målselv kommune. Undersøkelsen har omfattet fire avfallsfyllinger og fem områder med mulig oljeforurenset grunn. Formålet med undersøkelsen har vært å kartlegge utbredelsen av og forureningsingssituasjonen for de foran anførte områder, tilsvarende fase 2 i SFTs veiledning 91:01 (Avklarende undersøkelser).</p> <p>Undersøkelsen konkluderer med følgende anbefalinger for videre arbeider, hvor punktene er rangert i prioritert rekkefølge:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Tønner som er deponert i avfallsfylling 014 må graves opp og transporteres til behandlingsanlegg/ godkjent lagringsplass. Eventuelle jordopprensningstiltak i område 014 bør vurderes utfra de observasjoner som gjøres mens arbeidet med fjerning av tønnene pågår. 2) Med tanke på eventuelle rensetiltak gjennomføres et overvåkingsprogram for en detaljert kartlegging av de vannkjemiske forhold i tilknytning til overflateavløp fra avfallsfyllingene 014 og 020 til Andselva og avløp fra Kulvert (K53) til Barduelva. 3) Ved brannøvingsfeltet er betydelige oljeforurensninger påvist både i løsmasser og grunnvann. Utfra en samlet vurdering betraktes allikevel ikke den observerte oljeforurensningen som kritisk i den forstand at umiddelbare tiltak/tiltaksundersøkelser må gjennomføres. Tiltak/tiltaksundersøkelser bør likevel vurderes dersom det foreligger planer for annen aktivitet på området etter at nytt brannøvingscenter er tatt i bruk. 4) Utfra de foreliggende data finner vi ikke grunnlag for å anbefale umiddelbare tiltak/tiltaksundersøkelser rettet mot deponert avfall i område 020. Behovet for videre tiltak/tiltaksundersøkelser bør vurderes i relasjon til de vannkjemiske data som fremkommer etter overvåking av kilden K51 (jfr. Punkt 2 foran). 5) Ved synkeikum for overflateavrenning fra 'Main Ramp' (K57) bør det settes ned en grunnvannsbrønn for å undersøke om den registrerte forurensningen (PAH og THC) transporteres videre med grunnvannet mot lok. 020. 			
Emneord: Hydrogeologi	Forurenset grunn	Grunnvann	
Geofysikk	Magnetometri	Georadar	
Deponi	Kjemiske analyser	Fagrapport	

INNHold

1. FORORD	7
2. SAMMENDRAG	8
3. INNLEDNING	12
3.1 OMRÅDEBESKRIVELSE.....	12
3.1.1 Grunnforhold.....	12
3.1.2 Spillvann og dreneringssystem.....	13
3.1.3 Vannforsyning.....	14
3.1.4 Nedbør og temperatur.....	15
3.1.5 Elvevannføring.....	15
3.2 PROBLEMBESKRIVELSE.....	15
3.3 FORURENSNINGSSITUASJONEN.....	16
3.3.1 Avfallsfyllinger (FBTs lokalitetsnummer):.....	16
3.3.2 Områder med forurenset grunn (FBTs lokalitetsnummer):.....	17
3.4 RISIKO- OG KONSEKVENSVURDERING.....	18
3.4.1 Vannforurensning.....	18
3.4.2 Jordforurensning.....	19
3.5 MÅLSETTING.....	19
4. METODIKK FOR UNDERSØKELSEN	20
4.1 STRATEGI.....	20
4.2 FLYBILDESTUDIER.....	20
4.3 FELTARBEID.....	20
4.4 BORINGER.....	21
4.5 HYDRAULISK LEDNINGSEVNE.....	23
4.5.1 Recovery test.....	23
4.5.2 Kornfordelingsanalyser.....	23
4.6 GEOKJEMISK PRØVETAKING.....	23
4.6.1 Prøveemballering.....	23
4.6.2 Vannprøvetaking.....	24
4.6.3 Løsmasseprøvetaking.....	24
4.7 LABORATORIEARBEID.....	27
4.7.1 Vannprøver (NGU).....	27
4.7.2 Sedimentprøver (NGU).....	27
4.7.3 Organisk analyser utført ved Miljø-kjemi.....	28
4.8 VURDERING AV METODER.....	28
4.9 KVALITETSSIKRING.....	29
5. HYDROGEOLOGISKE FORHOLD	30
6 RESULTATER - LØSMASSEUNDERSØKELSER	34
6.1 003 AVFALLSFYLLING HANGAR IV-OMRÅDET.....	34
6.1.1 Arealutbredelse.....	34
6.1.2 Jordboringer.....	34
6.2 008 BRANNØVINGSFELT SVARTHAUGEN.....	34
6.2.1 Arealutbredelse.....	34
6.2.2 Sjakting.....	34
6.3 014 AVFALLSFYLLING VED HK-OMRÅDET.....	35
6.3.1 Arealutbredelse.....	35
6.3.2 Sjakting.....	36
6.4 020 FYLLING HOLDING AREA.....	36
6.4.1 Arealutbredelse.....	36
6.4.2 Sjakting.....	37
6.5 027 BYGG- OG ANLEGGSSKVADRONEN-OMRÅDET.....	38
6.5.1 Arealutbredelse.....	38

6.5.2 Jordboringer.....	38
6.5.3 Sjakting.....	38
6.6 031 ESSO FLYSERVICE	39
6.6.1 Arealutbredelse	39
6.6.2 Jordboringer.....	39
6.7. 035 HANGAR III - TIDLIGERE NEDGRAVD FYRINGSOLJETANK.....	39
6.7.1 Arealutbredelse	39
6.7.2 Jordboringer.....	39
6.8 038 BOBAK - OMRÅDE RUNDT TIDLIGERE TANKANLEGG.....	40
6.8.1 Arealutbredelse	40
6.8.2 Jordboringer.....	40
6.9 039 OMRÅDE RUNDT TIDLIGERE FYLLEPOST.....	40
6.9.1 Arealutbredelse	40
6.9.2 Jordboringer.....	40
6.10 OPPSUMMERING LØSMASSEUNDERSØKELSER	41
6.10.1 Uorganiske analyser av løsmasser.....	41
6.10.2 Organiske analyser av løsmasser.....	41
7 RESULTATER - VANNUNDERSØKELSER	43
7.1 DATAPRESENTASJON.....	43
7.2 GRENSEVERDIER.....	43
7.3 REFERANSEPRØVER FOR GRUNNVANN OG INNVIRKNING FRA UREA	44
7.4 HYDROLOGISK TILSTAND UNDER DE TO PRØVETAKINGSRUNDENE.....	47
7.5 VURDERING AV DE ENKELTE OMRÅDER	47
7.5.1 003 Avfallsfylling Hangar IV-området.....	47
7.5.2 008 Brannøvingsfelt Svarthaugen	48
7.5.3 014 Avfallsfylling ved HK-området.....	48
7.5.4 020 Fylling Holding Area.....	49
7.5.5 027 Bygg og Anleggsskvadronen-området.....	50
7.5.6 031 Esso flyservice.....	51
7.5.7 035 Hangar III - Fyringsolje.....	51
7.5.8 038 Bobak - tidligere tankanlegg og 039 Tidligere fyllepost	51
7.5.9 Kulvert - avløp for overvann	52
7.5.10 Andselva	52
7.5.11 Barduelva	53
7.6 OPPSUMMERING VANNUNDERSØKELSER.....	53
7.6.1 Uorganiske analyser av vannprøver	53
7.6.2 Organiske analyser av vannprøver	54
8. RISIKO- OG KONSEKVENSVURDERING	55
8.1 OPPSUMMERING AV METODEN	55
8.1.1 Menneskelig helse.....	56
8.1.2 Fiskeinteresser.....	57
8.2 RESULTATER.....	58
8.2.1 Menneskelig helse.....	58
8.2.2 Fiskeinteresser.....	59
8.2.3 Samlet vurdering	59
8.3 TILTAKSBESKRIVELSE.....	60
9 KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER FOR VIDERE ARBEID.....	62
9.1 KONKLUSJON FOR UORGANISKE KOMPONENTER RELATERT TIL UREA.....	62
9.2 KONKLUSJON FOR «IKKE-UREA-RELATERTE» UORGANISKE KOMPONENTER.....	63
9.3 KONKLUSJON FOR ORGANISKE KOMPONENTER	63
9.4 ANBEFALINGER FOR VIDERE ARBEIDER.....	64
10 REFERANSER	66
11 DATAARK FOR ENKELTLOKALITETER	67

TABELLER (i teksten)

- Tabell 1: Fullstendig program for feltarbeid med totaloversikt over innsamlede prøver
- Tabell 2: Utforming av peilerør for måling av grunnvannsstand
- Tabell 3: Utforming av brønner for måling av grunnvannsstand og uttak av vannprøver
- Tabell 4: Feltnålinger med YSI 3800 overvåkingssystem og Vacu Vial ampuller
- Tabell 5: Kjemiske elementer og organiske forbindelser analysert i masse- og grunnvannsprøver
- Tabell 6: Hydrauliske parametre beregnet ved hjelp av kornfordelingsanalyser og recoverytest.
- Tabell 7: Grunnvannsstand i peilerør og observasjonsbrønner målt okt. 97 og mai 98.
- Tabell 8: Registrerte nivå for markoverflate, leir/silt-horisont og fjelloverflate (høyde over havet). Plassering av punkt fremgår av kartbilag 2.
- Tabell 9: Foreløpige risikobaserte opprenskningsnivåer (RBCL) for område 014 og 020.

TABELLER (i vedlegg)

- Tabell 10.1 - 10.4: Samlet oversikt over grunnvannsanalyser (oktober 97 og mai 98).
- Tabell 11.1 - 11.3: Samlet oversikt over jordkjemiske analyser.
- Tabell 12.1 - 12.2: Samlet oversikt over innsamlede jord- og sedimentprøver med oversikt over analyseprogram.

FIGURER

- Figur 1.1 - 1.9: Jordprofiler i punkt for sonderboringer, peilerør og brønner
- Figur 2: Kornfordelingsanalyser
- Figur 3.1 - 3.18: Beskrivelse av sjakter
- Figur 4: Tverrprofil gjennom Bardufossavsetninga fra A - Å (B30 - B13) se Kartbilag 2.
- Figur 5: Tverrprofil gjennom Bardufossavsetninga fra B - `B (P28 - B27) se Kartbilag 2
- Figur 6: Flyfototolkning
- Figur 7: Gjennomstrømningsprøvetaker
- Figur 8: Jordboringer ved Esso flyservice
- Figur 9: Terrengmodell av Bardufoss hovedflystasjon
- Figur 10: Beliggenhet av leir/siltoverflaten
- Figur 11: Beliggenhet av fjelloverflaten

KARTBILAG

- 98.108 -01 Oversiktskart M 1 : 50 000
- 02 Oversiktskart med lokalisering av peilerør, brønner, kilder og elvestasjoner ved Bardufoss hovedflystasjon.
- 03 Lokalisering av sjakter, sonderboringer, jordboringer, peilerør, brønner, kilder ved område 014 og 020. M 1 : 2 000.
- 04 Lokalisering av sjakter, peilerør og brønner ved område 027. M 1 : 2 000.

KARTBILAG (forts.)

- 98.108 -05 Lokalisering av sjakter og brønn ved område 008. M 1 : 2 000.
- 06 Lokalisering av jordboringer, peilerør, brønner ved område 038 og 039.
M 1 : 2 000.
- 07 Lokalisering av jordboringer, peilerør og brønner ved område 003. M 1 : 2 000.
- 08 Grunnvannskotekart med plassering av brønner og peilerør. M 1: 1 000
- 09.1 - 09.15 Boxplot av uorganiske kjemiske analyser

TEKSTBILAG

- 1.1 - 1.2.: Metodebeskrivelse for beregning av hydrauliske parametre fra kornfordelingsanalyser
- 2.1 - 2.7: Grenseverdier for lettere forurenset jord gitt i brev fra SFT til FBT av 1. Desember 1997.
- 3: Klassifisering av tilstand i ferskvann (SFT-veileder 97:04).
- 4.1 - 4.4: Ordliste

DATABILAG (egen Bilagsrapport)

Vedlegg 1: Risikoanalyse utført av Dames & Moore

Vedlegg 2: Tabeller som gir oversikt over analyseprogrammet

- Prøveprogram for vannanalyser ved Miljøkjemi
- Prøveprogram for vannanalyser ved NGU
- Prøveprogram for jordanalyser organiske analyser ved Miljø Kjemi
- Prøveprogram for jordanalyser uorganiske analyser ved NGU

Vedlegg 3: Nedbørsdata fra DNMI stasjon 89350 Bardufoss, 1997 til juni 98

Vedlegg 4: Analyserapport for jordprøver prøvetatt sept. - okt. 1997, NGU

Vedlegg 5: Analyserapport for vannprøver prøvetatt 9. - 13. okt. 1997, NGU

Vedlegg 6: Analyserapport for vannprøver prøvetatt 11. - 14. mai 1998, NGU

Vedlegg 7: Analyserapport for jordprøver prøvetatt sept. - okt. 95, Miljø Kjemi

Vedlegg 8: Analyserapport for vannprøver prøvetatt 9. - 13. Okt. 97, Miljø Kjemi

Vedlegg 9: Analyserapport for stoffprøver prøvetatt 9. - 13. Okt. 97, Miljø Kjemi

Vedlegg 10: Analyserapport for vannprøver prøvetatt 11. - 14. mai 98, Miljø Kjemi

Vedlegg 11: Analyserapport for jordprøver prøvetatt 11. - 14. mai 98, Miljø Kjemi

1. FORORD

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har på oppdrag fra Forsvarets bygningstjeneste Region Nord-Norge gjennomført miljøtekniske undersøkelser ved Bardufoss hovedflystasjon, Målselv kommune, Troms fylke. Analyser for organisk forurensning har vært utført ved Miljø-Kjemi i Oslo, mens risiko- og tiltaksbeskrivelse er utført av Dames & Moore i København/London. Det resterende arbeidet er utført av NGU. NGU takker FBT, ansatte ved Bardufoss hovedflystasjon og ENCO for godt samarbeid under gjennomføringen av prosjektet.

Ola Magne Sæther
Hovedprosjektleder Miljøgeologi

Arve Misund
prosjektleder

2. SAMMENDRAG

Innledning

På oppdrag fra Forsvarets Bygningstjeneste (FBT), Region Nord-Norge, har NGU utført miljøtekniske grunnundersøkelser ved Bardufoss hovedflystasjon ved tettstedet Andselv i Målselv kommune. Følgende FBT-lokaliteter har inngått i den gjennomførte undersøkelsen :

Avfallsfyllinger

- 1924 003 Avfallsfylling Hangar IV-området.
- 1924 014 Avfallsfylling ved HK-området.
- 1924 020 Fylling Holding Area.
- 1924 027 Bygg- og Anleggsskvadronen-området.

Områder med forurenset grunn:

- 1924 008 Brannøvingsfelt Svarthaugen.
- 1924 031 Esso flyservice.
- 1924 035 Hangar III - Tidligere nedgravd fyringsoljetank.
- 1924 038 Bobak - Område rundt tidligere tankanlegg.
- 1924 039 Område rundt tidligere fylleposter.

Målsetting

Formålet med undersøkelsen har vært å kartlegge utbredelsen av og innholdet i de foran anførte avfallsfyllinger og områder med forurenset grunn ved Bardufoss hovedflystasjon, tilsvarende fase 2 i SFTs veiledning 91:01 (Avklarende undersøkelser). Undersøkelsene skulle klarlegge eventuell utlekking av olje og miljøgifter til de omkringliggende overflateresipienter Andselva og Barduelva, som begge har utløp i Målselva. Undersøkelsene skulle danne grunnlag for risikobasert vurdering av hvorvidt det er behov for midlertidige miljøbeskyttende tiltak ved de enkelte lokalitetene. På bakgrunn av kartleggingen skulle ulike kilder til forurensning prioriteres ut fra et kost/nytte perspektiv. For alle prioriterte kilder skulle det skisseres aktuelle tiltak og tiltaksundersøkelser basert på stedsspesifikke risikovurderinger.

Metodikk

Lett beltegående borrhigg (HAFO) ble benyttet for sonderboringer, uttak av jordprøver og etablering av brønner for grunnvannsprøvetaking. Traktorgraver ble benyttet for etablering av sjakter for visuell vurdering av løsmassesnitt og uttak av jordprøver. Undersøkelsen har omfattet: graving av 18 sjakter med uttak av 108 jordprøver; 44 sonderboringer, etablering av 21 peilerør og 17 brønner, 27 boringer med jordprøvetaking, prøvetaking av 7 bekkesedimenter og prøvetaking av 48 grunnvanns- og overflatevannsprøver.

Resultater

Dataark som oppsummerer utførte markundersøkelser, prøvetaking, laboratorieanalyser og sluttresultater for hver enkelt lokalitet er gitt i kapittel 11. Samtlige analyseresultater er dokumentert i Bilagsrapport.

Geologi

Løsmassene i Bardufossplatået består av et 4-20 m tykt lag av relativt permeable sand/grus-masser over lavpermeable finsand/silt-sedimenter av marin opprinnelse. Mektigheten av finsand/silt-massene er 10-20 m. Sand/grus-mektigheten er størst i de sentrale deler av platået, langs rullebanen, og avtar gradvis mot terrassekantene mot nord og syd slik at det dannes et naturlig basseng hvor finsand/silt-massene fungerer som terskler mot nord og syd. De marine sedimentene har størst mektighet i nord slik at finsand/silt-masser her kan påtreffes under 3-4 m sand/grus-masser. I dette området finnes også flere raviner (V-formede bekkedaler), som er en typisk terrengform i marine sedimenter. De to største fyllingsområdene (lok. 1924 014 og lok. 1924 020) er anlagt i slike raviner.

Grunnvann

Det er etablert 37 observasjonsbrønner for måling av grunnvannstand i tilknytning til undersøkelsene på Bardufoss. Med bakgrunn i vannstandsobservasjonene er det laget et grunnvannskotekart som viser et øst-vest-rettet grunnvannsskille som i store trekk følger hovedrullebanen. Dette medfører at grunnvannet nord for rullebanen i hovedsak drenerer mot Andselva, mens områdene sør for rullebanen dreneres mot Barduelva. Langs grunnvannsskillet ligger vannspeilet på nivå 72 - 73 m o.h. (3-4 m under marknivå). Grunnvannsgradienten er her av størrelsesorden 0,2-0,5 cm/m. Midlere strømningshastighet for grunnvannet i de permeable sand/grus-massene er her beregnet til 5-15 cm/døgn. Tilsvarende beregning for strømning i finsand/silt-massene gir en hastighet på 1-2 cm/døgn. Langs den nordlige terrassekanten mot Andselva er grunnvannsgradienten ca. 5 cm/m som gir en strømningshastighet i sand/grus-massene i størrelsesorden 100 - 150 cm/døgn.

Analyser av jord og vann

Ureaproblematikken var i utgangspunktet ikke en sentral del av den problemstilling som skulle belyses gjennom denne miljøtekniske grunnundersøkelsen. Gjennom de data som er samlet inn og vurdert er det dokumentert at bruken av urea som avisingsvæske på rullebaner har en meget avgjørende betydning for de grunnvannskjemiske forhold innen hele Bardufoss hovedflystasjon. Vi har derfor ikke funnet det mulig, eller faglig forsvarlig, å gi en beskrivelse av de grunnvannskjemiske forhold uten også å gi en omtale av de forhold som vi mener er klart relatert til bruken av urea. Utfra de foreliggende data kan forurensningssituasjonen ved Bardufoss hovedflystasjon oppsummeres i følgende hovedpunkter. Punktene er her anført i vilkårlig rekkefølge uten tanke på noen miljørelatert rangering:

Generelle forhold:

1. Med unntak av en prøve (2307 mg bly/kg tørrstoff) viser de foreliggende data at det innenfor de undersøkte lokaliteter ikke er problem med høye metallkonsentrasjoner i jord.
2. Nedbryting av urea og organisk materiale deponert i fyllinger medfører produksjon av CO₂ og økt oppløsning av karbonatmineraler. Dette gir for de fleste innsamlede grunnvannsprøver relativt høye kalsiumkonsentrasjoner (opptil 88 mg Ca/l) og høy alkalitet (opptil 5,5 mmol/l) i grunnvannet.
3. Nedbryting av urea og organisk materiale deponert i fyllinger gir oksygenunderskudd og omfattende utluting av jern og mangan i konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse V (meget dårlig) for en betydelig del av vannprøvene.
4. Nedbrytingen av urea gir konsentrasjoner av nitrogenforbindelser (nitrat, nitritt og ammonium) i grunnvannet tilsvarende tilstandsklasse IV-V (dårlig - meget dårlig).

Forhold knyttet til spesifikke lokaliteter:

5. Grunnvannet ved brannøvingsfeltet har et høyt innhold av basekationer (opptil 210 mg Na/l) og sulfat (ca. 60 mg SO₄/l) samt en høy alkalitet (opptil 12,3 mmol/l) som følge av nedbryting/ oppløsning av brannslukningskemikalier.
6. Spill av tennvæsker (jet-fuel/parafin m.fl.) på brannøvingsfeltet har medført oljeforurensninger som lokalt spores i relativt høye konsentrasjoner både i jordprøver (12.000 mg THC/kg tørrstoff) og i grunnvann (opptil 1.100 µg THC/l). Jordprøvene inneholder hydrokarboner som er karakteristisk for jet-fuel og diesel/fyringsolje og viser i tillegg spor av haloformer og organiske miljøgifter. Grunnvanns-forurensningen spores i første rekke i form av benzen og xylener samt spor av haloformer.
7. I avfallsfyllingen lokalitet 014 er det deponert tønner med et variert innhold av oljeprodukter (bensin, jet-fuel, klorerte forbindelser, tjærestoffer m.m.)
8. Vann fra «kilde/avløpsledning» i foten av avfallsfylling lokalitet 014 inneholder PAH-forbindelser, bl.a. den kreftfremkallende miljøgiften benso(a)pyren, i relativt høye konsentrasjoner (0,35 µg/l). Prøvene viser også spor av haloformer. I jordprøve samt den første vannprøven som ble tatt i B13 (loalitet 014) ble det også påvist spor av organiske miljøgifter. Dette er i første rekke ulike ftalat-forbindelser som bl.a. anvendes som mykgjørere i plast-produkter. Jordprøven fra B13 viser også spor av PCB-forbindelser.
9. Et relativt høyt innhold av PAH-forbindelser observeres både i grunnvannsbrønn og i avløpsvann fra avfallsfylling lokalitet 020 (sum PAH er 4,4 - 6 µg/l). Dette er i hovedsak nafta-forbindelser og fenantren. Kilden for dette kan være treimpregneringsmiddelet kreosot. Vannprøvene viser også spor av haloformer og flere organiske miljøgifter (bl.a. ulike ftalater). Det er ikke registrert høye konsentrasjoner av organiske komponenter (hydrokarboner) i jordprøver fra lokalitet 020.

Anbefalinger for videre arbeider

Med bakgrunn i de foreliggende data fremlegges følgende anbefalinger, hvor punktene er rangert i prioritert rekkefølge:

1. Tønner som er deponert i avfallsfylling lokalitet 014 må graves opp av sertifisert entreprenør, under kontrollerte forhold med beredskap for eventuelle gass og væskelekkasjer, og transporteres til behandlingsanlegg/godkjent lagringsplass. Eventuelle jordopprensningstiltak ved lokalitet 014 bør vurderes utfra de observasjoner som gjøres under arbeidet med fjerning av tønnene.
2. Med tanke på eventuelle rensetiltak gjennomføres et overvåkingsprogram for en detaljert kartlegging av de vannkjemiske forhold i tilknytning til overflateavløp fra avfallsfyllingene lokalitet 014 og lokalitet 020 til Andselva og avløp fra Kulvert (K53) til Barduelva.
3. Ved brannøvingsfeltet Svarthaugen er betydelige oljeforurensninger påvist både i løsmasser og grunnvann. Øvingsfeltet ligger innenfor militært område hvilket innebærer at adgangen til området er strengt kontrollert. Utfra en samlet vurdering betraktes ikke den observerte oljeforurensningen som kritisk i den forstand at umiddelbare tiltak/tiltaksundersøkelser må gjennomføres. Tiltak/tiltaksundersøkelser bør likevel vurderes dersom det foreligger planer for annen aktivt bruk med omfattende menneskelig aktivitet i området etter at nytt brannøvingscenter er tatt i bruk.
4. Utfra de foreliggende data finner vi ikke grunnlag for å anbefale umiddelbare tiltak/tiltaksundersøkelser rettet mot deponert avfall i område ved lok. 020. Behovet for videre tiltak/tiltaksundersøkelser bør vurderes i relasjon til de vannkjemiske data som fremkommer etter overvåking av kilden K51 (jfr. punkt 2 foran)
5. Ved synkekum for overflateavrenning fra 'Main Ramp' (K57) bør det etableres en grunnvannsbrønn for vann- og jordprøvetaking for å undersøke om den registrerte forurensningen (PAH og THC i sediment) transporteres videre med grunnvannet mot lokalitet 020.

3. INNLEDNING

3.1 Områdebeskrivelse

Bardufoss hovedflystasjon (UTM koordinater: 40100 766300) ligger i Målselv kommune, ved tettstedet Andselv (Kartbilag 1). På Bardufoss hovedflystasjon er det registrert totalt 39 områder hvor det kan være forurensning i jord og/eller grunnvann. Av disse inngår 9 lokaliteter i denne undersøkelsen. Det er FBT-lokalitetene (idnr.): 1924 003, 1924 008, 1924 014, 1924 020, 1924 027, 1924 031, 1924 035, 1924 038 og 1924 039), heretter kalt lok. 003, lok. 008 osv.

3.1.1 Grunnforhold

Av tidligere arbeider som omfatter det undersøkte området foreligger det et tysk kart fra 1942 som i hovedtrekk viser løsmassesammensetningen i flyplassområdet. Seinere har Bjørn Andersen (1968) utført regionale studier, men denne delen av Troms er lite undersøkt med hensyn til løsmassesammensetning. I 1985 ga imidlertid NGU ut et kvartærgeologisk kart i målestokk 1:20 000 som dekker Bardufoss hovedflystasjon (Nålsund, R. og Hamborg, M. 1985) og beskrivelsen av løsmassene på dette kartet er gjengitt nedenfor.

Under isavsmeltingen for ca. 10 000 år siden gjorde isfronten enkelte opphold i tilbaketrekingen på grunn av kortvarige klimaforandringer eller lokale topografiske forhold. De yngste israndtrinn finnes i hoveddalføret i form av deltaer bygget opp av materiale transportert av breelver. Avsetningene ved Storskogmoen, Brentmoan og Bardufoss flyplass er dannet omtrent samtidig. Det lå da en dalbre i Målselvdalen som ved brefronten avsatte Storskogmoen og sannsynligvis også Brentmoan. Bardufossavsetningen ble bygd opp som et breelvdelta mens breen ennå lå mektig i dalen. Felles for avsetningene er at høyden på toppflaten på deltaene er bestemt av havnivået på den tiden.

Massetakene i den nordlige delen av Bardufossavsetningen viser at mektigheten av sand og grus er større enn 30 m. Største dyp til underliggende fjell er ukjent, men i området ved lok. 020 fylling 'Holding area', er fjellet påvist på ca. 22 m dyp og i området ved flystripa er dyp til underliggende fjell større enn 38 m.

Områdene langs Andselva på nordsida av Bardufossavsetningen er dominert av finkornige marine leiravsetninger. Dette har gitt et karakteristisk ravinlandsskap på grunn av erosjon og utglidning i den finkornige leireavsetningen. Raviner er tradisjonelt mye brukt til deponering

av masser. I overgangen mellom den permeable sand/grus avsetningen på toppen og leiren er det flere kildeutslag ut mot Andselva.

Grunnforholdene varierer også innenfor Bardufossavsetningen. I den nordligste delen ved FBT-lokalitetene lok. 027, lok. 014 og lok. 020 kan en finne leire på 1-2 m dyp, mens i de sørlige deler ved lok. 003 kan leiren ligge på 20 m dyp. I hovedsak består massene i de øverste meterne av sand og grus avsatt av rennende vann. Under dette er det finere siltige masser som går over i leire. Beskrivelse av løsmassesammensetningen i de enkelte borepunkt er gitt i Figur 1.

Berggrunnen i området domineres av en fyllitt, fyllittgneis og kvartsitt. Materialet i Bardufossavsetningen er trolig en blanding av mineraler fra de nevnte bergartene.

3.1.2 Spillvann og dreneringssystem

Flere ledningstraséer gjennom området kan påvirke det naturlige drens bildet. Kulvert med avrenning mot Barduelva (K53) samler vann fra området øst for brannstasjonen inklusive flystripa og stridsvognverkstedet med garasjer hvor det er direkte avløp fra oljeavskiller. Området vest for brannstasjonen til veien mot hovedvakta dreneres ut mot Andselva nord for Fossmoveien. Ved 'Main ramp' ble det i 1967 etablert en synkeku for direkte infiltrasjon i grunnen av overvann fra 'Main ramp'-området (K57 på kartbilag 2). Videre vestover dreneres området nord for flystripa ut mot Andselva ved området til Bygg- og anleggsskvadronen. Det er ingen overvannsdrenasje ut mot lokalitet 014. Den sørlige delen av flystripa dreneres sørover til et overflatevann ved FBT-lokalitet 1924 027 som har videre avløp til Barduelva. Det går et naturlig vannskille øst - vest over Bardufossavsetningen, hvor området langs fjellfoten fra områdene nord for FBT-lokalitet 1924 038/039 dreneres nordover til Andselva, mens området sør for vannskillet dreneres via Rustad leir til Barduelva. De forurensede områdene nord for flystripa har altså avrenning mot Andselva, mens områdene i sør har avrenning mot Barduelva.

I følge opplysninger fra Målselv kommune har ikke Målselv kommune direkte utslipp av spillvann oppstrøms Fossmoen i Barduelva. Det er overløp fra alle pumpestasjoner (for spillvann), og et utslipp fra virveloverløp. Til Andselva går det to overløp fra kummer foran dykkledniger, et utslipp fra virveloverløp, og overløp fra to pumpestasjoner. Det er en rekke overvannsutslipp til både Barduelva og Andselva uten noen form for rensing. Det er ikke registrert utslipp fra enkeltanlegg innenfor hele denne sonen.

Den første spillvannsledning ved Bardufoss hovedflystasjon ble lagt mot nord fra Hangar I og kasernen og hadde utløp i et dalsøkk nord for gamle Fossmoveien. Seinere ble spillvannsavløp anlagt fra de respektive områder på stasjonen, med egne utløp fra Nyleira nord for Fossmovegen ved FBT-lokalitet 1924 018, fra administrasjonsområdet med utløp i terrenget

mot Andselva og fra Hangar I-området. I forlegningsområdet på Bardufoss hovedflystasjon ble ny hovedspillvannsledning lagt i 1972/73 og renseanlegg ble bygget i samme periode. Fra Hangar II-området ble ny avløpsledning lagt i 1968 og tilknyttet eksisterende renseanlegg i Heggelia. I dag går spillvann via en sentralpumpestasjon i Rustad leir til kommunalt renseanlegg på Andslimoen med avløp til Måselva

3.1.3 Vannforsyning

Det er i dag ikke uttak av drikkevann fra Barduelva eller Måselva nedstrøms kommunegrensen. Det er heller ikke drikkevannsinteresser nedenfor Andsvann.

I følge boka «Bardufoss hovedflystasjon 50 år 1938 - 1988» var den aller første vannforsyning fra en brønn anlagt i betong nær flyskuret (det første bygget på Bardufoss) ca. 100 m sør for dagens Hovedkvarter (HK). Etter at tyskerne hadde okkupert Bardufoss hovedflystasjon satte de straks i gang utbygging av et vannanlegg. En dam ble anlagt i Andselva like nedenfor utløpet av Andsvann. Derfra ble en 8" hovedvannledning av tre lagt ned til flyplassen. Arbeidet ble avsluttet i 1941 og fungerte fram til slutten av 1950-årene. I 1958/59 ble hovedvannledningene byttet ut med 10" stålrør ned til stasjonsområdet. I 1972 ble vannverket overdratt til Måselv kommune. Senere er inntaket flyttet ut på stor dybde i Andsvannet.

På flyplassen har det i tillegg til den første brønnen fra 1938 vært etablert to grunnvannsuttak for drikkevann. Ved et bygg i østre enden av rullebanen, som ligger utenfor vannverkets ledningsnett, ble det på midten av 80-tallet boret en fjellbrønn for å dekke vannbehovet ved GCA bygget. Det ble boret en 6" fjellbrønn til 80 m dybde, med plassering av pumpe på ca. 70 m dyp. Øverst i borehullet er det plassert et stålrør for avstiving av jordmasser. Pumpekapasiteten var beregnet til ca. 1700 l/t mot 80 m løftehøyde. Vannkvaliteten var imidlertid for dårlig med hensyn til jern, mangan og sulfat. Det ble installert renseanlegg med filter for jern, svovel og kalk, men dette fungerte dårlig slik at det i dag blir fraktet vann til bygningen. Kloakk går til septiktank med infiltrasjon i grunnen. Det andre vannanlegget ligger rett nord for FBT-lokalitet 025 (ca. 600 m øst for lok. 003). Her er det et naturlig oppkomme som ble bruk til vannforsyning til Ammo. Her var det god vannkvalitet, men vannuttaket er ikke lengre i bruk etter at området ble tilknyttet kommunal vannforsyning i 1994.

3.1.4 Nedbør og temperatur

Årsnormalen for nedbør ved Bardufoss er 652 mm (Det Meteorologiske Institutt's stasjon 8935) (se Bilagsrapport, vedlegg 3). I 1997 var årsnedbøren 727 mm som er 12 % over årsnormalen. Fra januar til mai 1998 falt det 227 mm nedbør som er 3 % over normalen.

Årsnormalen for temperatur ved Bardufoss er 2° C. I 1997 var årsmiddeltemperaturen 2,02° C som er lik årsnormalen. Også fra januar til mai var temperaturen omtrent som for et normalår.

3.1.5 Elvevannføring

Andselva munner ut i Måselva nord for Bardufossavsetningen og samløpet Barduelva/Måselva. Andselva drenerer området fra Vakkerhumpen i nord (503 m o.h.) til Veidfjellet i sør (871 m o.h.). Fra disse to fjellområdene renner det et stort antall bekker og elver til Andsvannet. Nedbørsfeltet omfatter ca. 80 km², hvor ca. 10 km² er snaufjell og ca. 15 km² er myr. Andsvannet dekker ca. 8 km² og det resterende er skog og boligområde. Årlig middelavrenning fra dreneringsområdet til Andselva er ca. 30 l/s km². Med et nedslagsfelt på ca 80 km² gir dette en midlere vannføring i Andselva på ca. 2,4 m³/s . Ved målestasjon 1151 Setermoen (NVE) i Barduelva er årlig middelavrenning 58,1 m³/s. Ved målestasjon 757 Malangsfoss (NVE) i Måselva er årlig middelavrenning 89,3 m³/s.

3.2 Problembeskrivelse

Bardufoss hovedflystasjon ble etablert i 1938, som første flyplass i Nord-Norge. Flystripen var den gang ca. 500 m. Første utbygging skjedde under krigen ved at tyskerne forlenget flystripa til 1600 m og den fikk fast dekke. Samtidig ble det etablert en ekstra flystripe utenfor området, og denne brukes i dag som treningsfelt for stridsvogner. Hovedstartbanen som ble bygget under krigen forble uforandret frem til 1952/53. Da ble den utbygget til en lengde på 2440 m i tillegg til en forlengelse i vest ('overrun') i en lengde av 275 m, og banelengden ble tilsammen 2715 m med 48 m banebredde i betong. For å kunne gjøre denne forlengelsen måtte hovedbanen dreies mot sørøst. Det ble da nødvendig å tørrelegge og masseskifte Stormyra. Det ble tatt ut 210 000 m³ myr og påkjørt 450 000 m³ grusmasser. I 1960-årene ble rullebanen forlenget med overrun i øst i 275 m lengde, slik at banelengden ble totalt 2990 m som nå. I dag står det fortsatt noen hangarer igjen etter krigen.

Til hvert av flystripelysene (2 for hver 30 m) som ble brukt langs flystripa fram til 60-70 tallet var det tilknyttet en liten transformator som inneholdt 3-5 l med transformatorolje. Det er ikke kjent hvilken oljetype som ble benyttet eller om denne kunne ha inneholdt PCB. Det var trolig

Troms Kraftlag som leverte oljen til trafoene. Fra andre steder vet vi at transformatorolje kan inneholde PCB. I følge Roald Brygfeld (Bygg og Anleggsskvadronen) ble mesteparten av oljen tømt ut langs rullebanen ved reparasjon/utskifting. Ved El.verstedet (lok. 014) ble bare ubetydelige kvanta tømt ut. Imidlertid ble et gjenværende ½ fat med trafoloje tømt i den 'gamle dalen' (ravinen) mellom Elektrisitetsverkstedet og lok. 014, (se flyfototolkning i Figur 6). Denne ravinen er nå fylt igjen.

Sammen med sand brukes urea til avisning av rullebanen. Til avisning av fly blir det benyttet en væske som vesentlig består av alifatiske alkoholer (1,2-proandiol: 60 - 100 %). Tidligere ble det benyttet en annen type, men på grunn av strengere miljøkrav ble denne byttet ut for ca. 10 år siden. Det har ikke vært mulig å fremskaffe datablad for den gamle typen.

På brannøvingsfeltet (lok. 008) blir det under øving brukt flybensin (rein parafin med noe tilsetningsstoff) til tennvæske. Til slokking brukes pulver (vesentlig bakepulver, dvs. NaHCO₃, med noe tilsetningsstoffer) og skumvæske type Trippel F (NATO-nr. 4210-25-128-6716).

3.3 Forurensningssituasjonen

I dette kapitlet er forurensningssituasjonen slik den ble beskrevet før feltarbeidet startet gjengitt. Beskrivelsene er basert på informasjon gitt i oppstartsmøtet 15. september 1997 og i FBTs-lokalitetskjema.

3.3.1 Avfallsfyllinger (FBTs lokalitetsnummer):

- **1924 003 Avfallsfylling i hangar IV-området.** Fyllingen skal være etablert i 1983 i et tidligere myrområde og avsluttet i 1990. Kun teknisk materiell skal være deponert, inklusive utrangerte kjøretøyer, bil- og helikopterdeler, maling og trykksaker. Det er ikke fremkommet opplysninger om at det er deponert større mengder spesialavfall. Fyllingen er i dag overdekket med asfalt og benyttes som parkeringsplass.
- **1924 014 Avfallsfylling ved HK-området.** Fyllingen ble brukt fra 1950 og frem til ca. 1980. Fyllingen er plassert i raviner og dekker et område på 400 m². Avfallsfyllingen skal være benyttet til husholdningsavfall, men i tillegg kan oljefat og tønner med ukjent innhold være deponert her. Det er observert oljefat i dagen ved fyllingsfoten. Det er observert jernutfelling og mulig oljefilm i bekk/myr i fyllingsfoten. Mulig konflikt med ny trase for E6 og resipienten Andselva. Det er ingen oppsamling av sigevann.
- **1924 020 Fylling Holding area.** Fyllingen ble brukt fra 1945 og frem til ca. 1980. Fyllingen er plassert i raviner og dekker et område på 5000 m². Deponi for krigsetterlatenskaper (tyske flymotorer er funnet i originalemballasje). I dette området kan olje og malingrester være deponert sammen med kassert intendanturmateriale og utrangerte kjøretøyer. Deponerte fat er observert i fyllingsfot. Fyllingen er overdekket av

overskuddsmasser fra flystripa; morene og sand/grus. Det er observert jernutfelling og mulig oljefilm i bekk/myr i fyllingsfoten. Det er ingen oppsamling av sigevann. Mulig konflikt med ny trase for E6 og resipienten Andselva.

- **1924 027 Bygg og Anleggsskvadronen-området.** Liten fylling på ca. 200 m² i området mellom byggene til Bygg og Anleggsskvadronen og Andselva. Fyllingen ble brukt fra 1940 og frem til ca. 1945 for deponering av krigsetterlatenskaper. Det er opplysninger om at transformatorer kan være deponert her sammen med annet avfall, men det er usikkert hvor eventuelle transformatorer er deponert. Det er ingen oppsamling av sigevann, men det er heller ikke observert forurensning. Mulig konflikt med dagens arealbruk.

3.3.2 Områder med forurenset grunn (FBTs lokalitetsnummer):

- **1924 008 Brannøvingsfelt Svarthaugen.** Øvingsfeltet er benyttet siden 1980, men nytt øvingsfelt etableres nå sør for flystripa. Det benyttes spillolje og forurenset flydrivstoff som blir fylt i kar/fat som til tider har stått åpne for snø og regn. I tillegg kan det være sølt spillolje og flydrivstoff på bakken i forbindelse med øvelsene. Øvingsfeltet dekker et område på 2000 m². Aktiviteten på feltet er vurdert til ikke å være i konflikt med dagens arealbruk.
- **1924 031 Esso flyservice.** Her er det både en avfallsfylling for krigsetterlatenskaper og mulig forurensning fra aktiviteten til Esso flyservice. Fyllingen ble etablert i 1945 og dekker et område på ca. 400 m². Den inneholder bl.a. jernsenger og det er usikkert når fyllingen ble avsluttet. Det er ikke rapportert om uhell eller utslipp av drivstoff fra dette anlegget, men det skal kontrolleres om det allikevel kan være oljeforurensning i grunn eller grunnvann. Ingen oppsamling ved eventuelt søl og spill. Det er usikkert om det er noen konflikt.
- **1924 035 Hangar III.** Område etter mulig utslipp/lekkasje av fyringsolje. I tidsrommet 1989 - 90 skal det i løpet av en helg ha oppstått en lekkasje i koblingen mellom returledning fra fyrhusene inne i Hangar III og tanken på 50 m³ som lå på utsiden av hangaren, ca. 10 meter fra veggen på vedbua. Sannsynligvis har 30 m³ fyringsolje blitt infiltrert i grunnen. Da den nye terminalen ble bygd i 1990 ble bygget i tilknytning til tanken revet og den nedgravde tanken ble derfor tatt ut av bruk. Den ble liggende i bakken etter at den var tømt for olje og deretter fylt med sand. I 1990-91 ble det anlagt asfaltert parkeringsplass på området. Det er mulig konflikt med nåværende arealbruk.
- **1924 038 Bobak - område rundt tidligere tankanlegg.** Det er ikke rapportert om uhell eller utslipp av drivstoff fra dette anlegget, men det skal kontrolleres om det allikevel kan være oljeforurensning i grunn eller grunnvann.
- **1924 039 Område rundt tidligere fyllposter for flydrivstoff.** Ikke rapportert om forurensning.

I dag innleveres avfall til kommunal renovasjon, men spesialavfall hentes av godkjent operatør. Spillolje forbrennes i dag på eget fjernvarmeanlegg med godkjent utslippstillatelse fra SFT.

3.4 Risiko- og konsekvensvurdering

Undersøkelsene skal danne grunnlag for risikovurdering av hvorvidt det er behov for midlertidige miljøbeskyttende tiltak (etter SFTs fase 2 undersøkelse i veileder 91:01) ved de enkelte områder ut fra dagens situasjon.

På bakgrunn av kartleggingen skal ulike kilder til forurensning prioriteres ut fra et kost/nytteperspektiv. For alle aktuelle forureningskilder skal det skisseres aktuelle tiltak og tiltaksundersøkelser basert på stedsspesifikke risikovurderinger (etter SFTs rapport 95:09).

3.4.1 Vannforurensning

I flerbruksplan for Bardu- og Målselvvassdraget står det at «Det overordna målet er at vassdragene og vassdragsnære områder skal være rene, dvs. uten tarmbakterier, søppel og annen forurensning. Det er ikke ønskelig at utslipp og inngrep skal begrense bruken av vassdragene og områdene rundt.» Under delmålene står det at «Vi må sikre at spillolje ikke når vassdragene.» Videre står det om drikkevann: «Områder som kan være aktuelle som drikkevannsforsyning må vernes spesielt.»

Målselv kommune har satt som hovedmål innen miljø at «Kommunen vil arbeide for at resipientene i kommunen skal tilfredsstillende egnethetsklasse 1, det vil si 'Godt egnet', for alle formål unntatt drikkevann, og at avløpsanlegg ikke skal være til ulempe eller sjenanse for publikum og næringsliv». Videre har Målselv kommune bl.a. satt følgende delmål:

- Alt avløp i innenlandsområder skal minimum gjennomgå rensing tilsvarende slamavskiller og rensing i grunnen, eventuelt høygradig rensesanlegg. Alternativt til infiltrasjon i grunnen kan det vurderes benyttet sandfilter eller minirensesanlegg.
- Utslipp av urensset kloakk til lokale resipienter (bekker ol.) skal ikke forekomme.
- Ved bygging av infiltrasjonsanlegg skal grunnvannsføremster som kan være egnet til drikkevann tas spesielt hensyn til.

Vannkvalitet i forhold til drikkevann kan være en aktuell problemstilling i den sørlige delen av avsetningen hvor det er indikasjoner på at det er sand/grus under leire.

Definisjonen av egnethetsklasse 1 finnes i SFT veileder nr 97:04 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT, 1997). Tabellene er gjengitt i Tekstbilag 3. For området inne på Bardufossavsetningen er det også naturlig å sammenligne den aktuelle vannkvaliteten med

kvalitetskrav som stilles til drikkevann som råvann klasse A3-I. Kravene her er gitt i tabell 10 i Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og helsedepartementet, 1995).

3.4.2 Jordforurensning

De undersøkte områdene ligger alle innenfor gjerdet til Bardufoss hovedflystasjon. Det er ingen som er fast bosatt innenfor området, og området brukes til mindre følsomme aktiviteter, slik som flyplassdrift, øvingsfelt og idrett. De eneste norske normverdiene som finnes er beregnet på forurenset jord i områder med mest følsomt arealbruk. Disse normverdiene er ikke relevante å bruke ved vurdering av forurensning ved Bardufoss hovedflystasjon og det skal derfor brukes «Grenseverdier for lettere forurenset jord» i henhold til «Rammetillatelse til oppgraving, håndtering og behandling av forurenset masser for Forsvarets områder» (SFT, 1997). Dokumentet er gjengitt i Tekstbilag 2. For stoffer som ikke finnes på de norske listene brukes de svenske MKM-verdiene (Naturvårdsverket, 1996).

3.5 Målsetting

Formålet med undersøkelsen er å kartlegge utbredelsen av og innholdet i 4 avfallsfyllinger og 5 områder med forurenset grunn ved Bardufoss hovedflystasjon tilsvarende fase 2 i SFTs veiledning 91:01 (Avklarende undersøkelser). Fyllingens utstrekning og volum er tidligere omtrentlig kartlagt ved geofysiske målinger (se NGU rapport nr. 97.110 og studier av kart og flyfoto).

Undersøkelsene skal klarlegge eventuell utlekking av olje og miljøgifter til Andselva og Barduelva, som renner på hver sin side av stasjonsområdet. Begge har utløp i Måselva. Undersøkelsene skal danne grunnlag for risikovurdering av hvorvidt det er behov for midlertidige miljøbeskyttende tiltak ved de enkelte områder ut fra dagens situasjon.

På bakgrunn av kartleggingen skal ulike kilder til forurensning prioriteres ut fra et kost/nytte perspektiv. For alle prioriterte kilder skal det skisseres aktuelle tiltak og tiltaksundersøkelser basert på stedsspesifikke risikovurderinger.

4. METODIKK FOR UNDERSØKELSEN

4.1 Strategi

På oppstartmøtet 15. november 1997 ble det vedtatt følgende presiseringer i henhold til opprinnelig plan:

- Sjakting skulle utføres i deponiene for å inspisere type fyllingsmasser og om det lå nedgravde tønner. Det ble prioritert områder hvor det tidligere var registrert utslag ved bruk av magnetiske målinger
- Ved FBT-lokalitetene 035 og 003 er det asfaltert parkeringsplass i de aktuelle undersøkelsesområdene. Det ble derfor bestemt at det ikke skulle graves sjakter i disse områdene, men at det skulle tas jordrøver ved bruk av gjennomstrømningsprøvetaker under boring.

4.2 Flybildestudier

Forsvaret stilte til disposisjon flybilder fra årene 1948, 1958, 1960 og 1964. Disse ble sammenlignet med dagens terrengformer for om mulig å kartlegge fyllingshistorikken i de enkelte områdene. Resultatene er presentert i figur 6.

4.3 Feltarbeid

Feltarbeidet i form av boring og vannprøvetaking ble utført i perioden 15. sept. 1997 - mai 1998. Tabell 1 viser omfanget av feltarbeidet. Total oversikt over innsamlede jord- og sedimentprøver er presentert i tabell 12 (i vedlegg). Prøvetakingen av grunnvann er gjort i to runder; 9.-13. oktober 1997 og 11.-14. mai 1998. Grunnvannsstanden ble målt under brønnetableringen i september 1997, under vannprøvetakingen i oktober 1997 og i mai 1998. Beliggenheten av alle sonderboringer (S), peilerør (P), brønner (B), jordboring (J), kilder (K), sjakter (Sj) og elvestasjoner er vist i kartbilagene 01-07.

Tabell 1: Fullstendig program for feltarbeid med totaloversikt over innsamlede prøver.

Undersøkelser:	Sjaktning	Sondering	Peilerør	Brønn	Boring m/prøvetaking	Jordprøver fra sjakter	Bekkesediment	Vannprøver
Lokaliteter:								
1924 003 Fylling i hangar IV-omr.		4	2	2	7	15		2
1924 008 Brannøvingsfelt Svarthaugen	4	1		1	1	14		2
1924 014 Fylling ved HK-omr.	4	6	4	1	1	14		4
1924 020 Fylling Holding area	7	13	5	4	4	25		10
1924 027 B & A Skvadronomr.	3	3	2	1	1	10		2
1924 031 Esso flyservice		3	1	2	2	6		4
1924 035 Oljelekkasje i hangar III-omr.		5	2		3	6		4
1924 038 Tidligere tankanlegg for flydrivstoff		3	2	1	2	5		2
1924 039 Tidligere fyllepost for flydrivstoff		2	1	1	3	9		2
Hovedrullebane		4	2	2	2	4		4
Kilder (omr. 014/020)								4
Kulvert							1	2
Synkekum MainRamp					1			
Andselva							2	2
Barduelva							2	2
Målselva							2	2
SUM	18	44	21	17	27	108	7	48

4.4 Boringer

Lett beltegående borerigg (Hafo) ble brukt til å kartlegge løsmassenes oppbygning. Løsmasseforholdene var av en slik karakter at sonderboringene også fungerte som forboring for nedsetting av peilerør for måling av grunnvannsnivå. Det ble satt ned 21 peilerør (5/4" dampør) og vannstanden er målt på konvensjonell måte. Data for utforming av peilerørene fremgår av tabell 2.

På grunn av grove masser i topplaget var det nødvendig å bruke foringsrør for nedsetting av brønner for uttak av grunnvannsprøver. Som brønnmateriale er det brukt 2" HDPE-rør (high density polyetylen). Brønnene er tettet rundt toppen med bentonitt for å unngå nedtrengning av overflatervann langs brønnrøret. Det er totalt satt ned 17 brønner. Utformingen av brønnene er vist i tabell 3. Under boringen er det gjort registrering av løsmassenes sammensetning i dypet, og resultatene er presentert i Figur 1. Av tabeller i Bilagsrapport Vedlegg 2 fremgår det fra hvilket nivå det er tatt prøver for kornfordelingsanalyser. Resultatene av analysene er presentert i Figur 2.

De fleste peilerør og brønner er satt ned i stedege masser i utkanten av deponiene, mens B18, B19, B27 og B24 er satt ned i fyllingsmasser.

Tabell 2: Utforming av peilerør for måling av grunnvannsstand

Peilerør	Område	Tot. lengde	Filter (fra - til)	Rør over bakken	Høyde over havet topp rør
P1	038	10	70.27 - 71.27	1.1	80,27
P4	038	10	70.06 - 71.06	1,02	80,06
P6	039	10	70.58 - 71.58	0,8	80,58
P8	014	8	66.14 - 67.14	0,95	74,14
P9	014	6	70.32 - 71.32	0,85	76,32
P11	014	6	67.86 - 68.86	1,10	73,86
P12	014	6	66.77 - 67.77	1,0	72,77
P14	020	10	65.48 - 66.48	1,0	75,48
P15	020	10	65.38 - 66.38	0,95	75,38
P16	020	8	67.80 - 68.80	0,7	75,80
P25	027	12	63.83 - 64.83	1,30	75,83
P28	Flystripa	10	68.09 - 69.09	0,9	78,09
P29	Flystripa	6	69.98 - 70.98	0,8	75,98
P33	Ref. Sør	10	68.70 - 69.70	1	78,70
P39	020	6	70.55 - 71.55	ca. 1	76,55
P40	020	8	68.61 - 69.61	1,15	76,61
P43	035	6	69.83 - 70.83	1,05	75,83
P45	035	6	69.25 - 70.25	1,15	75,25
P46	027	8	68.24 - 69.24	1,6	76,24
P49	003	14	66.52 - 67.52	0,95	80,52
P50	003	14	66.93 - 67.93	1,10	80,93

4.5 Hydraulisk ledningsevne

4.5.1 Recovery test

Det er utført recoverytest (innstrømning) i brønnene B2, B13, B17, B23, B24, B32 og P40. Testen ble utført ved at vannspeilet i brønnen ble senket og stigehastigheten på grunnvannsspeilet ble registrert. Resultatene er presentert i tabell 6.

Tabell 3: Utforming av brønner for måling av grunnvannsstand og uttak av vannprøver

Brønn	Område	Tot. Lengde (m)	Filter (fra-til)	Rør over bakken	Høyde over havet topp rør
B2	038	8	70.98 - 72.98	0,14	78,98
B5	039	10	68.90 - 70.90	0,14	78,90
B13	014	4	59.70 - 61.70	0,6	63,70
B17	020	7	68.93 - 70.93	0,56	75,93
B18	020	9	66.46 - 68.46	0,81	75,46
B19	020	7	68.40 - 70.40	0,75	75,40
B22	031	5	70.64 - 72.64	0.2	75.64
B23	031	6	70.19 - 72.19	0.28	76.19
B24	027	6	68.28 - 70.28	0.8	74.28
B27	020	9	66.26 - 68.26	0.8	75.26
B30	Flystripa	8	69.30 - 71.30	0.5	77.30
B31	008	4	72.34 - 74.34	0.66	76.34
B32	Ref. sør	7	69.49 - 71.49	0.29	76.49
B41	035	5	69.08 - 71.08	0.22	74.08
B42	035	6	68.73 - 70.73	0.25	74.73
B47	003	11	68.38 - 70.38	0,65	78,38
B48	003	10	69,29 - 71.29	0,45	78,29

4.5.2 Kornfordelingsanalyser

I dette prosjektet er det på grunnlag av lang erfaring brukt en modifisert metode (ved å bruke d_{20} i stedet for d_{10}) etter Beyer & Schweiger (Langguth & Voigt, 1980) til å beregne hydraulisk konduktivitet (K-verdi), porøsitet og effektiv porøsitet med utgangspunkt i kornfordelingskurvene (se Tekstbilag 1).

4.6 Geokjemisk prøvetaking

4.6.1 Prøveemballering

Jordprøvene for uorganisk analyse er samlet i papirpose utlevert av NGU-lab. Jordprøver for organiske analyser er oppbevart i Rilsan-pose (teflon) eller 0,5 liter syltetøyglass med gummipakning.

Vannprøvene for organisk analyse er emballert på 1 liter glødete glassflasker levert av det utførende laboratorium (Miljø-Kjemi). Det er tatt 1 liter prøve for THC/haloformer og andre klorerte løsemidler, 1 liter prøve for PAH/PCB/organiske miljøgifter og 1 liter prøve for Microtox. Prøver for uorganisk analyse er emballert på plastflasker levert av det utførende laboratorium (NGU-lab.). Det er tatt 0,5 liter prøve for Alk./Ledn./pH, 0,1 liter prøve for anioner (v/IC) og 0,1 liter prøve for metaller/kation (v/ICP-AES). For ordforklaring vises det til Tekstbilag 4.

4.6.2 Vannprøvetaking

Prøver av grunnvannet er tatt fra 17 brønner samt fra to kilder, og en kulvert (Kartbilag 02). Dessuten er det tatt vannprøver fra stasjon 55 i Barduelva og stasjon 54 og 56 i Andselva. Det er totalt analysert 44 vannprøver fordelt på to prøvetakingsrunder; oktober 1997 og mai 1998. Grunnvannet ble pumpet opp med Eickelkamp 12 V pumper, hvor det var en fast pumpe for hver brønn. Fra de fleste brønnene ble det pumpet ut minst fem brønnvolum for å sikre stabil vannkvalitet før vannprøven ble tatt. I brønn 22 og 48 var det dårlig vanngjennomgang på tidspunkt for prøvetaking. På grunn av dette ble brønnen tømt helt én gang før prøvetaking. Vannkvaliteten ble kontrollert ved bruk av gjennomstrømningscelle (YSI modell 3800) med kontinuerlige målinger av temperatur, pH, ledningsevne og oksygen. For alle brønner (unntatt de med dårlig vanngjennomgang) ble prøvene tatt etter at ledningsevne målingene var stabile. Resultatet fra målingene fremgår av tabell 4. Prøvene for analyse av tungmetaller ble filtrert og tilsatt HNO₃ i felt. Prøvene for anionanalyse ble kun filtrert og prøvene for Alk./Ledn./pH og organiske analyser ble ikke behandlet i felt. Etter prøvetaking stod prøvene på kjølelager. Prøvene for analyse av organiske parametre ble sendt med flyfrakt til Miljø-Kjemi etter endt prøvetaking. Prøver for uorganisk analyse ble fraktet til NGU-lab. hvor de ble oppbevart på kjølelager.

På grunn av lite vann i brønn 22 ble det ikke tatt prøve herfra for uorganisk analyse i oktober 97. Vannprøver fra alle de andre 21 prøvepunktene ble analysert på en lang rekke uorganiske forbindelser (dvs. 30 kationer, 7 anioner, foruten pH, ledningsevne og alkalitet) slik det fremgår av tabell 5. Av organiske forbindelser ble samtlige 22 vannprøver analysert for hydrokarboner. I tillegg ble det analysert for haloformer og andre klorerte løsemidler, PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner), PCB, screening for organiske miljøgifter ('priority pollutants') og Microtox slik det fremgår av tabell 6. En del av de analyserte grunnstoffene og organiske forbindelsene er miljøfarlige.

4.6.3 Løsmasseprøvetaking

Fullstendig oversikt over innsamlede jord- og sedimentprøver med analyseprogram er gitt i tabell 12 (i vedlegg).

Det er i alt samlet inn 118 løsmasseprøver i henhold til NGUs standardprosedyre for prøvetaking av sedimenter, hvorav 58 prøver fra borehull, 52 prøver fra sjakter, 6 bekkesediment og 2 prøver fra kulvert. Tabell 12 gir en totaloversikt over innsamlede prøver. Analyseprogram og prøvebeskrivelse er gitt i Bilagsrapport, Vedlegg 2. Tabell 5 gir en oversikt over hvilke forbindelser det er analysert på.

Prøvetaking med gjennomstrømningsprøvetaker

For sedimentprøvetaking ble HAFO borerigg benyttet med en gjennomstrømningsprøvetaker med mål som angitt i figur 7. Prinsippet for denne prøvetakeren er at materialet strømmer fritt gjennom under neddriving. Materiale fra det dyp hvor neddrivingen stanser forblir i prøvetakeren. Det ble kun benyttet slag og til dels rotasjon (ikke spyling med luft eller vann) under denne prøvetakingen. Ved samtlige brønner unntatt B22 og B23 ble det tatt ut løsmasseprøver for analyse. Det ble tatt én prøve rett over og én under grunnvannsspeilet. I tillegg til brønnpunktene ble det tatt jordprøver i punktene J3, J20, J21, J34, J35, J44, og J51 - 55. Hver prøve representerer ca. 50 cm av jordprofilen. Prøvetakingdypet for prøvene fremgår av tabell i Bilagsrapport, Vedlegg 2. Masseprøvene veier ca. 500 gram

Sjaktning

Det er gravd 18 sjakter for å kartlegge arealutbredelsen og innholdet i tre fyllinger og et område med forurenset grunn. Sjaktgravingen er utført av personell ved flystasjonen, og det er brukt en av stasjonens traktorgravere. Generelt er det tatt tre prøver fra hver sjakt som er 2-4 m dype; én prøve ned mot bunnen (under forurenset masse ?), én prøve omtrent i midten og én prøve mot toppen. Dersom det har vært observert spesielt forurenset masse er disse prøvetatt i tillegg. Sjaktene er nærmere beskrevet i Figur 3.

Elvesedimenter

Elvesedimenter er innsamlet i henhold til NGUs standard prosedyre. Det er tatt en prøve oppstrøms og en prøve nedstrøms antatt forurenset område. Det er lagt vekt på å prøveta aktive sediment, dvs. sedimenter i dagens elveløp. Prøvepunkt fremgår av Kartvedlegg 01.

Tabell 4: Feltmålinger med YSI 3800 overvåkingsenhet og VacuVial-ampuller

Brønn	Ledningsevne µS/cm		pH		Temp °C		O ₂ mg/l		CO ₂ mg/l		NO ₂ mg NO ₂ -N/l		H ₂ S mg/l		NH ₃ mg/l	Fe ₂ mg/l	Alkalitet mmol/l	Redoks mv	Merknad
	okt 1997	mai 1998	okt 1997	mai 1998	okt 1997	mai 1998	okt 1997	mai 1998	okt 1997	mai 1998	okt 1997	mai 1998	okt 1997	mai 1998	mai 1998	mai 1998	mai 1998	mai 1998	
B2	175	112		6.07	3	3		7	20	16		0.01		0	0.44	2.62	0.95	+ 122	
B5	136	112	5.9	5.76	3.2	3.2	6.8	12.64	35 - 40	14					< 0,04		0.7		
B13	438	362		7.62	4.8	2.1		3.01	40 - 50	< 10		0.02		0.01	0.77	0.45	2.85	- 60	
B17	448	514	6.7	7	5.1	3.3	< 9,5	3.86	17	24		0.04		0	0.82		5.85	< + 120	
B18	378	510	6.5	6.7	4.4	4	3.16	1.37	90 - 100	100		0.01	0	0	> 8,06		5.6	- 201	sterk lukt av fettsyrer
B19	370	440	7.4	6.5	5.3	3	2.5	2.16	100	60-70		0	0	0	> 8,06		5	- 140	sterk lukt av fettsyrer
B22		206		5.8		2		6.02		55		0		0.06	0.14		1.6	> + 300	liten vanngjennomgang
B23	186	90	6.4	6.05	4.5	2.3	4	9.02	40 - 50	28		0.01		0	0.05		0.85	+ 225	
B24	430	346		7.27	3.7	2.9		2.1	< 10								3.75		
B27	692	384	7.8	6.98	4.5	3.4	2.63	0.82	80 - 100	50		0.01	0	0.02	7.04		4.55	- 211	sterk lukt av fettsyrer
B30	362	308	6.5	5.8	5.3	4.1	3.1	2.15	25 - 30	45	0.05	0	< 0,01	0	4.31		0.7	+ 142	
B31	1280			6.75	4.6					50		0		0	2.27	1.15	6.85		
B32	144	144	6.4	6.24	3.9	2.8	8.9	7.56	18 - 20	25				0.01	0.35		0.85	+ 226	
B41	76	70	6.6	6.35	5.4	1.8	10.6	11.2		< 10		0		0	0.01	< 0,02	0.6	+ 215	
B42	72	92	5.9	5.8	6	1.9	9.7	11.26	20 - 25	25		0		0.02	0.35	0.29	0.55	+ 233	
B47				5.97					50	16		0.03		0.02	0.39	0.05	0.7		
B48				6.2													0.55		liten vanngjennomgang
K50	371	224		6.27	5.9	1.9		6.84	80 - 100	30		0.01		0	0.58	> 7,5	2	+ 34	
K51	632	152		6.81	4.2	0.8		9.79	90 - 100	20							2.3	+ 42	
K53	522	344	6.97	6.78	5.5	1.7	19.7	10.32	<< 100	18							2.5	+ 30	
E54	78	72		7.6	5	2.8				< 10							0.6	+ 150	Andselv oppstrøm 020
E55	115	68		7.48	1.6	2.6		12.02									0.55	+ 210	Barduelva v/kulvert
E56	84	72		7.59	4.7	2.9		12.23		< 10							0.6	+ 150	Andselv nedstrøms 020

4.7 Laboratoriarbeid

4.7.1 Vannprøver (NGU)

Ledningsevne, pH og alkalitet ble målt på ubehandlet vannprøve (500 ml). Fra samme vannprøve ble innholdet av syv anioner bestemt ved bruk av: Høytrykks ione-kromatografi (HPIC). Vannprøve (100 ml) ble analysert for 30 elementer, inklusiv basekationer (Ca, Mg, Na, K) og tungmetaller, ved bruk av Argon-plasma-spektrofotometer (ICP-AES). I tillegg ble tungmetallene kvikksølv, bly og kadmium bestemt ved bruk av atomabsorpsjon. Analysene er utført i henhold til NGUs standard prosedyre (ISO 9001 sertifisert/akkrediterte) for undersøkelse av kationer og anioner (Ødegård og Andreassen 1987). Elementer og deteksjonsgrenser fremgår av Bilagsrapport, Vedlegg 5.

4.7.2 Sedimentprøver (NGU)

Jordprøvene er analysert på alle uorganiske miljøgifter (SFT 95.09, tab. 1) unntatt As og totalt og fritt CN. Det er ingen forhåndsinformasjon om at arsen og cyanid skulle forekomme i disse prøvene.

Førtiåtte (48) av løsmasseprøvene er analysert på tungmetallene krom (Cr), kopper (Cu), jern (Fe), mangan (Mn), molybden (Mo), nikkel (Ni), vanadium (V), og sink (Zn) samt for total organisk karbon (TOC). Av de 48 er et utvalg på 33 analysert på kvikksølv (Hg), bly (Pb) og kadmium (Cd). Det er utført kornfordelingsanalyse av 26 av prøvene.

For uorganisk analyse er det benyttet NGUs standard prosedyrer for bestemmelse av kationer (Ødegård og Andreassen 1987). Masseprøvene er siktet med 2 mm sikteåpning. Analysen av fraksjonen mindre enn 2 mm er gjort på syreuttrekk (1 gram prøve og 20 ml 7N HNO₃) ved autoklavopplutning etter Norsk Standard NS4770 (1980). TOC (totalt organisk karbon) er bestemt ved LECO ovn. Elementer og deteksjonsgrenser fremgår av Bilagsrapport, Vedlegg 4.

Tabell 5: Kjemiske elementer og organiske forbindelser analysert i masse- og grunnvannsprøver.

Sedimentprøver	Vannprøver
<p><i>NGU</i></p> <p>Si, Al, Fe, Ti, Mg, Ca, Na, K, Mn, P, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, V, Mo, Cd, Cr, Ba, Sr, Zr, Ag, B, Be, Li, Sc, Ce, La, Y, Hg, TOC</p>	<p><i>NGU</i></p> <p>Si, Al, Fe, Ti, Mg, Ca, Na, K, Mn, P, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, V, Mo, Cd, Cr, Ba, Sr, Zr, Ag, B, Be, Li, Sc, Ce, La, Y, Hg SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, NO_3^-, Br^-, NO_2^-, Cl^-, F^-</p>
<p><i>Miljø-Kjemi</i></p> <p>Hydrokarboner, PAH, PCB, org. miljøgifter, og haloformer og andre klorerte løsemidler</p>	<p><i>Miljø-Kjemi</i></p> <p>Hydrokarboner, PAH, PCB, org. Miljøgifter, haloformer og andre klorerte løsemidler og Microtox</p>

4.7.3 Organisk analyser utført ved Miljø-kjemi

De organiske analysene er utført ved Miljø-Kjemi. Metodene med deteksjonsgrenser er beskrevet i Bilagsrapport, Vedleggene 7 og 8. Det er analyser er 54 prøver analysert på hydrokarboner, 20 prøver på PCB, 12 prøver på haloformer og andre klorerte løsemidler (klor/brom-holdige organisk løsemidler), 11 prøver ble analysert på PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og syv prøver ble analysert på organiske miljøgifter.

4.8 Vurdering av metoder

Med hensyn til tolkning av kornfordelingskurvene (Figur 2) fra prøver tatt med borerigg bør en være oppmerksom på at det er benyttet slag for å drive prøven inn i prøvetakeren. Dette kan på grunn av sammenpressing i prøvetakeren føre til en overrepresentasjon av de minste kornstørrelsene, særlig dersom det kiles fast en stein i fronten av prøvetakeren slik at bare de fineste kornstørrelsene slipper inn. Erfaringer fra bruk av denne prøvetakeren viser at det er mer korrekt å bruke d_{20} enn d_{10} ved beregning av hydrauliske parametre. Ettersom miljøgifter ofte konsentreres i de minste kornstørrelsene vil dette kunne gi et forhøyet innhold av miljøgifter.

Alle analyseverdiene er sammenliknet innbyrdes og med referansepunktene elvestasjon 54 (E54 = Ands1 på Kartbilag 1) og Brønn 32 (B32), der E54 ligger i Andselva oppstrøms Bardufoss

hovedflystasjon og B32 ligger på vannskillet sør for flystripa og derfor er utenfor påvirkning fra de undersøkte områdene.

4.9 Kvalitetssikring

NGUs laboratorie er akkreditert for følgende jordanalyser brukt i denne undersøkelsen: ICP-AES, GFAAS - Cd og Pb, CVAAS - Hg, kornfordeling - Coulter, samt følgende vannanalyser: ICP-AES, GFAAS - Cd og Pb, CVAAS - Hg, IC, pH, ledningsevne og alkalitet. Miljø-Kjemi er akkreditert for hydrokarboner, PAH, PCB, haloformer og andre klorerte løsemidler samt organiske miljøgifter i jord og vann. Microtox-analysene er utført ved Rogalandsforskning. For grunnvannsprøvetaking er det benyttet en egen pumpe for hver brønn for å unngå krysskontaminering mellom brønnene. Vannprøvene for organiske analyser ble sendt med fly til Oslo direkte fra Bardufoss hovedflystasjon. Denne rapporten er kvalitetskontrollert ved NGU før den endelige versjonen trykkes. Dette ivaretas ved at fagsjef er ansvarlige for innholdet i rapporten.

5. HYDROGEOLOGISKE FORHOLD

Løsmassene i Bardufossplatået består av et 4-20 m tykt lag av relativt permeable glasifluviale sand/grus-masser over lavpermeable finsand/silt-sedimenter av marin opprinnelse. Mektigheten av finsand/silt-massene er 10-20 m (tabell 8). Sand/grus-mektigheten er størst i de sentrale deler av platået, langs rullebanen, og avtar gradvis mot terrassekantene mot nord og syd slik at det dannes et naturlig basseng hvor finsand/silt-massene fungerer som terskler mot nord og syd (figur 9 - 11).

Ufra slug-tester og kornfordelingsanalyser er midlere K-verdi for sand/grus-massene beregnet til $K = 3,0E-05$ m/s og total porøsitet beregnet til $n = 25$ %. Effektiv porøsitet settes til $n_{\text{eff}} = 10$ %. Tilsvarende tall for finsand/silt-massene er beregnet til $K = 2,0E-06$ m/s og $n = 30\%$ og $n_{\text{eff}} = 5$ %.

Tabell 6: Hydrauliske parametre beregnet ved hjelp av kornfordelingsanalyser og recoverytest.

Brønn	Område	Prøvedyp (m)	Total porøsitet i jord (%)	Effektiv porøsitet (%)	K-verdi (m/s) (slug test)	K-verdi (m/s) (kornfordelings analyse)
Grus/sand						
B2 (J3)	38	8 - 8.3	0,31	0,25	1,60E-06	7,14E-05
B5	39	7.5 - 8	0,30	0,26		1,35E-04
B18	20	4 - 4.5	0,27	0,20		3,02E-05
B22	31	5.4 - 7.4	0,28	0,22		3,54E-05
B23	31	5.4 - 7.4	0,29	0,22	2,70E-05	3,83E-05
B27	20	3 - 3.5	0,28	0,18		1,27E-05
B30	Flystripa	7 - 7.5	0,32	0,25		4,17E-05
B31(S17)	8	3	0,30	0,24		5,79E-05
B32	Ref. sør	7.5 - 8	0,33	0,22	3,00E-05	1,35E-05
B41	35	3.5 - 4	0,27	0,19		1,79E-05
B42	35	3 - 3.5	0,28	0,23		8,07E-05
<i>Minste</i>			0,27	0,18	1,60E-06	1,27E-05
<i>Største</i>			0,33	0,26	3,00E-05	1,35E-04
Gjennomsnitt			0,29	0,22	1,95E-05	4,86E-05
<i>Median</i>			0,29	0,22	2,70E-05	3,83E-05
Silt/leire						
B13	14	1.5 - 2	0,28	0,12	2,20E-06	2,67E-06
B17	20	5 - 5.5	0,34	0,20	6,00E-06	8,07E-06
B19	20	5 - 5.5	0,33	0,03		1,13E-07
B24	27	5 - 5.5	0,27	0,15	3,90E-07	6,73E-06
B47	3	8 - 8.5	0,29	0,12		2,39E-06
P40	20				3,60E-06	
<i>Minste</i>			0,27	0,03	3,90E-07	1,13E-07
<i>Største</i>			0,34	0,20	6,00E-06	8,07E-06
Gjennomsnitt			0,30	0,13	3,05E-06	3,99E-06
<i>Median</i>			0,29	0,12	2,90E-06	2,67E-06

Tabell 7: Grunnvannsstand (GVS) i peilerør og observasjonsbrønner målt okt. 97 og mai 98.

Peilerør	Område	Filter (fra - til)	Høyde over havet topp rør	GVS okt. 97	GVS mai 98
P1	038	70.27 - 71.27	80.27	72.09	72.49
P4	038	70.06 - 71.06	80.06	72.19	72.53
P6	039	70.58 - 71.58	80.58	71.80	72.05
P8	014	66.14 - 67.14	74.14	68.59	68.94
P9	014	70.32 - 71.32	76.32	71.83	72.25
P11	014	67.86 - 68.86	73.86	71.53	71.09
P12	014	66.77 - 67.77	72.77	69.57	69.14
P14	020	65.48 - 66.48	75.48	66.58	66.72
P15	020	65.38 - 66.38	75.38	70.15	69.95
P16	020	67.80 - 68.80	75.80	71.53	71.49
P25	027	63.83 - 64.83	75.83	69.77	70.03
P28	Flystripa	68.09 - 69.09	78.09	72.89	72.59
P29	Flystripa	69.98 - 70.98	75.98	72.95	72.73
P33	Ref. Sør	68.70 - 69.70	78.70	71.33	71.03
P39	020	70.55 - 71.55	76.55	72.09	71.85
P40	020	68.61 - 69.61	76.61	71.55	71.51
P43	035	69.83 - 70.83	75.83	71.49	71.35
P45	035	69.25 - 70.25	75.25	72.05	72.58
P46	027	68.24 - 69.24	76.24	70.18	70.49
P49	003	66.52 - 67.52	80.52	70.20	70
P50	003	66.93 - 67.93	80.93	71.22	70.76
B2	038	70.98 - 72.98	78.98	72.09	72.58
B5	039	68.90 - 70.90	78.90	72.14	72.91
B13	014	59.70 - 61.70	63.70	62.04	62.24
B17	020	68.93 - 70.93	75.93	71.76	71.72
B18	020	66.46 - 68.46	75.46	70.94	71.27
B19	020	68.40 - 70.40	75.40	71.11	71.36
B22	031	70.64 - 72.64	75.64	72.03	72.40
B23	031	70.19 - 72.19	76.19	72.19	72.43
B24	027	68.28 - 70.28	74.28	70.06	70.56
B27	020	66.26 - 68.26	75.26	71.03	71.26
B30	Flystripa	69.30 - 71.30	77.30	72.60	72.54
B31	008	72.34 - 74.34	76.34	73.32	72.94
B32	Ref. sør	69.49 - 71.49	76.49	71.59	71.41
B41	035	69.08 - 71.08	74.08	71.03	71.26
B42	035	68.73 - 70.73	74.73	72.02	72.24
B47	003	68.38 - 70.38	78.38	69.73	68.76
B48	003	69.29 - 71.29	78.29	68.28	67.69

Tabell 8: Registrerte nivå for markoverflate, leir/silt-horisont og fjelloverflate (høyde over havet). Plassering av punkt fremgår av kartbilag 02 - 07.

Lokalitet.	Markhøyde	Leir/silt-horisont	Fjell
S7	73	67	55
P8	73.19	71	
P9	75.47	68.5	55.5
S10	73	67	52
P11	72.76	68.8	
P12	71.77	68	54
B13	62	62	50
P14	74	72	52
P15	74.43	69	52.5
P16	75.1	65	51
B17	73.37	67.5	48.5
B18	74.65	66.5	
B19	74.65	71.5	
B22	75.44	69.5	
B23	75.91	65	
B24	73.48	70.5	67.5
P25	74.53	72.5	63.5
S26	74	66	
B27	74.46	60.5	52.5
P28	77.19	57	
P29	75.18	64	
B30	76.8	59	41
B32	76.2	53	
P33	77.7	55	
S36	74.5	65.5	46.5
S37	74.5	64.5	
S38	74.5	67.5	
P39	75.55	68.5	35.5
P40	75.46	67.5	
B41	73.86	66	39
B42	74.48	66.5	
P43	74.78	69	
J44	74.5	66.5	
P45	74.1	71	
P46	74.64	71.5	67.5
B48	77.84	58	
P50	79.83	59	44

Det er etablert 37 observasjonsbrønner for grunnvannstand i tilknytning til de miljøtekniske grunnundersøkelsene på Bardufoss. Med bakgrunn i vannstandsobservasjoner 09.10.97 er det laget et grunnvannskotekart (kartbilag 08). Kartet viser et øst-vest-rettet grunnvannsskille som i store trekk følger flystripa.

Langs grunnvannsskillet ligger vannspeilet på nivå 72.5-73.0 m o.h. (3-4 m under marknivå). Grunnvannsgradienten er her av størrelsesorden 2-5 mm/m. Med bakgrunn i de foran omtalte K- og n-verdier er midlere strømningshastighet for grunnvannet i de permeable sand/grus-massene $v_{\text{middel}} = 5-15$ cm/døgn. Tilsvarende beregning for strømning i finsand/silt-massene gir $v_{\text{middel}} = 1-2$ cm/døgn.

Langs den nordlige terrassekanten mot Andselva er grunnvannsgradienten ca. 5 cm/m hvilket gir en strømningshastighet i sand/grus-massene, $v_{\text{middel}} = 1 - 1,5$ m/døgn. Figur 4 og 5 viser profil fra sør til nord gjennom den nordlige terrassekanten for henholdsvis område ved lok. 014 og ved lok. 020.

Utfra de topografiske forhold var det allerede før de detaljerte hydrogeologiske undersøkelsene ble gjennomført klart at grunnvannsmagasinet innen Bardufossplataet i hovedsak måtte være selvmatende (grunnvannsnydannelse skjer utelukkende p.g.a. nedbørinfiltrasjon). Grunnvannskotekartet bekrefter dette, men viser samtidig at noe av nydannelsen har sitt opphav i overflateavrenning fra fjellområdene i vestre og nordøstre del av militærleiren.

6 RESULTATER - LØSMASSEUNDERSØKELSER

6.1 003 Avfallsfylling Hangar IV-området

6.1.1 Arealutbredelse

Studier av flybilder fra 1960 viser at oppfylling av myrområdet begynte i området ved dagens parkeringsplass. Utfra bildene fra 1964 ser det ut til at området da var ferdig oppfylt, men bygging av Hangar IV og V var enda ikke påbegynt.

Området er vist i kartbilag 07. Fyllingenes utstrekning og volum er tidligere omtrentlig kartlagt ved geofysiske målinger og studier av kart. Et samtolkingskart for de anvendte målemetodene er presentert i kartbilag -21 i NGU Rapport 97.110. Omrisset av deponi 003 er kartlagt, og ligger i tilknytning til dagens parkeringsplass. Dette bekreftes ved at det ikke er funnet fyllmasser i sonderboringen i B47, P49 og P50. Jordboringene J51 - J55 er alle boret i fyllmasser. Deponiets areal er ca 1800 m². Georadarmålingene indikerer stedvis bunnen av deponiet, og volumet er anslått til ca. 3600 m³. Anslaget bygger på indikasjoner av deponiets bunn under enkeltprofiler, og må derfor sees på som et usikkert estimat.

6.1.2 Jordboringer

Som det fremgår av tabell 11 er alle de målte konsentrasjoner under grenseverdiene for lettere forurenset jord (SFT, 1997) med unntak av prøve 39 (område 003, boring J55 på 5,5 - 6 m dyp) som inneholder 2307 mg Pb/kg. Den høye blyverdien kan skyldes en bit av ammunisjon eller muligens gamle batterier som kan ha blitt deponert i årene etter krigen. Det er ikke påvist organiske miljøgifter i dette området.

6.2 008 Brannøvingsfelt Svarthaugen

6.2.1 Arealutbredelse

Det er gravd fire sjakter i fyllmasser som i alt vesentlig grad består av jord og stein. Tre av sjaktene er gravd ned til fjell. Størrelsen på området er ca. 800 m². Området er vist i kartbilag 05.

6.2.2 Sjacting

Massene i sjaktene Sj15-Sj18 består av fyllmasser ned til 1.1-1.2 m dyp. Sjaktene Sj15, Sj16 og Sj17 går ned til fjell på 2-3 m dyp. Grunnvannspeilet ligger like over dette i lag av leire og silt. I sjaktene Sj16, Sj17 og Sj18 er det fyllmasser med kvist. I sjakt Sj16 er det i tillegg

funnet sammenklemte tønner. Innholdet av hydrokarboner i prøven fra Sj15 (0,4 m) utgjøres av diesellolje og jet-fuel. Innholdet av hydrokarboner i prøvene fra Sj16 (0,5 m), Sj17 (1 m) og B31 (3 - 3,5 m) domineres av jet-fuel, men inneholder også mindre mengder av diesel/fyringsolje samt en kompleks stoffblanding med høyt kokepunkt. Masseprøver fra forurensede lag i sjaktene Sj15, Sj16 og Sj17 inneholder mineralolje i konsentrasjoner som ligger over de norske normverdier for mest følsomt arealbruk. Det relativt høye C17/pristane forholdet i prøvene fra Sj15, Sj16 og B13 (se tabell 11.2) indikerer at oljen er lite nedbrutt, altså en fersk forurensning. På 3 m dyp i Sj17 er det ikke påvist verken olje, PAH, PCB eller haloformer og andre klorerte løsemidler. Dette betyr at det i denne undersøkelsen ikke har vært mulig å påvise at det skjer en transport av forurensning fra de øvre forurensede lag nedover i jorden. I Sj16 på 0.5 m dyp inneholder fyllmassene 12 000 mg/kg mineralolje, 8.1 mg/kg benzen og 44 mg/kg toluen, som er over de svenske normverdiene for Mindre känslig markanvändning, MKM (Naturvårdsverket, 1996). I samme sjakt er det påvist tetrakloretan på 0,35 mg/kg tørrstoff, men det finnes ingen norske eller svenske normverdier for denne forbindelsen. PAH-forbindelser er kun påvist i B31 men i lave konsentrasjoner. Det er ikke påvist PCB-forbindelser ved denne lokaliteten.

6.3 014 Avfallsfylling ved HK-området

6.3.1 Arealutbredelse

Studier av flybilder fra 1958 og 1964 indikerer at det før 1964 ikke var fylt masser i den naturlige ravinen ned mot Andselva. Området er vist i kartbilag 03. Fyllingenes utstrekning og volum er tidligere omtrentlig kartlagt ved geofysiske målinger og studier av kart. Et samtolkingskart er presentert i kartbilag -05 i NGU Rapport nr. 97.110. Deponiets sørlige, østlige og vestlige avgrensning er kartlagt ved georadar- og magnetiske målinger. De sikreste indikasjoner på deponi har en i området inntil ravinen og forlengelsen av denne, fram mot veien. Skrenten ned mot Andselva utgjør deponiets nordlige begrensning. Arealet av dette området er ca. 2700 m². Med støtte i georadarmålingene er deponiets volum anslått til ca. 5500 m³. En har ikke med sikkerhet kunnet påvise grunnvannsspeilet. Det er gravd fire sjakter. På det geofysiske samtolkningskartet ligger Sj1 og Sj2 i områder hvor det er utslag på de magnetiske gradientmålingene. Undersøkelsene har imidlertid vist at det i sjakt Sj1 og Sj2 er stedeagne masser og at sjaktene derfor ligger utenfor det antatte deponiområdet. Brønn B13, sonderboring S10 og peilerørene P9, P11 og P12 ligger alle utenfor deponiområdet, noe som er i samsvar med det geofysiske samtolkningskartet. I sjaktene Sj3 og Sj4 samt i sonderboring S7 og peilerør P8 er det fyllmasser. Dette bekrefter resultatene på det geofysiske samtolkningskartet. En stor del av fyllmassene er jord iblandet metaller/tønner og det er derfor vanskelig å bestemme den nøyaktige overgangen mellom fyllmasser og naturlige masser. Det er derfor naturlig å bruke beregninger fremkommet ved de geofysiske undersøkelser både mht. areal og volum.

6.3.2 Sjakting

I område lok. 014 Avfallsfylling ved HK-området er det gravd 4 sjakter. Sjaktene Sj1 og Sj2 ligger i naturlige masser hhv. V og Ø for fylling 014, mens sjaktene Sj3 og Sj4 ligger hhv. N og S i fyllinga (Kartbilag 03). De naturlige massene består nederst av leire som går over i silt og fin sand. Øverst ligger sand og grus av glasifluvial opprinnelse. Fyllmassene består av kvist fra 0,8 m dyp og nedover. I sjakt Sj4 ble det påtruffet et fat på 2,8 m dyp fylt med et svart tyktflytende stoff, og analyser viser at det er en blanding av bensinkomponenter og et jet-fuel/terpentin, samt en høytkokende kompleks stoffblanding. Innholdet kan ha vært brukt som fugemasse for asfaltering. Innholdet i fatet består av 7300 mg/kg mineralolje, 220 mg/kg benzen, 1000 mg/kg toluen og 370 mg/kg xylen (løpenr. 7 i tabell 11.2). Videre består innholdet av en rekke PAH-forbindelser, samt trikloreten (30 mg/kg) og tetrakloreten (4,8 mg/kg). På 2,4 m dyp i samme sjakt er det påvist 430 mg/kg mineralolje (THC), mens verdiene for benzen, toluen og xylen er under deteksjonsgrensen. Flere tønner ble senere funnet under dette dypet og det ble utført analyser av stoffet i to tønner. Disse tønnene inneholdt tjærekomponenter, hvor fenol, kresoler, xylenoler og PAH-forbindelser er dominerende. Av PAH-forbindelser (som utgjør 4 - 6 % av stoffmengden) er det de lettere PAH'ene som dominerer. Det er et relativt høyt innhold av fenol sammenlignet med standard tjære. Sammensetningen tilsvarer kreosot.

6.4 020 Fylling Holding area

6.4.1 Arealutbredelse

Studier av flybildene fra 1958 viser at det var tett barskog i området. Dersom det er fylt noe er det små mengder. På flybildene fra 1964 er det fremdeles en tydelig dyp ravine ut mot Andselva, og det er en fyllingstipp øst for ravinen. Her finnes også et større grusuttak. I området vest for ravinen er det to groper i terrenget. På økonomisk kartverk fra 1972 er det fremdeles en tydelig ravine i terrenget og det er en ny fyllingstipp sør for den som ses på flybilde fra 1964.

Området er vist i kartbilag 03. Fyllingenes utstrekning og volum er tidligere omtrentlig kartlagt ved geofysiske målinger og studier av kart. Et samtolkingskart er presentert i kartbilag -09 i NGU Rapport nr. 97.110. Deponiets nordlige begrensnng formes av skrenten ned mot Andselva. Deponiets antatte maksimale utbredelse er ca. 12500 m². Med støtte i georadarmålingene er volumet beregnet til ca. 50000 m³. Anslaget bygger på indikasjoner av deponiets bunn under enkeltprofiler, og må derfor sees på som et usikkert estimat. En reflektor som stedvis sees ved ca 3 m dyp kan representere grunnvannsspeilet. Det er gravd syv sjakter. På det geofysiske samtolkingskartet ligger alle sjaktene unntatt Sj11 i det geofysiske anomaliområdet. Undersøkelsene har imidlertid vist at det også i sjakt Sj6 er naturlige masser, noe som betyr at det geofysiske samtolkingskartet har feil avgrensning av fyllingsområdet mot øst. I de andre sjaktene er det påvist fyllmasser som bekrefter det

geofysiske samtolkningskartet. I sonderboringene ved peilerørene P16, P49 og P40 er det ikke registrert fyllmasser, og dette samsvarer med deponigrensene på det geofysiske samtolkningkartet. Brønn B17 og peilerør P15 ligger så vidt innenfor deponigrensene på det geofysiske samtolkningkartet, men her er det ikke funnet fyllmasser. Det må imidlertid bemerkes at det ble deponert store mengder løsmasse under arbeidet med den nye flystripa, og det derfor er vanskelig å klassifisere disse massene som fyllmasser på grunnlag av sonderboringer. Dette vises tydelig ved at det i boringene S36, S37, S38 og B18 kun er registrert sand, grus og leire, og disse boringene ligger til dels sentralt i deponiområdet på det geofysiske samtolkningskartet. I borepunktene P14, B18, S26 og B27 er det registrert fyllmasser.

6.4.2 Sjakting

I område 020 Holding area er det gravd syv sjakter. Sjaktene Sj5 og Sj7-Sj10 er gravd i deponiet (Kartbilag 03 og Figur 3.5-3.10). Sjaktene Sj6 og Sj11 ligger like utenfor deponiet på østsiden. Massene består her av brunjord over glasifluvial grus og stein. I deponiet er det hardpakkede brune, til dels grove, fyllmasser øverst som ligger over grå, kompakte fyllmasser. I sjaktene Sj8, Sj9 og Sj10 er det funnet kvist blandet med avfall. I sjakt Sj9 ble det påvist et nesten tomt bensinfat, kabler, plastduker etc. I sjaktene Sj8, Sj9 og Sj10 er konsentrasjonen av mineralolje 120-330 mg/kg tørrstoff i prøver fra 2.0 til 4.0 m dyp (Tabell 11.2). Konsentrasjonen av toluen er 0,17 mg/kg i sjakt Sj9 og 3,0 mg/kg i sjakt Sj10. En prøve fra 3.0 m dyp i sjakt Sj9 inneholder en lang rekke PAH- og PCB-forbindelser, men summen av PAH er mindre enn 40 mg/kg og summen av PCB er mindre enn 1 mg/kg, som er de gjeldende grenseverdier for lettere forurenset jord i FBTs rammetillatelse for Forsvarsområder (SFT, 1997).

Sørøst for område lok. 031 og lok. 020 ble det gjort prøvetaking av massene i en synkeku for overløpsvann ved Main Ramp (merket K57 på kartbilag 02). Massene i toppen av kummen består av grus og sand, og har som hensikt å filtrere bort partikler som kommer med det 'forurenset' overflatevannet ned i kummen. Analysene viser at innholdet av totale hydrokarboner (1200 mg THC/kg) og sum PAH (98 mg PAH/kg) er over gjeldende grenseverdier for lettere forurenset jord som er henholdsvis 1000 mg/kg og 40 mg/kg (Tabell 11.2). Det er kjent at PAH bindes sterkt til partikkeloverflater og det er derfor usikkert om PAH-forurensningen er spredd videre i grunnvannet. Lengre øst ved brønnene B30 og B32 er det ikke registrert PAH i grunnvannet. Nærmeste registrering av PAH-forbindelser er ved fronten av Fylling lok. 020 Holding Area, men denne har en annen sammensetning og stammer derfor trolig fra en annen kilde.

6.5 027 Bygg- og Anleggsskvadronen-området

6.5.1 Arealutbredelse

Studier av flybilder fra 1948 til 1964 viser at det er deponert masser over en lang periode i dette området ved vestenden av flystripa mot Andselva. Flybilder fra 1948 viser at det etter krigen ble deponert masser i området rett vest og sør for flystripa og i området bak bygningene til Bygg & Anlegg. Det er bare deponiet bak Bygg & Anlegg, FBT-lokalitet 027, som er tatt med i denne undersøkelsen. I området vest for flystripa ble det i 1964 fylt masser helt ned til Andselva, men det er fremdeles et stort område som ikke er fylt. Etter 1964 er flere bygninger revet og veien er lagt om i en ny trasé. Fyllingen med krigsetterlatenskap, inkl. piggråd og transformatordeleer er delvis utenfor dagens gjerde.

Området er vist i kartbilag 04. Fyllingenes utstrekning og volum er tidligere omtrentlig kartlagt ved geofysiske målinger og studier av kart. Kartbilag -13 i NGU Rapport nr. 97.110 viser samtolkingskart for magnetometri og georadar. Deponiets avgrensning opp mot gjerdet i nordvest er kartlagt. Arealet av dette området er ca. 1300 m². Bunnen av deponiet kan stedvis påvises ved ca. 3-4 m dyp, og deponiets volum er beregnet til ca. 2600 m³. Grunnvannsspeilet trer ikke klart fram på de geofysiske opptakene, men kan være representert av en reflektor som stedvis sees ved ca 2-3 m dyp. Det er gravd tre sjakter. Alle sjaktene ligger i det geofysiske anomaliområdet på det geofysiske samtolkningskartet. Undersøkelsene har imidlertid vist at det i sjakt Sj12 er stedegne masser, mens det i sjaktene Sj13 og Sj14 er påvist fyllmasser som bekrefter det geofysiske samtolkningskartet. Samtolkningskartet stemmer godt overens med sonderboringene hvor P25 ligger utenfor deponiet mens B24 og P46 ligger innenfor.

6.5.2 Jordboringer

Prøve 30 (område lok. 027, boring B24 på 5 - 5,5 m dyp) inneholder 33,1 mg Ni/kg (Tabell 11.1) som tilsvarer normverdien på 30 mg Ni/kg ($\pm 5\%$ analysefeil).

6.5.3 Sjaking

I område lok. 027 Bygg og Anleggsskvadronen - området er det gravd tre sjakter; Sj12, Sj13 og Sj14. I sjakt Sj12 er det naturlige masser, mens massene i sjaktene Sj13 og Sj14 består delvis av fyllmateriale (husholdningsavfall) fra ca. 0,6 - 1 m dyp. Analyse av masser fra 1,4 og 2,0 m dyp i sjaktene Sj13 og Sj14 gir verdier under deteksjonsgrensen for PAH, PCB og haloformer og andre klorerte løsemidler (Tabell 11.2).

6.6 031 Esso flyservice

6.6.1 Arealutbredelse

I denne undersøkelsen er et område på ca. 20.000 m² gitt betegnelsen Esso flyservice. Området er vist i kartbilag 03. Det er gjennomført to jordboringer og satt ned to brønner i området. Formålet med undersøkelse av dette området var å undersøke om det har vært betydelige lekkasjer av hydrokarboner fra tankene eller fra spill og lekkasjer fra driften av anlegget. Det er ikke påvist noen forurensning i de gjennomførte undersøkelsene og det har derfor heller ikke vært behov for en nærmere avgrensning av området. Det er ikke gjennomført geofysiske undersøkelser ved tankområdet, men det er foretatt undersøkelser i det tilstøtende området ved fylling lok. 014.

6.6.2 Jordboringer

Det er foretatt to jordboringer med 38° helning under de nedgravde tankene. I J20 ble det tatt ut sju prøver mens det i J21 ble tatt ut seks prøver. Kartbilag 03 og Figur 8 viser plassering av boringer og prøveuttak. Det ble analysert tre prøver fra hver av boringene, men det ble ikke påvist hydrokarboner i noen av prøvene.

6.7 035 Hangar III - Tidligere nedgravd fyringsoljetank

6.7.1 Arealutbredelse

I denne undersøkelsen er et område på ca. 20.000 m² gitt betegnelsen Hangar III - området. Området er vist i kartbilag 02. Det er gjennomført en jordboring og satt ned to brønner og to peilerør i området. Området ble prioritert undersøkt da det var tips om at det ved et uhell i 1989/90 skal ha vært utslipp av ca. 30 m³ fyringsolje til grunnen. Det er ikke påvist hydrokarboner i de analyserte jord- og vannprøver og det har derfor heller ikke vært behov for en nærmere avgrensning av området. Det er ikke gjennomført geofysiske undersøkelser ved Hangar III.

6.7.2 Jordboringer

Det er foretatt en jordboring (J44) sentralt i området hvor den nedgravde tanken skulle ha lagt. I tillegg er det tatt ut jordprøver i forbindelse med etablering av brønnene B41 og B42. I J44 ble det tatt ut to prøver fra 5 og 7 m dyp, i B41 fra 4 og 7 m dyp og i B42 fra 3,5 og 5,5 m dyp. Alle prøvene er analysert mht. hydrokarboner, men det ble ikke påvist hydrokarboner i noen av prøvene (Tabell 11.2).

6.8 038 Bobak - Område rundt tidligere tankanlegg

6.8.1 Arealutbredelse

Området er vist i kartbilag 06. Allerede på tyske kart fra 1942 går det klart frem at området er brukt til lagring av drivstoff. Arealet av tankområdet utfra det tyske kartet er beregnet til ca. 18 000 m² (180 * 100 m). Det var gravd ned fire tanker à 25 m³. Anlegget ble tatt ut av drift på slutten av 60-tallet, begynnelsen av 70-tallet. Tankene var gravd ned i fire tilstøtende områder. Tankene og et hus ble gravd opp og fjernet i 1997. I følge kaptein Eig ble det ikke observert forurensning i forbindelse med gravearbeidet. Arbeidet ble utført av SP Maskin, Harstad. Vollmesteravdelingen var lokalt ansvarlig for arbeidet.

6.8.2 Jordboringer

Det er foretatt en jordboring (J3). J3 er plassert på samme sted som det tidligere lå en nedgravd tank. I tillegg er det tatt ut jordprøver i forbindelse med etablering av brønn B2 som er plassert rett på utsiden av en sementert plattform ved påfyllingsplass for drivstoff. I J3 ble det tatt ut tre jordprøver fra 4, 6 og 8,5 m dyp og i B2 ble det tatt ut to jordprøver fra 2 og 4 m dyp. Alle prøvene er analysert mht. hydrokarboner. I de øverste prøvene fra B2 og J3 ble det påvist mindre mengder hydrokarboner, henholdsvis 43 mg/kg og 78 mg/kg (Tabell 11.2). Grenseverdi for lettere forurenset jord er satt til 1000 mg/kg (SFT 1997). I de andre prøvene ble det ikke påvist hydrokarboner.

6.9 039 Område rundt tidligere fyllepost

6.9.1 Arealutbredelse

Området er vist i kartbilag 06. Allerede på tyske kart fra 1942 går det klart frem at området er brukt til lagring av drivstoff. Arealet av tankområdet utfra det tyske kartet er beregnet til ca. 32 000 m² (180 * 180 m). I nyere tid er området inntil veien brukt som fyllepost for drivstoff, mens det er vokst opp skog i området ut mot taxebanen. I 1994 ble det gravd opp 3 tanker og fylleposten ble flyttet til andre siden av veien. Det ble ikke observert lukt eller forurensning i forbindelse med gravearbeidet.

6.9.2 Jordboringer

Det er foretatt to jordboringer (J34 og J35) i området. J34 og J35 er plassert på samme sted som det tidligere lå nedgravde tanker. I tillegg er det tatt ut jordprøver i forbindelse med etablering av brønn B5 som er plassert ca. 20 m sør for den gamle påfyllingsplassen for drivstoff. I J34 ble det tatt ut fem prøver fra 2,5, 3, 4,2, 6,5 og 8 m dyp, i J35 to prøver fra 4 og 8 m dyp, og i B5 to prøver fra 4,5 og 8 m dyp. Følgende prøver er analysert for hydrokarboner: J34 fra 4,2 og 8 m; J35 fra 4 og 8 m og B5 fra 4,5 og 8 m dyp. Det ble ikke påvist hydrokarboner i noen av prøvene (Tabell 11.2).

6.10 Oppsummering løsmasseundersøkelser

6.10.1 Uorganiske analyser av løsmasser

Alle de målte konsentrasjoner ligger under SFTs grenseverdi for lettere forurenset jord med unntak av prøve 39 (område 003, boring J55 på 5,5 - 6 m dyp) som inneholder 2307 mg Pb/kg tørrstoff.

6.10.2 Organiske analyser av løsmasser

Stoffidentifikasjon

Ved FBT-lokalitet lok. 014 avfallsfylling ved HK-området er det funnet et tønneponi. I den øverste tønne ble det påvist et svart tyktflytende stoff, og analyser viser at det er en blanding av bensinkomponenter og et jet-fuel/terpentin, samt en høyt kokende kompleks stoffblanding. I samme prøven er det også funnet trikloret og tetrakloret samt en lang rekke PAH-forbindelser. Det er også utført analyser av stoffet i to tønner som lå dypere i deponiet. Disse tønnene inneholdt tjærekomponenter, hvor fenol, kresoler, xylenoler og PAH-forbindelser er dominerende. Det er et relativt høyt innhold av fenol sammenlignet med standard tjære. Sammensetningen kan tilsvare kreosot.

Løsmasseanalyse

Ved GC/FID-screening er det påvist mindre mengder hydrokarboner i 13 prøver. Som det fremgår av Tabell 11.2 er det kun på brannøvingsfeltet at det er påvist betydelige mengder hydrokarboner (opptil 12.000 mg/kg). Innholdet av hydrokarboner i prøven fra Sjl5 (0,4 m) utgjøres av dieselolje og jet-fuel. Innholdet av hydrokarboner i prøvene fra Sjl6 (0,5 m), Sjl7 (1 m) og B31 (3 - 3,5 m) domineres av jet-fuel, men inneholder også mindre mengder av diesel/fyringsolje samt en kompleks stoffblanding med høyt kokepunkt. De svenske normverdiene for MKM overstiges for Benzen og Toluen. Ved en synkekum ved 'Main Ramp' og i en tønne ved Fylling 014 er det også påvist hydrokarboner over SFT's grenseverdi for lettere forurenset jord (Tabell 11.2).

Haloformer og andre klorerte løsemidler er kun funnet i sjakt S16 (0,5 m) samt i brønn B31. Det er kun funnet tetrakloret i lave nivåer.

PAH-forbindelser er funnet i relativt høye konsentrasjoner (sum PAH 98 mg/kg) i masser i synkkum for avløpsvann fra 'Main Ramp'. Utover dette er PAH funnet i lave konsentrasjoner i fire løsmasseprøver.

PCB-forbindelser er funnet i lave konsentrasjoner i tre løsmasseprøver fra brønn B13 og sjaktene S8 og S9.

Undersøkelser på organiske miljøgifter ved GC/MS-screening har påvist forurensningskomponenter i B13, sjakt S9, B31 og i kulvert sør for flystripa (Tabell 11.3). I brønnene B19, B47 og B32 er det ikke påvist miljøfremmede stoffer ved denne metoden.

7 RESULTATER - VANNUNDERSØKELSER

7.1 Datapresentasjon

Ved rapportering av et såvidt stort analysemateriale (ca 2500 enkeltanalyser fordelt på 77 forskjellige analyseparametre) vil det alltid oppstå spørsmål med hensyn til valg av presentasjonsform. Grafiske eller statistiske metoder vil ofte være best egnet ved presentasjon og tolkning av store datasett, forutsatt at det er en geografisk eller parametrisk funksjonssammenheng mellom de enkelte dataverdier. De foreliggende kjemiske analysedata stammer fra 15 undersøkte forurensningslokaliteter innenfor et klart avgrenset geografisk område. Det er likevel geografiske, og til dels også geologisk og geokjemiske, forskjeller mellom enkeltlokalitene og hver lokalitet har i tillegg sin egen forurensningshistorikk. Utfra dette vil det ikke kunne forventes noen regelmessig geografisk eller statistisk sammenheng mellom de kjemiske parametre fra område til område.

Utvalgte uorganiske parametre er presentert med en kombinert grafisk/statistisk metode i kartbilag 09.1 - 09.15 (boxplot), og metoden er godt egnet for en visualisering av ekstremverdier for enkeltparametre. Metoden er mindre egnet for en samlet fremstilling av ett sett av parametre eller for å relatere dataverdier i forhold til et gitt sett av grenseverdier.

For hovedpresentasjonen av de innsamlede analysedata er det valgt å benytte tabellform (tabell 10.1 - 10.3). For å fremheve ekstremverdier er det benyttet fargekoder og skraver etter et system som er nærmere beskrevet i avsnitt 7.2. I tillegg er statistiske data (maks., median, middel, min.) anført. I de statiske beregningene er alle dataverdier markert med «mindre enn» (<) utelatt.

7.2 Grenseverdier

Alle resultater fra analyser som er utført på innsamlede vannprøver er gjengitt tabellarisk i tabell 10.1 - 10.3. De ulike grenseverdier som er benyttet for vurdering av de foreliggende analysedata (grenseverdi I, II) er angitt og forklart i tabellene.

I samråd med oppdragsgiveren ble det besluttet å benytte følgende grenseverdier som referanse i forhold til de foreliggende analyseverdier:

I.

For vannprøver fra nærliggende resipienter, d.v.s. Barduelva og Andselva, og for vannprøvetakingspunkter med avløp direkte mot disse resipientene, er det benyttet grenseverdier anført i SFT-Veiledning nr 97:04 «Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann», tabell 5 og 6. Tabellene er gjengitt i rapporten (Tekstbilag 3) og angir

tilstandsklasser for ferskvann fra klasse I «meget god/ubetydelig forurenset» til klasse IV «meget dårlig/meget sterkt forurenset». De ulike klasser er gitt fargekoder og disse kodene er benyttet i tabell 10.1. Vannprøver som er vurdert i forhold til disse grenseverdiene er anført i øverste del av tabellene 10.1 - 10.3, d.v.s.: K53 (utløp av kulvert til Barduelva), E54/E56 (prøver fra Andselva) og E55 (prøver fra Barduelva), B24 (lok. 027), B13/K50 (lok. 014), B19/B27/K51 (lok. 020). Alle de øvrige prøvene er vurdert i forhold til grenseverdier angitt under pkt. II nedenfor.

Målselv kommune har satt som hovedmål innen miljø at alle resipienter innen kommunen skal tilfredsstille kravene til «egnethetsklasse I», jfr. SFT-Veiledning 92:06. Dette tilsvarer «tilstandsklasse II» jfr. SFT-Veiledning 97:04. Det synes derfor naturlig at dette benyttes som en grenseverdi for vurdering av vannkilder innenfor Bardufossområdet som har avløp mot Andselva og Barduelva. Dette innebærer at kun analyseverdier som er markert med blått eller grønt kan betraktes som akseptable. De aktuelle tallverdier er anført som «grenseverdi I» i tabellene 10.1-10.3.

II.

For grunnvannsprøver fra områder som ikke har direkte avrenning mot de nærliggende elveresipienter er det benyttet grenseverdier anført Sosial- og helsedepartementet «Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.», tabell 10 - råvann kvalitetsklasse A3 . Dette er gjort utfra den tankegang at grunnvann inne på Bardufossplatået, som ikke har direkte avrenning mot elveresipientene, som et minimum bør tilfredsstille kravene til drikkevann/råvann av dårligste klasse. De aktuelle tallverdier er anført som «grenseverdi II» i tabell 10.1-10.3. For å fremheve ekstremverdier er analyseverdier som er høyere enn den aktuelle grenseverdi markert med skravur. Analyseverdier som er mer enn 10 ganger høyere enn den aktuelle grenseverdi er markert med skravert bakgrunn samt sort ramme.

I tabellene 10.1 - 10.3 er dobbel horisontal linje anført for å markere skille mellom vannprøver som er vurdert i forhold til grenseverdiene I og vannprøver som er vurdert i forhold til grenseverdiene II.

7.3 Referanseprøver for grunnvann og innvirkning fra urea

For å fremskaffe referanseprøver for «naturlig» grunnvannskjemi i undersøkelsesområdet ble det etablert 3 prøvetakingsbrønner sentralt på flystasjonsområdet (B23, B30 og B32). Referansebrønnene ligger på det naturlige grunnvannsskillet, som i store trekk har et øst-vestrettet forløp sammenfallende med hovedrullebanen. Referansebrønnene får derfor i all

hovedsak sin vanntilførsel fra grunnvann som nydannes gjennom nedbørs- /smeltevanns-infiltrasjon. Referansebrønnene vil, p.g.a. sin beliggenhet i grunnvannsstrømningssystemet, ikke ha tilførsel av eventuelle forurensningskomponenter fra de fyllingsområdene og/eller områdene med oljelekkasjer som er innbefattet i denne miljøtekniske grunnundersøkelsen. Referansebrønnene er markert som REF ESSO (B23), REF NORD (B30) og REF SYD (B32) i tabell 10.1 - 10.3.

Under prøveinnsamlingen ble det vekket mistanke om at referanseprøvene likevel ikke var helt upåvirket av den lokale menneskelig aktiviteten. Mistanken ble bekreftet etter gjennomgang av laboratorieanalysene. Som det fremgår fra tabell 10.1 - 10.3 viser referanseprøvene fra B23, B30 og B32 ingen analyseverdier som overskrider de aktuelle grenseverdier, dog med 3 klare og viktige unntak (tabell 10.1);

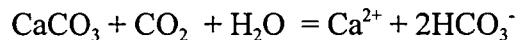
- 1) B23 viser en meget høy manganverdi og høy jernverdi i første prøvetakingsrunde.
- 2) B30 viser høye verdier for nitrat og mangan, og lavt oksygeninnhold, i begge prøvetakingsrunder. I andre prøvetakingsrunde er det i tillegg påvist høye verdier for ammoniakk (NH_3).
- 3) Også ved B32 observeres verdier for nitrat og ammoniakk som er høyere enn det som kan betraktes som «naturbetingede» verdier, men verdiene ligger likevel lavere enn de grenseverdier som det her er valgt å referere til.

Innholdet av nitrogenforbindelser i grunnvannet ved B30 og B32 er med meget stor sannsynlighet et resultat av kjemisk nedbryting av avisingsvæske som benyttes på rullebanen (urea - $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$). Urea brytes ned til karbondioksyd (CO_2) og ammoniakk (NH_3)/ammonium (NH_4). Under tilgang på oksygen omdannes ammonium til nitritt (NO_2) og videre til nitrat (NO_3) gjennom bakteriologisk betingede nitrifikasjonsprosesser.

Grunnvann kan utfra naturgitte forhold ha høyt innhold av mangan og jern og enkelte andre spormetaller. Dette observeres ofte i grunnvannsmagasinet hvor løsmassene av naturgitte årsaker er blandet opp med organisk materiale. Under nedbrytingen av dette organiske materialet forbrukes oksygen, hvilket gir gunstige forhold for oppløsning av mangan og jern og andre metaller fra mineraler (reduserende forhold). Høye manganverdier i B30 kan derfor ha et naturbetinget opphav. Utfra de sedimentprøver som er samlet inn gjennom boringer og sjaktgravinger er det imidlertid ikke funnet tegn til noen naturlig innblanding av organisk materiale i sedimentene innen flyplassområdet. Forhøyede verdier for mangan i B30 antas derfor i hovedsak å være forårsaket av tilførsel av urea, som under nedbrytingen forbraker oksygen og gir oppløsning av mangan fra sedimentene.

I tillegg til forbruk av oksygen og produksjon av nitrogenforbindelser gir nedbrytingen av urea opphav til økt konsentrasjon av CO_2 i undergrunnen og i grunnvannet. Bergartene og løsmassene i undersøkelsesområdet domineres av kalkholdig glimmerskifer og glimmergneis

(kambro-silur). Større områder med kalkspat- og dolomittmarmor opptrer også relativt hyppig. Bergartene/løsmassene har et forholdsvis høyt innhold av kalsitt (CaCO₃) og tilstedeværelse av CO₂ gir en betydelig økning i kalsittforvitringen etter ligningen:



Effekten av kalsittforvitringen er derfor forbruk av karbonsyre og tilførsel av basekationer (Ca og Mg) og bikarbonat/alkalitet (HCO₃) til grunnvannet.

Som en oppsummering vil tilførselen av urea til undergrunnen/grunnvannet gi et forbruk av oksygen og en tilførsel av nitrogenforbindelser, basekationer, metaller (jern/mangan) og alkalitet til grunnvannet.

Utfra det foregående synes det klarlagt at prøvene fra B23, B30 og B32 ikke gir representative referanseverdier for uforurenset grunnvann med hensyn til parameterene kalsium, magnesium, mangan, jern, alkalitet og nitrogenforbindelser. For alle disse parametrene ligger de målte verdiene betydelig høyere enn de ville ha gjort uten urea-påvirkning. For alle de øvrige analyseparameterene er det likevel grunn til å anta at referanseprøvene gir et godt bilde av normalverdier for uforurenset grunnvann innen flystasjonsområdet.

Prøven som ble tatt i B30 og B32 i oktober -97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening og det ble ikke påvist spor av organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer (tabell 10.4).

Grunnvannsprøvene fra B41 og B42 (lok. 035) viser det desidert laveste innhold av ioner i hele prøvesettet (tabell 10.1). Innholdet av basekationer og bikarbonat er her kun 1/5 av hva som generelt opptrer i de øvrige undersøkelseslokaliteter. Grunnvannet har en oksygenmetning på 80-90 % (10-11 mg/l) i motsetning til 30-40 % i de øvrige lokaliteter. Analyseverdiene fra område lok. 035 ligger betydelig lavere enn de aktuelle grenseverdier for alle uorganiske og organiske parametre. Årsaken er sannsynligvis en meget lav forurensningsbelastning i området kombinert med en rask gjennomstrømning av grunnvann. Analyseverdiene for B41 og B42 kan derfor med stor sannsynlighet betraktes som referanseverdier for uforurenset grunnvann innen en del av magasinet med stor vanngjennomstrømning.

Forholdene omkring bruk av avisingsvæsker ved Bardufoss hovedflystasjon var opprinnelig ikke en del av problematikken som skulle vurderes i denne miljøtekniske grunnundersøkelsen. Undersøkelsene viser at ureaproblematikken har stor betydning for det totale miljøkjemiske bildet i området og vi har derfor valgt å gi en egen omtale av dette i kapittel 9.1.

7.4 Hydrologisk tilstand under de to prøvetakingsrundene

Første prøvetakingsrunde ble gjennomført 9.-13. oktober 1997. Nedbørdata fra DNMI-stasjon 89350 - Bardufoss (Bilagsrapport, Vedlegg 3) viser en forholdsvis nedbørrik periode i siste halvdel av september og deretter en 2 ukers periode med lite nedbør fram til prøvetakingstidspunktet. Grunnvannstilstanden i området antas ut fra dette å ha vært i samsvar med høstnormalen, d.v.s. middels høy grunnvannstand etter høstnedbør. Det ble registrert en jevnt synkende grunnvannstand gjennom prøvetakingsperioden i oktober 1997 (1 cm/døgn).

Andre prøvetakingsrunde ble gjennomført 12. - 14. mai 1998. Planen var å gjennomføre denne prøvetakingen i startfasen av snøsmeltingen, på det tidspunkt hvor grunnvannstanden og vanngjennomstrømningen er på det laveste. Grunnvannet vil da normalt vise de høyeste konsentrasjoner av løste stoffer. Utfra temperaturdata startet omfattende snøsmelting ca 17. april (Bilagsrapport, Vedlegg 3), hvilket er betydelig tidligere enn normalt. Hoveddelen av snøsmeltingen og smeltevannsinfiltrasjonen var derfor avsluttet i Bardufossområdet på prøvetakingstidspunktet. Dette gjenspeilet seg også i at grunnvannstandene tildels var høyere (0.2-0.4 m, tabell 7) enn i oktober 1997, og at det var et betydelig lavere ioneinnhold i de fleste vannprøvene. Utfra tallene for elektrisk ledningsevne (tabell 10.1) er ioneinnholdet under første prøvetakingsrunde i gjennomsnitt 40 % høyere enn i andre prøvetakingsrunde, hvilket i hovedsak tilskrives fortykning på grunn av smeltevannsinfiltrasjon.

7.5 Vurdering av de enkelte områder

7.5.1 003 Avfallsfylling Hangar IV-området

Analysene av grunnvannsprøver fra B47 og B48 viser ingen verdier som overskrider de aktuelle grenseverdier for innhold av uorganiske eller organiske komponenter (tabell 10.1 - 10.3).

Prøven som ble tatt i B47 12/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening og det ble påvist spor av organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer (tabell 10.4). Dette er i første rekke ftalater som er en stoffgruppe som bl.a. benyttes som mykgjørere i PVC-baserte plastprodukter.

7.5.2 008 Brannøvingsfelt Svarthaugen

Grunnvannsprøvene (B31) fra brannøvingsfeltet har et manganinnhold som er noe høyere enn grenseverdien for «råvann-klasse A3» (tabell 10.1). Det totale innholdet av hydrokarboner er ved GC/FID-screening målt til 1.1 mg/l, hovedsakelig i form av benzen, xylener og C9-C10-aromater (tabell 10.2). De påviste hydrokarboner har sitt opphav i tennveske som benyttes under brannøvelser. Normalt brukes det flydrivstoff (parafin med tilsetningsstoffer) til brannøving, men her må det også være tilført klorerte løsemidler idet dette kan påvises i jordprøver fra området, samt i meget små, men kvantiserbare, mengder i siste vannprøvetaking (tri- og tetrakloreten, tabell 10.3).

For alle de øvrige analyserte parametre ligger verdiene innenfor de aktuelle grenseverdier.

Grunnvannet ved brannøvingsfeltet skiller seg ut ved et meget høyt innhold av basekationer, i særdeleshet natrium (200 mg/l), og høyt innhold av sulfat (60 mg/l) og bikarbonat (alkalitet 12 mmol/l) (tabell 10.1). Dette er restprodukter ved nedbryting/oppløsning av brannslukningskjemikalier. Pulverapparat inneholder stort sett «bakepulver» (NaHCO_3), mens brannskum (FFF lett vann) bl.a. inneholder etanol, glykol og alkylsulfatsalter.

7.5.3 014 Avfallsfylling ved HK-området

Analysene av grunnvannsprøver fra B13 viser i begge prøvetakingsrunder verdier som tilsvarer tilstandsklasse III-IV (dårlig-meget dårlig) når det gjelder mangan, jern, total nitrogen og oksygen (tabell 10.1). Årsaken til de høye metallverdiene i grunnvannet er sannsynligvis nedbryting av deponert organisk materiale og derav følgende oksygenunderskudd og metallutluting. Dette bekreftes også under andre prøvetakingsrunde hvor det registreres et negativt redokspotensiale og noe forhøyet ammoniakkverdi. Vannprøvene fra B13 overskrider ingen av de øvrige grenseverdier for innhold av uorganiske eller organiske komponenter (tabell 10.1 - 10.3).

Prøven som ble tatt i B13 11/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening og det ble påvist spor av organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer i første rekke ulike ftalatforbindelser (tabell 10.4). Ftalater er i første rekke kjent som en gruppe forbindelser som anvendes som mykgjørere i plastprodukter, særlig i PVC-basert plast.

I foten av denne avfallsfyllingen ligger et vannutløp som i utgangspunktet var antatt å være en naturlig kilde. Ut fra senere opplysninger er det sannsynliggjort at dette er et utløp fra et gammelt drencsystem for overvann fra vestre del av flystasjonsområdet. Vannprøve B13 er hentet fra en prøvetakingsbrønn 5-6 m oppstrøms for «kilden» (K50) og den store forskjellen i vannkjemi gir sterke indikasjoner på at disse to vannprøvene må ha klart forskjellige opphav.

«Kilde»-utspringet dreneres direkte til Andselva. Analyser av vannet (K50) viser meget høye verdier for mangan, jern og total nitrogen i begge prøvetakingsrunder og tildels også høye verdier for kadmium, bly, sink, nitrat og ammoniakk (tabell 10.1). Vannprøven fra første prøvetakingsrunde inneholder PAH-forbindelser, bl.a. den kreftfremkallende miljøgiften benso(a)pyren, i relativt høye konsentrasjoner (0,35 µg/l, se tabell 10.3). PAH-forbindelsene spores ikke i andre prøvetakingsrunde hvilket kan skyldes fortykning under snøsmeltingen. I første prøvetakingsrunde registreres også høyt CO₂-innhold, hvilket indikerer nedbryting av organisk materiale.

Prøven som ble tatt i K50 11/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening, men det ble kun påvist minimale spor av organiske miljøgifter (tabell 10.4).

Høyt CO₂-innhold i grunnen/grunnvannet medfører økt forvitring av kalsitt. Dette gjenspeiles i meget høye verdier for kalsium, magnesium og alkalitet både i B13 og K50.

7.5.4 020 Fylling Holding Area

Det ble etablert 4 prøvetakingsbrønner i tilknytning til område 020 (B17, B18, B19 og B27). B17 ble etablert som en referanse oppstrøms det antatte fyllingsområdet og viser noe forhøyet verdi for mangan, nitrat og ammoniakk, men ellers ingen klare forurensningstegn (tabell 10.1 - 10.3). B18, B19 og B27 viser ekstremt høye jernverdier (30-50 mg/l), meget høye manganverdier, og gjennomgående høye verdier for sink total nitrogen og ammoniakk. CO₂-innholdet er høyt (50-100 mgCO₂/l), hvilket indikerer nedbryting av organisk materiale. Grunnvannet har et markert negativt redokspotensiale noe som også forklarer de lave verdiene for oksygen, sulfat og nitrat. Under reduserende forhold vil sulfat reduseres til sulfider og nitrat til nitrogen-oksyder og eventuelt nitrogengass (denitrifisering).

Nitrat fra urea vil til en viss grad også kunne reduseres til ammonium, hvilket delvis kan forklare de høye ammoniakk-konsentrasjonene.

Med unntak av B17 har alle grunnvannsprøver fra område 020 et målbart innhold av hydrokarboner (THC = 20-400 µg/l, tabell 10.2). Hydrokarbonene er i hovedsak toluen og C9-

C10-aromater. B27 viser også et relativt høyt totalinnhold av PAH (5,2 - 6 µg/l, se tabell 10.3). Dette er i hovedsak nafta-forbindelser og fenantren (tabell 10.2). Kilden for dette kan være *kreosot*, idet lavere PAH-forbindelser som naftalen, fenantren, antrasen, acenaften og pyren utgjør ca 70 % av dette treimpregneringsmiddelet. Prøven inneholder også meget små, men kvantifiserbare, mengder av haloformer (111_trikloretan, tabell 10.3).

Ved foten av brattskrenten i nordenden av fyllinga kommer det ut grunnvann i en «naturlig» kildehorisont. Vannet renner sammen med vann fra «kilden» K50 i et bekkefar ut i Andselva. Vannprøver fra kilden (K51) viser i første prøvetakingsrunde tilnærmet samme kjemiske signatur som vannet fra B27; meget høyt innhold av jern og mangan, høye verdier for Zn, CO₂, Ca, Mg og HCO₃, lavt innhold av sulfat og nitrat, spor av toluen og aromater, relativt høyt innhold av PAH i form av nafta-forbindelser og fenantren samt spor av haloformer. I andre prøvetakingsrunde er innholdet av alle disse komponenter betydelig redusert, hvilket kan skyldes fortykning under snøsmeltingen.

Prøvene som ble tatt i B27 og K51 i oktober -97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening og det ble påvist spor av flere organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer (tabell 10.4). Blant disse observeres flere typer ftalater som i første rekke er kjent som mykgjørere i ulike plastprodukter.

Rundt utløpet av kilden K51 observeres et rødbrunt bunnslam som er typisk for jernutfellinger. Når det jernrike grunnvannet kommer i kontakt med luft oksyderes jernet og felles ut. Slammet har tildels en geleaktig konsistens som er typisk for bakteriekulturer som ernærer seg på jern.

Grunnvannet i område 020 viser en klassisk avfallsplass-«signatur» hvor nedbryting av organisk materiale gir oksygenunderskudd, reduksjon av svovel- og nitrogenforbindelser, utluting av metaller og produksjon av CO₂. Høyt CO₂-innhold medfører økt forvitring av kalsitt, noe som gjenspeiles i meget høye verdier for kalsium, magnesium og alkalitet.

7.5.5 027 Bygg og Anleggsskvadronen-området

Analysene av grunnvannsprøver fra B24 viser i begge prøvetakingsrunder verdier som tilsvarer tilstandsklasse III-IV (mindre god-meget dårlig) når det gjelder mangan, jern, total nitrogen og oksygen (tabell 10.1). Årsaken til de høye metallverdiene i grunnvannet er sannsynligvis nedbryting av deponert organisk materiale og derav følgende oksygenunderskudd og metallutluting. Vannprøvene overskrider ingen av de øvrige grenseverdier for innhold av uorganiske eller organiske komponenter (tabell 10.1 - 10.3).

Grunnvannsprøvene inneholder meget små, men kvantifiserbare, mengder av haloformer (klorerte hydrokarboner) i form av tri- og tetraklormetan (tabell 10.3). Prøven som ble tatt i B24 11/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening, men det ble ikke påvist spor av organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer (tabell 10.4).

7.5.6 031 Esso flyservice

I tillegg til referansbrønnen B23 (se nærmere omtale i avsnitt 7.3) oppstrøms/sør for tankanleggene ble det etablert en prøvetakingsbrønn B22 nedstrøms/nord for anlegget. Grunnvannsanalysene fra B22 viser ingen tegn til organisk eller uorganisk forurensning i tilknytning til tankanleggene (tabell 10.1).

7.5.7 035 Hangar III - Fyringsolje

Som omtalt under avsnitt 7.3 viser grunnvannsprøvene fra B41 og B42 (område 035) det desidert laveste innhold av ioner i hele prøvesettet. Innholdet av basekationer og bikarbonat er kun 1/5 av hva som generelt opptrer i de øvrige undersøkelseslokaliteter. Grunnvannet har en oksygenmetning på 80-90 % (10-11 mg/l) i motsetning til 30-40 % i de øvrige lokaliteter (Tabell 10.1). Analyseverdiene fra område 035 ligger betydelig lavere enn de aktuelle grenseverdier for alle uorganiske og organiske parametre. Spor etter eventuelle oljelekkasjer fra de tidligere tankanleggene er ikke påvist.

7.5.8 038 Bobak - tidligere tankanlegg og 039 Tidligere fyllepost

Grunnvannsprøvene fra område 038 (B2) viser et innhold av jern og mangan som er noe høyere enn grenseverdiene for «råvann-klasse A3» (tabell 10.1). Det er påvist hydrokarboner (THC = 6-190 µg/l) i B2 i begge prøvetakingsrunder, vesentlig i form av toluen (tabell 10.2). For alle de øvrige parametrene ligger analyseverdiene for vannprøvene B2 og B5 (område 039) innenfor de aktuelle grenseverdier både når det gjelder uorganiske og organiske analyser (tabell 10.1 - 10.3).

7.5.9 Kulvert - avløp for overvann

Avløpet for overvann fra østre del av flyplassområdet føres gjennom kulvert til Barduelva. Avløpet drenerer et relativt stort areal og vannmengden ble i oktober 1998 grovt anslått til mer enn 15 l/s. Vannprøvene (K53) viser innhold av jern, mangan, nikkel og total nitrogen som tilsvarer tilstandsklasse V (meget dårlig/meget sterkt forurensset). Verdiene for kobber er også høye (klasse IV). Drensvannet kjennetegnes ellers ved meget høyt innhold av sulfat og forhøyet innhold av basekationer og nitrat (Tabell 10.1). Det sistnevnte har høyst sannsynlig sammenheng med bruken av urea.

Prøven som ble tatt i K53 12/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening, men det ble ikke påvist spor av organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer (tabell 10.4).

Rundt utløpet av kulverten observeres et rødbrunt bunnslam som er typisk for jernutfellinger. Når det jernrike vannet kommer i kontakt med luft oksyderes jernet og felles ut. Slammet har tildels en geleaktig konsistens som er typisk for bakteriekulturer som ernærer seg på jern.

7.5.10 Andselva

Det ble tatt vannprøver fra Andselva i to lokaliteter; én oppstrøms (E54) og én nedstrøms (E56) flystasjonsområdet. Prøvene viser gjennomgående analyseverdier som ligger lavere enn de aktuelle grenseverdier. I prøve E54 fra 13. okt. 97 ble det registrert et høyt nitratinnhold. Det ble senere klarlagt at pumpestasjon for kommunalt avløp ligger rett oppstrøms prøvetakings-punktet, og den høye nitratverdien har høyst sannsynlig sitt opphav i overløp fra pumpe-stasjonen.

Prøvene som ble tatt i Andselva 13/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening, men det ble kun påvist minimale spor av organiske miljøgifter i prøve E56 (tabell 10.4).

7.5.11 Barduelva

Vannet i Barduelva (E55) viser under første prøvetaking konsentrasjoner for kadmium og bly som tilsvarer tilstandsklasse III (tabell 10.1). For alle andre analyserte parametre ligger verdiene innenfor de aktuelle grenseverdier.

7.6 Oppsummering vannundersøkelser

7.6.1 Uorganiske analyser av vannprøver

Det mest framtrepende trekk i den uorganiske kjemiske sammensetningen av grunnvann fra Bardufossområdet er høye konsentrasjoner av jern, mangan og total nitrogen. 14 av de 20 vannprøvene som er vurdert i forhold til SFT Veiledning 97:04, rangeres i tilstandsklasse IV-V (dårlig-meget dårlig) for disse parametrene. I disse områdene (008, 014, 020, 027 og Kulvert) opptrer også kadmium, sink og bly sporadisk med noe forhøyede verdier. Tilstedeværelsen av metallene i grunnvannet antas i hovedsak å ha sitt opphav i to forhold;

- 1) nedbryting av organisk materiale i avfallsfyllinger
- 2) nedbryting av urea som benyttes for avising av rullebaner

Under nedbryting av organiske forbindelser forbrukes oksygen samtidig som det produseres CO₂. Oksygenunderskuddet gir grunnlag for utluting av de foran omtalte metaller (reduserende forhold). Høyt CO₂-innhold gir en økt kalsitt-forvitring som gir opphav til høye konsentrasjoner av basekationer (Ca, Mg) og bikarbonat (alkalitet) i grunnvannet. Dette er isolert sett en positiv effekt idet kalsitt-forvitringen gir en buffring av grunnvannet, som ellers ville ha blitt surt p.g.a. karbonsyreproduksjon. Dette ville ha ført til en ytterligere utluting av metaller.

Nedbrytingen av urea gir også opphav til forurensning i form av nitrogenforbindelser. Dette spores klart i referansebrønnene (B30 og B32), i «kilden» K50 og i avløsvann fra kulvert (K53), i form av høye konsentrasjoner av nitrat og delvis av ammoniakk. Meget høye ammoniakk/ammonium-konsentrasjoner observeres i grunnvann i avfallsfyllingen 020, som følge av sterkt reduserende forhold.

Fra lokalitetene 014 og 020 går det avløp direkte til Andselva. Kulvert-lokaliteten har avløp direkte til Barduelva. Utfra innholdet av metaller og nitrat bør det fokuseres på disse tre lokalitetene ved vurdering av videre tiltak/tiltaksundersøkelser.

Ved lokaliet 008 - Brannøvingsfeltet har grunnvannet et høyt innhold av basekationer, i særdeleshet natrium, og høye verdier for sulfat og alkalitet. Dette har helt klart sitt opphav i

nedbryting av brannslukningskjemikalier. Konsentrasjonene overstiger likevel ikke de aktuelle grenseverdier. Området ligger i stor avstand fra de sentrale elveresipientene (Andselva og Barduelva). Utfra vår oppfatning vil naturlig fortykning og nedbryting av disse uorganiske forurensningene medføre at det ikke er påkrevet med en høy prioritering av denne lokaliteten ved vurdering av videre tiltak/tiltaksundersøkelser.

7.6.2 Organiske analyser av vannprøver

Det generelle trekket for de organiske analysene av vannprøver fra Bardufossområdet er at det kun i enkeltområder er påvist innhold av hydrokarboner, og da hovedsakelig kun i meget lave konsentrasjoner.

Den mest markerte organiske forurensningen er registrert i form av PAH-forbindelser under første prøvetakingsrunde fra «kilden» K50 i området lok. 014. «Kilden» har sannsynligvis sitt opphav i et gammelt avløpssystem for overvann fra vestre del av flystasjonsområdet. Prøven viser relativt høye konsentrasjoner av benso(b_j_k)fluorantener (1,4 µg/l), benso(a)pyren (0,35 µg/l), indeno(123_cd)pyren (0,46 µg/l) og benso(ghi)perylene (0,51 µg/l).

Grunnvannsprøvene fra område 008 - Brannøvingsfeltet har et relativt høyt totalinnhold av hydrokarboner (THC = 1.1 mg/l). De mest fremtredende hydrokarbonene er benzen og xylener. Det observeres også meget små, men kvantifiserbare, mengder av haloformene tri- og tetrakloreten (klorerte hydrokarboner). Hydrokarbonene har med meget stor sannsynlighet sitt opphav i spill av tennvæsker som er benyttet under brannøvelser.

Tre av vannprøvene fra område 020 (B27 og K51) har et forhøyet innhold av PAH-forbindelser. Dette er i første rekke nafta-forbindelser samt fluoren og fenantren hvilket er sentrale bestanddeler i kreosot. Det observeres også meget små, men kvantifiserbare, mengder av haloformer i disse prøvene, hovedsakelig 111_trikloreten.

I område 038 ved tidligere tankanlegg er det funnet spor av hydrokarboner i grunnvannet, hovedsakelig i form av toluen. I de øvrige tre områdene med tidligere eller eksisterende tankanlegg/fylleposter (031, 035 og 039) og er det ikke funnet spor av oljerelaterte hydrokarboner i grunnvannet.

8. RISIKO- OG KONSEKVENSVURDERING

Risikovurderingen er utført for å fastslå om det er behov for midlertidige miljøbeskyttende tiltak ved de enkelte områder utfra den nåværende situasjon. Det fokuseres på tre faktorer når en vurderer konsekvensen av en forurensning: i) selve forurensningen, ii) mulige forurensningsveier og iii) reseptorene. Betydningen av den enkelte faktor skal fastlegges ved hjelp av kvantitative risikovurderingsmetoder. Mens forurensningenes eksistens på stedet kan evalueres kvalitativt, kan deres faktiske betydning (signifikans) kun konstateres ved å benytte en kvantitativ risikovurderingsmetode.

Risikovurderingen er utført av Dames & Moore og den er basert på deres forståelse av eksisterende og kommende norsk politikk og veiledning vedrørende forurenset grunn. Dette er basert på SFT rapporten «Management for Contaminated Land» (Rapport 91:01) og i artikkelen «An Authority-Based Risk Assessment System for Contaminated Sites» (Vik & Solberg, 1996). Videre er det tatt i betraktning at Norge er medlem av EUs CARACAS program. Fremgangsmåten, som er benyttet her, er i overensstemmelse med den som er beskrevet i informasjon fra EUs CARACAS program. (CARACAS er etablert for å utvikle den beste fremgangsmåte for risikovurdering av forurenset grunn i Europa).

Vurderingen fokuserer på muligheten for at stoffer i, på eller under grunnen, kan utgjøre en signifikant risiko for å skade eller forurense vannressurser. Vurderingen tar i betraktning den potensielle risiko for menneskelig helse, miljømessige reseptorer og fisk i de nærliggende elver. Formålet med risikovurderingen er å vurdere behovet og omfanget av tiltak, som evt. skal gjennomføres, slik at stedet blir 'bruksklart'.

Fullstendig rapport med mht. den utførte risikoanalysen finnes i Bilagsrapport, Vedlegg 1.

8.1 Oppsummering av metoden

Risikovurderingen omfatter tilstedeværelsen av kjemikalier som kan utgjøre en signifikant risiko for den menneskelige helse eller for forurensning av vannressursene som dermed kan true eventuelle fiskeinteresser. Dette avsnitt oppsummerer det viktigste i vurderingen.

Metoden bygger på den konseptuelle beskrivelse av stedet (Conceptual Site Model (CSM)) i Bilagsrapport, Vedlegg 1, App. C. CSM'en er en kvalitativ beskrivelse av de forurensningsfarer (forurensningen, forurensningsveiene og reseptorene) som eksisterer på stedet og som utgjør en signifikant risiko. Forurensning som overskrider de innførte undersøkelseskriterier betegnes som forurensning av potensiell fare «Contaminants of Potential Concern» (COPCs). Undersøkelsesområdet er delt inn i en rekke mindre områder som er blitt behandlet separat:

- Område lok. 3 – Avfallsfylling Hangar IV-området
- Område lok. 8 – Brannøvingsfelt Svarthaugen
- Område lok.14 – Avfallsfylling ved HK-området
- Område lok. 20 – Fylling Holding Area
- Område lok. 27 – Bygg- & Anleggsskvadron-området
- Område lok. 31 – Esso flyservice
- Område lok. 35 – Hangar III - Tidligere nedgravd fyringsoljetank
- Område lok. 38/39 – Bobak tidligere tankanlegg og tidligere fyllepost.

8.1.1 Menneskelig helse

Vurderingen har fokusert på den risikoen det muligens vil være for personer å oppholde seg på området dersom stedet fortsatt skal være en flystasjon. I risikoanalysen er det forutsatt at eksponeringen er iht. de maksimale konsentrasjonene av kjemikalier, som med potensiell fare (COPC'er) er identifisert i modellen (Bilagsrapport, Vedlegg 1, App. C). Kjemikalier i konsentrasjoner med potensiell risiko (COPC) er fastsatt på grunnlag av sammenligninger av målte konsentrasjoner med norske grenseverdier for delvis forurenset jord (SFT, 1997) - og A3 Grenseverdier for drikkevann (Sosial- og helsedepartementet, 1995). Forurensning som ble oppdaget på stedet ble undersøkt i henhold til disse retningslinjer. Bare forurensning som er tilstede i konsentrasjoner som overskrider disse retningslinjenes grenseverdier ble undersøkt i risikovurderingen, i overensstemmelse med SFT 95:09. Virkningen av den forurensning, som ble oppdaget i grunnvann, og som overstiger 'A3 Grenseverdier' (Sosial- og helsedepartementet, 1995) vurderes ved hjelp av en økologisk metode (beskrevet nederst), under forutsetning av at det er lite sannsynlig at grunnvannet benyttes til drikkevannsforsyning.

Den maksimale konsentrasjon av alle kjemikalier, som overstiger grenseverdien kan sees i Bilagsrapport, Vedlegg 1, Tabell 1 og 2 for de forskjellige områder av flystasjonen. Vurderingen av den menneskelige helserisiko tar hensyn til mulig eksponering overfor disse kjemikalier via en rekke forureningsveier, som beskrevet detaljert i Bilagsrapport, Vedlegg 1, App. A. Vurderingen består av de fire følgende trinn:

- utregning av konsentrasjonen i utslippspunktet;
- estimering av det menneskelige inntak;
- vurdering av effekter (giftighet);
- estimering av risiko.

Hver av disse punkter er beskrevet detaljert i Bilagsrapport, Vedlegg 1, App. A. Ligninger og forutsetninger kan ses i Bilagsrapport, vedlegg 1, App. B. **Konsentrasjonen i utslippspunktet** er de kjemiske konsentrasjoner i mediet i punktet hvor utslippet antas å foregå. Dette inkluderer gasskonsentrasjoner i den omliggende luft og konsentrasjoner av kjemikalier i støv. Enkle algoritmer er benyttet for å utregne konsentrasjonene i mediet for menneskelige reseptorer både på og utenfor området. **Estimering av menneskelig inntak** inkluderer menneskelig fysiologi og adferd for å beregne inntaket av kjemiske stoffer som hver av de identifiserte mottakere kan bli utsatt for som et resultat av deres antatte handlinger. **Vurdering av effekter** er bedømt utfra tilgjengelige grenseverdier for giftstoffer av potensiell fare. **Estimering av risikoen** kombinerer matematisk estimat av det menneskelige inntak med grenseverdien for giftstoffene for å beregne risikoen. (NB: disse er ikke de samme som de alminnelige vurderingskriterier, som benyttes til å fastlegge COPC'er, siden deres giftighetskriterier hverken er 'grenseverdier for delvis forurenset jord' eller 'A3 Grenseverdier' for drikkevann).

Den beregnede risiko er presentert i Bilagsrapport, Vedlegg 1, Tabell 3 og 4. Risiko angis som Risiko Indeks (Hazard Indices) (forholdet mellom estimatene av det menneskelige inntak og giftstoffgrenseverdien i form av tolerable daglige inntak, eller akseptabelt nivå for inntak) og økt kreftrisiko over et helt liv (økt sannsynlighet for en kreftsvulst i løpet av livet).

8.1.2 Fiskeinteresser

Vurderingen har fokusert på potensiell risiko for fauna og flora i de tilstøtende elver og bekker, især er fiskeinteresser blitt vurdert. All forurensning er undersøkt ifølge beskrivelsen foran, og det er benyttet norske grenseverdier for delvis forurenset jord (SFT, 1997) og 'A3 Grenseverdier' for drikkevann (Sosial- og helsedepartementet, 1995). Bare forurensning som overskrider grenseverdier nevnt ovenfor tas i betraktning i miljøvurderingen. Vurderingen har tatt utslipp av maksimale konsentrasjoner av alle COPC'er i jord og grunnvann på stedet i betraktning der jord er sett i forhold til potensiell utvasking. Dette representerer et verst tenkelig tilfelle, og i praksis vil risikoene sannsynligvis være lavere enn den som er beskrevet. En mere omfattende fremgangsmåte vil kunne resultere i mere nøyaktige og lavere risikovurderinger, men en gjennomføring av en slik undersøkelse ville være mere tidkrevende. Ettersom formålet med risikovurderingen er å fremskaffe et beslutningsverktøy til de som forvalter området, og ikke å frembringe nøyaktige vurderinger av den potensielle risiko fra området, anses ikke en slik fremgangsmåte å være nødvendig. Vurderingen omfatter følgende trinn:

- simulering av konsentrasjoner av oppløst fase i grunnvannet på stedet, hvor stoffet kommer i kontakt med nærmeste overflatevann (elv);
- vurdering av effekter;

- estimering av risiko

Disse er beskrevet detaljert i Bilagsrapport, Vedlegg 1, App. A. Ligninger og forutsetninger benyttet ved modelleringen er beskrevet i Bilagsrapport, Vedlegg 1, App. B. Det er gjort en vurdering av mulighetene for både jord- og grunnvannsforurensning for å kunne si noe om risikoen for fiskeinteresser. Ved **vurderingen av virkningene** ble de publiserte økotoksisitetsdata sammenlignet med de definerte konsentrasjoner, som ikke skal utgjøre en betydelig risiko for vannmiljøet. Kriteriene stammer fra Norsk veiledning for egnethet av ferskvann for fiskeoppdrett (SFT Rapport 92:06 - se Bilagsrapport, Vedlegg 1, App. C) og fra følgende kilder, såfremt de ikke finnes i førstnevnte:

- *Toxicological Benchmarks for Screening Potential Contaminants of Concern for Effects on Aquatic Biota. 1996 Revision.* Oak Ridge National Laboratory.
- *Ambient Water Quality Criteria* documents. United States Environmental Protection Agency.

Ved estimeringen av risiko ble de simulerte forurensningskonsentrasjoner dividert med Det Økologiske Kriterium for å danne det Økologisk Risiko Kriterium (Ecological Hazard Index (EHI)). EHI-verdiene for forurensningsspredning fra henholdsvis jord og grunnvann kan ses i Bilagsrapport, Vedlegg 1, Tabell 5 og 6.

Prøver ble også tatt fra et utløp for avløpsvann (K53). Overflatevannsledningen drenerer et område nord for rullebanen, mellom områdene 35 og 8 (se avsnitt 3.1.2 i hovedrapporten). Da utslippet finner sted direkte til Barduelva, er forurensningen fra drensledningen vurdert ved å sammenlikne direkte med SFT 92-06.

8.2 Resultater

Bruken av konservative og enkle antakelser forenkler risikoanalysen og er i overensstemmelse med den nyeste utvikling i risikoanalyse av forurenset grunn. Dette betyr likevel at enhver signifikant risiko som identifiseres på dette stadium skal betraktes som årsak til enten å iverksette tiltak eller til en mere omfattende risikoanalyse, altså ikke bare fokusere på tiltak.

8.2.1 Menneskelig helse

Risiko-estimatene for den menneskelige helse, slik det fremgår av Bilagsrapport, Vedlegg 1, Tabell 3 og 4, viser at følgende stoffer kan utgjøre en signifikant risiko for personer på området;

- THC og benzen i jord i Område 8;
- Benzen, toluen, xylen, THC og TCE i Område 14;
- THC i Område 31 jord;
- Benzen i Område 14 grunnvann;
- Benzen i Område 8 grunnvann.

Den estimerte risiko for den menneskelige helse forbundet med eksponeringen for alle andre kjemikalier i jord og grunnvann er ubetydelig, iflg. den benyttede metode og hva som er antatt å være akseptable risikonivåer (se Bilagsrapport, Vedlegg 1, App. B).

8.2.2 Fiskeinteresser

Følgende stoffer kan utgjøre en risiko for lokale fiskeinteresser;

- Benzen, toluen, xylen og TCE i jorden i Område 14;
- Toluene i jord i Område 20;
- Jern i grunnvann i Område 20

Risiko forbundet med alle andre kjemikalier i jord og i grunnvann er ubetydelige, ifølge metoden som benyttes i denne vurdering.

Direkte sammenligning av analyser av prøver fra K53 med SFT 92-06 kriterier (ikke vist i Bilagsrapport, Vedlegg 1, Tabell 6) fastslo at flere forurensningsstoffer var tilstede i konsentrasjoner som overstiger grenseverdier (THC, Al, Fe, Mn and Zn).

8.2.3 Samlet vurdering

Resultatene indikerer, i henhold til den benyttede metoden, at de registrerte nivåer av forurensning i jord og grunnvann i visse deler av flyplassområdet utgjør en signifikant risiko for menneskelig helse og for miljøet. Det er imidlertid Dames & Moores oppfatning, tatt i betraktning de kilder til konservatisme som er fastsatt ovenfor, at risikoen sannsynligvis er overvurdert. En vurdering av dette er gitt i Bilagsrapport, Vedlegg 1, Tabell 7.

Risikoen for eventuelle fiskeinteresser i nærheten av områdene 14 og 20, pga. utslipp av forurensningskomponenter, er hittil ikke diskutert. Disse kan enten behandles ved mindre konservatisme i analysen f.eks. ved å i) identifisere en passende fortynningsfaktor, ii) ved å

betrakte gjennomsnittlige forurensningskonsentrasjoner i stedet for maksimale, iii) ved å inkludere nedbrytning i modellen, iv) eller ved å gjennomføre tiltak. En mere innviklet analyse kunne frembringe en mindre konservativ og mere nøyaktig representasjon av risiko som følge av forurensningen på stedet, men den ville være mer tidkrevende og kostbar å gjennomføre. På samme måte som ved beregning av den menneskelige helserisikovurderingen, er formålet med denne økologiske risikovurdering å fremskaffe et redskap til forvaltningsbruk ved å identifisere forurensningsområder som kan tenkes å utgjøre en uakseptabel risiko i forhold til definerte ressurser. En ytterligere raffinering av risikoanalysen ville ikke nødvendigvis være fordelaktig for å fastlegge en tiltaksstrategi.

Prøver tatt fra K53 viser at forurensningsnivået overskrider SFT 92-06 kriteriene. Disse har til formål å beskytte fisket i Barduelva, og overskridelse av disse verdier viser at muligheten for skader på økosystemet er tilstede. Disse prøvene er imidlertid tatt fra selve utslippsrøret, og det er sannsynlig at en betydelig fortykning vil finne sted før vannet når elva. Røret drenerer området nord for rullebanen mellom område lok. 035 og område lok. 008, og det er mulig at den samlede forurensning som ble observert ved K53 stammer fra mange mindre forurensningskilder og ikke fra én kilde. I prøve E55, som ble tatt nær utløpet av K53, er det kun påvist Al and Fe i konsentrasjoner som overskrider SFT 92-06. Disse to metallenes konsentrasjoner tilsvarer de som ble funnet ved E54 (Andselva), som ligger på den andre siden av flystasjonen uten forbindelse med Barduelva. Dette tyder på at forholdsvis høye Al and Fe konsentrasjoner kan være et av de lokale limnologiske kjennetegn, og ikke nødvendigvis er forbundet med utslipp fra K53.

Utover kjemiske analyser av områdeprøver ble to prøver (B13 and K51) analysert ved å benytte en Microtox® test. Begge disse prøver viste $EC_{50} > 90\%$ (se tekstbilag 4). Dette viser at prøvene ikke hadde signifikante økotoksiske egenskaper. Dette resultat må tolkes i sammenheng med den overordnede økologiske risikovurdering som har fastslått at risikoen fra forurensningsstoffer på området i forhold til fiskeinteresser er potensielt signifikant, men liten.

8.3 Tiltaksbeskrivelse

Risikovurderingen har identifisert atskillige signifikante forurensningsforbindelser ved Bardufoss. Dette betyr at dersom en ønsker å endre status for områdene slik at de er 'friskmeldt' mht. forurensning (dersom det ikke er behov for en mer omfattende risikovurdering), så er det behov for å gjennomføre tiltak. Mulighetene for forurensningseksposering kan reduseres ved å gjøre tiltak mot forurensningskilden(e) og/eller spredningsveier/eksponeringsveier og/eller reseptorene/mottagerne. Da det ikke foreligger planer for endret arealbruk (dvs. at området fortsatt skal brukes som militær flyplass), vil aktuelle tiltak fokusere på forurensningskildene og/eller spredningsveier for forurensningen.

Som diskutert i avsnitt 8.2 kan de eksisterende forurensningsnivåer i jord og grunnvann utgjøre en signifikant risiko for fiskeinteresser i nærliggende områder. Forurensningsutslipp til steder utenfor området kan f.eks. kontrolleres vha. en spuntvegg nedstrøms det forurensede området, eller ved å fjerne kilden (jord/grunnvann) og gjennomføre opprensning. I det siste tilfellet burde jord og grunnvann fjernes dersom forurensningsgraden overskrider nivået som utgjør en signifikant risiko for reseptorene. For å gjøre dette er det beregnet foreløpige risikobaserte opprensningsnivåer (RBCL'er), som forutsetter et lineært forhold mellom den observerte konsentrasjon og risikoen (Tabell 9). F.eks., dersom en målt konsentrasjon på 10 mg/kg av et gitt stoff medfører en økologisk risiko indeks (EHI) på 2, må konsentrasjonen halveres til 5 mg/l for å redusere indeksen (EHI) til 1.

Tabell 9: Foreløpige risikobaserte opprenskningsnivåer (RBCL) for område 014 og 020.

Forureningsstoff	Område	Medium	Konsentrasjon mg/kg, mg/l	EHI (indeks)	RBCL
Benzen	14	Jord	220	42.1	5 mg/kg
Toluen	14	Jord	1000	1425.5	0.7 mg/kg
Xylen	14	Jord	370	2173.2	0.2 mg/kg
TCE	14	Jord	30	10.5	3 mg/kg
Toluen	20	Jord	3	3.9	1 mg/kg
Jern	20	Grunnvann	55.9	5.9	10 mg/l

Utover dette er det konstatert at det er nedgravde tønner i område 014. Det nøyaktige antall og innhold av tønnene er ukjent, og har derfor heller ikke blitt vurdert i denne risikoanalysen. Det er likevel sannsynlig at tønnene representerer en potensiell forurensningskilde i området som kan ha innvirkning på enten menneskelig helse eller på den økologiske kvaliteten i Andselva. Flere av tønnene som ble fjernet var svært rustne og det anbefales derfor at det gjøres en videre kartlegging av deponiets omfang og innhold slik at f.eks. igjenliggende tønner kan fjernes dersom de utgjør en risiko for miljøet.

Forurensningsnivået fra røret ved kulvert K53 overskrider retningslinjene i SFT 92-06, og indikerer dermed at ytterligere tiltak er påkrevet. Den påviste forurensningskonsentrasjon stammer fra et stort område nordøst for rullebanen, og den egentlige forurensningskilden er ikke fastslått. Det er derfor ikke mulig å formulere risikobaserte opprenskningsnivåer for K53, med mindre en kan identifisere områder med høy grad av forurensning. En passende handlingsplan vil være å overvåke vannkvaliteten i Barduelva nedstrøms utløpet av kulverten for å se om vannkvaliteten i elva blir påvirket av utslippet. Skulle vannkvaliteten i Barduelva bli vesentlig forverret, kan det være nødvendig å gjennomføre en mer detaljert undersøkelse av dreneringsområdet for K53 for å identifisere forurensningskilden eller for å samle opp/rense vannet for å forhindre et direkte utslipp av avløpsvann fra K53 til Barduelva.

9 KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER FOR VIDERE ARBEID

9.1 Konklusjon for uorganiske komponenter relatert til urea

Ureaproblematikken var i utgangspunktet ikke en sentral del av den problemstilling som skulle belyses gjennom denne miljøtekniske grunnundersøkelsen. Gjennom de data som er samlet inn og vurdert er det dokumentert at bruken av urea som avisingsvæske på rullebaner har en meget avgjørende betydning for de grunnvannskjemiske forhold innen hele Bardufoss hovedflystasjon, inklusive deponilokaliteter og områder med mistanke om oljeforurenset grunn. Vi har derfor ikke funnet det mulig, eller faglig forsvarlig, å gi en beskrivelse av de grunnvannskjemiske forhold uten også å gi en omtale av de forhold som vi mener er klart relatert til bruken av urea. Situasjonen m.h.t. uorganiske forurensningskomponenter relatert til urea kan oppsummeres i tre hovedpunkter:

1)

Nedbryting av urea medfører produksjon av CO₂ og økt oppløsning av karbonatmineraler hvilket, for de fleste innsamlede grunnvannsprøver, gir relativt høye (etter norske forhold) kalsiumkonsentrasjoner og høy alkalitet i grunnvannet. Dette kan isolert sett ikke betraktes som et problem med negative miljø-, resipient- eller helsemessige konsekvenser, men må heller betraktes som en positiv naturlig moteffekt som forhindrer CO₂-forsuring og ytterligere utluting av metaller.

2)

Nedbryting av urea gir oksygenunderskudd og omfattende utluting av jern og mangan i konsentrasjoner som tilsvarer tilstandsklasse V (meget dårlig) for en betydelig del av vannprøvene (B13, B18, B19, B27, K50, K51, K53). Av samme årsak observeres konsentrasjoner av kadmium, sink kobber og nikkel tilsvarende tilstandsklasse III-V (SFT Veileder 97:04, mindre god - meget dårlig) i enkelte vannprøver.

3)

Nedbrytingen av urea bevirker konsentrasjoner av nitrogenforbindelser (nitrat, nitritt og ammonium) i grunnvannet tilsvarende tilstandsklasse IV-V (SFT Veileder 97:04, dårlig - meget dårlig). Dette registreres både i grunnvannsprøver og i overflatekilder som dreneres til hovedresipientene Andselva og Barduelva (K50, K53).

Mulighetene for å anvende alternative avisingsstoffer ved Bardufoss hovedflystasjon bør utredes.

9.2 Konklusjon for «ikke-urea-relaterte» uorganiske komponenter

1)

Grunnvannet ved Brannøvingsfeltet har et høyt innhold av basekationer og sulfat samt en høy alkalitet som følge av nedbryting/ oppløsning av brannslukningskjemikalier.

2)

Nedbryting av organisk materiale deponert i fyllinger gir oksygenunderskudd og utluting av metaller til grunnvannet, i første rekke jern og mangan.

3)

Av totalt 48 jordprøver som er analysert, hvor hver analyse dekker 20 ulike metalliske grunnstoffer, er kun én prøve funnet å inneholde ett av disse stoffene i konsentrasjoner som overskrider SFTs grenseverdi for lettere forurenset jord (2307 mgPb/kg i én enkeltprøve fra område 003). Høye metallkonsentrasjoner i jord synes utfra dette ikke å være et problem innenfor de undersøkte lokaliteter.

9.3 Konklusjon for organiske komponenter

Med bakgrunn i de data som er samlet inn og vurdert i forbindelse med denne undersøkelsen kan situasjonen m.h.t. organiske forureningskomponenter oppsummeres i fem hovedpunkter:

1)

Vann fra «kilde/avløpsledning» i foten av avfallsfylling lok. 014 inneholder PAH-forbindelser, bl.a. den kreftfremkallende miljøgiften benso(a)pyren, i relativt høye konsentrasjoner (0,35 µg/l). Prøvene viser også spor av haloformer. I jordprøve samt den første vannprøven som ble tatt i B13 (område 014) ble det også påvist spor av organiske miljøgifter i første rekke ulike ftalat-forbindelser. Ftalater er i første rekke kjent som en gruppe forbindelser som anvendes som mykgjørere i plast-produkter, særlig i PVC-basert plast. Jordprøven fra B13 viser også spor av PCB-forbindelser.

2)

Et relativt høyt innhold av PAH-forbindelser (4,4 - 6 µg/l) observeres både i grunnvannsbrønn og i avløpsvann fra avfallsfylling 020. Dette er i hovedsak nafta-forbindelser og fenantren. Kilden for dette kan være *kreosot*, idet lavere PAH-forbindelser som naftalen, fenantren, antrasen, acenaften og pyren utgjør ca 70 % av dette treimpregneringsmiddelet. Vannprøvene viser også spor av haloformer (111_triklorethan) og flere organiske miljøgifter (bl.a. ulike

ftalater). Det er ikke registrert høye konsentrasjoner av organiske komponenter (hydrokarboner) i jordprøver fra område 020.

3)

I avfallsfyllingen 014 er det deponert tønner med et variert innhold av oljeprodukter (bensin, jet-fuel, klorerte forbindelser, tjærestoffer m.m.)

4)

Spill av tennvæsker (jet-fuel/parafin m.fl.) på brannøvingsfeltet har medført oljeforurensninger som lokalt spores i relativt høye konsentrasjoner både i jordprøver og i grunnvann. Jordprøvene inneholder hydrokarboner som er karakteristisk for jet-fuel og diesel/fyringsolje og viser i tillegg spor av haloformer og organiske miljøgifter. Grunnvannsforurensningen spores i første rekke i form av benzen og xylener samt spor av haloformer.

5)

I grus og sandmasser i synkekum ved 'Main Ramp' er det registrert relativt høye verdier for PAH (sum PAH er 98 mg/kg tørrstoff) og hydrokarboner (1200 mg THC/kr tørrstoff).

9.4 Anbefalinger for videre arbeider

Med bakgrunn i konklusjonene anført i avsnitt 9.2 og 9.3 finner vi grunnlag for å fremlegge følgende anbefalinger, hvor punktene er rangert i prioritert rekkefølge:

1)

Tønner som er deponert i avfallsfylling 014 må graves opp av sertifisert entreprenør, under kontrollerte forhold med beredskap for eventuelle gass og væskelekkasjer, og transporteres til behandlingsanlegg/godkjent lagringsplass. Arbeidet må utføres i henhold til «Tillatelse til oppgraving, håndtering og behandling av forurensede masser for Forsvarets bygningstjeneste sentralledelsen» gitt i brev fra SFT datert 1. desember 1997. Utfra risikoanalysen (avsnitt 8.3, tabell 9) er akseptable restnivå (risikobaserte opprenskningsnivå, RBCL) for forurensninger i område 014 beregnet til; benzen - 5mg/kg, toluen - 0,7 mg/kg, xylen - 0,2 mg/kg og tetrakloretylen - 3 mg/kg. Tønnedeponiet er lokalisert ved sjaktgraving og vi ser derfor ikke behov for supplerende geofysiske undersøkelser. Eventuelle jordopprenskings-tiltak i område 014 bør vurderes utfra de observasjoner som gjøres når arbeidet med fjerning av tønner pågår.

Innholdet av 3 tønner som ble gravd opp i forbindelse med sjaktundersøkelsene ble analysert (bensin/jet-fuel, klorerte forbindelser, tjære/kreosot-lignende væsker). Det ble observert flere tønner som, utfra risiko for å frembringe lekkasjer, ikke ble gravd opp og inspisert nærmere.

2)

Med tanke på eventuelle rens tiltak gjennomføres et overvåkingsprogram for en detaljert kartlegging av de vannkjemiske forhold i tilknytning til overflateavløp fra avfallsfyllingene 014 og 020 til Andselva, samt i tilknytning til avløp fra Kulvert (K53) til Barduelva. Overvåkingen bør løpe over en periode på 1 år hvor det gjennom de første 3 måneder tas ukentlige vannprøver med tanke på analyse av uorganiske (ICAP, AAS, IC) og organiske parametre (GC/FID, GC/ECD, GC/MS-SIM, GC/MS-scan). Etter denne innledende perioden evalueres de foreliggende vannkvalitetsdata med tanke på å definere videre prøvetakingsfrekvens og analyseprogram. Det bør etableres måledammer for kontinuerlig overvåking av avløpsmengde fra K50, K51 og K53.

Utfra risikoanalysen (avsnitt 8.3, tabell 9) er akseptabelt restnivå (risikobaserte opprenskningsnivå, RBCL) for jern i grunnvann i område 020 beregnet til 10 mg/l.

3)

Ved brannøvingsfeltet er betydelige oljeforurensninger påvist både i løsmasser og grunnvann. Øvingsfeltet ligger innenfor militært område hvilket innebærer at adgangen til området er strengt kontrollert. Bruken av øvingsfeltet er på det nærmeste avsluttet idet nytt, moderne brannøvingscenter er under bygging. Feltet ligger mer enn 1 km fra nærmeste overflate-resipient (Barduelva) og den eneste transportveien for spredning av forurensning er via grunnvannsstrømning.

Den lange transportveien/tiden betraktes som tilstrekkelig til at naturlig nedbryting vil finne sted innenfor brannøvingsfeltets nærområde. Utfra disse forhold vurderes ikke den observerte oljeforurensningen som kritisk i den forstand at umiddelbare tiltak/tiltaksundersøkelser må gjennomføres. Tiltak/tiltaksundersøkelser bør likevel vurderes dersom det foreligger planer for annen aktiv bruk av området (bebyggelse eller annen aktivitet som medfører omfattende menneskelig aktivitet) etter at nytt brannøvingscenter er tatt i bruk.

4)

Et relativt omfattende program med sjaktgravinger og prøvetakende boringer ble gjennomført innen avfallsfyllingen 020 uten at vesentlige forekomster av deponert miljøskadelig avfall ble påvist. Vi finner derfor ikke grunnlag for å anbefale umiddelbare tiltak/tiltaksundersøkelser rettet mot deponert avfall i dette området. Behovet for videre tiltak/tiltaksundersøkelser bør vurderes i relasjon til de vannkjemiske data som fremkommer etter overvåking av kilden K51 (jfr. punkt 2 foran).

5)

Det bør settes ned en grunnvannsbrønn for å undersøke om den registrerte forurensningen (PAH og THC i sediment) i synkehum for overflateavrenning fra 'Main Ramp' transporteres videre med grunnvannet mot lokalitet 020.

10 REFERANSER

- Andersen, Bjørn 1968: Glacial Geology of Western Troms, North Norway. *Nor. geol. unders.* 256
- Historieutvalget ved Bardufoss hovedflystasjon 1988: Bardufoss hovedflystasjon 50 år 1938 - 1988. Bardufoss hovedflystasjon. 188 sider.
- Langguth & Voigt 1980: *Hydrogeologische Methoden*. Springer Verlag, 486 s.
- Lauritsen, Torleif 1997: Geofysiske grunnundersøkelser av avfallsfylling på Bardufoss flystasjon, Målselv kommune, Troms. NGU Rapport 97.110.
- Naturvårdsverket 1996: Generella riktvärder för förorenad mark. Beräkningsprinsiper och vägledning för tillämpning, efterbehandling och sanering. Rapport 4638.
- Nålsund, R. og Hamborg, M. 1985: BARDUFOSS, kvartærgeologisk kart EYZ 257258-20. Norges geologiske undersøkelse.
- Sosial- og helsedepartementet, 1995. Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.v. *Forskrift Nr. 68, I-9/95 gitt 1. januar 1995, Sosial- helsedepartementet, Oslo.*
- Statens forurensningstilsyn 1991: Veiledning ved miljøtekniske grunnundersøkelser. *SFT-veiledning nr.91.01.*
- Statens forurensningstilsyn 1992: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-Veiledning 92:06. TA-905/1992.
- Statens forurensningstilsyn 1995: Håndtering av grunnforurensningssaker. Foreløpig saksbehandlingsveileder. *SFT-rapport nr. 95.09.*
- Statens forurensningstilsyn 1997: Tillatelse til oppgraving, håndtering og behandling av forurensede masser for Forsvarets bygningstjeneste Sentralledelsen. Tillatelse gitt i brev av 1. Desember 1997 til FBT Sentralledelsen (Tekstbilag 2 i denne rapporten).
- Statens forurensningstilsyn 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-Veiledning 97:04. TA-1468/1997.
- Vik & Solberg, 1996: An Authority-Based Risk Assessment System for Contaminated Sites. NGU Rapport nr. 96.128.
- Ødegård, M. & Andreassen, B.Th. 1987: Methods for water analysis at the Geological Survey of Norway. *In: Geomedical Consequences of Chemical Composition of Freshwater. The Norwegian Academy of Science and Letter*, p133-150.

11 DATAARK FOR ENKELTLOKALITETER

Oppsummering av utførte feltundersøkelser, prøvetaking, laboratorieanalyser og resultater for hver enkelt lokalitet.

DATAARK LOKALITET 1924 003: AVFALLSFYLING HANGAR IV-OMRÅDET

UTSNITT AV KART

(ikke i målestokk)

Brønnlogg: Figur 1.9

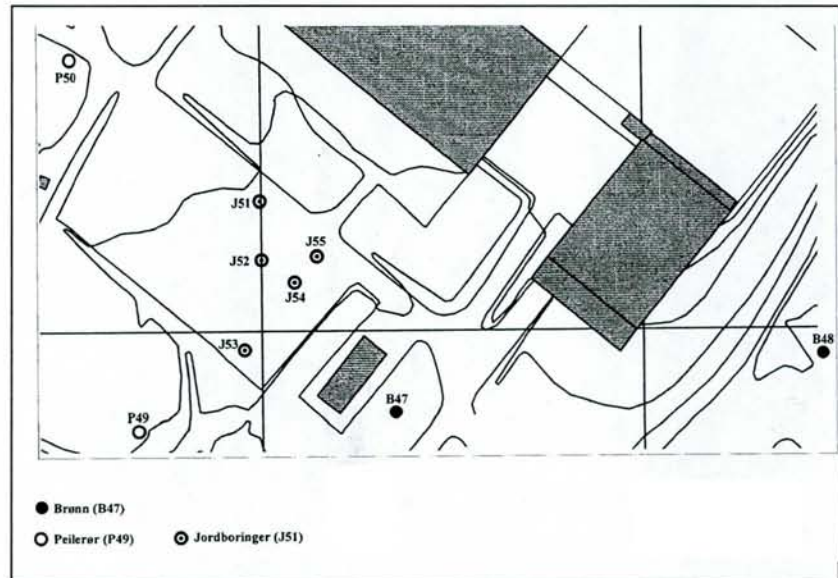
Hydrauliske parametre: Tabell 6

Gr.vann.st.: Tabell 7

Jordboringer: 5

Brønner: 2

Peilerør: 2



Innledende problembeskrivelse

Fyllingen ligger sørvest på flystasjonen ved Hangar IV-området - Heggelia og skal være etablert i 1983 i et tidligere myrområde. Fyllingen ble avsluttet i 1990 og er i dag overdekket med asfalt og benyttes som parkeringsplass. Vesentlig teknisk materiell skal være deponert, inklusive utrangerte kjøretøyer, bil- og helikopterdeler, maling og trykksaker. Små mengder spesialavfall kan være deponert men antas ikke å utgjøre noen konflikt utfra dagens arealbruk.

Arealutbredelse

Studier av flybilder fra 1960 viser at oppfylling av myrområdet begynte i området ved dagens parkeringsplass. Dette bekreftes ved at det ikke er funnet fyllmasser i sonderboringen i B47, P49 og P50. Jordboringene J51 - J55 er alle boret i fyllmasser. Utfra bildene fra 1964 ser det ut til at området er ferdig oppfylt, men bygging av Hangar IV og V er enda ikke påbegynt. Dette stemmer ikke med opplysninger i lokalitetsskjemaet der det står at fyllingen ble etablert i 1983. Det er mulig at det er vesentlig rene masser (jord) som er deponert før 1983. Deponiets areal er ca 1800 m². Georadarmålingene indikerer stedvis bunnen av deponiet, og volumet er anslått til ca. 3600 m³. Anslaget bygger på indikasjoner av deponiets bunn under enkeltprofiler, og må derfor sees på som et usikkert estimat.

Grunn- og dreneringsforhold

Vest for deponeringsområdet ligger en 3-4 m høy haug, i nord er et betongfundament etter et hus, i øst ligger Hangar IV og V og i sør ligger et mindre motorprøvehus. Opprinnelig var det planlagt å gjøre sjakting i deponiet, men på grunn av nedgravde kabler og bruken av området til parkeringsplass ble det bestemt å gjøre undersøkelser med jordboringer. I peilerør og brønner, som ligger utenfor selve deponiet, er det mellom 5 og 10 m sand/grus over mer

finkornige masse. Dyp til fjell er kun påvist i P50 på ca. 36 m dyp. Deponiet er fylt i et tidligere myrområde som var dannet i en forsenkning i terrenget. Grunnvannsstanden ligger ca. 10 m under markoverflaten, og grunnvannet har avrenning sørover mot Barduelva. Grunnvannsgradienten er 15-20 mm/m hvilket gir en strømningshastighet i sand/grusmassene, $v_{\text{middel}} = 40\text{-}50 \text{ cm/døgn}$.

Jordanalyser

Alle de målte konsentrasjoner ligger under grenseverdiene for lettere forurenset jord (SFT, 1997) med unntak av prøve 39 (område 003, boring J55 på 5,5 - 6 m dyp) som inneholder 2307 mg Pb/kg. Den høye blyverdien kan skyldes en bit av ammunisjon eller muligens gamle batterier som kan ha blitt deponert i årene etter krigen. Det er ikke påvist organiske miljøgifter i dette området.

Vannanalyser

Analysene av grunnvannsprøver fra B47 og B48 viser ingen verdier som overskrider de aktuelle grenseverdier for innhold av uorganiske eller organiske komponenter (tabell 10.1 - 10.3).

Prøven som ble tatt i B47 12/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening og det ble påvist spor av organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer (tabell 10.4). Dette er i første rekke ftalater som er en stoffgruppe som bl.a. benyttes som mykgjørere i PVC-baserte plastprodukter.

Vurderinger av behov for tiltak

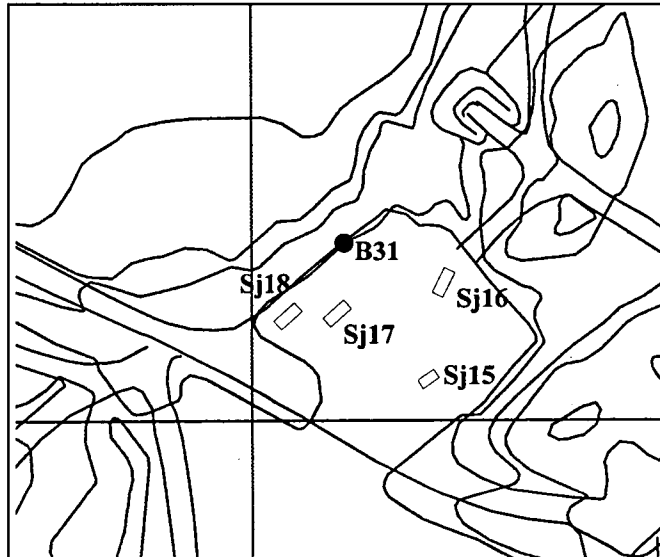
Ved de foretatte undersøkelsene er det ikke påvist forurensning i grunnvannet. Det er analysert 10 jordprøver og kun i én prøve er det påvist en verdi som er over de anbefalte grenseverdiene. Området er asfaltert og brukes som parkeringsplass. Det er derfor ikke behov for tiltak eller videre undersøkelser i dette området. Ved endret arealbruk som fører til graving i fyllingen må en være klar over at man kan støte på forurensning som det ikke har vært mulig å påvise ved denne undersøkelsen.

DATAARK LOKALITET 1924 008: BRANNØVINGSFELT SVARTHAUGEN

UTSNITT AV KART (ikke i målestokk)

Brønnlogg: Figur 1.6
Hydrauliske parametre: Tabell 6

Sjakter: 4
Brønner: 1



Innledende problembeskrivelse

Brannøvingsfeltet ligger i østre del av flyplassområdet mellom Svarthaugen og flystripa. Øvingsfeltet er benyttet siden 1980, men nytt øvingsfelt etableres nå sør for flystripa. Det ble benyttet spillolje og forurenset flydrivstoff som blir fylt i kar/fat som til tider har stått åpent for snø og regn. I tillegg kan det være sølt spillolje og flydrivstoff på grunnen i forbindelse med øvelsene. Grunnen er derfor sannsynligvis forurenset med olje og drivstoff. Øvingsfeltet dekker et område på 2000 m². Utfra aktiviteten og beliggenheten av feltet er det vurdert slik at det sannsynligvis ikke er noen konflikter ved dagens arealbruk.

Arealutbredelse

Størrelsen på området er ca. 800 m², og dette er mindre enn først antatt (ca. 2000 m²).

Grunn og dreneringsforhold

Brannøvingsfeltet ligger på oppfylte masser ca. 3 m over nedenforliggende myrområde mot sør. Det er gravd fire sjakter der massene i all vesentlig grad består av fyllmasser av jord og stein. Tre av sjaktene er gravd ned til fjell. I nord stiger terrenget mot Svarthaugen. Det er satt ned en grunnvannsbrønn til fjell på ca. 3,5 m dyp og der grunnvannsspeilet ligger ca. 0,5 m over fjellet. Massene i sjaktene Sj15-Sj18 består av fyllmasser ned til 1.1-1.2 m dyp. Sjaktene Sj15, Sj16 og Sj17 går ned til fjell på 2-3 m dyp. Grunnvannsspeilet ligger like over dette i lag av leire og silt. I sjaktene Sj16, Sj17 og Sj18 er det fyllmasser med kvist. I sjakt Sj16 er det i tillegg funnet sammenklemte tønner.

Jordanalyser

Innholdet av hydrokarboner i prøven fra Sj15 (0,4 m) utgjøres av dieselolje og jet-fuel. Innholdet av hydrokarboner i prøvene fra Sj16 (0,5 m), Sj17 (1 m) og B31 (3 - 3,5 m) domineres av jet-fuel, men inneholder også mindre mengder av diesel/fyringsolje samt en kompleks stoffblanding

med høyt kokepunkt. Masseprøver fra forurensede lag i sjaktene Sj15, Sj16 og Sj17 inneholder mineralolje i konsentrasjoner som ligger over de norske grenseverdier for lettere forurenset jord (SFT, 1997). Det relativt høye C17/pristane forholdet i prøvene fra Sj15, Sj16 og B13 indikere at oljen er lite nedbrutt, altså en fersk forurensning. På 3 m dyp i Sj17 er det ikke påvist verken olje, PAH, PCB eller haloformer og andre klorerte løsemidler. Dette betyr at det i denne undersøkelsen ikke har vært mulig å påvise at det skjer en transport av forurensning fra de øvre forurensede lag nedover i jorden. I Sj16 på 0.5 m dyp inneholder fyllmassene 12 000 mg/kg mineralolje, 8.1 mg/kg benzen og 44 mg/kg toluen, som er over de svenske normverdiene for Mindre känslig markanvändning, MKM (Naturvårdsverket 1996). I samme sjakt er det påviste tetrakloretan på 0,35 mg/kg tørrstoff, men det finnes ingen norske eller svenske normverdier for denne forbindelsen. PAH-forbindelser er kun påvist i B31, men i lave konsentrasjoner. Det er ikke påvist PCB-forbindelser ved denne lokaliteten.

Vannanalyser

Grunnvannsprøvene (B31) fra brannøvingsfeltet har et manganinnhold som er noe høyere enn grenseverdien for «råvann-klasse A3» (tabell 10.1). Det totale innholdet av hydrokarboner er ved GC/FID-screening målt til 1.1 mg/l, hovedsakelig i form av benzen, xylener og C9-C10-aromater (tabell 10.2). De påviste hydrokarboner har sitt opphav i tennveske som benyttes under brannøvelser. Normalt brukes det forurenset flydrivstoff (parafin) til brannøving, men her må også være tilført klorerte løsemidler idet dette kan påvises i jordprøver fra området, samt i meget små, men kvantiserbare, mengder i siste vannprøvetaking (tri- og tetrakloretan, tabell 10.3).

For alle de øvrige analyserte parametre ligger verdiene innenfor de aktuelle grenseverdier.

Grunnvannet ved brannøvingsfeltet skiller seg ut ved et meget høyt innhold av basekationer, i særdeleshet natrium (200 mg/l), og høyt innhold av sulfat (60 mg/l) og bikarbonat (alkalitet 12 mmol/l) (tabell 10.1). Dette er restprodukter ved nedbryting/oppløsning av brannsluknings-kjemikalier. Pulverapparat inneholder stort sett «bakepulver» (NaHCO₃), mens brannskum (FFF lett vann) bl.a. inneholder etanol, glykol og alkylsulfatsalter. Nedenfor følger utdrag av viktige parametre fra analysetabell 10.1-10.2.

ID	prøvetatt	SO4	alk	Mg	Ca	Na	K	Mn	Benzen	Xylener	Total hydrokarboner	Triklor-eten	Tetraklor-eten
		mgSO4/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
B 31	12-okt-97	62.20	12.3	11.3	66.8	210.0	13.8	4.63	120	150	1100	-	-
B 31	14-mai-98	59.70	7.6	7.2	96.8	46.4	18.6	1.86	< 0.2	2.1	110	0.31	2.8
I		~	>0,2	~	~	~	~	<0.05	~	~	~	~	~
II		< 250						< 1					

GRENSEVERDI:

I = SFT-Veiledning nr 97:04: "Tabell 5 og 6; Tilstandsklasse II eller bedre".

II = Sosial- og helsedept. - Forskrift om vannforsyning og drikkevann: "Tabell 10, råvann kvalitetsklasse A3".

Vurdering av behov for tiltak

Ved brannøvingsfeltet er betydelige oljeforurensninger påvist både i løsmasser og grunnvann. Øvingsfeltet ligger innenfor militært område hvilket innebærer at adgangen til området er strengt kontrollert. Bruken av øvingsfeltet er på det nærmeste avsluttet idet nytt, moderne brannøvingscenter er under bygging. Feltet ligger mer enn 1 km fra nærmeste overflate-resipient (Barduelva) og den eneste transportveien for spredning av forurensning er via grunnvannsstrømning.

Den lange transportveien/tiden betraktes som tilstrekkelig til at naturlig nedbryting vil finne sted innenfor brannøvingsfeltets nærområde. Utfra disse forhold betraktes ikke den observerte oljeforurensningen som kritisk i den forstand at umiddelbare tiltak/tiltaksundersøkelser må gjennomføres. Tiltak/tiltaksundersøkelser bør likevel vurderes dersom det foreligger planer for annen aktiv bruk av området (bebyggelse eller annen aktivitet som medfører omfattende menneskelig aktivitet) etter at nytt brannøvingscenter er tatt i bruk.

DATAARK LOKALITET 1924 014:

AVFALLSFYLLING VED HK-OMRÅDET

UTSNITT AV KART

(ikke i målestokk)

Brønnlogg: Figur 1.2 - 1.3

Hydrauliske parametre: Tabell 6

Gr.vann.st.: Tabell 7

Sonderboringer: 2

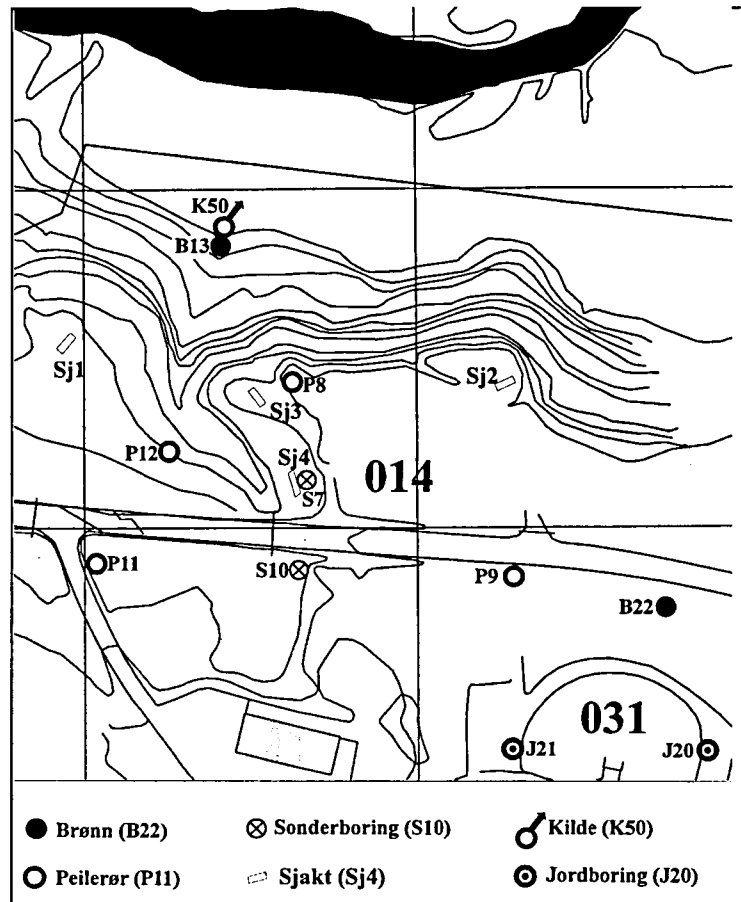
Brønner: 1

Peilerør: 4

Sjakter: 4

Innledende problembeskrivelse

Fyllingen ligger nord for hovedkvarteret (HK) ved Bardufoss hovedflystasjon. Fyllingen ble brukt fra 1950 og frem til ca. 1980. Avfallsfyllingen skal være benyttet til husholdningsavfall, men i tillegg kan oljefat og tønner med ukjent innhold være deponert her. Det er observert oljefat i dagen ved fyllingsfoten. Det er observert jernutfelling og mulig oljefilm i bekk/myr i fyllingsfoten. Mulig konflikt med ny trase for E6 og resipienten Andselva. Det er ingen oppsamling av sigevann.



Arealutbredelse

Studier av flybilder fra 1958 og 1964 indikerer at det før 1964 ikke var fylt masser i den naturlige ravinen ned mot Andselva. De sikreste indikasjoner på deponi har en i området inntil ravinen og forlengelsen av denne, fram mot veien (ca. 400 m²). Skrenten ned mot Andselva utgjør deponiets nordlige begrensnig. Studier av flybilder viser også at den naturlige ravinen hadde utstrekning mot område 031, slik at det totale arealet derfor er større enn 400 m². Sjaktene Sj1 og Sj2, brønn B13, sonderboring S10 og peilerørene P9, P11 og P12 ligger alle utenfor deponiområdet. I sjaktene Sj3 og Sj4 samt i sonderboring S7 og peilerør P8 er det påvist fyllmasser. En stor del av fyllmassene er jord i blandet metaller/tønner og det er derfor vanskelig å nøyaktig bestemme overgangen mellom fyllmasser og naturlige masser og dermed gi et pålitelig anslag mht. areal og volum av fyllingsområdet.

Grunn- og dreneringsforhold

De naturlige massene består underst av leire som går over i silt og fin sand. Øverst ligger sand og grus av glasifluvial opprinnelse. Fyllmassene består av kvist fra 0,8 m dyp og nedover. Grunnboringene viser at leiroverflate stiger mot nord, fra ca. 63 M o.h. ved B23 til 72 m o.h. ved P8. Grunnvannsspeilet ligger i de grovere sand og grusmassene, og langs den nordlige terrassekanten mot Andselva er grunnvannsgradienten ca. 5 cm/m hvilket gir en strømningshastighet i sand/grus-massene, $v_{\text{middel}} = 1 - 1,5$ m/døgn.

Jordanalyser

I sjakt S4 ble det påtruffet et fat på 2,8 m dyp fylt med et svart tyktflytende stoff, og analyser viser at det er en blanding av bensinkomponenter og et jet-fuel/terpentin, samt en høyt kokende kompleks stoffblanding. Innholdet kan ha vært brukt som fugemasse for asfaltering. Innholdet i fatet består av 7300 mg/kg mineralolje, 220 mg/kg benzen, 1000 mg/kg toluen og 370 mg/kg xylen. Videre består innholdet av en rekke PAH-forbindelser, samt trikloreten (30 mg/kg) og tetrakloreten (4,8 mg/kg). På 2,4 m dyp i samme sjakt er det påvist 430 mg/kg mineralolje (THC), mens verdiene for benzen, toluen og xylen er under deteksjonsgrensen. Flere tønner ble senere funnet under dette dypet og det ble utført analyser av stoffet i to tønner. Disse tønnene inneholdt tjærekomponenter hvor fenol, kreosoler, xylenoler og PAH-forbindelser er dominerende. Av PAH forbindelser (som utgjør 4 - 6 % av stoffmengden) er det de lettere PAH'ene som dominerer. Det er et relativt høyt innhold av fenol sammenlignet med standard tjære. Sammensetningen tilsvarer den for kreosot.

Vannanalyser

Analysene av grunnvannsprøver fra B13 viser i begge prøvetakingsrunder verdier som tilsvarer tilstandsklasse III-IV (dårlig-meget dårlig) for mangan, jern, total nitrogen og oksygen (tabell 10.1). Årsaken til de høye metallverdiene i grunnvannet er sannsynligvis nedbryting av deponert organisk materiale og derav følgende oksygen-underskudd og metallutluting. Dette bekreftes også under andre prøvetakingsrunde hvor det registreres et negativt redokspotensiale og noe forhøyet ammoniakverdi. Vannprøvene fra B13 overskrider ingen av de øvrige grenseverdier for innhold av uorganiske eller organiske komponenter (tabell 10.1 - 10.3). Prøven som ble tatt i B13 11/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening og det ble påvist spor av organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer. Disse er i første rekke ulike ftalat-forbindelser (tabell 10.4). Ftalater er kjent som en gruppe forbindelser som i første rekke anvendes som mykgjørere i plastprodukter, særlig i PVC-basert plast.

I foten av denne avfallsfyllingen ligger et vannutløp som i utgangspunktet var antatt å være en naturlig kilde. Utfra senere opplysninger er det sannsynliggjort at dette er et utløp fra et gammelt drens-system for overvann fra vestre del av flystasjonsområdet. Vannprøve B13 er hentet fra en prøvetakingsbrønn 5-6 m oppstrøms for «kilden» (K50) og den store forskjellen i vannkjemi gir sterke indikasjoner på at disse to vannprøvene må ha klart forskjellige opphav.

«Kilde»-utspringet dreneres direkte til Andselva. Analyser av vannet (K50) viser meget høye verdier for mangan, jern og total nitrogen i begge prøvetakingsrunder og tildels også høye

verdier for kadmium, bly, sink, nitrat og ammoniakk (tabell 10.1). Vannprøven fra første prøvetakingsrunde inneholder PAH-forbindelser, bl.a. den kreftfremkallende miljøgiften benso(a)pyren, i relativt høye konsentrasjoner (tabell 10.3). PAH-forbindelsene spores ikke i andre prøvetakingsrunde hvilket kan skyldes fortykning under snøsmeltingen. I første prøvetakingsrunde registreres også høyt CO₂-innhold, hvilket indikerer nedbryting av organisk materiale.

Prøven som ble tatt i K50 11/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening, men det ble kun påvist minimale spor av organiske miljøgifter (tabell 10.4).

Høyt CO₂-innhold i grunnen/grunnvannet medfører økt forvitring av kalsitt. Dette gjenspeiles i meget høye verdier for kalsium, magnesium og alkalitet både i B13 og K50. Nedenfor følger utdrag av viktige parametre fra analysetabell 10.1-10.2.

ID	prøvetatt	NO3	Tot. N	CO2	O2	Redok s.	Cd	Pb	Fe	Mn	Zn	benso(b _j _k) - fluoranter	benso(a) - pyren	indeno(123_e d) - pyren	dibenso(a _h) - antrasen	benso(ghi) - perylen	SUM 16 PAH
		mgNO3/l	mgN/l	mgCO2/l	mgO2/l	mV	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
B 13	11-okt-97	<0.05	-	40-50	-	-	<0.02	0.30	1.13	0.37	<0.002	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2
B 13	13-mai-98	0.422	0.89	<10	3.0	-60	0.04	0.58	0.77	0.15	0.005	-	-	-	-	-	-
K 50	11-okt-97	24.3	5.76	80-100	-	-	0.10	6.36	10.70	1.10	0.198	1.4	0.35	0.46	0.31	0.51	3.8
K 50	13-mai-98	10.5	3.04	30	6.8	34	0.07	0.10	8.62	0.65	0.098	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.0
I		~	<0.4	~	>9	~	<0.1	<1.2	<0.1	<0.05	<0.02	~	~	~	~	~	~
II		<50	~	~	>4	~	<5	<50	<1	<1	<5	1	1	1	1	1	1

GRENSEVERDI:

I = SFT-Veiledning nr 97:04: "Tabell 5 og 6; Tilstandsklasse II eller bedre".

II = Sosial- og helsedep. - Forskrift om vannforsyning og drikkevann: "Tabell 10, råvann kvalitetsklasse A3".

Vurdering av behov for tiltak

Tønner som er deponert i avfallsfylling 014 må graves opp av sertifisert entreprenør, under kontrollerte forhold med beredskap for eventuelle gass og væskelekkasjer, og transporteres til behandlingsanlegg/godkjent lagringsplass. Utfra risikoanalysen (avsnitt 8.3, tabell 9) er akseptable restnivå (risikobaserte opprensingsnivå, RBCL) for forurensninger i område 014 beregnet til; benzen - 5mg/kg, toluen - 0,7 mg/kg, xylen - 0,2 mg/kg og tetrakloretylen - 3 mg/kg. Tønneponiet er lokalisert ved sjaktgraving og vi ser derfor ikke behov for supplerende geofysiske undersøkelser. Eventuelle jordopprensningstiltak i område 014 bør vurderes utfra de observasjoner som gjøres mens arbeidet med fjerning av tønner pågår. Innholdet i 3 tønner som ble gravd opp i forbindelse med sjaktundersøkelsene ble analysert (bensin/jet-fuel, klorerte forbindelser, tjære/kreosot-lignende væsker). Det ble observert flere tønner som, utfra risiko for å frembringe lekkasjer, ikke ble gravd opp og inspisert nærmere.

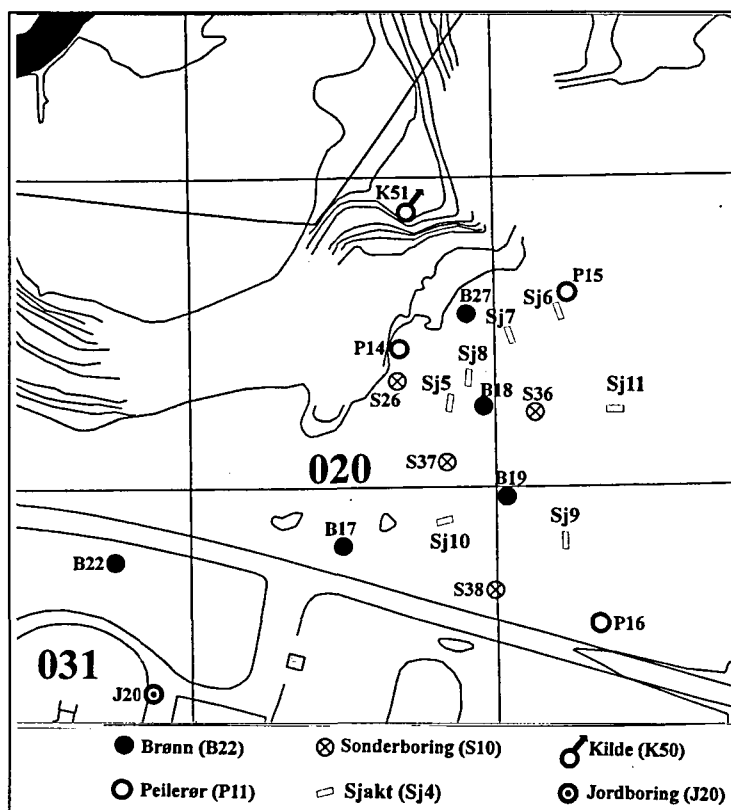
Med tanke på eventuelle rensertiltak av sigevann gjennomføres et overvåkingsprogram for en detaljert kartlegging av de vannkjemiske forhold i tilknytning til overflateavløp fra avfallsfylling 014 til Andselva. Overvåkingen bør løpe over en periode på ett år hvor det gjennom de første tre måneder tas ukentlige vannprøver med tanke på analyse av uorganiske (ICAP, AAS, IC) og organiske parametre (GC/FID, GC/ECD, GC/MS-SIM, GC/MS-scan). Etter denne innledende perioden evalueres de foreliggende vannkvalitetsdata med tanke på å definere videre prøvetakingsfrekvens og analyseprogram. Det bør etableres måledammer for kontinuerlig overvåking av avløpsmengde fra K50.

DATAARK LOKALITET 1924 020: FYLLING HOLDING AREA

UTSNITT AV KART (ikke i målestokk)

Brønnlogg: Figur 1.3 - 1.5 og 1,7
Hydrauliske parametre: Tabell 6
Gr.vann.st.: Tabell 7

Sonderboringer: 4
Jordboringer: 5
Brønner: 4
Peilerør: 3
Sjakter: 6



Innledende problembeskrivelse

Fyllingen er i dag et stort åpent område uten større vegetasjon. Fyllingen ble brukt fra 1945 og frem til ca. 1980. Fyllingen er plassert i raviner og dekker et område på 5000 m². I dette området kan olje og malingrester være deponert sammen med kassert intendanturmateriale og utrangerte kjøretøyer. Deponerte fat og krigsetterlatenskaper (tyske flymotorer i originalemballasje er funnet) er observert i fyllingsfoten. Fyllingen er overdekket av overskuddsmasser fra flystripa; morene og sand/grus. Det er observert jernutfelling og mulig oljefilm i bekk/myr i fyllingsfoten. Det er ingen oppsamling av sigevann. Mulig konflikt med ny trase for E6 og resipienten Andselva.

Arealutbredelse

Studier av flybildene fra 1958 viser at det er tett barskog i området. Dersom det er fylt noe er det mindre mengder. På flybildene fra 1964 er det fremdeles en tydelig dyp ravine ut mot Andselva, og det er en fyllingstipp øst for ravinen. Her finnes også et større grusuttak. I området vest for ravinen er det to groper i terrenget. På økonomisk kartverk fra 1972 er det fremdeles en tydelig ravine i terrenget og det er en ny fyllingstipp sør for den som ses på flybilde fra 1964.

Deponiets nordlige begrensning formes av skrenten ned mot Andselva. Deponiets antatte maksimale utbredelse er ca. 12500 m². Volumet er beregnet til ca. 50000 m³.

Grunn- og dreneringsforhold

Deponiets utstrekning begrenses i nord av den nye E6-traseen. I vest er det skogsterreng, i sør er det vei og skog, mens det i øst er et flatt område uten mye vegetasjon. I sjakt Sj6 er naturlige masser, mens det i de andre sjaktene er påvist fyllmasser. I boringene ved peilerørene P16, P49

og P40 er det ikke registrert fyllmasser, og dette er i samsvarer med de antatte deponigrensene. Brønn B17 og peilerør P15 ligger så vidt innenfor antatt deponigrense, men her er det ikke funnet fyllmasser. Det bemerkes imidlertid at det ble deponert store mengder løsmasse under arbeidet med den nye flystripa, og det er vanskelig å klassifisere disse massene som fyllmasser på grunnlag av sonderboringer. Dette vises tydelig ved at det i boringene S36, S37, S38 og B18 kun er registrert sand, grus og leire, og disse boringene ligger til dels sentralt i det antatte deponiområdet. I borepunktene P14, B18, S26 og B27 er det registrert fyllmasser. Sjakt Sj11 ligger like utenfor deponiet på østsiden. Massene består her av brunjord over glasifluvial grus og stein. I deponiet er det hardpakkede brune, tildels grove, fyllmasser over grå, kompakte fyllmasser. I sjaktene Sjø8, Sjø9 og Sjø10 er det funnet kvist blandet sammen med avfall.

Grunnboringene viser at leiroverflaten først stiger mot sør fra 60 m o.h. ved P28 til ca. 70 m o.h. ved B19. Derfra faller den mot nord til ca. 59 m o.h. ved B27. Mellom P28 og B19 ligger grunnvannsspeilet i sand/grusmasser, men nord for B19 ligger grunnvannsspeilet i fyllingsmasser. Langs den nordlige terrassekanten mot Andselva er grunnvannsgradienten ca. 5 cm/m hvilket gir en strømningshastighet i sand/grus-massene, $v_{\text{middel}} = 1 - 1,5$ m/døgn.

Jordanalyser

I sjakt Sjø9 ble det påvist et nesten tomt bensinfat, kabler, plastduker etc. I sjaktene Sjø8, Sjø9 og Sjø10 er konsentrasjonen av mineralolje 120-330 mg/kg tørrstoff i prøver fra 2.0 til 4.0 m dyp. Konsentrasjonen av toluen er 0,17 mg/kg i sjakt Sjø9 og 3,0 mg/kg i sjakt Sjø10. En prøve fra 3.0 m dyp i sjakt Sjø9 inneholder en lang rekke PAH- og PCB-forbindelser men summen av PAH < 40 mg/kg og summen av PCB < 1 mg/kg som er de gjeldende grenseverdier for lettere forurenset jord (SFT, 1997).

Sørøst for områdene lok. 031 og lok. 020 ble det gjort prøvetaking av massene i en synkekkum for overløpsvann ved Main Ramp (merket K57 på kartbilag 02). Massene i toppen av kummen består av grus og sand, og har som hensikt å filtrere bort partikler som kommer med det 'forurensede' overflatevannet ned i kummen. Analysene viser at innholdet av totale hydrokarboner (1200 mgTHC/kg) og sum PAH (98 mg PAH/kg) er over gjeldende grenseverdier for lettere forurenset jord som er henholdsvis 1000 mg/kg og 40 mg/kg. Det er kjent at PAH bindes sterkt til partikkeloverflater og det er derfor usikkert om PAH-forurensningen er spredd videre ned i grunnvannet. Lengre øst, ved brønnene B30 og B32, er det ikke registrert PAH i grunnvannet. Nærmeste registrering av PAH-forbindelser er ved fronten av Fylling 020 Holding Area, men her har PAH-forbindelsene en annen sammensetning og stammer derfor trolig fra en annen kilde.

Vannanalyser

Det ble etablert 4 prøvetakingsbrønner i tilknytning til område 020 (B17, 18, 19 og 27). B17 ble etablert som en referanse oppstrøms det antatte fyllingsområdet og viser noe forhøyet verdi for mangan, nitrat og ammoniakk, men ellers ingen klare forurensningstegn (tabell 10.1 - 10.3). B18, B19 og B27 viser ekstremt høye jernverdier (30-50 mg/l), meget høye manganverdier, og gjennomgående høye verdier for sink total nitrogen og ammoniakk. CO₂-innholdet er høyt (50-100 mgCO₂/l), hvilket indikerer nedbryting av organisk materiale. Grunnvannet har et markert negativt redokspotensiale noe som også forklarer de lave verdiene for oksygen, sulfat og nitrat. Under reduserende forhold vil sulfat reduseres til sulfider og nitrat til nitrogen-oksyder og eventuelt nitrogen-gass (denitrifisering).

Nitrat fra urea vil til en viss grad også kunne reduseres til ammonium, hvilket delvis kan forklare de høye ammoniakk-konsentrasjonene.

Med unntak av B17 har alle grunnvannsprøver fra område 020 et målbart innhold av hydrokarboner (THC = 20-400 µg/l, tabell 10.2). Hydrokarbonene er i hovedsak toulen og C9-C10-aromater. B27 viser også et relativt høyt totalinnhold av PAH (5,2 - 6 µg/l, tabell 10.3). Dette er i hovedsak nafta-forbindelser og fenantren (tabell 10.2). Kilden for dette kan være *kreosot*, idet lavere PAH-forbindelser som naftalen, fenantren, antrasen, acenaften og pyren utgjør ca 70 % av dette treimpregneringsmiddelet. Prøven inneholder også meget små, men kvantifiserbare, mengder av haloformer (111_trikloretan, tabell 10.3).

Ved foten av brattskrenten i nordenden av fyllinga kommer det ut grunnvann i en «naturlig» kildehorisont. Vannet renner sammen med vann fra «kilden» K50 i et bekkefar ut i Andselva. Vannprøver fra kilden (K51) viser i første prøvetakingsrunde tilnærmet samme kjemiske signatur som vannet fra B27; meget høyt innhold av jern og mangan, høye verdier for Zn, CO₂, Ca, Mg og HCO₃, lavt innhold av sulfat og nitrat, spor av toulen og aromater, relativt høyt innhold av PAH (tot. PAH 5,2 - 6 µg/l) i form av nafta-forbindelser og fenantren samt spor av haloformer. I andre prøvetakingsrunde er innholdet av alle disse komponenter betydelig redusert, hvilket kan skyldes fortykning under snøsmeltingen.

Prøvene som ble tatt i B27 og K51 i oktober -97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening og det ble påvist spor av flere organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer (tabell 10.4). Blant disse observeres flere typer ftalater som i første rekke er kjent som mykgjørere i ulike plastprodukter.

Rundt utløpet av kilden K51 observeres et rødbrunt bunnslam som er typisk for jernutfellinger. Når det jernrike grunnvannet kommer i kontakt med luft oksyderes jernet og felles ut. Slammet har tildels en geleaktig konsistens som er typisk for bakteriekulturer som ernærer seg på jern.

Grunnvannet i område 020 viser en klassisk avfallsplass-«signatur» hvor nedbryting av organisk materiale gir oksygenunderskudd, reduksjon av svovel- og nitrogenforbindelser, utluting av metaller og produksjon av CO₂. Høyt CO₂-innhold medfører økt forvitring av kalsitt, noe som gjenspeiles i meget høye verdier for kalsium, magnesium og alkalitet. . Nedenfor følger utdrag av viktige parametre fra analysetabell 10.1-10.2.

ID	prøvetatt	SO4	Tot. N	CO2	O2	Redoks	Fe	Mn	Zn	Total hydrokarboner	naftalen	asenafte n	fluore n	fenantren	SUM 16 PAH	111-triklor etan
		mgSO4/l	mgN/l	mgCO2/l	mgO2/l	mV	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
B 19	10-okt-97	2.65	0.12	100	2.5	-	32.10	1.09	0.031	49	-	-	-	-	-	-
B 19	12-mai-98	2.89	>8.35	60-70	2.2	-140	37.10	1.41	0.167	20	-	-	-	-	-	-
B 27	10-okt-97	0.26	-	80-100	2.6	-	50.90	1.74	<0.002	390	4.50	0.56	0.40	0.42	6.0	0.57
B 27	12-mai-98	2.75	7.04	50	0.8	-210	25.10	0.71	0.005	220	2.70	0.23	0.2	0.3	5.2	-
K 51	11-okt-97	0.84	-	90-100	-	-	51.60	1.92	0.042	200	3.40	0.30	0.18	0.17	4.4	0.63
K 51	13-mai-98	10.10	0.64	20	9.8	42	2.71	0.96	0.014	< 5 - 50	0.04	0.033	0.025	0.078	0.3	0.16
B 17	11-okt-97	8.85	2.01	17	<10	-	0.03	0.56	0.004	< 5 - 50	-	-	-	-	-	-
B 17	12-mai-98	6.13	1.77	24	3.9	<120	0.04	0.21	<0.002	< 5 - 50	-	-	-	-	-	-
B 18	10-okt-97	0.63	-	90-100	3.2	-	41.40	1.53	0.036	100	-	-	-	-	-	-
B 18	12-mai-98	0.05	>8.37	100	1.4	-200	55.90	1.61	0.071	250	-	-	-	-	-	-
	I	~	<0.4	~	>9	~	<0.1	<0.05	<0.02	~	~	~	~	~	~	~
	II	<250	~	~	>4	~	<1	<1	<5	~	1.00	1	1	1	~	~

GRENSEVERDI:

I = SFT-Veiledning nr 97:04: "Tabell 5 og 6; Tilstandsklasse II eller bedre".

II = Sosial- og helsedep. - Forskrift om vannforsyning og drikkevann: "Tabell 10, råvann kvalitetsklasse A3".

Vurdering av tiltak

Et relativt omfattende program med sjaktgravinger og prøvetakende boringer ble gjennomført innen avfallsfyllingen 020 uten at vesentlige forekomster av deponert miljøskadelig avfall ble påvist. Vi finner derfor ikke grunnlag for å anbefale umiddelbare tiltak/tiltaksundersøkelser rettet mot deponert avfall i dette området. Behovet for videre tiltak/tiltaksundersøkelser bør vurderes i relasjon til de vannkjemiske data som fremkommer etter overvåking av kilden K51

Med tanke på eventuelle rensetiltak gjennomføres et overvåkingsprogram for en detaljert kartlegging av de vannkjemiske forhold i tilknytning til overflateavløp fra avfallsfylling 020 til Andselva. Overvåkingen bør løpe over en periode på ett år hvor det gjennom de tre første måneder tas ukentlige vannprøver med tanke på analyse av uorganiske (ICAP, AAS, IC) og organiske parametre (GC/FID, GC/ECD, GC/MS-SIM, GC/MS-scan). Etter denne innledende perioden evalueres de foreliggende vannkvalitetsdata med tanke på å definere videre prøvetakingsfrekvens og analyseprogram. Det bør etableres måledammer for kontinuerlig overvåking av avløpsmengde fra K51. Utfra risikoanalysen (avsnitt 8.3, tabell 9) er akseptabelt restnivå (risikobaserte opprenskningsnivå, RBCL) for jern i grunnvann i område 020 beregnet til 10 mg/l.

Det bør settes ned en grunnvannsbrønn for å undersøke om den registrerte forurensningen (PAH og THC i sediment) i synkekum for overflateavrenning fra 'Main Ramp' transporteres videre med grunnvannet mot lokalitet 020.

DATAARK LOKALITET 1924 027: BYGG- OG ANLEGGSSKVADRONEN-OMRÅDET

UTSNITT AV KART

(ikke i målestokk)

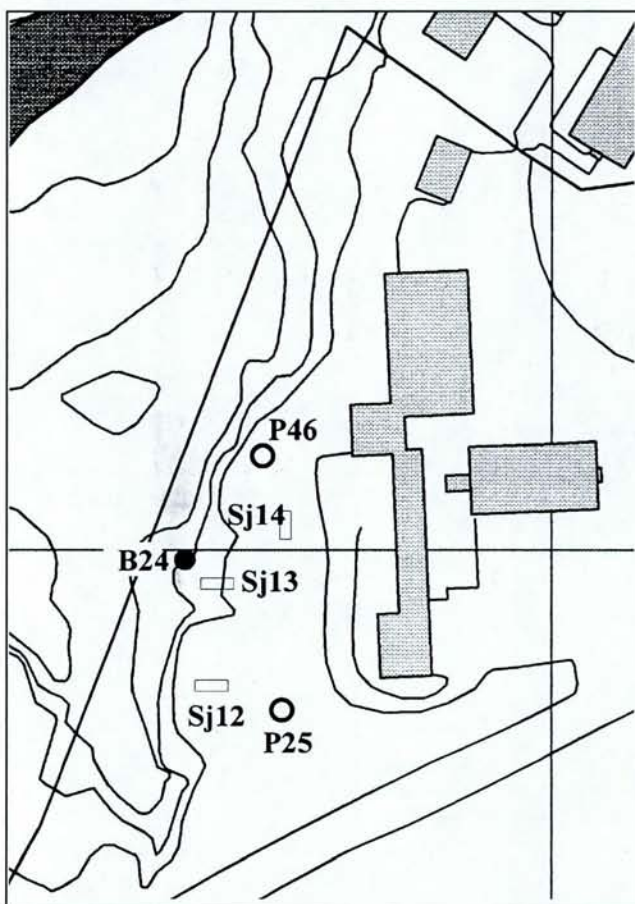
Brønnlogg: Figur 1.5 og 1.9
Sjaktbeskrivelse: Figur 3.12 - 3.14
Hydrauliske parametre: Tabell 6
Gr.vann.st.: Tabell 7

Brønner: 1
Peilerør: 2
Sjakter: 3

Innledende problembeskrivelse

Fyllingen ligger i nordvestre del av flyplassområdet. Fyllingen ble brukt fra 1940 og frem til ca. 1945 for deponering av krigsetterlatenskaper. Det er opplysninger om at transformatorer kan være deponert her sammen med annet avfall, men det er usikkert hvor

eventuelle transformatorer er deponert. Det er ingen oppsamling av sigevann, men heller ikke observert forurensning. Mulig konflikt med dagens arealbruk.



Arealutbredelse

Studier av flybilder fra 1948 til 1964 viser at det er deponert masser over en lang periode i dette området ved vestenden av flystripa mot Andselva. Flybilder fra 1948 viser at det etter krigen ble deponert masser i området bak bygningene til B & A. Etter 1964 er flere bygninger revet og veien er lagt om i en ny trasé. Fyllingen med krigsetterlatenskap, inkl. piggråd og transformatordele er delvis utenfor dagens gjerde.

Deponiets avgrensning opp mot gjerdet i nordvest er kartlagt. Arealet av dette området er ca. 1300 m². Bunnen av deponiet kan stedvis påvises ved ca. 3-4 m dyp, og deponiets volum er beregnet til ca. 2600 m³.

Grunn- og dreneringsforhold

Det ligger fylling i området mellom byggene til Bygg og Anleggsskvadronen og Andselva. Grunnvannsspeilet ligger trolig på ca 2-3 m dyp. I sjakt Sj12 er det naturlige masser, mens massene i sjaktene Sj13 og Sj14 delvis består av fyllmateriale (husholdningsavfall) fra ca. 0,6

- 1 m dyp. Sonderboring P25 ligger utenfor deponiet mens boringene B24 og P46 ligger innenfor.

Leiroverflaten ligger på 2 - 3 meters dyp og definerer nivået for grunnvannsspeilet; ca. 70 m o.h. Grunnvannsgradienten er ca. 1 cm/m hvilket gir en strømningshastighet i finsand/silt-massene på $v_{\text{middel}} = 3 - 4 \text{ cm/døgn}$.

Jordanalyser

Prøve 30 (område 027, boring B24 på 5 - 5,5 m dyp) inneholder 33,1 mg Ni/kg. Analyse av masser fra 1,4 og 2,0 m dyp i sjaktene Sj13 og Sj14 gir verdier under deteksjonsgrensen for PAH, PCB og haloformer og andre klorerte løsemidler .

Vannanalyser

Analysene av grunnvannsprøver fra B24 viser i begge prøvetakingsrunder verdier som tilsvarer tilstandsklasse III-IV (mindre god-meget dårlig) når det gjelder mangan, jern, total nitrogen og oksygen (tabell 10.1). Årsaken til de høye metallverdiene i grunnvannet er sannsynligvis nedbryting av deponert organisk materiale og derav følgende oksygenunderskudd og metallutluting. Vannprøvene overskrider ingen av de øvrige grenseverdier for innhold av uorganiske eller organiske komponenter (tabell 10.1 - 10.3).

Grunnvannsprøvene inneholder meget små, men kvantifiserbare, mengder av haloformer (klorerte hydrokarboner) i form av tri- og tetraklormetan (tabell 10.3). Prøven som ble tatt i B24 11/10/97 ble også analysert ved hjelp av GC/MS-screening, men det ble ikke påvist spor av organiske miljøgifter/miljøfremmede stoffer (tabell 10.4). Nedenfor følger utdrag av viktige parametre fra analysetabell 10.1-10.2.

ID	prøvetatt	Tot. N	O2	Fe	Mn	Triklor -metan	Tetraklor - metan
		mgN/l	mgO2/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
B 24	11-okt-97	0.61	-	0.28	0.29	1.5	0.73
B 24	11-mai-98	0.14	2.1	0.12	0.12	0.48	0.81
I		<0.4	>9	<0.1	<0.05	~	~
II		~	>4	<1	<1	~	~

GRENSEVERDI:

I = SFT-Veiledning nr 97:04: "Tabell 5 og 6; Tilstandsklasse II eller bedre".

II = Sosial- og helsedep. - Forskrift om vannforsyning og drikkevann: "Tabell 10, råvann kvalitetsklasse A3".

Vurderinger og tiltak

Det er ikke påvist noen forurensning i de gjennomført undersøkelsene og det har derfor heller ikke vært behov for en nærmere avgrensning av området.

DATAARK LOKALITET 1924 031: ESSO FLYSERVICE

UTSNITT AV KART

(ikke i målestokk)

Brønnlogg: Figur 1.4

Hydrauliske parametre: Tabell 6

Gr.vann.st.: Tabell 7

Brønner: 2

Jordboringer: 2

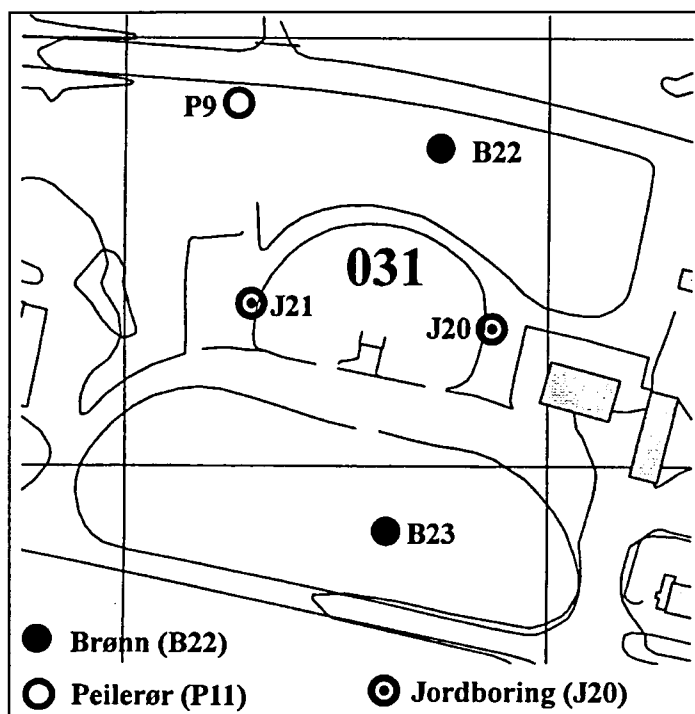
Peilerør: 1

Innledende problembeskrivelse

Området ligger mellom lokalitet 014 og flystripa. Her er det både en avfallsfylling for

krigsetterlatenskaper og mulig

forurensning fra aktiviteten til Esso flyservice. Fyllingen ble etablert i 1945 og dekker et område på ca. 400 m². Den inneholder bl.a. jernsenger og det er usikkert når fyllingen ble avsluttet. Det er ikke rapportert om uhell eller utslipp av drivstoff fra anlegget til Esso flyservice, men det skal kontrolleres om det allikevel kan være oljeforurensning i grunn eller grunnvann. Ingen oppsamling ved eventuelt søl og spill. Det er usikkert om det er noen konflikt.



Arealutbredelse

I denne undersøkelsen er et område på ca. 20.000 m² gitt betegnelsen Esso flyservice.

Grunn- og dreneringsforhold

I området er det leire på 7 - 11 meters dyp. Over leiren er det sand som mot overflaten er dominert av grus og stein. De gjennomførte undersøkelsene har ikke truffet på fyllmasser. Grunnvannspeilet ligger på ca. 4 meters dyp. Grunnvannsgradienten er ca. 0,6 mm/m hvilket gir en strømningshastighet i sand/grus-massene på $v_{\text{middel}} = 1 - 2$ cm/døgn.

Jordanalyser

Det er foretatt to jordboringer med 38° helning under de nedgravde tankene. I J20 ble det tatt ut sju prøver mens det i J21 ble tatt ut seks prøver. Figur 5 viser plassering av boringer og prøveuttak. Det ble analysert tre prøver fra hver av boringene, men det ble ikke påvist hydrokarboner i noen av prøvene.

Vannanalyser

I tillegg til referansbrønnen B23 (se nærmere omtale i avsnitt 7.3) oppstrøms/sør for tankanleggene ble det etablert en prøvetakingsbrønn B22 nedstrøms/nord for anlegget. Grunnvannsanalysene fra B22 viser ingen tegn til organisk eller uorganisk forurensning i tilknytning til tankanleggene (tabell 10.1). Nedenfor følger utdrag av viktige parametre fra analysetabell 10.1-10.2.

ID	prøvetatt	Fe	Mn
		mg/l	mg/l
B 22	11-okt-97		
B 22	12-mai-98	0.07	0.01
B 23	11-okt-97	1.14	4.18
B 23	12-mai-98	0.05	0.08
I		<0.1	<0.05
II		<1	<1

GRENSEVERDI:

I = SFT-Veiledning nr 97:04: "Tabell 5 og 6; Tilstandsklasse II eller bedre".

II = Sosial- og helsedep. - Forskrift om vannforsyning og drikkevann: "Tabell 10, råvann kvalitetsklasse A3".

Vurdering av behov for tiltak

Det er ikke påvist noen forurensning i de gjennomført undersøkelsene og det har derfor heller ikke vært behov for en nærmere avgrensning av området.

DATAARK LOKALITET 1924 035: HANGAR III - TIDLIGERE NEDGRAVD FYRINGSOLJETANK

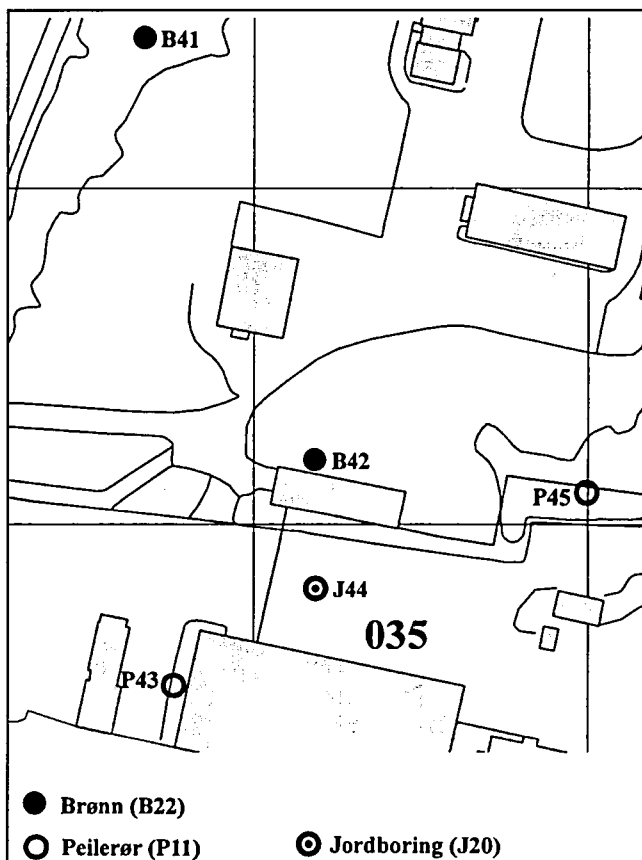
UTSNITT AV KART (ikke i målestokk)

Brønnlogg: Figur 1.4
Hydrauliske parametre: Tabell 6
Gr.vann.st.: Tabell 7

Brønner: 2
Jordboringer: 1
Peilerør: 2

Innledende problembeskrivelse

Området ligger rett vest for den sivile terminalbygningen. I tidsrommet 1989 - 90 skal det i løpet av en helg ha oppstått en lekkasje av fyringsolje i koblingen mellom returledning fra fyrhusene inne i Hangar III og tanken på 50 m³ som lå på utsiden av hangaren, ca. 10 meter fra veggen på vedbua. Sannsynligvis har 30 m³ fyringsolje infiltrert i grunnen. Da den nye terminalen ble bygd i 1990 ble bygget i tilknytning til tanken revet og den nedgravde tanken ble derfor tatt ut av bruk. Den ble liggende i bakken etter at den var tømt for olje og fylt med sand. I 1990-91 ble det anlagt asfaltert parkeringsplass på området. Det er mulig konflikt med nåværende arealbruk.



Arealutbredelse

I denne undersøkelsen er et område på ca. 20.000 m² gitt betegnelsen Hangar III - området.

Grunn- og dreneringsforhold

Området er i dag asfaltert og blir brukt til parkeringsplass. Ved fundamentet for det gamle tankhuset har det vært setninger i grunnen slik at det er en forsenking i asfalten. Leiroverflaten ligger fra 4 til 7 m under marknivå, mens grunnvannsspeilet ligger ca. 72 m.o.h. (2-3 m under marknivå). Grunnvannsgradienten er her av størrelsesorden 2-5 mm/m. Midlere strømningshastighet for grunnvannet i de permeable sand/grus-massene er her beregnet til:
 $V_{\text{middel}} = 5-15 \text{ cm/døgn.}$

Jordanalyser

Det er foretatt en jordboring (J44) sentralt i området hvor den nedgravde tanken lå. I tillegg er det tatt ut jordprøver i forbindelse med etablering av brønnene B41 og B42. I J44 ble det tatt

ut 2 prøver fra 5 og 7 m dyp, i B41 fra 4 og 7 m dyp, og i B42 fra 3,5 og 5,5 m dyp. Alle prøvene er analysert mht. hydrokarboner, men det ble ikke påvist hydrokarboner i noen av prøvene.

Vannanalyser

Som omtalt under avsnitt 7.3 viser grunnvannsprøvene fra B41 og B42 (område 035) det desidert laveste innhold av ioner i hele prøvesettet. Innholdet av basekationer og bikarbonat er kun 1/5 av hva som generelt opptrer i de øvrige undersøkelseslokaliteter. Grunnvannet har en oksygenmetning på 80-90 % (10-11 mg/l) i motsetning til 30-40 % i de øvrige lokaliteter. Analyseverdiene fra område 035 ligger betydelig lavere enn de aktuelle grenseverdier for alle uorganiske og organiske parametre. Spor etter eventuelle oljelekkasjer fra de tidligere tankanleggene er ikke påvist.

Vurdering av behov for tiltak

Det er ikke påvist hydrokarboner i de analyserte jord- og vannprøver og det har derfor heller ikke vært behov for en nærmere avgrensning av området.

DATAARK LOKALITET 1924 038/039: BOBAK - OMRÅDET RUNDT TIDLIGERE TANKANLEGG OG FYLLEPOST

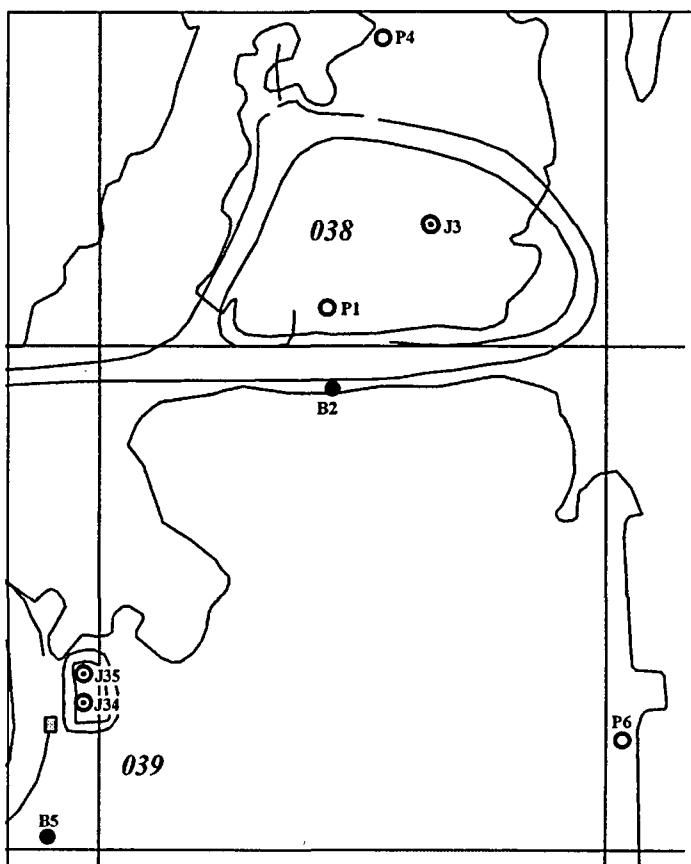
UTSNITT AV KART (ikke i målestokk)

Brønnlogg: Figur 1.1
Hydrauliske parametre: Tabell 6
Gr.vann.st.: Tabell 7

Brønner: 2
Jordboringer: 3
Peilerør: 3

Innledende problembeskrivelse

Området ligger sørvest for flystripa med Rustadhøgda i vest. Allerede på tyske kart fra 1942 går det klart frem at både område 038 og 039 ble brukt til lagring av drivstoff. Det er ikke rapportert om uhell eller utslipp av drivstoff fra anleggene, men det skal kontrolleres om det allikevel kan være oljeforurensning i grunn eller grunnvann.



Arealutbredelse

Lokalitet 038: Arealet av tankområdet er utfra et tyske kart fra 1942 beregnet til ca. 18 000m² (180 * 100 m). Det var gravd ned fire tanker à 25 m³. Anlegget ble tatt ut av drift på slutten av 60-tallet, begynnelsen av 70-tallet. Tankene var gravd ned i fire tilstøtende områder. Tankene og et hus ble gravd opp og fjernet i 1997. I følge kaptein Eig ble det ikke observert forurensning i forbindelse med gravearbeidet. Arbeidet ble utført av SP Maskin, Harstad. Vollmesteravdelingen var lokalt ansvarlig for arbeidet.

Lokalitet 039: På grunnlag av et tysk kart fra 1942 er arealet av tankområdet beregnet til ca. 32 000 m² (180 * 180 m). I nyere tid er dette området inntil veien brukt som fyllepost, mens det er vokst opp skog i området ut mot taxebanen. I 1994 ble det gravd opp tre tanker og fylleposten ble flyttet til andre siden av veien. Det ble ikke observert lukt eller forurensning i forbindelse med gravearbeidet.

Grunn- og dreneringsforhold

Område 038 er omgitt av skog mens område 039 ligger inn til veien mellom flyplassen og Heggelia i vest og skog i øst. I P1 er det påvist fjell på 22 meters dyp. Det er ikke funnet leir/silt lag i dette området. Massene består av sand som blir gradvis grovere mot overflaten.

Grunnvannspeilet ligger ca. 72 m.o.h. (ca. 8 m under marknivå). Grunnvannsgradienten er her av størrelsesorden 2-5 mm/m. Midlere strømningshastighet for grunnvannet i de permeable sand/grus-massene er her beregnet til: $v_{\text{middel}} = 5-15 \text{ cm/døgn}$.

Jordanalyser

Lokalitet 038: I prøvene fra B2 (2 m) og J3 (4 m) ble det påvist mindre mengder hydrokarboner, henholdsvis 43 mg/kg og 78 mg/kg. Grenseverdi for lettere forurenset jord er satt til 1000 mg/kg (SFT 1997). I de andre prøvene ble det ikke påvist hydrokarboner.

Lokalitet 039: Følgende prøver er analysert for hydrokarboner: J34 fra 4,2 og 8 m; J35 fra 4 og 8 m og B5 fra 4,5 og 8 m dyp. Det ble ikke påvist hydrokarboner i noen av prøvene.

Vannanalyser

Grunnvannsprøvene fra område 038 (B2) viser et innhold av jern og mangan som er noe høyere enn grenseverdiene for «råvann-klasse A3» (tabell 10.1). Det er påvist hydrokarboner (THC = 6-190 µg/l) i B2 i begge prøvetakingsrunder, vesentlig i form av toluen (tabell 10.2). For alle de øvrige parametrene ligger analyseverdiene for vannprøvene B2 og B5 (område 039) innenfor de aktuelle grenseverdier både når det gjelder uorganiske og organiske analyser (tabell 10.1 - 10.3). Nedenfor følger utdrag av viktige parametre fra analysetabell 10.1-10.2.

ID	Lokalitet	prøvetatt	Fe	Mn	Total hydrokarboner
			mg/l	mg/l	µg/l
B 2	038(OFF)	12-okt-97	2.14	1.90	6.2
B 2	038(OFF)	12-mai-98	1.47	1.31	290
B 5	039(OFF)	12-okt-97	<0.01	0.09	< 5 - 50
B 5	039(OFF)	11-mai-98	0.01	0.01	< 5 - 50
I			<0.1	<0.05	~
II			<1	<1	1000

GRENSEVERDI:

I = SFT-Veiledning nr 97:04: "Tabell 5 og 6; Tilstandsklasse II eller bedre".

II = Sosial- og helsedep. - Forskrift om vannforsyning og drikkevann: "Tabell 10, råvann kvalitetsklasse A3".

Vurdering av behov for tiltak

Det er ikke påvist hydrokarboner i de analyserte jordprøver: I vannprøvene er de målte mengder med hydrokarboner lavere enn gjeldende grenseverdi. Det er derfor ikke behov for videre undersøkelser på området.

TABELLER

Tabell 10.1 - 10.4: Samlet oversikt over grunnvannsanalyser (oktober 97 og mai 98).

Tabell 11.1 - 11.3: Samlet oversikt over jordkjemiske analyser.

Tabell 12.1 - 12.2: Samlet oversikt over innsamlede jord- og sedimentprøver med oversikt over analyseprogram.

Grenseverdi I

ID	Lokalitet	prøvetatt	ANIONER - IC				NITROGENFORBIND.				LØSTE GASSER			FYSISK-KJEMISK ANAL.				BASEKATIONER - ICAP				METALLER - ICAP											
			F	Cl	Br	PO4	SO4	NO2	NO3	NH3	Tot. N	CO2	H2S	O2	Ledn	pH	alk	Redoks.	Mg	Ca	Na	K	Cd	Pb	Hg	Ni	Al	Fe	Ti	Mn	P	Cu	Zn
			mg/l	mg/l	mg/l	mgPO4/l	mgSO4/l	mgNO2/l	mgNO3/l	mgNH3/l	mgN/l	mgCO2/l	mgH2S/l	mgO2/l	µS/cm		mmol/l	mV	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
K 53	KULV	12-okt-97	0.053	7.02	<0.1	<0.2	92.80	<0.05	12.1	-	2.73	>>100	19.7	526	7.3	2.9	-	9.2	73.8	7.7	9.82	0.04	0.38	<0.010	0.023	<0.02	1.89	<0.005	0.45	<0.1	0.005	0.008	
K 53	KULV	13-mai-98	0.334	5.61	<0.1	<0.2	57.70	0.186	4.74	-	1.13	18	-	10.3	332	6.9	2.1	30	6.0	44.8	5.4	6.50	0.07	0.33	-	<0.02	0.06	3.91	<0.005	0.23	<0.1	<0.005	0.012
E 54	ANDS 1	13-okt-97	<0.05	5.15	<0.1	<0.2	2.03	<0.05	26.5	-	5.99	-	-	78	7.7	0.6	-	1.2	9.4	3.0	0.77	0.08	<0.2	<0.010	<0.02	0.04	<0.01	<0.005	<0.001	<0.1	<0.005	0.003	
E 54	ANDS 1	13-mai-98	<0.05	4.89	<0.1	<0.2	1.85	<0.05	0.318	-	0.07	<10	-	72	7.6	0.5	150	1.1	8.4	2.7	0.77	0.04	0.10	-	<0.02	0.05	0.07	<0.005	0.01	<0.1	<0.005	0.002	
E 56	ANDS 2	13-okt-97	<0.05	5.19	<0.1	<0.2	2.15	<0.05	0.643	-	0.15	-	-	84	7.5	0.6	-	1.3	9.8	3.2	0.81	<0.02	<0.2	<0.010	<0.02	0.03	0.01	<0.005	0.00	<0.1	<0.005	0.002	
E 56	ANDS 2	13-mai-98	<0.05	4.85	<0.1	<0.2	1.80	<0.05	0.283	-	0.06	<10	-	12.2	72	7.6	0.5	150	1.1	8.3	2.8	0.70	0.01	0.10	-	<0.02	0.04	0.09	<0.005	0.01	<0.1	<0.005	<0.002
E 55	BARDU	12-okt-97	<0.05	2.70	<0.1	<0.2	4.96	<0.05	0.739	-	0.17	-	-	115	7.8	0.9	-	2.5	15.1	1.8	0.81	0.15	1.41	<0.010	<0.02	0.04	0.04	<0.005	0.01	<0.1	<0.005	<0.002	
E 55	BARDU	14-mai-98	<0.05	2.92	<0.1	<0.2	3.04	<0.05	0.315	-	0.07	-	-	12.0	-	-	210	1.5	8.4	1.7	1.01	0.03	0.10	-	<0.02	0.05	0.09	<0.005	0.01	<0.1	<0.005	<0.002	
B 24	027(AF)	11-okt-97	0.058	8.03	<0.1	<0.2	15.10	<0.05	2.69	-	0.61	<10	-	430	7.5	5.7	-	10.4	61.7	9.4	6.57	<0.02	0.39	<0.010	<0.02	0.04	0.28	<0.005	0.29	<0.1	<0.005	<0.002	
B 24	027(AF)	11-mai-98	0.153	7.06	<0.1	<0.2	16.30	0.15	0.416	-	0.14	-	-	371	7.5	4.4	-	7.4	52.7	6.3	5.26	0.03	0.32	-	<0.02	0.08	0.12	0.00564	0.12	<0.1	<0.005	0.002	
B 13	014(AF)	11-okt-97	0.129	11.5	<0.1	<0.2	3.54	<0.05	<0.05	-	-	40-50	-	425	7.5	4.6	-	13.8	57.6	9.1	8.15	<0.02	0.30	<0.010	<0.02	0.04	1.13	<0.005	0.37	<0.1	<0.005	<0.002	
B 13	014(AF)	13-mai-98	0.125	10.1	<0.1	<0.2	9.29	0.104	0.422	0.92	0.89	<10	0.01	3.0	331	7.8	4.8	-60	11.0	37.4	12.0	6.26	0.04	0.58	-	<0.02	0.14	0.77	0.0087	0.15	<0.1	<0.005	0.005
K 50	014(AF)	11-okt-97	<0.05	7.15	<0.1	<0.2	11.20	0.882	24.3	-	5.76	80-100	-	360	6.5	2.5	-	7.0	46.3	6.2	3.57	0.10	6.36	<0.010	<0.02	<0.02	10.70	<0.005	1.10	<0.1	<0.005	0.198	
K 50	014(AF)	13-mai-98	<0.05	5.00	<0.1	<0.2	6.88	0.308	10.5	0.7	3.04	30	0.00	6.8	197	6.4	1.5	34	4.3	25.4	3.5	2.89	0.07	0.10	-	<0.02	0.04	8.62	<0.005	0.63	<0.1	<0.005	0.098
B 19	020(AF)	10-okt-97	<0.05	12.0	<0.1	<0.2	2.65	<0.05	0.527	-	0.12	100	0.00	2.5	370	6.5	2.6	-	5.2	34.2	14.2	3.13	<0.02	<0.2	<0.010	<0.02	0.07	32.10	<0.005	1.09	<0.1	<0.005	0.031
B 19	020(AF)	12-mai-98	0.132	5.80	<0.1	<0.2	2.89	0.165	0.265	>10	8.15	60-70	0.00	2.2	343	6.5	3.4	-140	6.1	43.3	7.4	4.32	0.07	0.67	-	<0.02	0.04	37.10	<0.005	1.41	<0.1	<0.005	0.167
B 27	020(AF)	10-okt-97	1.58	9.47	<0.1	<0.2	0.26	<0.05	<0.05	-	-	80-100	0.00	2.6	692	6.7	5.5	-	7.0	88.6	9.3	5.91	<0.02	<0.2	<0.010	<0.02	0.03	50.90	<0.005	1.74	<0.1	<0.005	<0.002
B 27	020(AF)	12-mai-98	0.586	2.57	<0.1	<0.2	2.75	0.176	0.292	8.4	7.04	50	0.02	0.8	304	6.8	3.2	-210	2.9	51.1	4.3	3.11	0.04	0.41	-	<0.02	0.03	25.10	<0.005	0.71	<0.1	<0.005	0.005
K 51	020(AF)	11-okt-97	1.27	9.99	<0.1	<0.2	0.84	<0.05	<0.05	-	-	90-100	-	632	6.6	5.0	-	6.7	72.2	9.0	5.90	0.04	<0.2	<0.010	<0.02	0.02	51.60	<0.005	1.92	<0.1	<0.005	0.042	
K 51	020(AF)	13-mai-98	0.154	7.01	<0.1	<0.2	10.10	<0.05	2.82	-	0.64	20	-	9.8	298	7.1	2.9	42	5.1	40.8	5.4	3.75	0.05	0.10	-	<0.02	0.11	2.71	<0.005	0.96	<0.1	<0.005	0.014
B 17	020(AF)	11-okt-97	<0.05	8.67	<0.1	<0.2	8.85	<0.05	8.88	-	2.01	17	-	<10	435	7.1	4.5	-	7.7	85.2	5.4	4.30	0.05	0.26	<0.010	<0.02	<0.02	0.03	<0.005	0.56	<0.1	<0.005	0.004
B 17	020(AF)	12-mai-98	0.053	6.68	<0.1	0.248	6.13	0.105	4.13	0.98	1.77	24	0.00	3.9	511	7.4	5.3	<120	11.8	84.8	5.7	3.31	0.07	0.38	-	<0.02	<0.02	0.04	<0.005	0.21	<0.1	<0.005	<0.002
B 18	020(AF)	10-okt-97	1.04	12.4	<0.1	<0.2	0.63	<0.05	<0.05	-	-	90-100	0.00	3.2	378	6.4	2.7	-	6.0	38.4	7.9	3.38	0.04	<0.2	<0.010	<0.02	0.07	41.40	<0.005	1.53	<0.1	<0.005	0.036
B 18	020(AF)	12-mai-98	2.75	5.82	<0.1	<0.2	0.05	0.159	0.367	>10	>8.37	100	0.00	1.4	399	6.6	3.9	-200	6.3	51.7	5.8	3.45	0.18	0.72	-	<0.02	0.04	55.90	<0.005	1.61	<0.1	<0.005	0.071
B 47	003(AF)	12-okt-97	<0.05	7.02	<0.1	<0.2	12.00	<0.05	12.1	-	2.73	50	-	-	7.1	1.8	-	6.6	27.9	7.1	5.96	0.18	2.97	<0.010	<0.02	<0.02	<0.01	<0.005	0.24	<0.1	<0.005	0.005	
B 47	003(AF)	14-mai-98	0.067	6.72	0.184	<0.2	9.41	0.183	7.99	-	1.86	16	-	121	6.3	0.6	-	3.3	11.7	3.4	2.37	0.11	0.10	-	<0.02	0.04	0.03	<0.005	0.11	<0.1	<0.005	0.011	
B 48	024(O)	14-mai-98	<0.05	10.4	<0.1	<0.2	15.60	<0.05	16.3	0.47	4.07	-	0.02	-	-	-	-	4.2	21.6	6.4	3.73	0.24	0.36	-	<0.02	0.04	0.04	<0.005	0.37	<0.1	<0.005	0.012	
B 2	038(O)	12-okt-97	<0.05	9.55	<0.1	<0.2	8.43	<0.05	1.60	-	0.36	20	-	-	170	6.9	1.2	-	3.9	16.5	7.1	4.50	0.05	1.00	<0.010	0.027	0.05	2.14	<0.005	1.90	<0.1	<0.005	0.004
B 2	038(O)	12-mai-98	<0.05	8.11	<0.1	<0.2	7.65	0.093	0.625	0.53	0.61	16	0.00	7.0	110	6.2	0.6	122	2.0	9.5	5.0	3.38	0.18	0.27	-	0.065	<0.02	1.47	<0.005	1.31	<0.1	<0.005	0.004
B 5	039(O)	12-okt-97	<0.05	10.9	<0.1	<0.2	8.33	<0.05	0.737	-	0.17	35-40	-	6.8	136	6.3	0.8	-	2.6	14.4	5.6	2.64	0.05	0.71	<0.010	<0.02	0.03	<0.01	<0.005	0.09	<0.1	<0.005	<0.002
B 5	039(O)	11-mai-98	<0.05	8.16	<0.1	<0.2	6.78	<0.05	3.19	<0.05	0.72	14	-	12.6	113	6.1	0.6	-	1.9	11.6	4.8	2.02	0.06	0.53	-	<0.02	<0.02	0.01	<0.005	0.01	<0.1	<0.005	<0.002
B 31	008 BRANN	12-okt-97	0.837	20.9	<0.1	<0.2	62.20	<0.05	<0.05	-	-	-	-	1280	7.1	12.3	-	11.3	66.8	210.0	13.80	<0.02	1.43	<0.010	<0.02	0.02	0.75	<0.005	4.63	<0.1	0.009	0.011	
B 31	008 BRANN	14-mai-98	0.069	4.64	0.138	<0.2	59.70	0.124	0.309	2.72	2.35	50	0.00	-	801	7.3	7.6	-	7.2	96.8	46.4	18.60	0.16	2.20	-	<0.02	0.04	0.49	<0.005	1.86	<0.1	<0.005	0.014
B 41	035(O)	13-okt-97	<0.05	5.49	<0.1	<0.2	2.11	<0.05	1.20	-	0.27	-	-	10.6	76	7.1	0.6	-	1.5	9.2	3.0	1.13	0.03	0.28	<								

Grenseverdi I

Grenseverdi II

ID	Lokalitet	prøvetatt	METALLER - ICAP (fortsettelse fra foranstående tabell)															HYDROKARBONER - GC/FID- SCREENING							16 EPA PAH-forbindelser							
			Si	Co	V	Mo	Cr	Ba	Sr	Zr	Ag	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	Benzen	Toluen	Etylbenzen	Xylen	C9-C10-aromater	Total hydrokarboner	naftalen	asanaftalen	asenaften	fluoren	fenantren	antrasen	fluoranten	pyren
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
K 53	KULV	12-okt-97	3.54	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.084	0.319	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
K 53	KULV	13-mai-98	2.42	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.050	0.184	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	5.5	38	-	-	-	-	-	-	-	-
E 54	ANDS 1	13-okt-97	0.289	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.005	0.038	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
E 54	ANDS 1	13-mai-98	0.482	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.005	0.033	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
E 56	ANDS 2	13-okt-97	0.331	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.005	0.040	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
E 56	ANDS 2	13-mai-98	0.532	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.005	0.033	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
E 55	BARDU	12-okt-97	0.796	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.008	0.081	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
E 55	BARDU	14-mai-98	0.612	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.008	0.040	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
B 24	027(AF)	11-okt-97	4.73	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.030	0.282	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
B 24	027(AF)	11-mai-98	3.93	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.023	0.225	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
B 13	014(AF)	11-okt-97	4.79	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.043	0.315	<0.005	<0.01	0.022	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	0.48	0.3	0.68	<5	<5-50	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
B 13	014(AF)	13-mai-98	4.05	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.033	0.216	<0.005	<0.01	0.047	<0.001	0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	2.9	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
K 50	014(AF)	11-okt-97	4.66	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.117	0.212	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	0.09	<0.01	0.22	0.14	0.14	<0.01	0.075	0.050
K 50	014(AF)	13-mai-98	3.15	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.071	0.118	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	1.2	17	18	1.60	<0.01	0.15	0.091	0.1	<0.01	0.029	0.011
B 19	020(AF)	10-okt-97	4.33	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.090	0.222	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	0.23	<0.2	0.32	48	49	-	-	-	-	-	-	-	-
B 19	020(AF)	12-mai-98	4.57	0.010	0.006	<0.01	<0.01	0.135	0.273	<0.005	<0.01	0.039	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	3.1	<0.2	0.28	15	20	-	-	-	-	-	-	-	-
B 27	020(AF)	10-okt-97	6.71	<0.01	0.006	<0.01	<0.01	0.100	0.602	<0.005	<0.01	<0.02	0.002	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	2.9	150	9.3	9.2	66	390	4.50	0.01	0.56	0.40	0.42	0.072	0.050	0.025
B 27	020(AF)	12-mai-98	3.9	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.061	0.315	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	1	150	7.3	4.5	47	220	2.70	<0.01	0.23	0.2	0.3	0.023	0.098	0.053
K 51	020(AF)	11-okt-97	6.03	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.115	0.497	<0.005	<0.01	<0.02	0.002	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	1.5	130	7.4	5.2	5	200	3.40	0.01	0.30	0.18	0.17	0.034	0.031	0.018
K 51	020(AF)	13-mai-98	2.86	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.035	0.213	<0.005	<0.01	0.030	<0.001	<0.005	<0.001	0.0503	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	0.04	<0.01	0.033	0.025	0.078	<0.01	0.059	0.037
B 17	020(AF)	11-okt-97	3.87	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.067	0.383	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
B 17	020(AF)	12-mai-98	4.74	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.042	0.361	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	2.6	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
B 18	020(AF)	10-okt-97	4.83	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.073	0.235	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	56	3	1.4	38	100	-	-	-	-	-	-	-	-
B 18	020(AF)	12-mai-98	4.85	<0.01	0.008	<0.01	<0.01	0.092	0.282	<0.005	<0.01	0.026	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	1.3	170	12	3.2	57	250	-	-	-	-	-	-	-	-
B 47	003(AF)	12-okt-97	4.37	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.033	0.110	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	0.34	<0.2	1.2	<5	<5-50	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
B 47	003(AF)	14-mai-98	3.6	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.031	0.050	<0.005	<0.01	0.021	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
B 48	024(O)	14-mai-98	5.07	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.038	0.084	<0.005	<0.01	0.021	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
B 2	038(O)	12-okt-97	2.95	0.010	<0.005	<0.01	<0.01	0.026	0.067	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	1.5	3.6	<0.2	1.1	<5	6.2	-	-	-	-	-	-	-	-
B 2	038(O)	12-mai-98	2.89	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.027	0.042	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	2	190	0.63	25	6.9	290	-	-	-	-	-	-	-	-
B 5	039(O)	12-okt-97	2.90	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.025	0.057	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	0.1	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
B 5	039(O)	11-mai-98	2.71	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.021	0.044	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	3	<0.2	<0.2	<5	<5-50	-	-	-	-	-	-	-	-
B 31	008 BRANN	12-okt-97	6.04	0.014	<0.005	<0.01	<0.01	0.085	0.427	<0.005	<0.01	0.062	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	120	52	18	150	560	1100	-	-	-	-	-	-	-	-
B 31	008 BRANN	14-mai-98	3.16	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	0.103	0.390	<0.005	<0.01	0.039	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001	<0.2	<0.2												

Grenseverdi I

Grenseverdi II

ID	Lokalitet	prøvetatt	16 EPA PAH-forbindelser (fortsettelse fra foranstående tabell)							PAH SUM 16 PAH	PCB PCB	Triklor- metan	Bromdi- kloroform	Dibrom- kloroform	Bromofo- r m	HALOFORMER								
			benso(a) antrasen	krysen- trifenylen	benso(b,j,k) fluorantener	benso(a)- pyren	indeno(123_cd)- pyren	dibenso(a_h)- antrasen	benso(ghi)- perylene							111-trikloreten	Tetraklor- metan	Trikloretan	Tetrakloreten					
			µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l					
K 53	KULV	12-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
K 53	KULV	13-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
E 54	ANDS 1	13-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2	<0.01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.05	<0.02	<0.05	<0.03					
E 54	ANDS 1	13-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
E 56	ANDS 2	13-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2	<0.01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.05	<0.02	<0.05	<0.03					
E 56	ANDS 2	13-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
E 55	BARDU	12-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
E 55	BARDU	14-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 24	027(AF)	11-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2	<0.01	1.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.05	0.73	<0.05	<0.03					
B 24	027(AF)	11-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	0.81	<0.05	<0.03					
B 13	014(AF)	11-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2	<0.01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.05	<0.02	<0.05	<0.03					
B 13	014(AF)	13-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
K 50	014(AF)	11-okt-97	0.018	0.025	1.4	0.35	0.46	0.31	0.51	3.8	<0.01	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.05	0.020	<0.05	<0.03					
K 50	014(AF)	13-mai-98	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.0	-	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	0.033	0.49	<0.03					
B 19	020(AF)	10-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 19	020(AF)	12-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 27	020(AF)	10-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	6.0	<0.01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.57	<0.02	<0.05	<0.03					
B 27	020(AF)	12-mai-98	0.016	0.014	0.014	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	5.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
K 51	020(AF)	11-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	4.4	<0.01	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	0.63	<0.02	<0.05	0.050					
K 51	020(AF)	13-mai-98	0.014	0.012	0.015	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.3	-	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	0.16	<0.02	<0.05	<0.03					
B 17	020(AF)	11-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 17	020(AF)	12-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 18	020(AF)	10-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 18	020(AF)	12-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 47	003(AF)	12-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 47	003(AF)	14-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 48	024(OFF)	14-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 2	038(OFF)	12-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 2	038(OFF)	12-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 5	039(OFF)	12-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 5	039(OFF)	11-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 31	008 BRANN	12-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 31	008 BRANN	14-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.1	<0.05	<0.05	<0.1	<0.05	<0.02	0.31	2.8	-					
B 41	035(OFF)	13-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 41	035(OFF)	12-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 42	035(OFF)	12-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 42	035(OFF)	12-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 22	031 ESSO	11-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 22	031 ESSO	12-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 23	REF ESSO	11-okt-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 23	REF ESSO	12-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 30	REF NORD	9-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2	<0.01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.05	<0.02	<0.05	<0.03					
B 30	REF NORD	13-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
B 32	REF SYD	12-okt-97	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2	<0.01	0.43	<0.1	<0.1	<0.1	<0.05	<0.02	<0.05	<0.03					
B 32	REF SYD	13-mai-98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		MAKS.	0.02	0.03	1.40	0.35				6.00		1.50				0.63	0.81	0.49	2.80					
		STATISTIKK: MEDIAN	0.02	0.01	0.02	0.35				4.10		0.43				0.57	0.38	0.40	1.43					
		MIDDEL	0.02	0.02	0.48	0.35				3.62		0.53				0.45	0.40	0.40	1.43					
		MIN.	0.01	0.01	0.01	0.35				0.30		0.10				0.16	0.02	0.31	0.05					
		I	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~					
		II	1	1	1	1	1	1	1	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~					
		I = SFT-Veiledning nr 97:04: "Tabell 5 og 6; Tilstandsklasse II eller bedre".											- = Ikke analysert											
		II = Sosial- og helsedep. - Forskrift om vannforsyning og drikkevann: "Tabell 10, råvann kvalitetsklasse A3".											~ = Grenseverdi foreligger ikke											
												0.57	= Analyseverdien er nærmere omtalt i rapportteksten											
		Horisontal dobbeltlinje markerer skille mellom prøver vurdert i forhold til grenseverdier I prøver vurdert i forhold til grenseverdier II																						

Semikvantitativ bestemmelse av organiske miljøgifter i vannprøver ved
GC/MS-screening ($\mu\text{g/l}$). Prøver innsamlet oktober 1997.

Prøvetakingsbrønn:	B13	B24	B27	B30	B32	B47	K50	K51	K53	E54	E56
Lokalitetsnummer FBT:	014	027	020	Referanse brønner		003	014	020	Kulvert	Ands- elva	Bardu- elva
C10-aromater	-	-	2	-	-	-	-	6	-	-	-
2-etylhexansyre	-	-	2	-	-	-	2	4	-	-	-
kresol	-	-	15	-	-	-	-	20	-	-	-
oxygenforbindelse (terpenol)	-	-	4	-	-	-	-	8	-	-	-
kamfer	-	-	5	-	-	-	-	8	-	-	-
xyleneol	-	-	7	-	-	-	-	10	-	-	-
fenyleddiksyre	-	-	5	-	-	-	-	9	-	-	-
* naftalen	-	-	3	-	-	-	-	4	-	-	-
tert.-butylfenol	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
* dietylftalat (DEP)	-	-	3	-	-	-	-	2	-	-	-
uidentifisert	-	-	4	-	-	-	-	5	-	-	-
* trikloretylfosfat (TCEP)	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
* tri(2-klor propyl)fosfat (TCPP)	-	-	4	-	-	4	-	6	-	-	-
C5-oktahydrofenantrensyre	-	-	9	-	-	-	-	10	-	-	-
* di(2-ethylhexyl)ftalat (DEPH)	15	-	3	-	-	60	-	8	-	-	-
* ftalat-ester	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16-alkansyre	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
* di-n-butylftalat (DBP)	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
alifatisk alkohol	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
glykoleter	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
C18-alkensyre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
C16-alkohol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
* bisfenol A	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-

* = kjent som miljøfremmed stoff.

- = ikke påvist.

Tabell 10.4

Tabell 11.1: Bardufoss jordprøver uorganiske analyser - NGU-Lab.

Lokaliteter/ Undersøkelser	Løpnummer	Lokalitet	Dyp (m)	TOC	Cd	Pb	Hg	Si	Al	Fe	Ti	Mg	Ca	Na	K	Mn	P	Cu	Zn	Ni	Co	V	Mo	Cr	Ba	Sr	Zr	Ag	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y
				%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1924 014 Avfallsfylling ved HK	1	S1	3.0	< 0.1	0.05	4.06	0.015	124	8060	13500	971	7300	17600	406	3000	249	844	21.9	26.9	12.6	6.36	26.3	0.961	14.7	52.8	70.4	11.3	<0.01	<0.02	3.03	6.61	2.92	49.9	22.5	11.2
	2	S1	0.8	0.35	0.06	5.90	0.020	120	10100	16900	904	6180	2910	254	2620	247	533	27.9	34.4	17.8	8.73	27.9	0.534	22.3	47.1	15.7	9.64	0.195	<0.02	3.80	9.57	4.10	76.9	63.8	16.1
	3	S2	4.0	< 0.1	0.07	2.73	<0.010	122	5550	9580	664	3090	2540	233	1430	176	536	17.9	20.7	10.4	5.68	16.8	<0.01	9.08	31.9	12.1	8.45	0.0407	0.610	2.18	4.67	2.25	32.9	22.8	11.0
	4	S2	2.2	0.10	0.03	3.42	<0.010	108	7100	11900	646	4460	2030	208	2430	168	424	18.8	27.1	12.7	5.65	19.3	<0.01	10.6	44.0	10.5	8.99	<0.01	1.83	2.84	7.29	1.90	29.7	16.5	7.94
	5	S3	3.6	0.15	0.05	7.54	0.012	81.2	21700	30700	1750	15000	19800	719	8400	474	716	34.6	66.3	28.6	13.4	59.6	0.244	37.8	142	85.3	22.7	<0.01	<0.02	6.64	19.4	5.84	74.2	31.9	15.1
	6	S3	1.5	0.53	0.07	7.77	0.015	100	11900	23400	1060	6360	3310	247	2610	347	638	51.1	55.7	19.7	12.0	37.3	0.503	25.8	54.3	17.0	9.36	<0.01	2.44	5.05	10.8	2.92	62.4	29.9	9.37
	8	S4	2.4	3.53	0.07	10.83	0.023	105	11100	20700	1170	5070	2480	247	1690	218	508	17.2	47.4	13.9	9.68	40.6	0.793	19.7	43.3	12.7	6.49	<0.01	0.610	4.41	9.34	2.41	22.5	9.85	5.17
	9	B13	1,5-2	1.14	0.08	4.73	<0.010	91.1	11900	18100	1280	6650	5360	454	2910	205	741	18.2	97.4	13.4	7.85	43.9	1.04	21.0	316	21.1	7.84	<0.01	1.83	4.01	11.4	3.72	31.9	15.0	9.89
	10	B13	3,5-4	0.14	0.06	4.50	<0.010	99.0	13200	18600	1210	9510	13600	523	4720	264	766	25.2	43.9	17.8	9.01	38.6	0.580	23.9	86.6	55.9	15.7	<0.01	0.915	4.15	12.8	3.84	53.5	24.4	11.9
1924 020 Fylling Holding area	11	S5	1.6	0.62	0.06	13.59	0.012	97.7	10500	18200	1010	5900	3580	246	2610	330	559	21.7	37.6	13.9	9.05	34.9	0.198	21.8	52.4	18.0	10.9	<0.01	<0.02	3.99	9.91	2.79	42.3	20.3	8.49
	12	S6	3.0	0.12	0.07	5.99	<0.010	101	11200	20900	1020	6350	3100	259	2700	330	656	39.5	38.3	19.1	12.8	32.7	0.458	19.0	53.7	14.0	11.6	<0.01	<0.02	4.52	9.57	3.18	56.1	26.3	9.83
	13	S6	2.0	0.20	0.05	9.10	<0.010	89.8	14600	25600	1130	7790	2820	253	2600	355	633	32.1	42.9	21.9	16.2	38.9	0.580	23.8	49.4	15.5	10.0	<0.01	<0.02	5.58	13.9	3.18	54.7	21.8	7.27
	14	S7	3.5	0.16	0.06	6.17	<0.010	79.7	17600	23600	1550	9530	6190	596	5640	278	890	32.6	54.4	24.5	13.2	51.7	0.290	31.7	103	29.3	20.8	<0.01	<0.02	5.21	13.7	5.40	75.7	34.2	17.5
	15	S7	2.5	0.23	0.05	5.49	<0.010	169	11100	17800	999	5610	5680	341	2730	258	844	28.1	36.5	16.6	9.83	31.0	0.625	18.4	62.4	26.0	12.0	<0.01	1.22	3.99	8.09	3.27	52.5	24.3	11.0
	16	S8	3.0	0.68	0.06	10.11	0.012	133	12000	20400	1030	5470	5290	287	2310	268	524	25.1	40.9	17.1	10.8	35.2	0.336	21.9	78.7	34.8	9.27	<0.01	<0.02	4.49	10.3	2.73	45.4	21.1	7.43
	17	S8	1.0	0.14	0.07	7.78	<0.010	121	11300	19700	1030	5810	3520	249	2300	283	727	24.2	38.2	17.2	11.9	31.4	<0.01	21.5	77.9	19.5	8.87	0.0284	<0.02	4.33	11.1	2.54	58.5	25.4	8.05
	18	S9	3.0	1.10	0.15	28.07	0.012	103	10200	18000	935	5720	5490	261	2630	278	481	43.9	83.9	16.2	10.7	29.6	0.198	20.2	78.7	25.0	9.83	<0.01	2.14	3.96	9.91	2.51	44.6	19.8	8.42
	19	S9	2.0	1.97	0.12	24.90	0.017	117	9890	19500	963	4030	3340	263	1970	189	581	18.7	61.9	12.9	6.18	37.3	0.458	17.0	49.7	19.0	6.41	0.0660	34.8	4.20	7.29	2.26	26.7	14.6	6.19
	20	S10	4.0	2.27	0.10	11.29	0.012	92.3	11500	20200	1030	5510	6640	241	2400	296	505	21.5	51.4	14.1	9.01	34.4	0.381	18.8	92.4	27.3	7.90	<0.01	<0.02	4.33	9.91	2.45	37.8	18.1	7.23
	21	B17	5-5,5	< 0.1	0.06	3.07	0.015	108	5500	9840	693	4450	12600	299	1320	194	756	20.0	19.4	11.1	6.10	17.7	<0.01	9.99	32.8	56.7	7.59	<0.01	<0.02	2.15	3.99	2.06	42.3	19.1	9.03
	22	B18	4-4,5	0.56	0.69	9.29	0.023	143	10600	16500	895	5070	17400	448	2690	243	472	28.5	61.5	16.0	8.68	29.8	0.763	18.3	78.4	50.1	9.42	0.288	0.610	3.64	10.7	2.44	53.3	22.2	8.57
	23	B19	5-5,5	0.22	0.09	6.07	<0.010	88.8	12400	19100	1090	6180	4560	411	3300	269	767	30.6	60.8	17.1	9.05	34.9	0.427	21.6	83.7	22.8	13.3	0.0121	0.610	4.15	8.66	3.56	49.1	24.2	11.7
	24	B19	3-3,5	2.96	0.07	8.12	0.015	110	10600	19600	1080	4860	4340	372	2310	254	463	20.7	41.0	16.9	9.73	34.7	2.30	32.8	71.6	19.0	8.55	0.0325	<0.02	4.25	9.23	2.51	37.8	17.6	7.71
	25	B27	3-3,5	1.23	0.05	4.87	<0.010	101	9450	15300	913	4010	3460	300	1700	168	376	12.6	32.4	11.3	7.11	28.8	0.671	17.2	46.3	23.0	8.08	<0.01	<0.02	3.37	8.55	2.03	39.0	16.9	5.95
1924 027 B & A Skvadronområdet	26	S12	2.0	0.15	0.04	3.65	<0.010	109	8970	13500	625	5330	1990	211	2710	178	473	18.3	32.8	15.1	7.82	22.4	<0.01	16.7	39.1	9.54	7.68	<0.01	1.22	2.98	10.1	2.19	42.1	16.4	6.15
	27	S13	1.4	0.49	0.04	8.54	<0.010	92.7	11600	18400	909	5190	2740	263	2000	157	464	17.4	33.2	12.2	5.22	31.1	<0.01	16.9	42.1	16.8	5.62	<0.01	<0.02	4.01	9.23	2.92	30.0	16.7	8.36
	28	S13	1.2	3.58	0.21	8.05	0.017	108	7770	10000	877	3230	3640	259	1170	221	351	9.63	194	9.12	4.42	22.5	<0.01	12.4	78.6	24.4	2.55	0.0967	<0.02	2.34	6.04	2.16	29.1	17.1	5.50
	29	S14	2.0	0.25	0.06	6.81	0.012	87.5	11500	18300	909	6070	3100	255	2510	216	716	37.9	42.1	14.8	8.30	29.6	<0.01	26.0	46.5	15.7	8.20	<0.01	1.22	4.04	11.4	5.69	119	40.4	18.7
	30	B24	5-5,5	0.14	0.05	3.90	<0.010	91.7	7830	12500	924	7940	18000	318	3470	168	528	14.7	29.1	14.3	7.06	20.6	0.793	12.8	47.7	82.0	8.81	0.0953	<0.02	2.74	8.77	2.19	65.1	28.6	10.7
1924 003 Avfallsfylling ved hangar IV	31	B47	8-8,5	0.11	0.04	3.97	<0.010	101	8520	14500	801	4470	3170	414	2400	218	505	26.6	33.3	18.9	8.91	24.0	1.74	23.2	52.5	17.1	9.37	<0.01	4.58	3.19	7.29	2.57	40.6	19.3	8.57
	32	B48	7,5-8	< 0.1	0.10	3.88	0.012	94.0	7130	13000	756	3860	2510	311	1990	213	434	22.9	28.9	15.7	8.59	20.5	0.991	12.2	46.8	14.6	9.27	<0.01	<0.02	2.82	6.15	2.29	41.0	19.5	8.33
	33	J51	3,5-4	< 0.1	0.07	5.14	<0.010	158	9470	16700	835	5780	2840	350	3210	286	449	38.3	50.8	19.6	32.7	25.9	0.625	15.7	65.6	12.1	15.5	0.186	<0.02	3.56	10.4	2.41	58.0	27.7	11.4
	34	J51	7,5-8	0.12	0.08	5.16	<0.010	137	11000	17900	956	6300	3900	419	3190	290	538	28.3	41.3	18.9	10.3	32.5	0.900	18.0	57.9	18.3	11.8	0.0528	<0.02	3.83	9.57	3.17	47.1	23.8	10.0
	35	J52	7,5-8	< 0.1	0.08	4.25	<0.010	117	8600	14800	845	4690	3130	340	2410	248	446	24.4	54.5	17.1	9.65	24.5	0.488	14.3	46.0	17.1	10.5	<0.01	2.75	3.16	7.29	2.67	42.9	20.8	9.57
	36	J53	7,5-8	< 0.1	0.09	3.60	<0.010	126	7020	12400	736	3730	2830	295	1890	214	415	22.1	27.3	15.2	8.15	20.4	0.198	11.8	36.3	16.3	8.80	0.183	<0.02	2.71	6.04	2.35	44.2	21.7	8.79
	37	J54	3,5-4	0.15	0.17	7.31	<0.010	203	14300	24800	1240	6570	7380	449	2920	488	717	60.5	47.2	27.0	15.0	38.4	0.503	21.4	71.4	45.8	10.4	<0.01	0.915	5.05	10.0	3.46	40.1	19.7	12.4

Tabell 11.3: Organiske miljøgifter i jordprøver ved GC/MS-screening, Bardufoss (mg/kg).

	B13 1,5-2 m	Sj9 3 m	B19 5-5,5 m	B47 8-8,5 m	B31 3-3,5 m	Kulvert	B32 7,5-8 m
*fluranten	0,2						
*pyren	0,2						
*di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	0,6				2	0,7	
*ftalatrester		0,5					
*diisonylftalat (DINP)					2		
*Benzen					0,74	<	
*Toluen					0,35	<	
*Xylener					6,5	<	
*Totale hydrokarboner					900	210	
Naturstoffer	X	X					
Intet påvist			X	X			X

< : mindre enn deteksjonsgrensen (0,1 mg/kg)

* : kjent som miljøfremmede stoffer

TABELL 12:
BARDUFOSS: Samlet oversikt over innsamlede jord- og sedimentprøver med oversikt over analyseprogram.
Lokaliteter/Undersøkelser

	Løpenummer	Lokalitet	Provennummer	Dyp (m)	Olje	Haloformer	PAH	PCB	Org. miljøgifter	Tungmetaller	AAS - Hg	AAS - Pb	AAS - Cd	Coutler	TOC - Leco	Geoteknisk	Kornfordeing	Farge	Lukt	
Jordprøver																				
1924 014 Avfallsfylling ved HK-området				1	Sj1	1	3,0									1	1	silt godt sortert	gråblå	ingen
	2	Sj1	2	0,8	1					1	1	1	1			1	1	sand, grus, stein og røtter	brun	ingen
		Sj1	3	0,5												1		sand-grus-stein m/røtter	brun	ingen
	3	Sj2	4	4,0	1					1	1	1	1			1	1	middels sand godt sortert	sand	ingen
	4	Sj2	5	2,2						1						1	1	sandig grus m/småstein	brun	ingen
		Sj2	6	0,5												1		sand-grus-runda stein	brun	ingen
	5	Sj3	7	3,6						1	1	1	1			1	1	leire m/småstein	blågrå	ingen
	6	Sj3	8	1,5						1						1	1	sand, grus og stein	brun	ingen
		Sj3	9	0,4												1		fyllmasser, leire-sand-grus-stein	grå	ingen
	7	Sj4	10	2,8	1	1	1	1								1		prøve fra fat	svart	kreosot
	8	Sj4	11	2,4	1					1						1	1	sand, grus, stein og røtter	brunsvart	jord
		Sj4	12	1,2												1		sandig jord m/røtter	brun	jord
	9	B13		1,5-2	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	leire m/småstein	blågrå	ingen
	10	B13		3,5-4						1						1	1	leire	blågrå	ingen
1924 020 Fylling Holding area					Sj5	13	1,6									1		sand-grus	grå	ingen
	11	Sj5	14	1,6						1						1	1	sand, grus, stein og røtter	gråbrun	ingen
		Sj5	15	0,5												1		sand-grus-stein	brun	ingen
	12	Sj6	16	3,0	1					1	1	1	1			1	1	grus m/småstein	brun	oljelukt
	13	Sj6	17	2,0	1					1						1	1	sand stein og grus	brun	oljelukt
		Sj6	18	1,0												1		sand-grus-stein	brun	ingen
	14	Sj7	19	3,5	1		1			1	1	1	1			1	1	leire m/litt finsand	blågrå	ingen
	15	Sj7	20	2,5						1						1	1	finsand, grus og stein	gråbrun	ingen
		Sj7	21	1,0												1		sand-grus-stein	brun	ingen
	16	Sj8	22	3,0	1		1			1	1	1	1			1	1	grovsand m/stein	gråbrun	ingen
		Sj8	23	2,0												1		sand-grus-stein m/røtter og kvister	gråbrun	ingen
	17	Sj8	24	1,0		1				1						1	1	grovsand m/stein	brun	ingen
	18	Sj9	25	3,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	sand m/stein og røtter	gråbrun	jord
	19	Sj9	26	2,0	1					1	1	1	1			1	1	sand m/stein og humus	gråbrun	ingen
		Sj9	27	1,0												1		sand-grus-stein	grå	ingen
	20	Sj10	28	4,0	1					1	1	1	1			1	1	sand m/litt leir, småstein og røtter	brungrå	kloakk
		Sj10	29	2,0												1		sand-grus-stein m/røtter	brun	ingen
		Sj10	30	1,0												1		siltig grus m/røtter	gråbrun	ingen
		B17		3-3,5												1		sand-grus-kanta stein	grå	ingen
	21	B17		5-5,5	1					1	1	1	1	1	1	1	1	middels sand godt sortert	gråbrun	ingen
	22	B18		4-4,5	1					1	1	1	1	1	1	1	1	sand, stein, murstein og røtter	rødbrun	ingen
		B18		8-8,5												1		leire	blå	ingen
	23	B19		5-5,5	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	leire	blågrå	ingen
	24	B19		3-3,5						1						1	1	sand m/røtter og humus	brun	jord
	25	B27		3-3,5	1					1	1	1	1	1	1	1	1	sand, grus og stein	brun	ingen
1924 027 Bygg- & Annlegskvadronen-området					Sj12	31	2,5									1		leire	blå	ingen
	26	Sj12	32	2,0						1						1	1	sandig grus, godt sorter	brun	ingen
		Sj12	33	1,0												1		sand-grus-runda stein	brun	ingen
		Sj13	34	3,0												1		leire	gråblå	ingen
	27	Sj13	35	1,4	1		1			1	1	1	1			1	1	sand, grus og småstein	brunrød	ingen
	28	Sj13	36	1,2						1						1	1	sand, grus, småstein og humus	brunsvart	jord
	29	Sj14	37	2,0		1	1	1		1	1	1	1			1	1	sandig grus, godt sorter	brun	ingen
		Sj14	38	0,9												1		fyllmasse, organisk materiale-stein-grus	brunt	ingen
		Sj14	39	0,3												1		Fyllmasse, sand-grovgrus-asfalt, røtter	grå	ingen
	30	B24		5-5,5	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	leire med finsand og småstein	gråbrun	ingen
1924 003 Avfallsfylling Hangar IV-området					B47		3,5-4									1		middelsand-grus-stein	gråbrun	ingen
		B47		7,5-8												1		middelsand, godt sortert	brun	ingen
	31	B47		8-8,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	siltig sand	gråbrun	ingen
		B48		3,5-4												1		sand-grus-stein	grå	ingen
	32	B48		7,5-8						1						1	1	middelsand	brun	ingen
	33	J51		3,5-4						1						1	1	middelsand og stein	grå	ingen
	34	J51		7,5-8	1		1			1	1	1	1			1	1	grov sand	gråbrun	ingen

FIGURER

Figur 1.1 - 1.9: Jordprofiler i punkt for sonderboringer, peilerør og brønner

Figur 2: Kornfordelingsanalyser

Figur 3.1 - 3.18: Beskrivelse av sjakter

Figur 4: Tverrprofil gjennom Bardufossavsetninga fra A - Å (B30 - B13) se Kartbilag 2.

Figur 5: Tverrprofil gjennom Bardufossavsetninga fra B - `B (P28 - B27) se Kartbilag 2

Figur 6: Flyfototolkning

Figur 7: Gjennomstrømningsprøvetaker

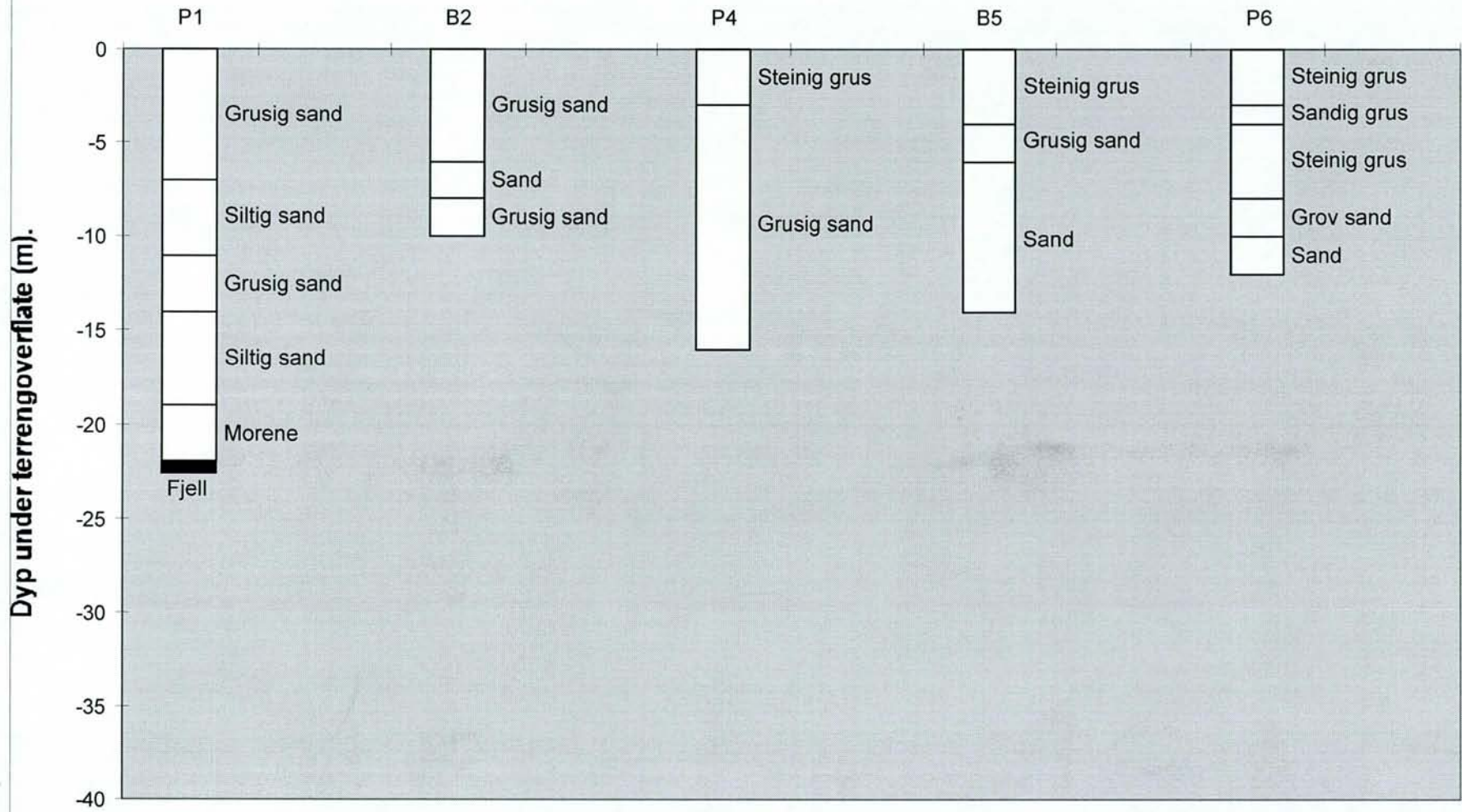
Figur 8: Jordboringer ved Esso flyservice

Figur 9: Terrengmodell av Bardufoss Hovedflystasjon

Figur 10: Beliggenhet av leir/siltoverflaten

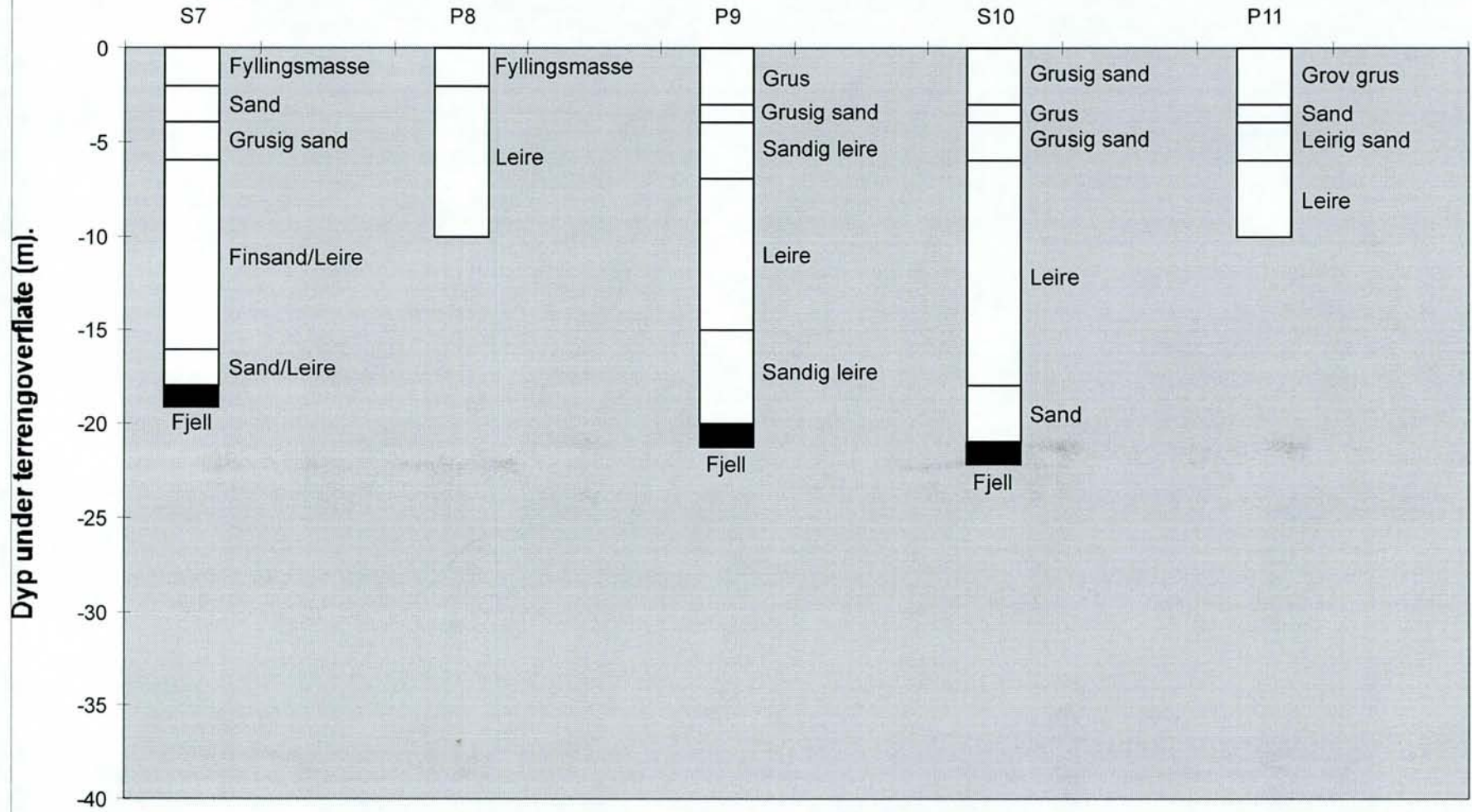
Figur 11: Beliggenhet av fjelloverflaten

Bardufoss Hovedflystasjon '97. Borepunkt 1 - 5



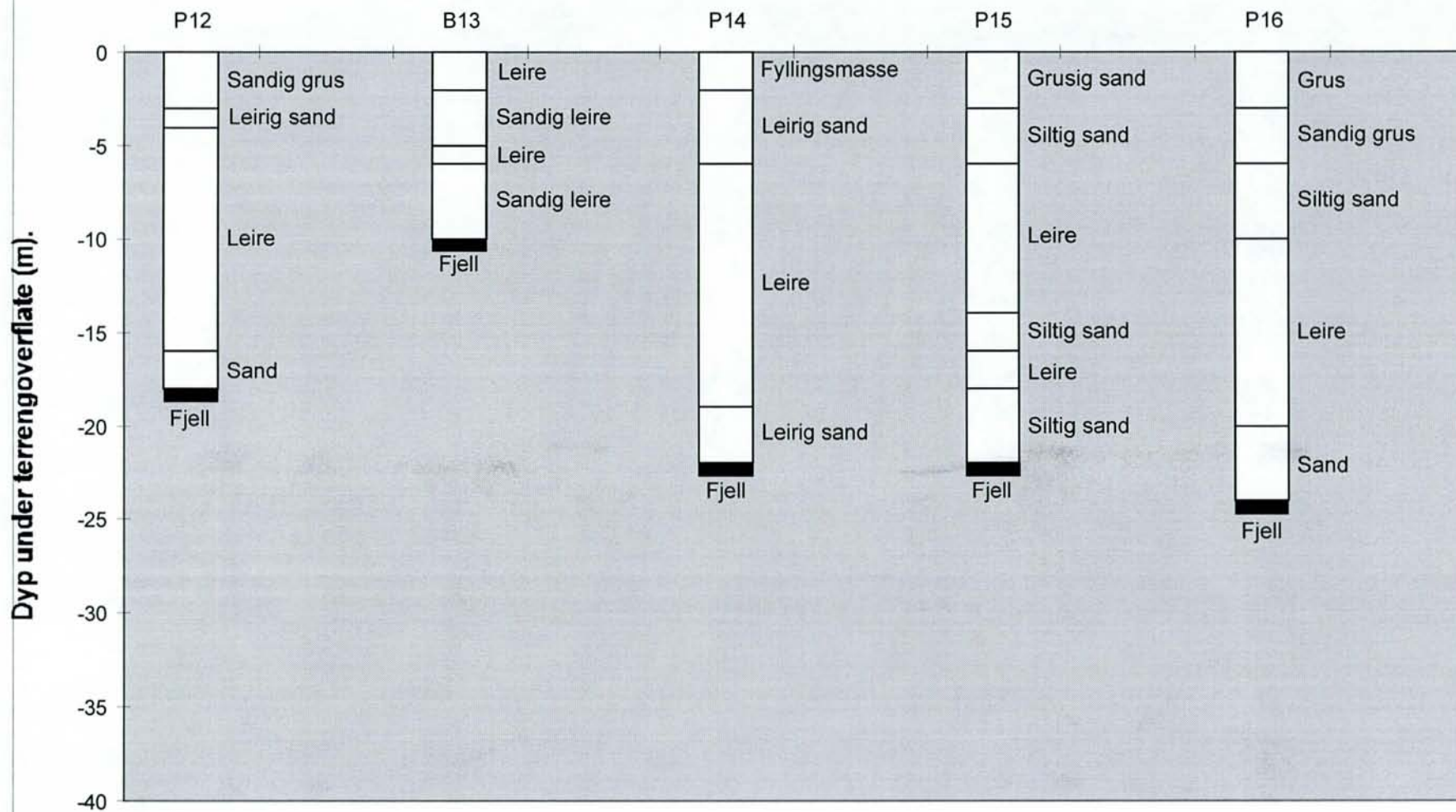
Figur 1.1

Bardufoss Hovedflystasjon '97. Borepunkt 6 - 10



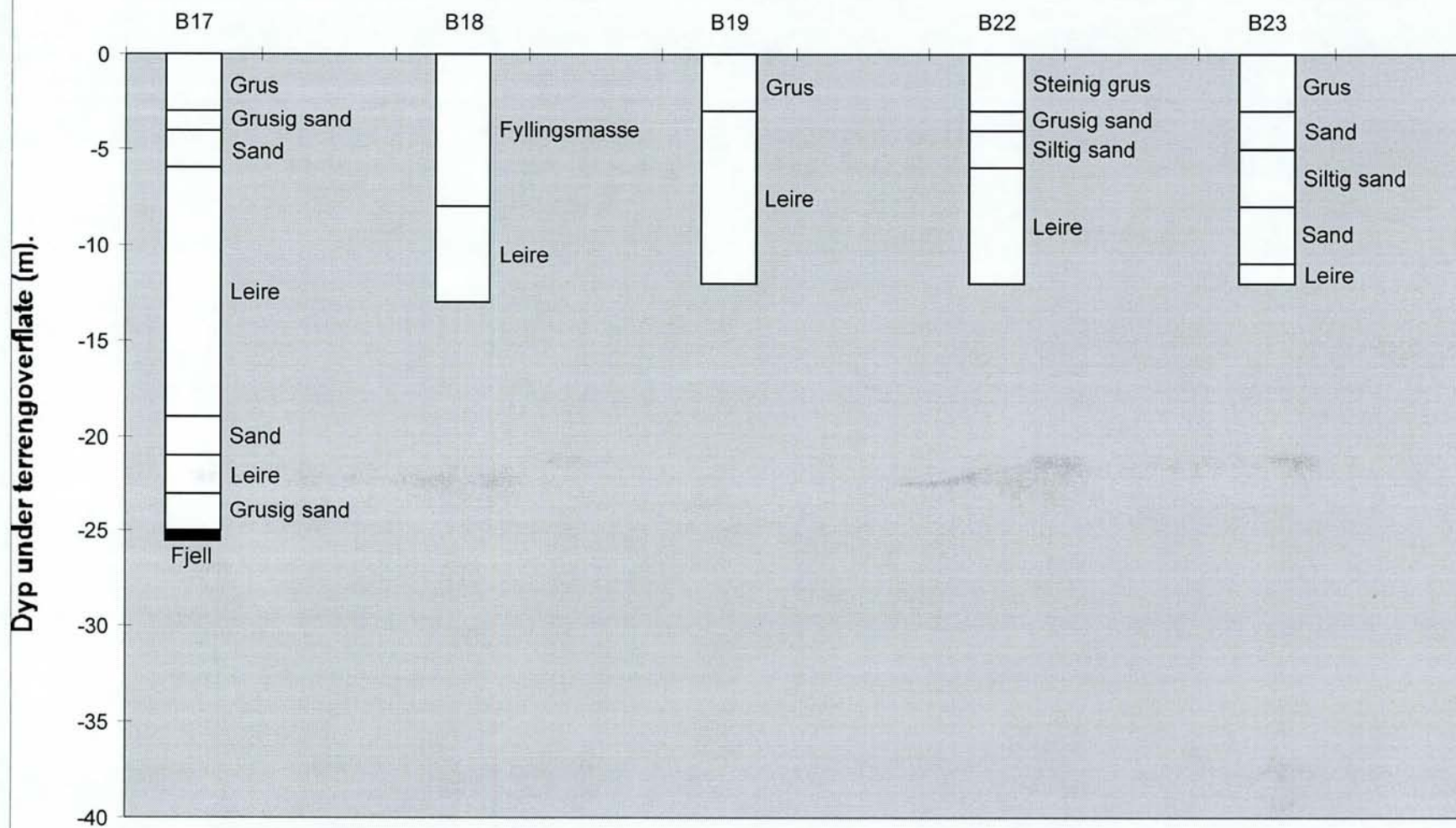
Figur 1.2

Bardufoss Hovedflystasjon '97. Borepunkt 11 - 15



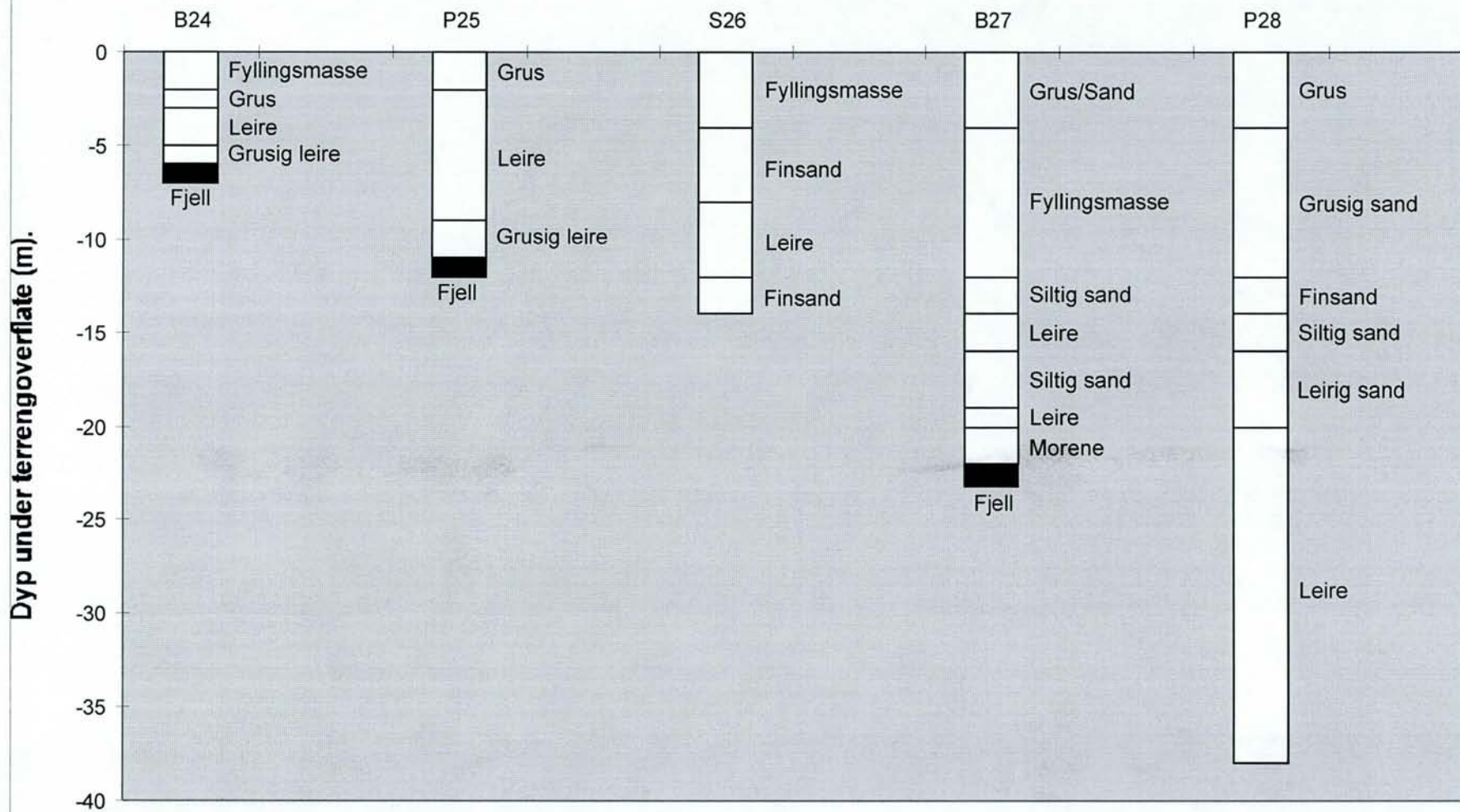
Figur 1.3

Bardufoss Hovedflystasjon '97. Borepunkt 16 - 20



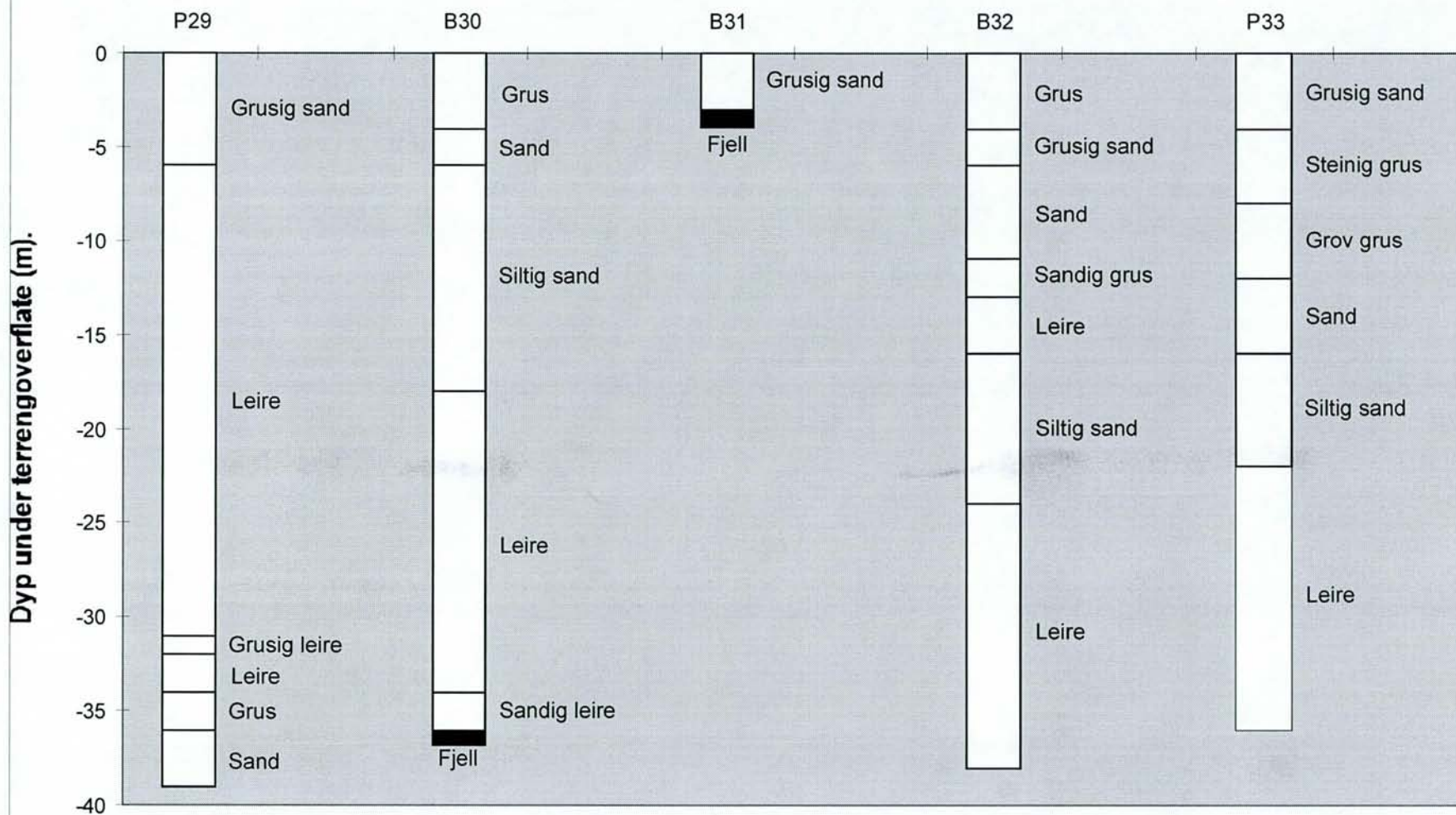
Figur 1.4

Bardufoss Hovedflystasjon '97. Borepunkt 21 - 25



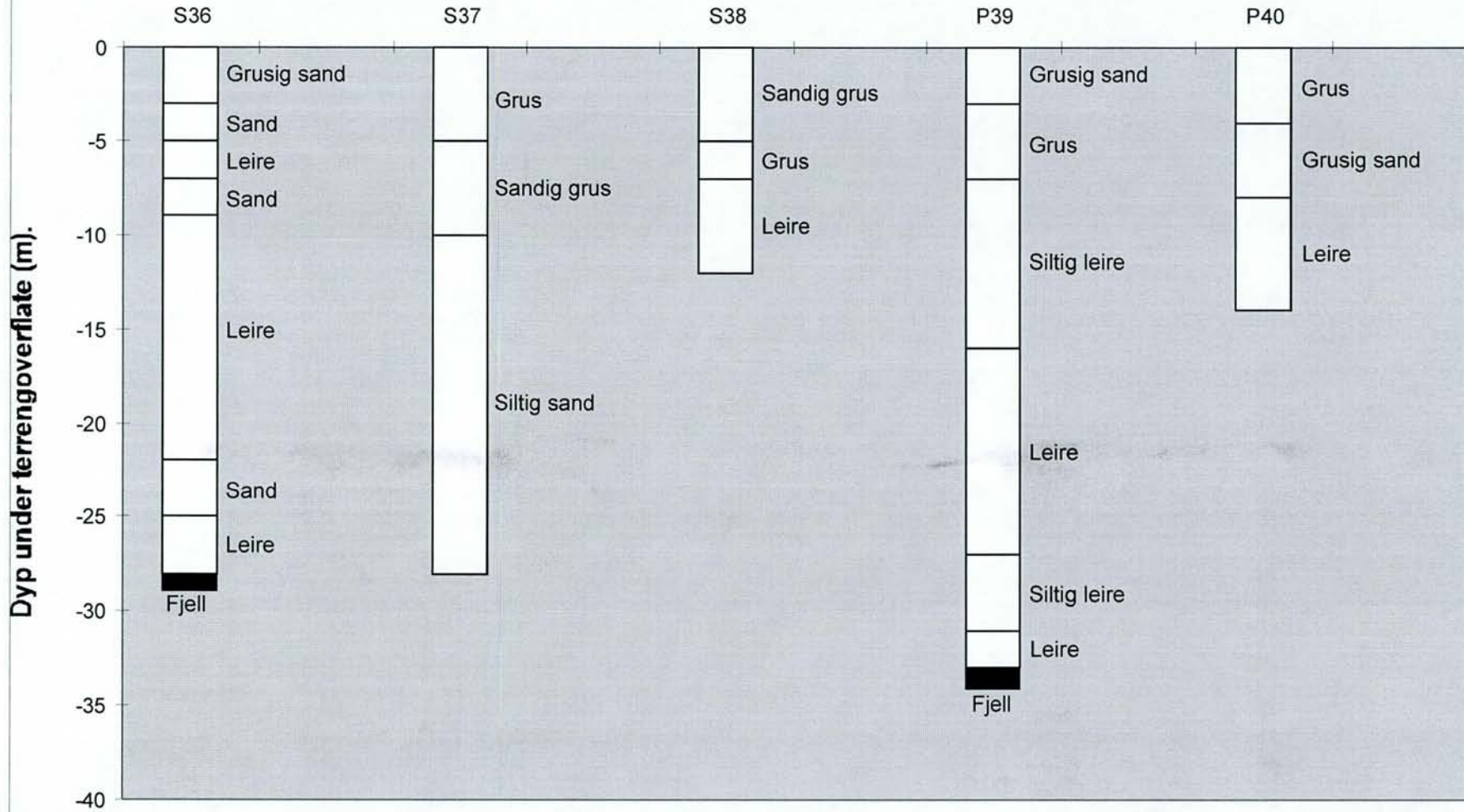
Figur 1.5

Bardufoss Hovedflystasjon '97. Borepunkt 26 - 30



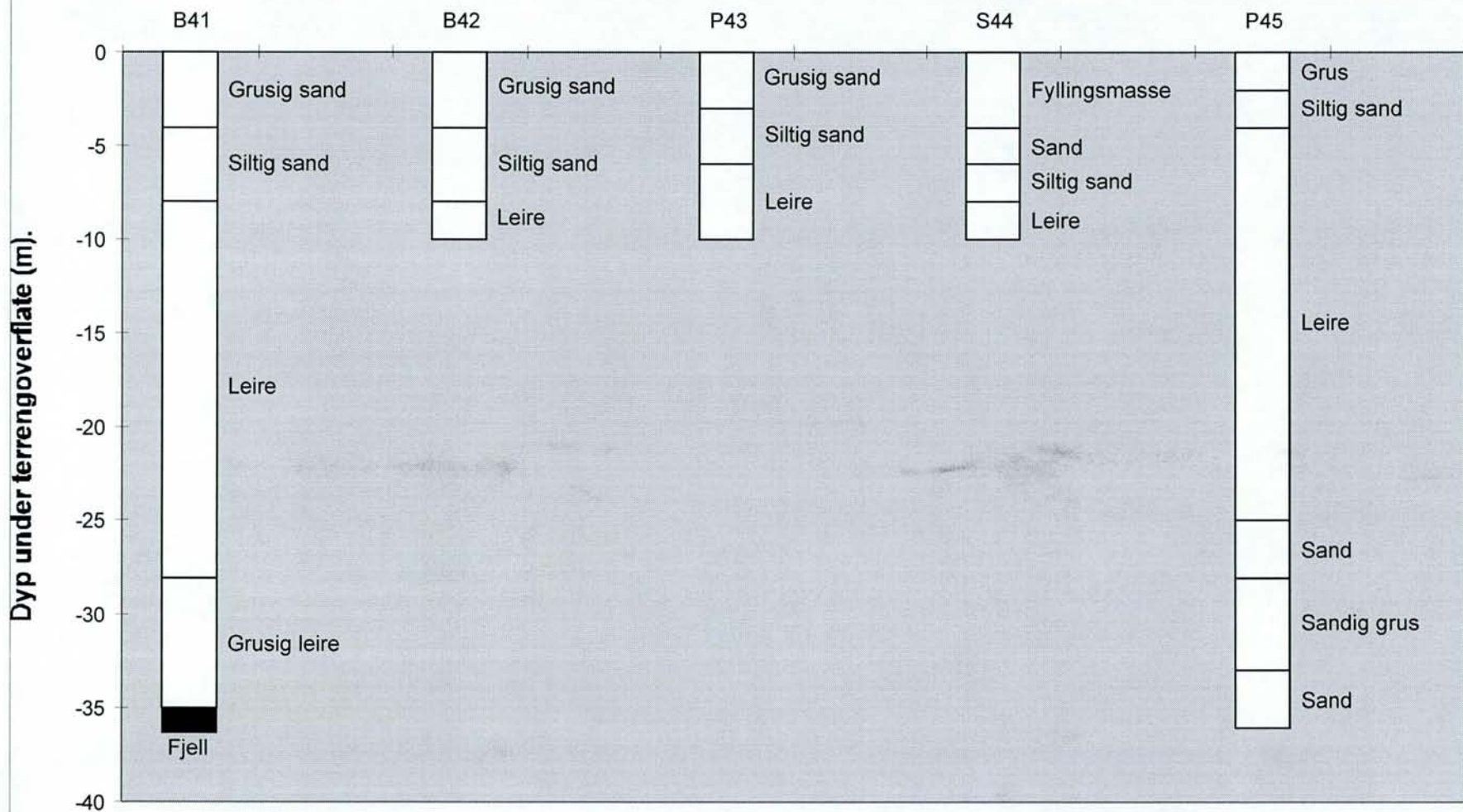
Figur 1.6

Bardufoss Hovedflystasjon '97. Borepunkt 31 - 35

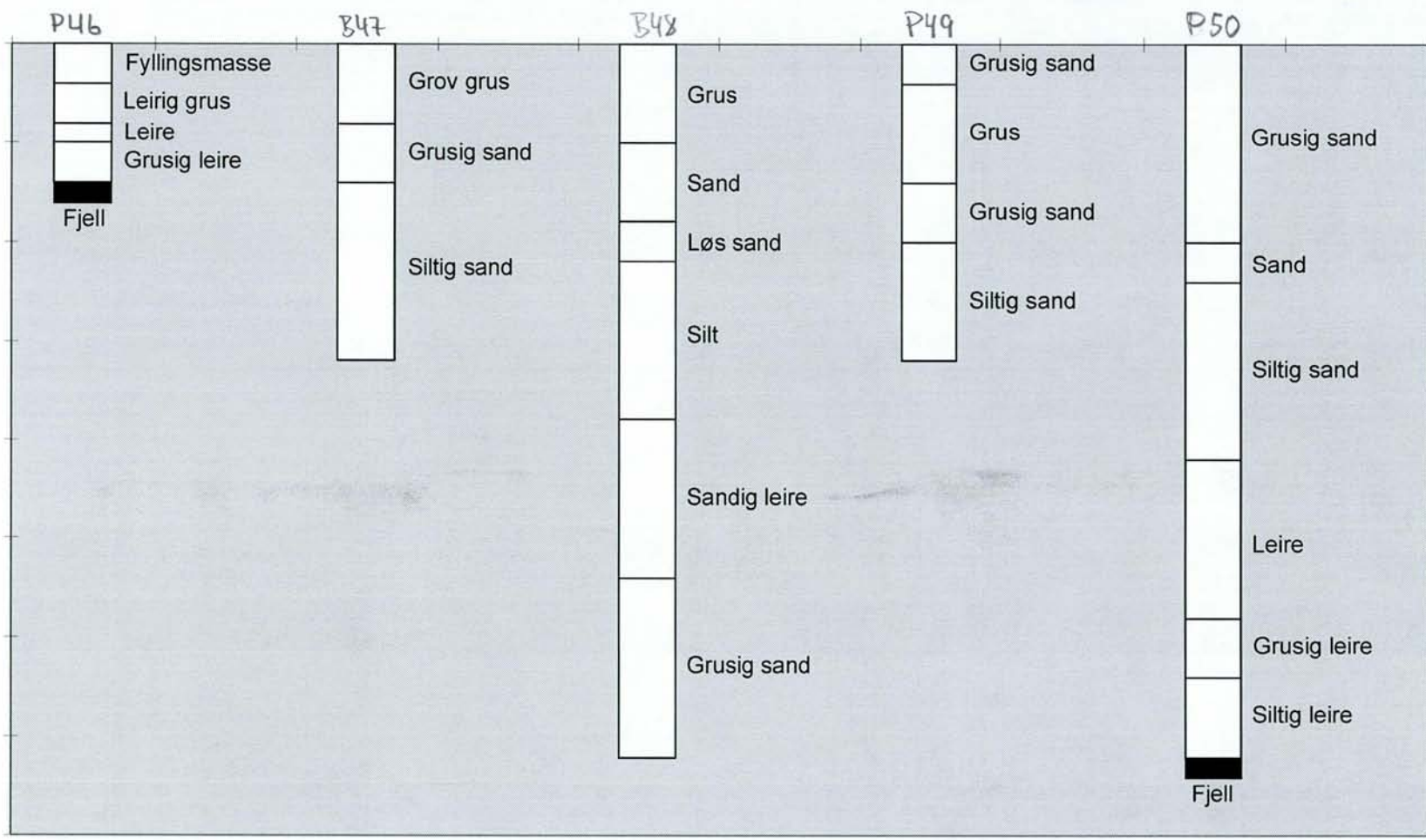


Figur 1.7

Bardufoss Hovedflystasjon '97. Borepunkt 36 - 40

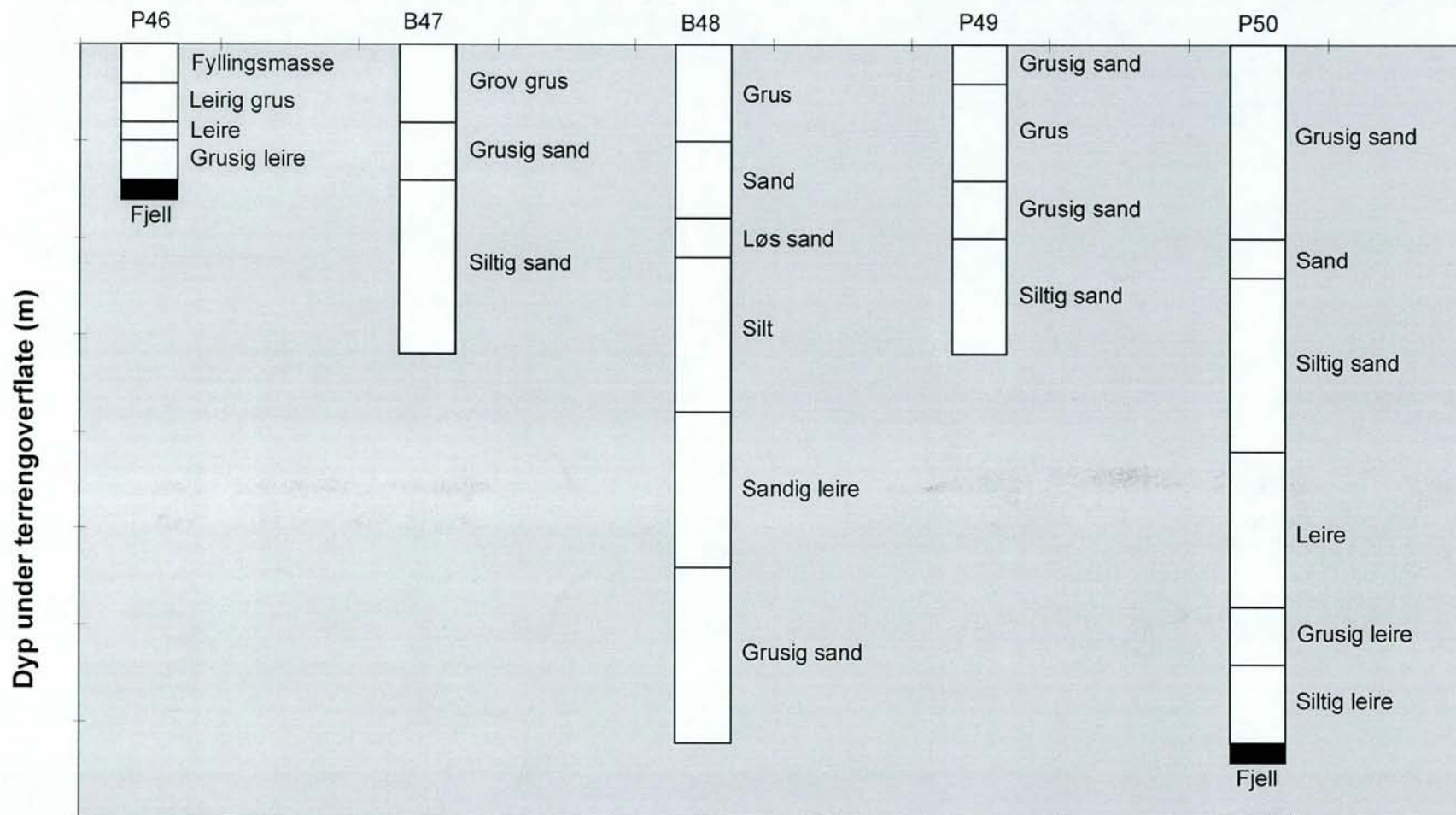


Figur 1.8



Figur 1.9

Bardufoss hovedflystasjon '97. Borepunkt 46 - 50

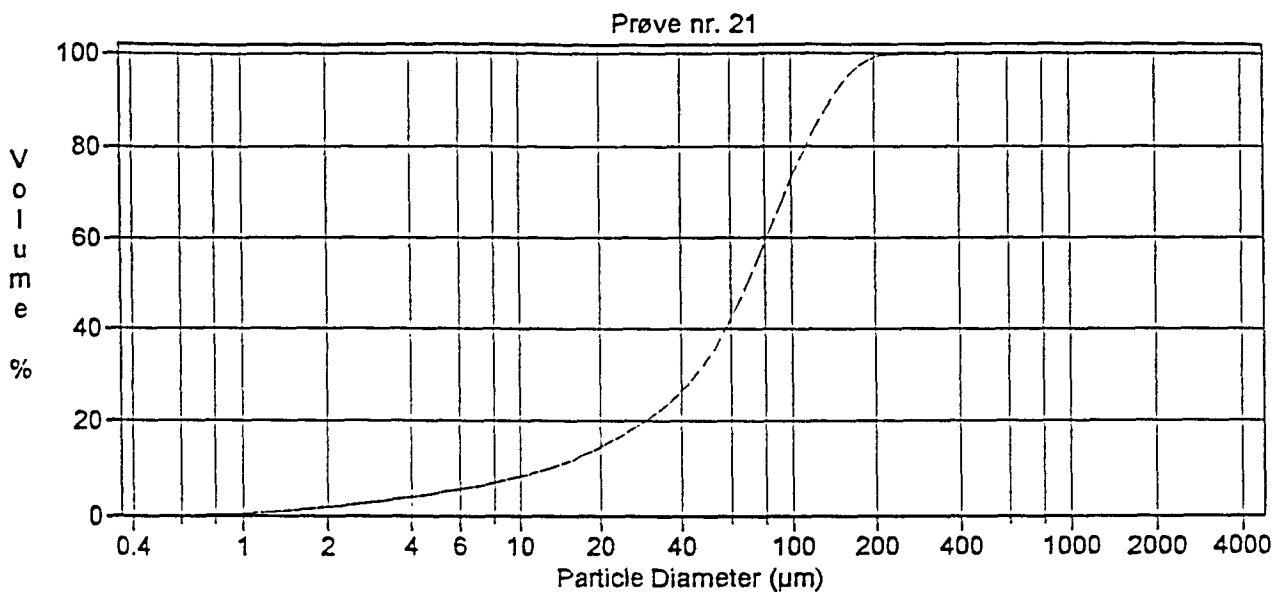
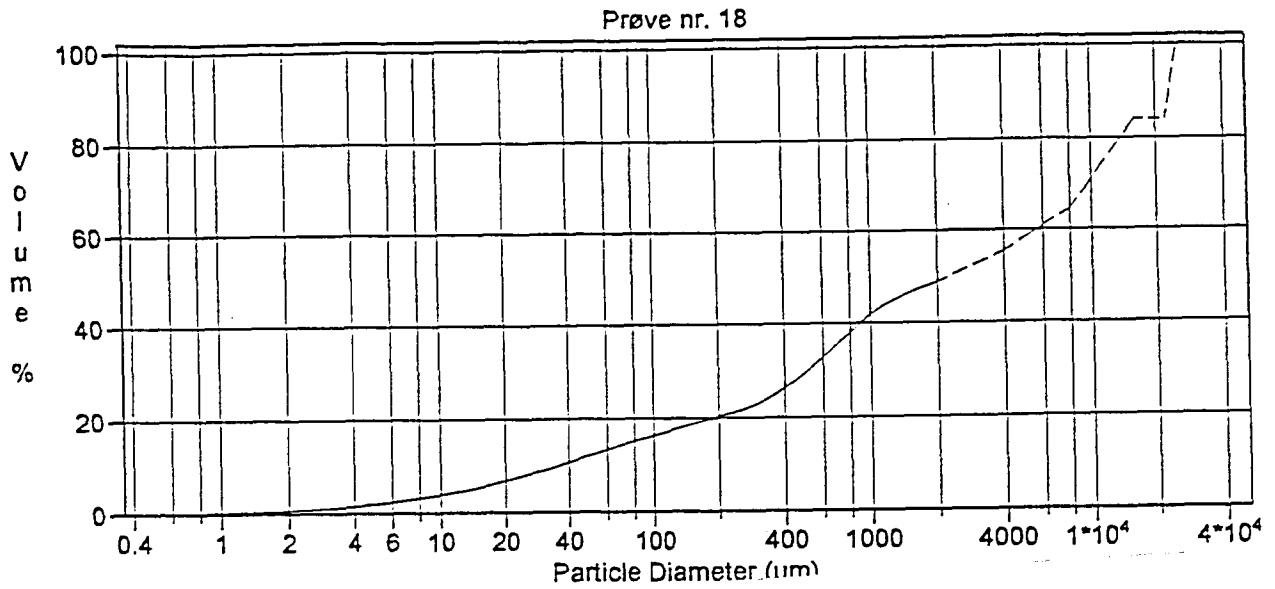
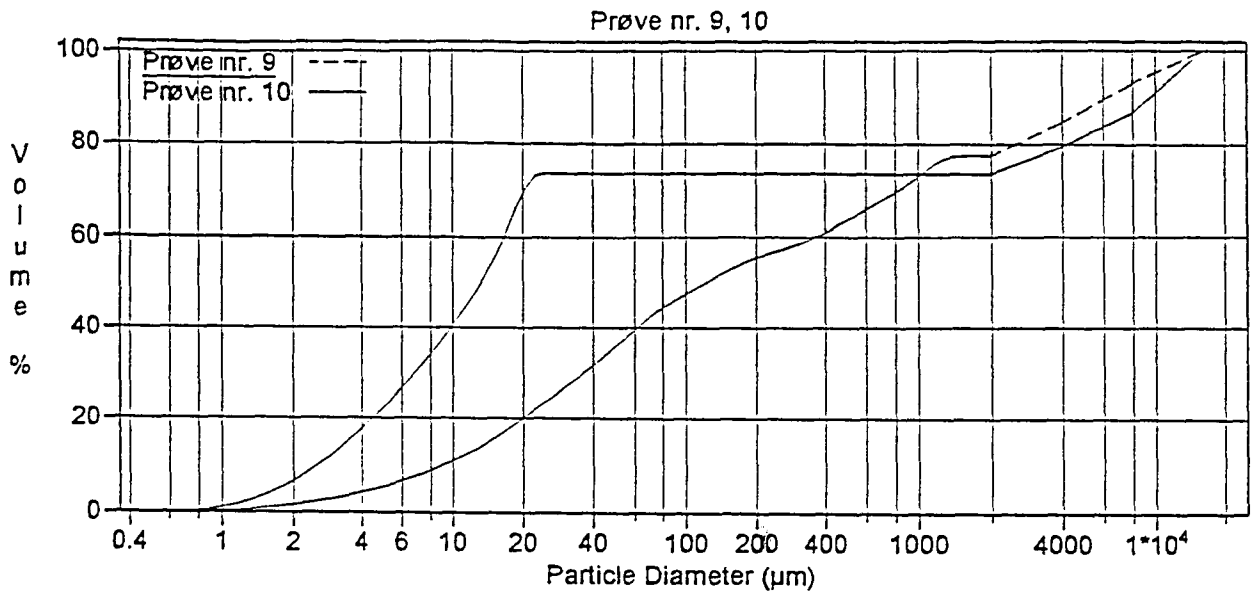


Figur 1.9

FIGUR 2

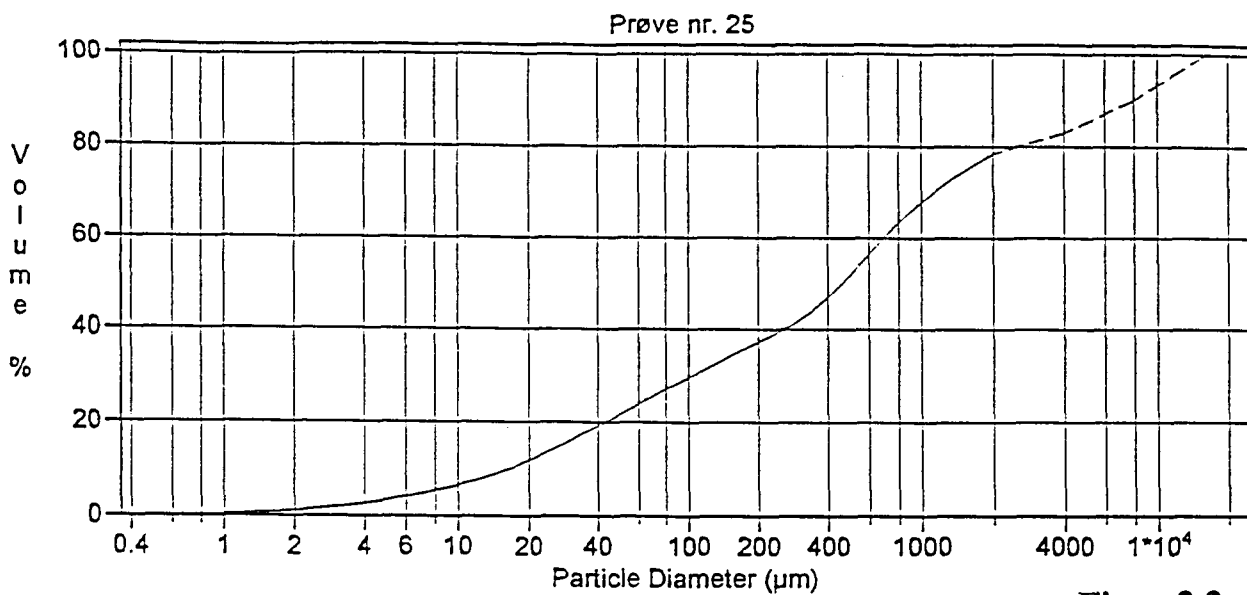
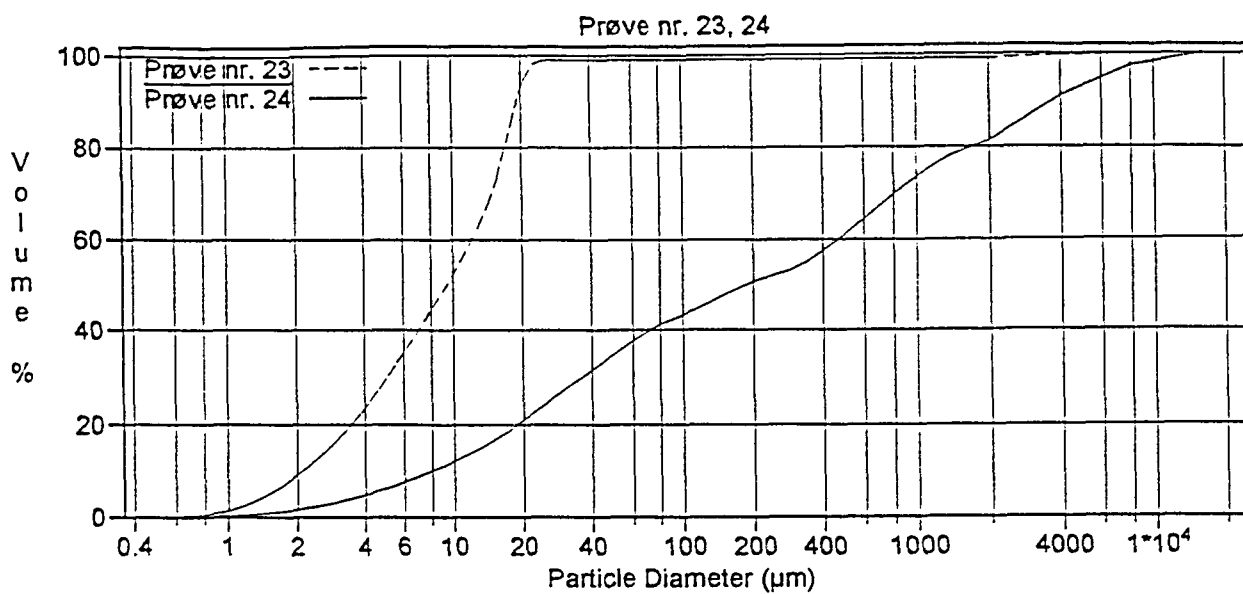
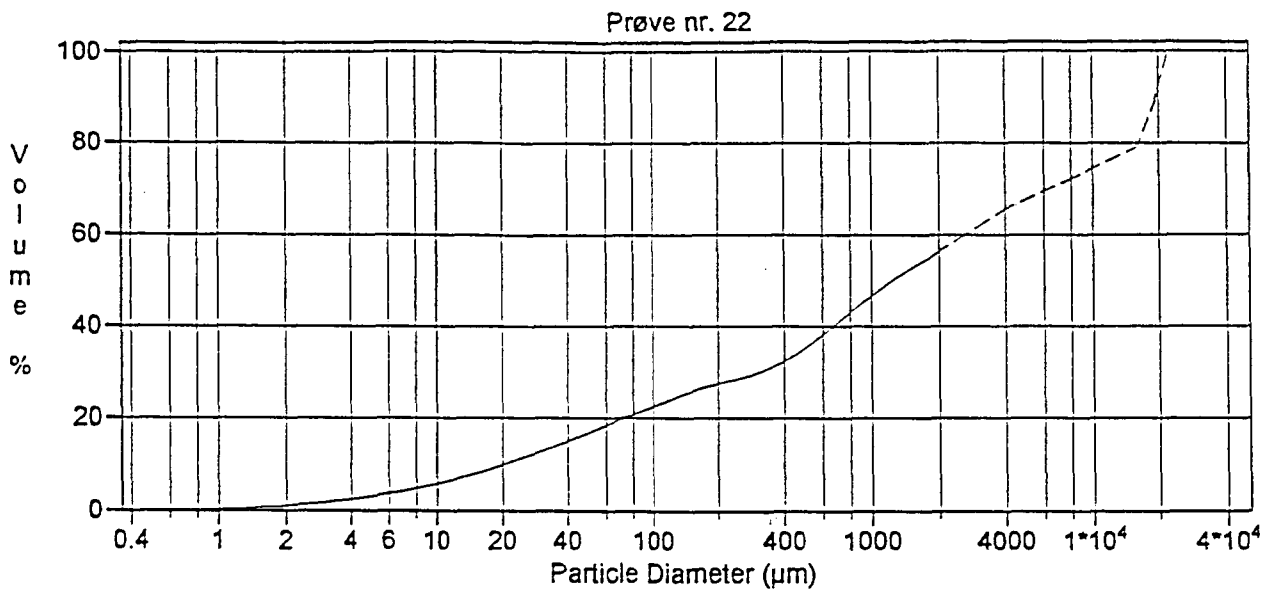
KORNFORDELINGSANALYSER

ID	Borehull	Dyp	d20	d60	u20	C20	K20	K20	n20	S20	effn20
		m	mm	mm			m/s	m/d	%		%
9	B13	1.5 - 2	0,020	0,365	18,27	0,007	2,67E-06	0,23	0,28	0,44	0,12
10	B13	3.5 - 4	0,005	0,017	3,69	0,009	1,84E-07	0,02	0,32	0,12	0,04
18	S9	3	0,180	5,989	33,27	0,006	1,89E-04	16,32	0,27	0,88	0,24
21	B17	5 - 5.5	0,029	0,081	2,80	0,010	8,07E-06	0,70	0,34	0,59	0,20
22	B18	4 - 4.5	0,073	2,805	38,42	0,006	3,02E-05	2,61	0,27	0,75	0,20
23	B19	5 - 5.5	0,004	0,012	3,46	0,009	1,13E-07	0,01	0,33	0,10	0,03
24	B19	3 - 3.5	0,018	0,467	25,94	0,006	2,00E-06	0,17	0,28	0,40	0,11
25	B27	3 - 3.5	0,043	0,695	16,17	0,007	1,27E-05	1,09	0,28	0,65	0,18
30	B24	5 - 5.5	0,035	1,611	46,03	0,005	6,73E-06	0,58	0,27	0,57	0,15
31	B47	8 - 8.5	0,018	0,202	11,21	0,007	2,39E-06	0,21	0,29	0,42	0,12
38	J54	7.5 - 8	0,101	0,426	4,22	0,009	9,03E-05	7,80	0,32	0,84	0,27
43	S17	3	0,085	0,612	7,19	0,008	5,79E-05	5,00	0,30	0,81	0,24
47	J20	5.4 - 7.4	0,072	1,170	16,25	0,007	3,54E-05	3,06	0,28	0,76	0,22
50	J21	5.4 - 7.4	0,072	0,801	11,12	0,007	3,83E-05	3,31	0,29	0,77	0,22
52	B41	3.5 - 4	0,055	1,723	31,33	0,006	1,79E-05	1,54	0,27	0,69	0,19
54	B42	3 - 3.5	0,108	1,658	15,35	0,007	8,07E-05	6,97	0,28	0,83	0,23
62	J3	8 - 8.3	0,092	0,503	5,46	0,008	7,14E-05	6,17	0,31	0,82	0,25
64	B5	7.5 - 8	0,130	0,951	7,31	0,008	1,35E-04	11,67	0,30	0,86	0,26
70	Ands1		0,900	2,388	2,65	0,010	7,86E-03	679,24	0,34	0,96	0,33
71	Ands2		0,350	1,037	2,96	0,009	1,16E-03	100,41	0,33	0,94	0,31
72	Bard1		0,037	1,620	43,78	0,006	7,58E-06	0,65	0,27	0,59	0,16
73	Bard2		0,019	0,064	3,44	0,009	3,15E-06	0,27	0,33	0,46	0,15
74	Måls1		0,165	2,282	13,83	0,007	1,93E-04	16,63	0,28	0,88	0,25
75	Måls2		0,022	0,101	4,59	0,009	4,21E-06	0,36	0,32	0,50	0,16
76	B30	7 - 7.5	0,069	0,307	4,44	0,009	4,17E-05	3,60	0,32	0,78	0,25
77	B32	7.5 - 8	0,038	0,123	3,23	0,009	1,35E-05	1,16	0,33	0,66	0,22



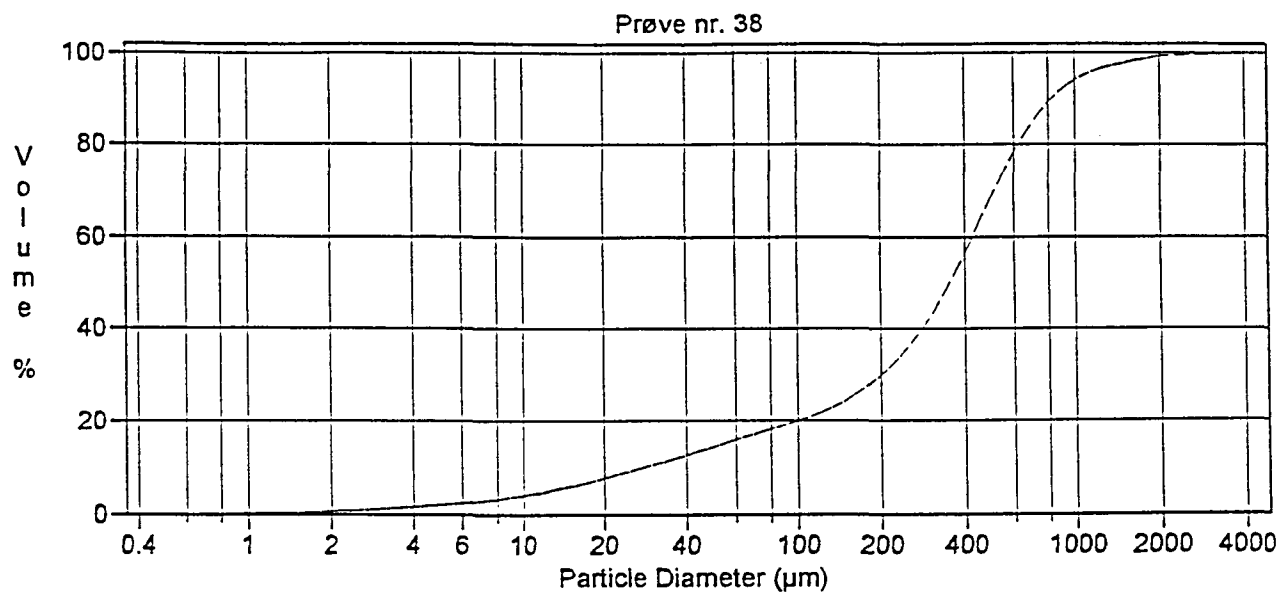
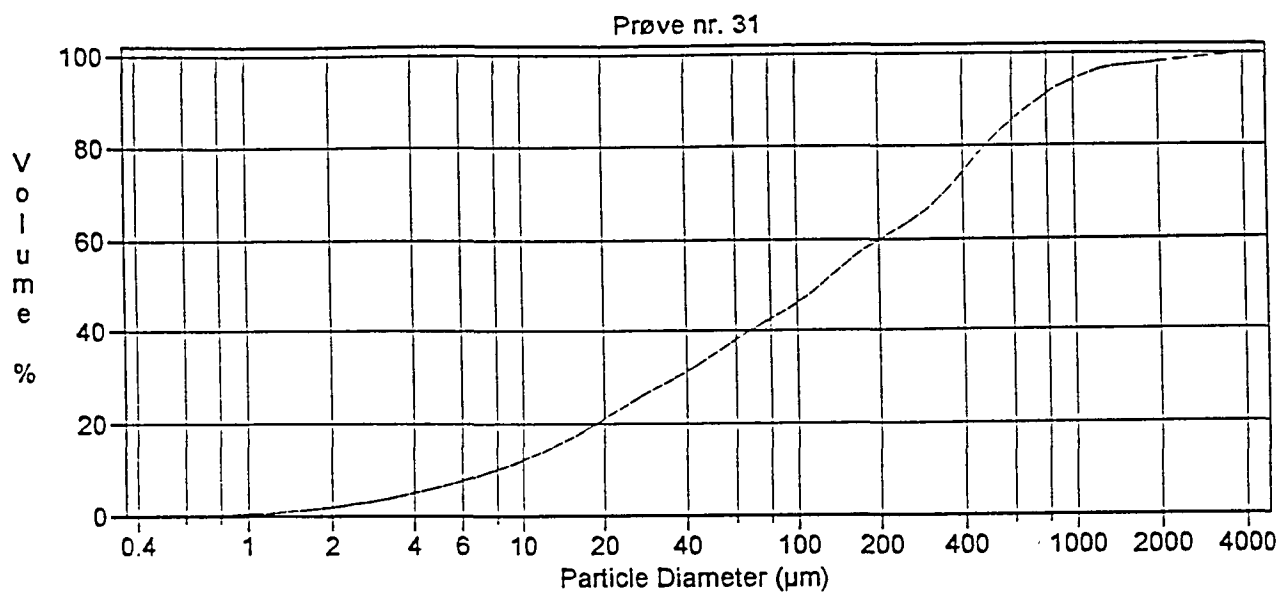
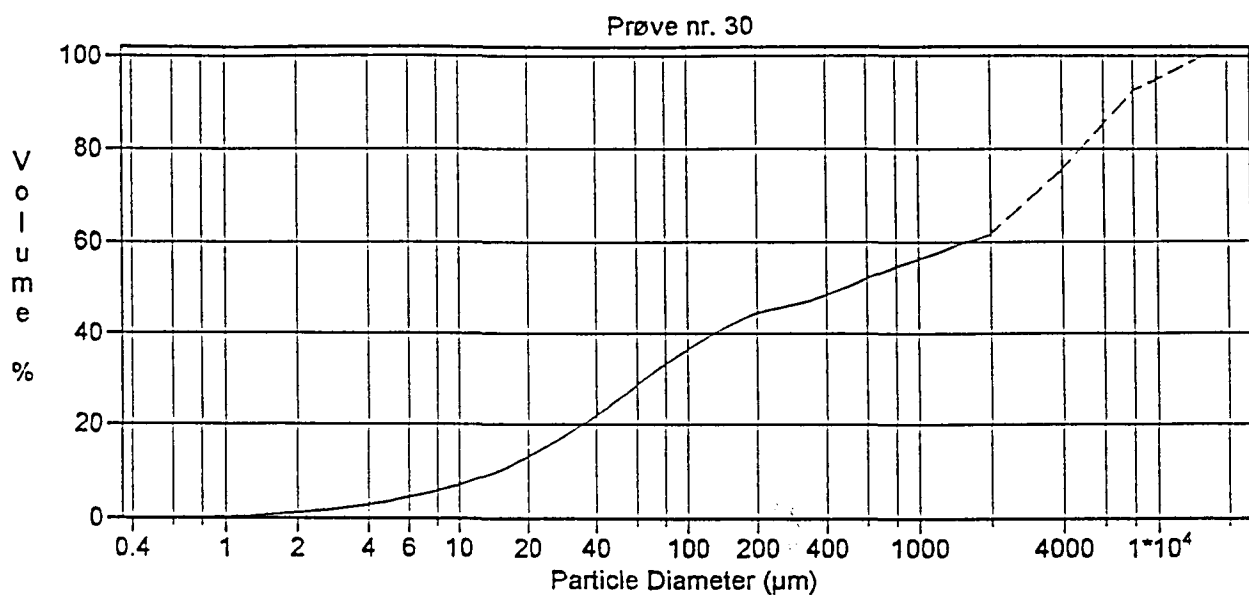
Figur 2.1

(process.)_S 3559 8679 _m
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
(In:)_S 50 _t
(Espelund,)_S 50 _t
(A.\(ed.\):)_S 50 _t
(Bloomery)_S 3559 8496 _m
(ironmaking)_S 50 _t
(during)_S 50 _t
(2000)_S 50 _t
(years.)_S 3559 8313 _m
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
(Proc.Sem.Comit\355)_S 50 _t
(pour)_S 50 _t
(la)_S 50 _t
(sid\355rurgie)_S 3559 8130 _m
(ancienne)_S 50 _t
(de)_S 50 _t
(l'UISPP,)_S 800 _t
3559 7947 _m
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
(Trondheim)_S 50 _t
(1991,36-49.)_S 3559 7581 _m
(Nilsen,O.1978:)_S 50 _t
(Caledonian)_S 50 _t
(sulphide)_S 50 _t
(deposits)_S 3559 7398 _m
(and)_S 50 _t
(minor)_S 50 _t
(iron-formations)_S 50 _t
(from)_S 50 _t
(the)_S 3559 7215 _m
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
(southern)_S 50 _t
(Trondheim)_S 50 _t
(Region,)_S 50 _t
(Norway.)_S 3559 7032 _m
(Nor.geol.unders.340,35-85.)_S 3559 6666 _m
(Nilsen,O.1991:)_S 50 _t
(The)_S 50 _t
(bedrock)_S 50 _t
(geology)_S 50 _t



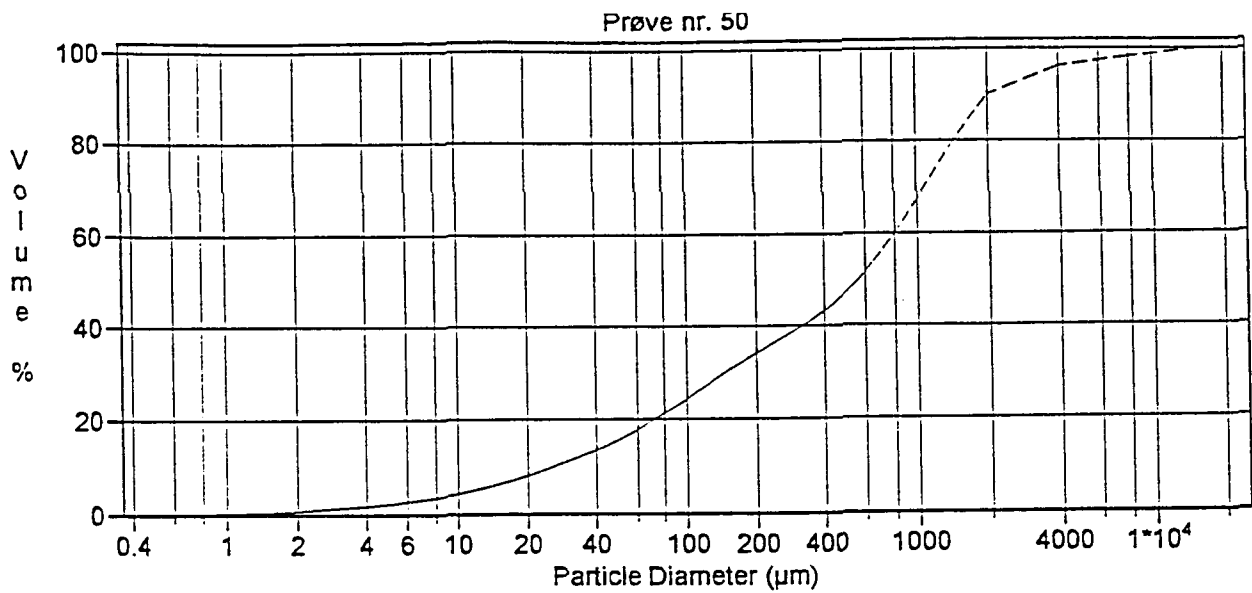
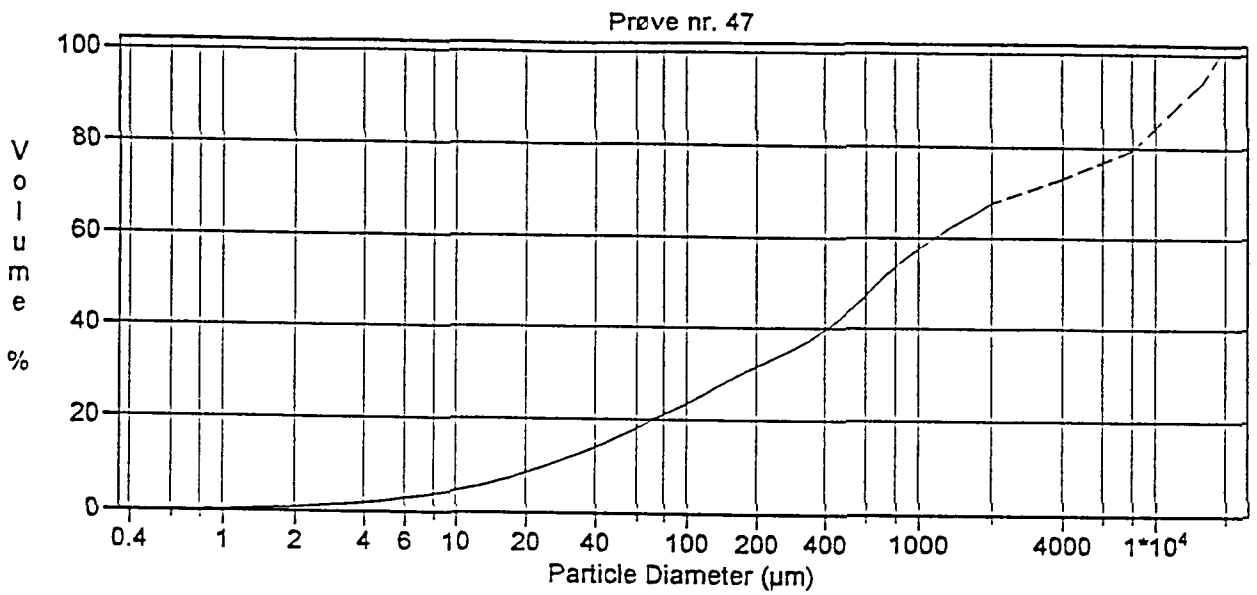
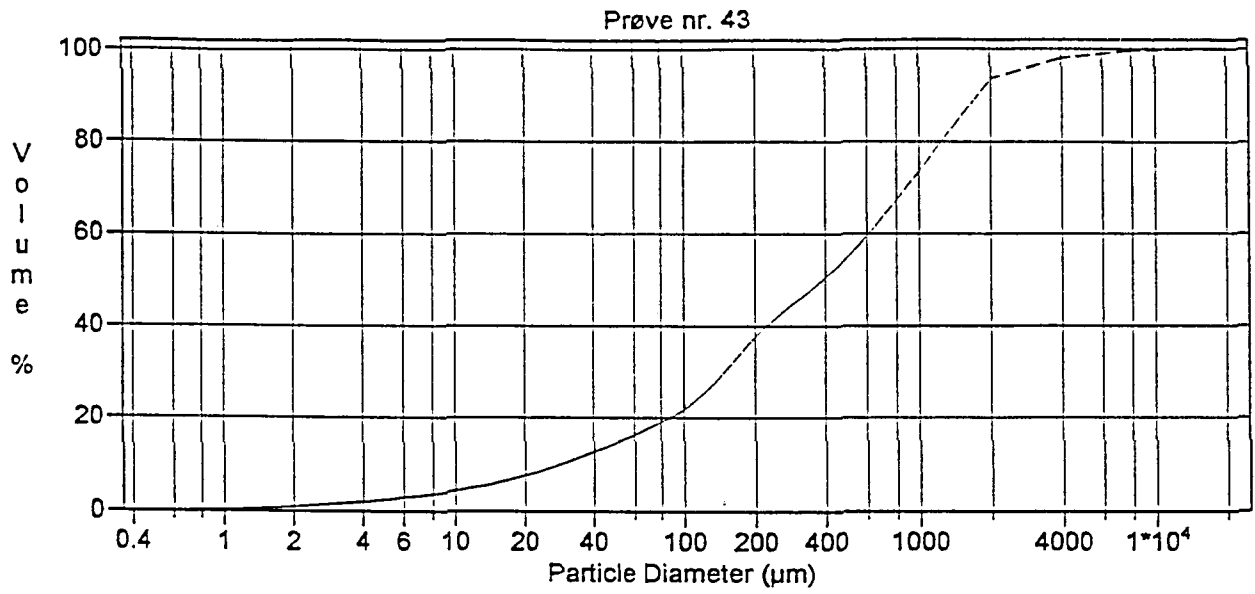
Figur 2.2

(den)_S 56 _t
(dokumentere)_S 56 _t
(over)_S 56 _t
(2000)_S 56 _t
(\336r)_S 56 _t
(gamle)_S 3559 11497 _m
(tradisjoner)_S 56 _t
(innen)_S 56 _t
(bergverksdrift)_S 56 _t
(som)_S 56 _t
(p\336)_S 3559 11297 _m
(mange)_S 112 _t
(m\336ter)_S 56 _t
(avspeiler)_S 56 _t
(viktige)_S 56 _t
(kapitler)_S 3559 11097 _m
(innen)_S 56 _t
(landets)_S 56 _t
(industrielle)_S 56 _t
(utvikling.)_S 56 _t
3559 10509 _m
/Times-BoldR 450 _ff
(LITTERATUR)_S 3559 10143 _m
/Times-RomanR 450 _ff
(Espelund,A.1991a:)_S 50 _t
(\ (Preface\))_S 100 _t
(In:)_S 50 _t
(Espelund,)_S 3559 9960 _m
(A.\ (ed.\):)_S 50 _t
(Bloomery)_S 50 _t
(ironmaking)_S 50 _t
(during)_S 3559 9777 _m
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
(2000)_S 50 _t
(years.)_S 50 _t
(Proc.Sem.Comit\355)_S 50 _t
(pour)_S 50 _t
(la)_S 3559 9594 _m
(sid\355rurgie)_S 50 _t
(ancienne)_S 50 _t
(de)_S 50 _t
(l'UISPP,)_S 50 _t
3559 9411 _m
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
50 _t
(Trondheim)_S 50 _t
(1991,36-49.)_S 3559 9045 _m
(Espelund,A.1991b:)_S 50 _t
(Bog)_S 50 _t
(iron)_S 50 _t
(ore)_S 50 _t
(for)_S 50 _t
(the)_S 3559 8862 _m
(bloomery)_S 50 _t



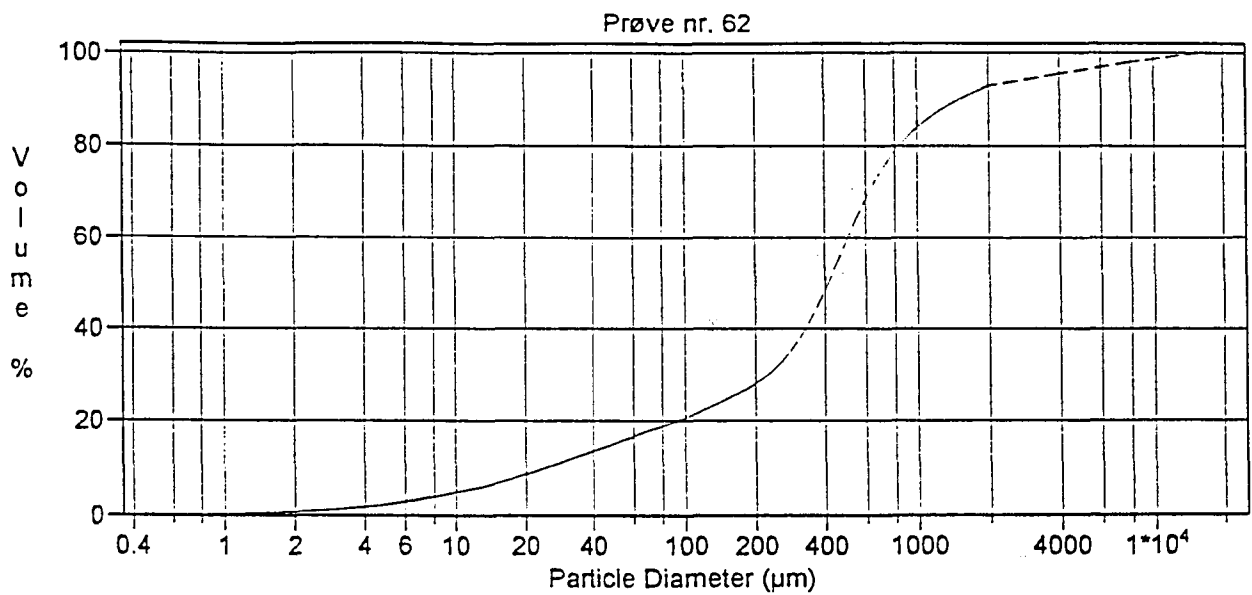
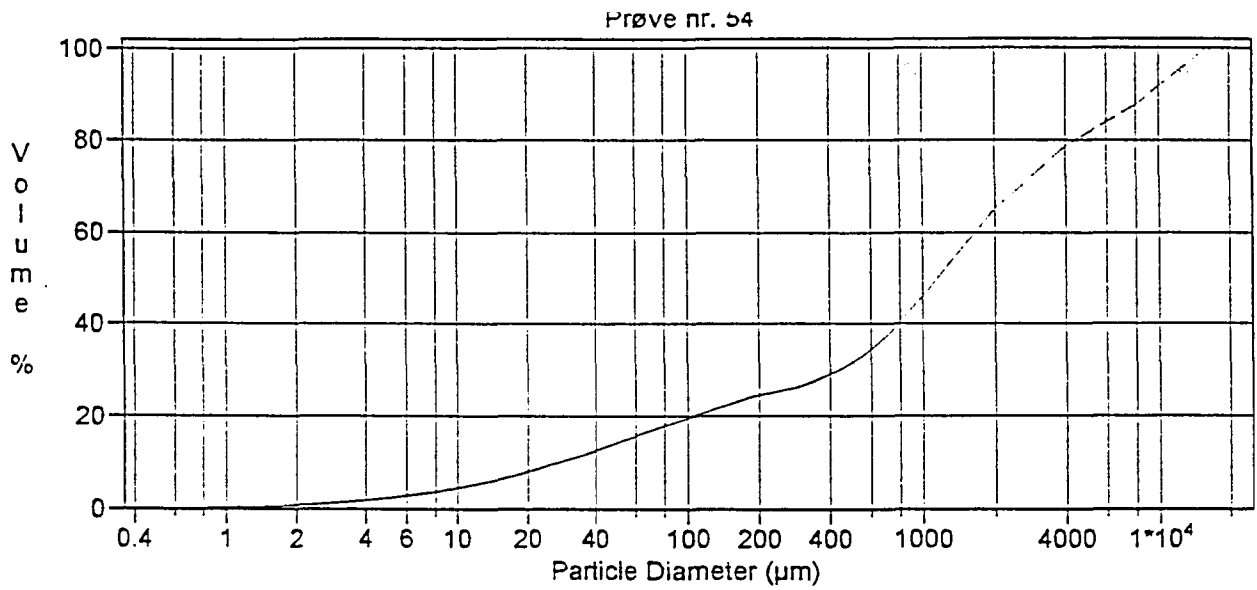
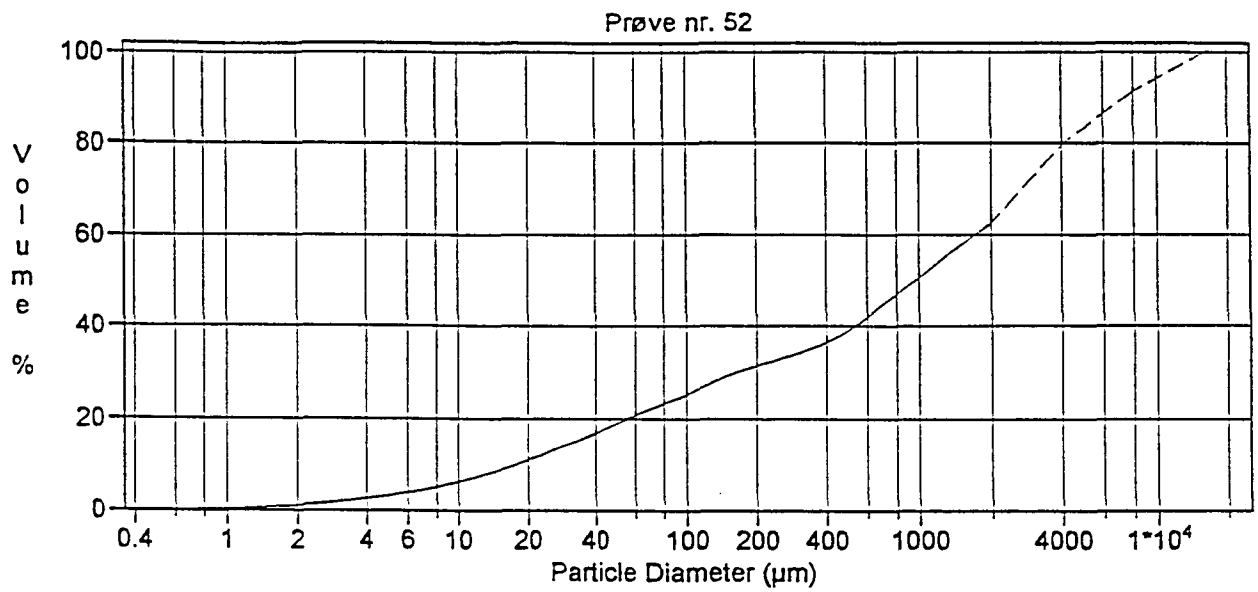
Figur 2.3

(er) S 56 t
(blitt) S 56 t
(utnyttet) S 520 1497 m
(optimalt.) S 56 t
(N\336r) S 56 t
(malmressursene) S 56 t
(sviktet) S 56 t
(har) S 520 1297 m
(man) S 56 t
(imidlertid) S 56 t
(funnet) S 56 t
(anvendelse) S 56 t
(for) S 520 1097 m
(andre) S 56 t
(mineralske) S 56 t
(r\336stoffer) S 112 t
(-) S 56 t
(fra) S 56 t
(tidligere) S 520 897 m
(tider) S 56 t
(i) S 56 t
(form) S 56 t
(av) S 56 t
(kleberstein,) S 56 t
(og) S 56 t
(i) S 56 t
(de) S 3559 12897 m
(senere) S 56 t
(\336r) S 56 t
(p\336) S 56 t
(trondhjemitte.) S 56 t
(I) S 56 t
(dag) S 56 t
(lever) S 56 t
(vi) S 3559 12697 m
(i) S 56 t
(en) S 56 t
(tidsalder) S 56 t
(med) S 56 t
(stadig) S 56 t
(skiftende) S 56 t
(krav) S 3559 12497 m
(til) S 56 t
(og) S 56 t
(ettersp\371rsel) S 56 t
(p\336) S 56 t
(mineralske) S 3559 12297 m
(r\336stoffer.) S 56 t
(Selv) S 56 t
(om) S 56 t
(den) S 56 t
(lille) S 56 t
(fjellbygda) S 3559 12097 m
(Budal) S 56 t
(bare) S 56 t
(i) S 56 t
(bekjeden) S 56 t
(grad) S 56 t
(har) S 56 t
(bidratt) S 56 t
(til) S 3559 11897 m
(landets) S 56 t
(samlede) S 56 t
(malmproduksjon,) S 56 t
(kan) S 3559 11697 m



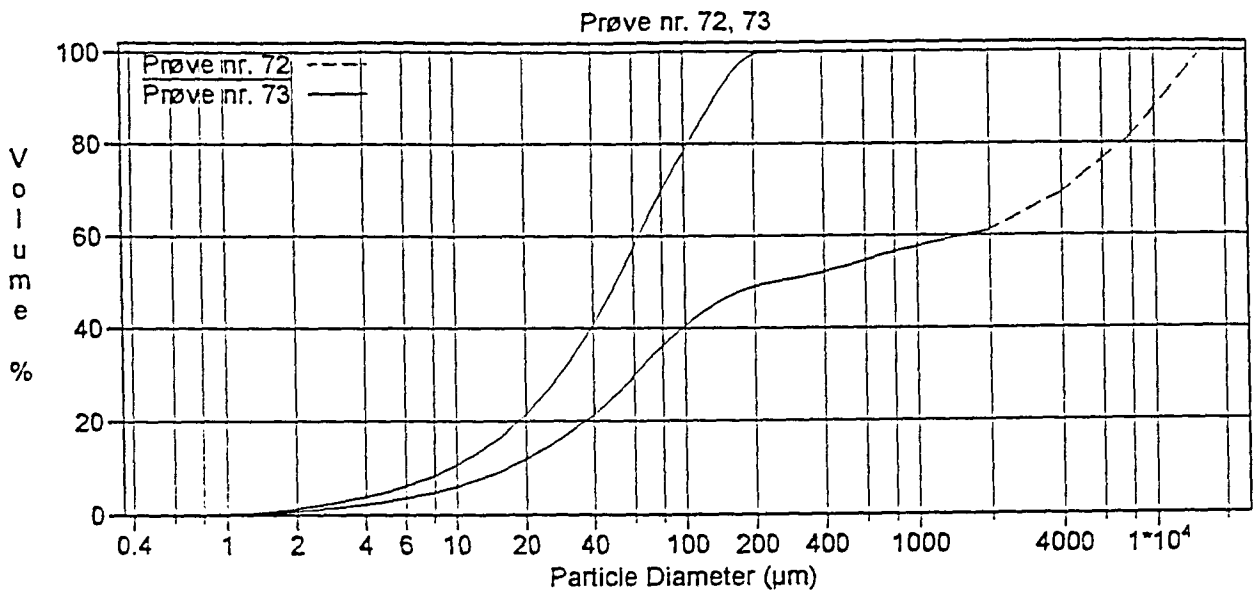
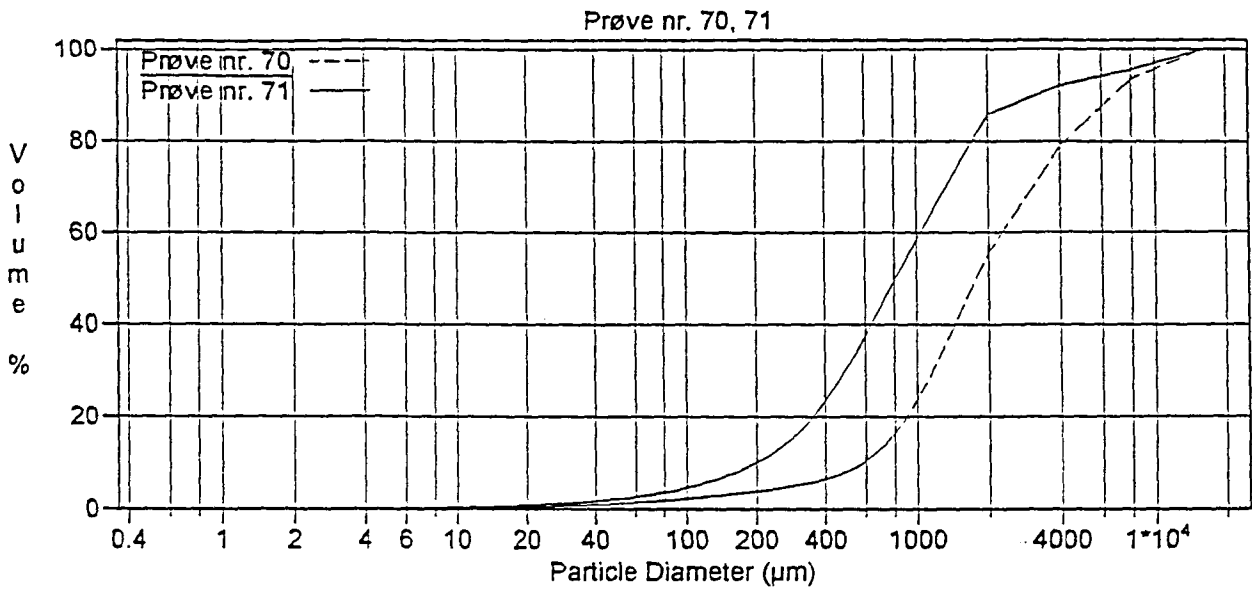
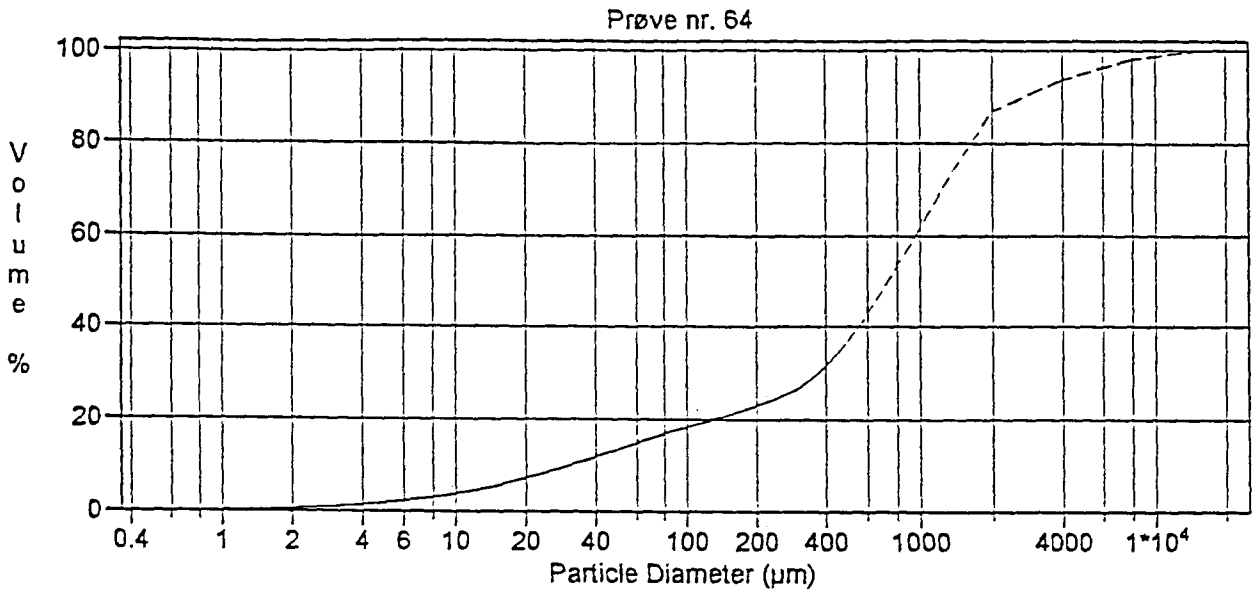
Figur 2.4

(og) _S 56 _t
(fysiske) _S 56 _t
(beskaffenhets) _S 56 _t
(Som) _S 520 4297 _m
(et) _S 56 _t
(utgangsmateriale) _S 56 _t
(for) _S 56 _t
(dannelsen) _S 56 _t
(av) _S 520 4097 _m
(myrmalmene) _S 56 _t
(i) _S 56 _t
(Budaloms\336det) _S 520 3897 _m
(representerer) _S 56 _t
(\336penbart) _S 56 _t
(de) _S 56 _t
(sulfid\371rende) _S 520 3697 _m
(grafittskifre) _S 56 _t
(her) _S 56 _t
(en) _S 56 _t
(viktig) _S 56 _t
(jernkilde) _S 56 _t
(-) _S 520 3497 _m
(enten) _S 56 _t
(i) _S 56 _t
(form) _S 56 _t
(av) _S 56 _t
(l\371se) _S 56 _t
(sulfidkomponenter) _S 56 _t
(i) _S 520 3297 _m
(l\371savsetningene,) _S 56 _t
(som) _S 56 _t
(stedegent) _S 520 3097 _m
(forvittringsgrus) _S 56 _t
(eller) _S 56 _t
(som) _S 56 _t
(eksponerte) _S 520 2897 _m
(deler) _S 56 _t
(av) _S 56 _t
(berggrunnsoverflaten.) _S 520 2497 _m
(Ser) _S 56 _t
(vi) _S 56 _t
(p\336) _S 56 _t
(de) _S 56 _t
(relativt) _S 56 _t
(beskjedne) _S 520 2297 _m
(malmressurser) _S 56 _t
(som) _S 56 _t
(Budalen) _S 56 _t
(er) _S 520 2097 _m
(begunstiget) _S 56 _t
(med) _S 56 _t
(er) _S 56 _t
(det) _S 56 _t
(p\336fallende) _S 56 _t
(at) _S 56 _t
(de) _S 520 1897 _m
(til) _S 56 _t
(alle) _S 56 _t
(tider) _S 56 _t
(under) _S 56 _t
(skiftende) _S 56 _t
(teknologiske) _S 520 1697 _m
(og) _S 56 _t
(\371konomiske) _S 56 _t
(forhold) _S 56 _t



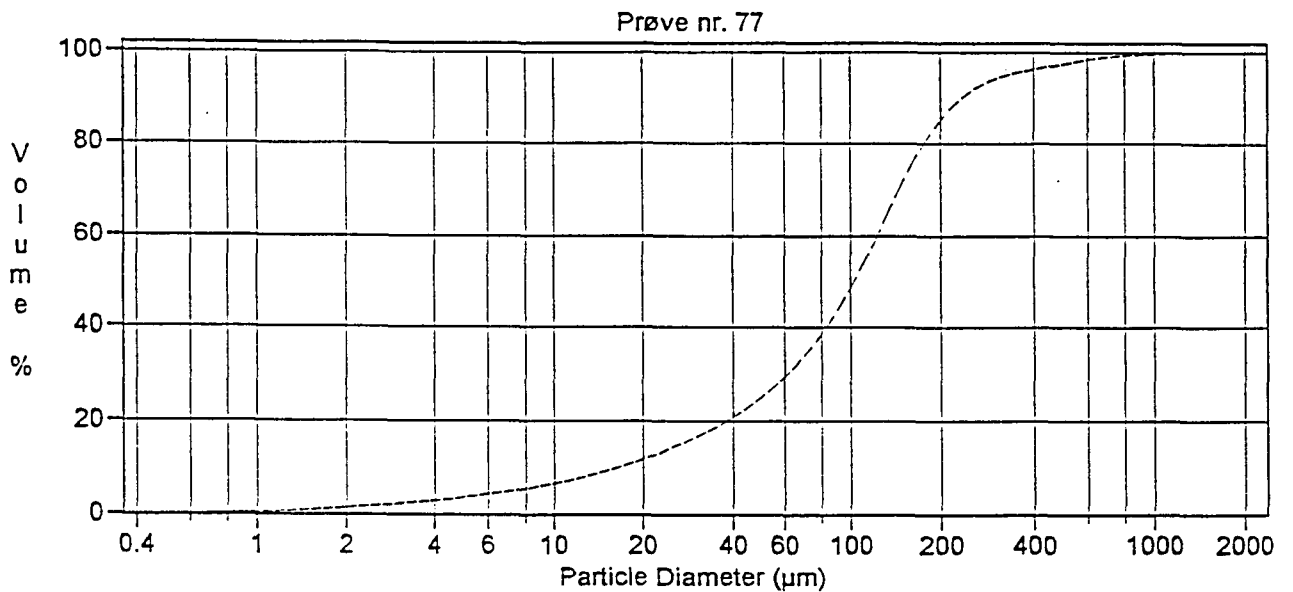
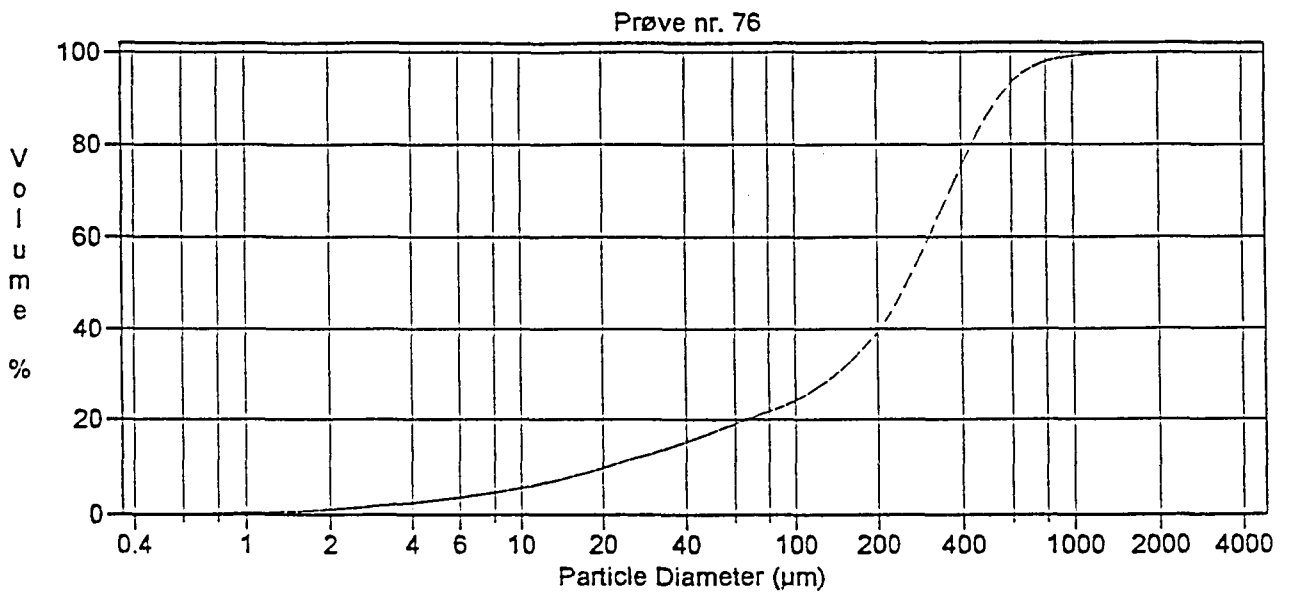
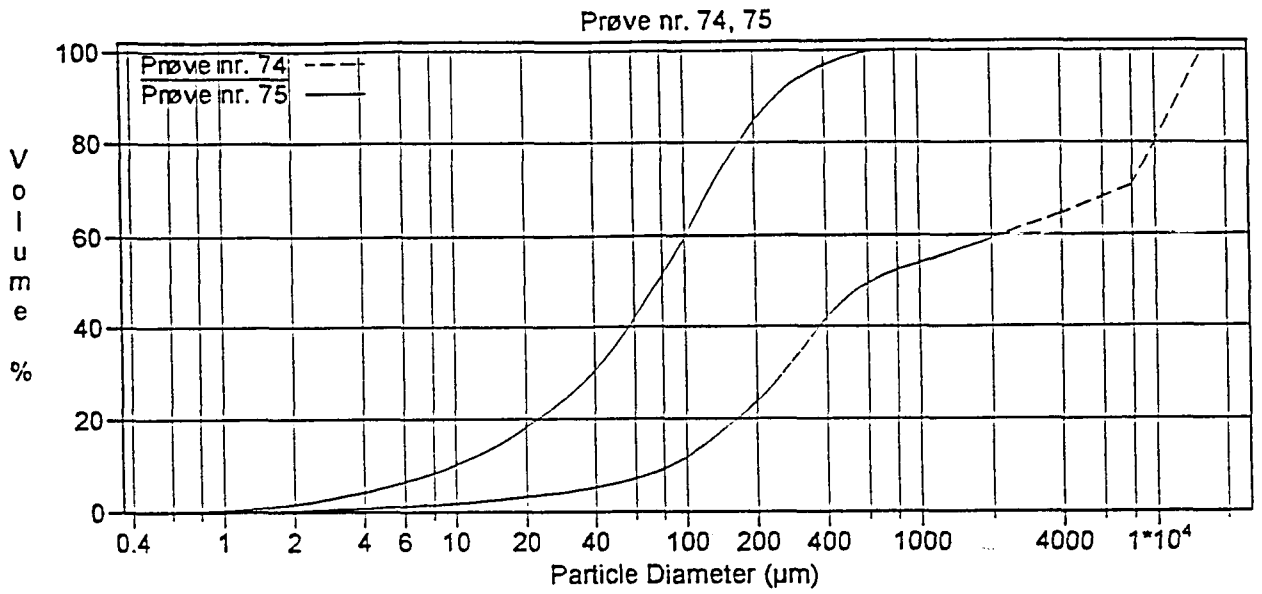
Figur 2.5

(som) S 56 t
(skjer) S 56 t
(n\361r) S 520 6697 m
(overflaten) S 56 t
(ved) S 56 t
(kjemisk) S 56 t
(forvitring) S 56 t
(med) S 520 6497 m
(dekomponering) S 56 t
(av) S 56 t
(forskjellige) S 56 t
(mineraler) S 520 6297 m
(i) S 56 t
(bergarter) S 56 t
(og) S 56 t
(l\371smasser) S 56 t
(og) S 56 t
(prosessene) S 520 6097 m
(ved) S 56 t
(utfelling) S 56 t
(og) S 56 t
(avsetning) S 56 t
(av) S 56 t
(myrmalm) S 520 5897 m
(er) S 56 t
(komplekse.) S 56 t
(Det) S 56 t
(kjemiske) S 520 5697 m
(forvitringmilj\371) S 56 t
(karakteriseres) S 56 t
(av) S 56 t
(mange) S 520 5497 m
(faktorer,) S 56 t
(s\336) S 56 t
(som) S 56 t
(klima,) S 56 t
(geologi) S 56 t
(og) S 56 t
(de) S 520 5297 m
(kjemiske) S 56 t
(egenskaper) S 56 t
(til) S 56 t
(de) S 56 t
(forskjellige) S 520 5097 m
(mineraler.) S 56 t
(Her) S 56 t
(vil) S 56 t
(de) S 56 t
(ulike) S 56 t
(komponenter) S 520 4897 m
(bli) S 56 t
(utsatt) S 56 t
(for) S 56 t
(en) S 56 t
(ulik) S 56 t
(grad) S 56 t
(av) S 56 t
(oppl\371sning,) S 520 4697 m
(transport) S 56 t
(og) S 56 t
(utfelling) S 56 t
(alt) S 56 t
(etter) S 56 t
(omr\336dets) S 520 4497 m
(kjemiske) S 56 t



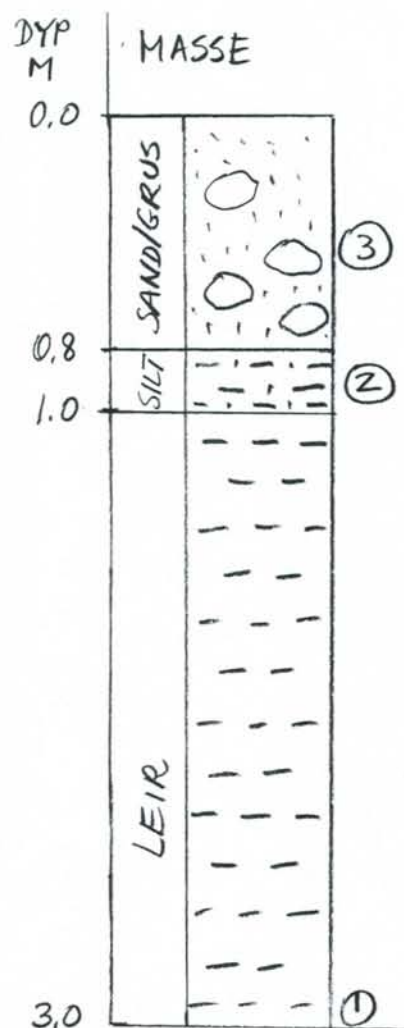
Figur 2.6

(kan) _S 56 _t
(sees) _S 520 9097 _m
(spesielt) _S 56 _t
(n\361r) _S 56 _t
(korngrenser) _S 56 _t
(og) _S 56 _t
(langs) _S 520 8897 _m
(sprekker) _S 56 _t
(og) _S 56 _t
(riss) _S 56 _t
(i) _S 56 _t
(mineralet.) _S 56 _t
(Her) _S 56 _t
(blir) _S 520 8697 _m
_U (markasitt) _S _u 56 _t
(\(FeS) _S /Times-RomanR 300 __ff
1511 8660 _m
(2) _S 1561 8660 _m
/Times-RomanR 500 __ff
1561 8697 _m
(\)) _S 56 _t
(dannet) _S 56 _t
(p\336) _S 56 _t
(bekostning) _S 520 8497 _m
(av) _S 56 _t
(magnetkisen) _S 56 _t
(\ (FeS\)) _S 56 _t
(og) _S 56 _t
(demonstrerer) _S 520 8297 _m
(tydelig) _S 56 _t
(en) _S 56 _t
(utlütning) _S 56 _t
(av) _S 56 _t
(jern) _S 56 _t
(\ (fig.4\).) _S 56 _t
(Det) _S 520 8097 _m
(utlutede) _S 56 _t
(jern) _S 56 _t
(vil) _S 56 _t
(s\336) _S 56 _t
(oksidere) _S 56 _t
(n\361r) _S 520 7897 _m
(overflaten) _S 56 _t
(og) _S 56 _t
(danne) _S 56 _t
(en) _S 56 _t
(limonittskorpe,) _S 520 7697 _m
(eller) _S 56 _t
(det) _S 56 _t
(vil) _S 56 _t
(kunne) _S 56 _t
(transporteres) _S 56 _t
(vekk) _S 56 _t
(i) _S 520 7497 _m
(form) _S 56 _t
(av) _S 56 _t
(l\371selig) _S 56 _t
(ferro-sulfat) _S 56 _t
(i) _S 56 _t
(det) _S 56 _t
(sure) _S 520 7297 _m
(porevann.) _S 520 6897 _m
(De) _S 56 _t
(geokjemiske) _S 56 _t
(prosesser) _S 56 _t



Figur 2.7

(jernhatten)_S 56 _t
(utvikles)_S 520 11497 _m
(idet)_S 56 _t
(jernsulfidene)_S 56 _t
(dekomponerer)_S 56 _t
(ved)_S 520 11297 _m
(luftens)_S 56 _t
(p\336virkning,)_S 56 _t
(og)_S 56 _t
(svovelsyre)_S 56 _t
(og)_S 520 11097 _m
(l\371slig)_S 56 _t
(jernsulfat)_S 56 _t
(dannes.)_S 56 _t
(Jernet)_S 56 _t
(i)_S 520 10897 _m
(jernsulfidene)_S 56 _t
(vil)_S 56 _t
(derved)_S 56 _t
(bli)_S 56 _t
(lutet)_S 56 _t
(ut)_S 56 _t
(av)_S 520 10697 _m
(malmen)_S 56 _t
(under)_S 56 _t
(de)_S 56 _t
(lave)_S 56 _t
(pH-betingelser.)_S 520 10497 _m
(Magnetkisen)_S 56 _t
(er)_S 56 _t
(det)_S 56 _t
(sulfidmineral)_S 56 _t
(som)_S 520 10297 _m
(lettest)_S 56 _t
(g\336r)_S 56 _t
(i)_S 56 _t
(oppl\371sning.)_S 56 _t
(Dette)_S 56 _t
(kan)_S 56 _t
(en)_S 520 10097 _m
(tydelig)_S 56 _t
(se)_S 56 _t
(i)_S 56 _t
(de)_S 56 _t
(mer)_S 56 _t
(forvitrede)_S 56 _t
(deler)_S 56 _t
(av)_S 520 9897 _m
(malmpr\371vene)_S 56 _t
(fra)_S 56 _t
(forekomstene,)_S 56 _t
(mens)_S 520 9697 _m
(pyritt,)_S 56 _t
(kobberkis)_S 56 _t
(og)_S 56 _t
(sinkblende)_S 56 _t
(er)_S 56 _t
(mer)_S 520 9497 _m
(up\336virket.)_S 56 _t
(Den)_S 56 _t
(progressive)_S 56 _t
(kjemiske)_S 520 9297 _m
(omvandlingen)_S 56 _t
(av)_S 56 _t
(magnetkisen)_S 56 _t



Sjakt 1

Naturlige, uforstyrrede løsmasser.

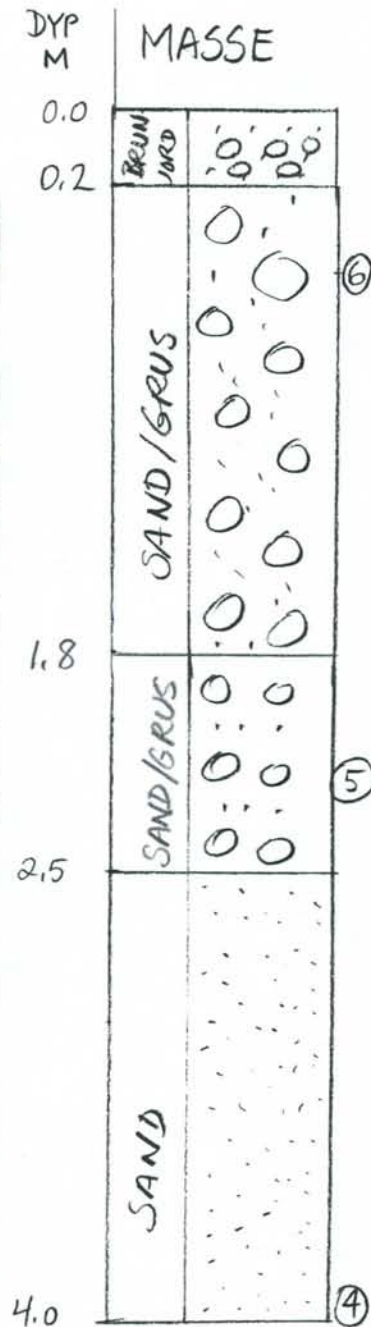
Nederst leir (2.0m) som går over i silt/fin sand (0.2m). Over dette ligger sand og grus av glasifluvial opprinnelse.

Prøve 1 = 3.0m dyp

Prøve 2 = 0.8m dyp

Prøve 3 = 0.5m dyp

Figur 3.1



Sjakt 2

Naturlige, uforstyrrede masser.

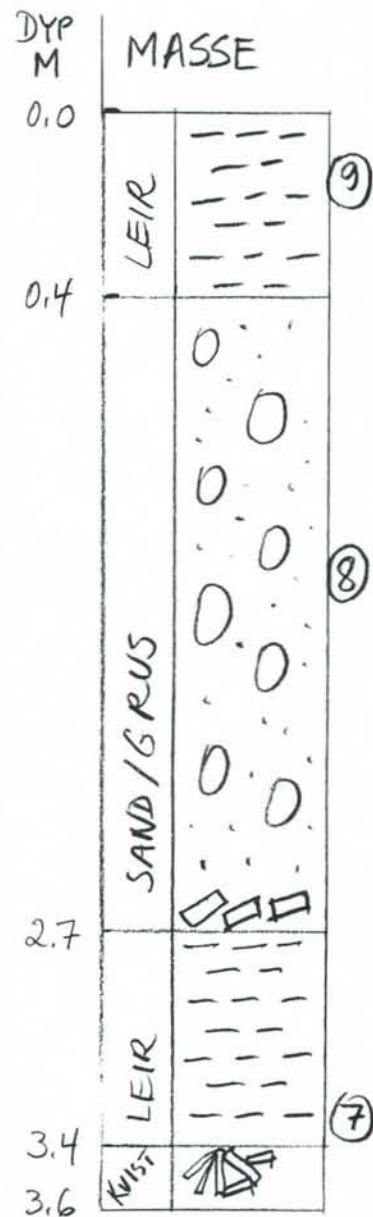
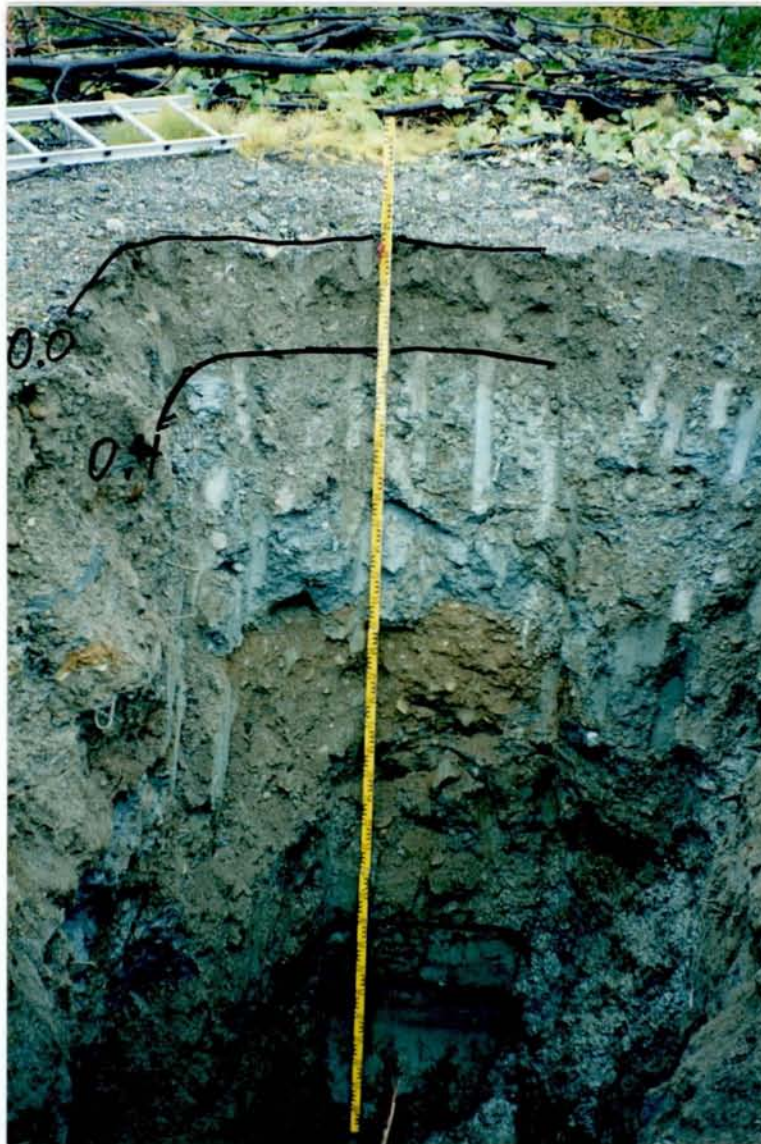
Nederst fin sand (lys, 1.5m) som går over i lagdelt sand/fingrus (0.7m). Oppå dette glasifluvial sand/grus uten utpreget lagdeling (1.6m). Øverst brunjord (0.2m).

Prøve 4 = 4.0m dyp

Prøve 5 = 2.2m dyp

Prøve 6 = 0.5m dyp

Figur 3.2



Sjakt 3

Fyllmasser.

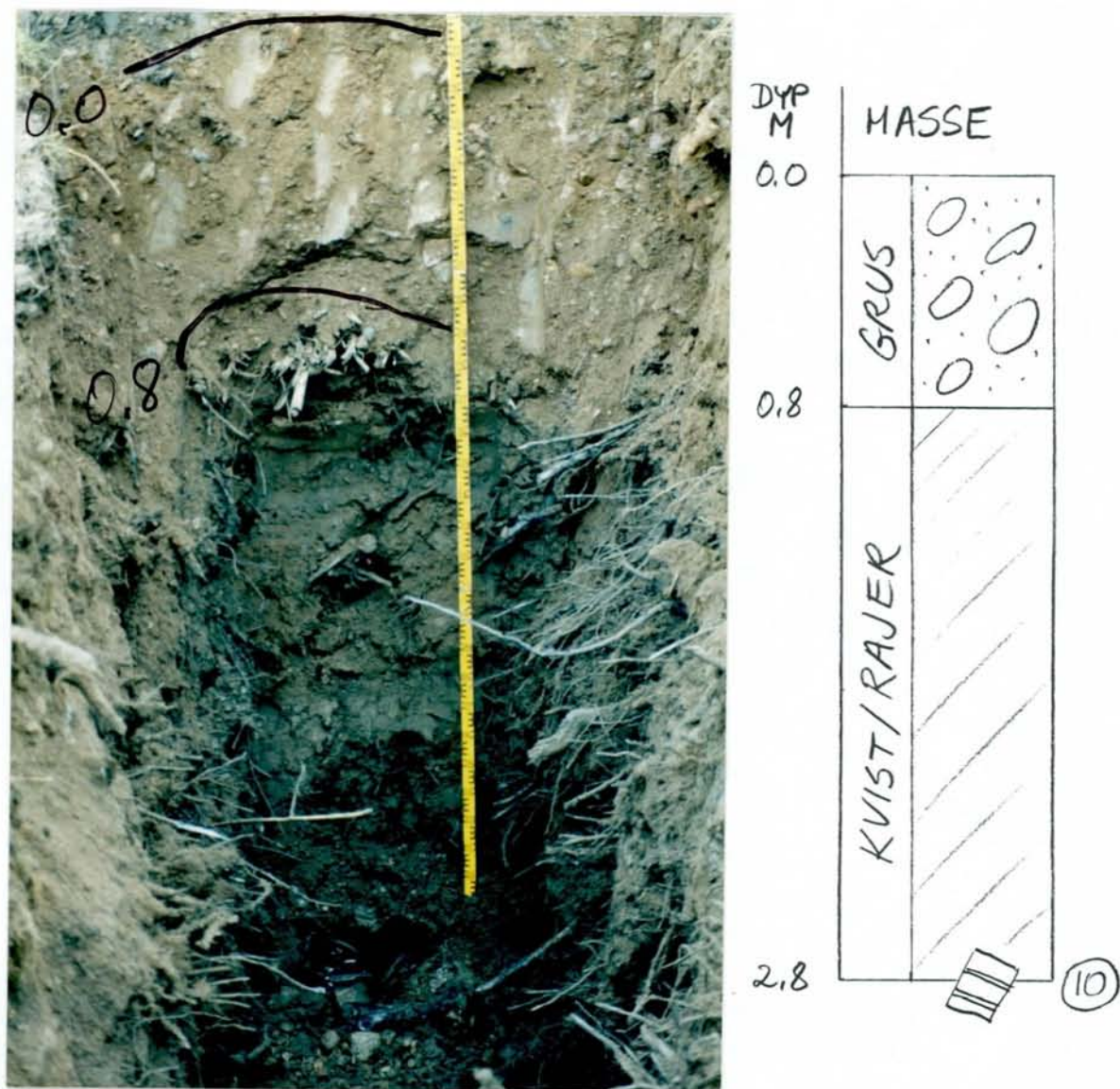
Nederst kvist (0.2m) overfylt med leir (0.7m). Et 2.1m mektig lag av brun og grå sand og grus. Øverst 0.6m med leir.

Prøve 7 = 3.3m dyp

Prøve 8 = 1.5m dyp

Prøve 9 = 0.2m dyp

Figur 3.3



Sjakt 4

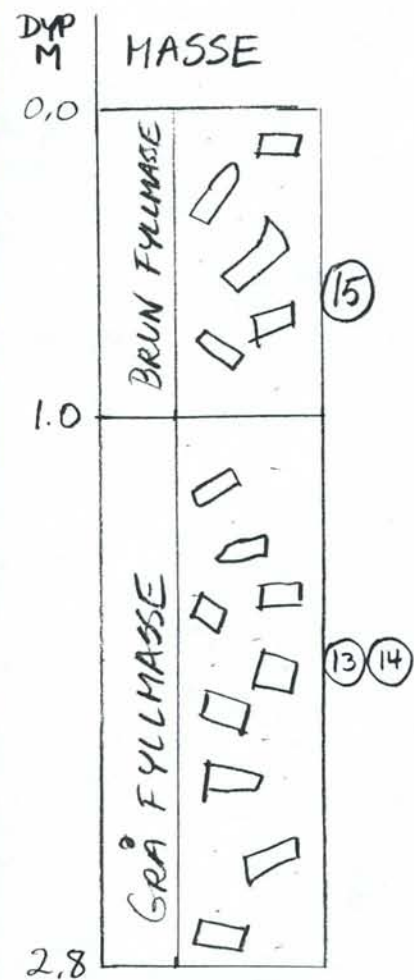
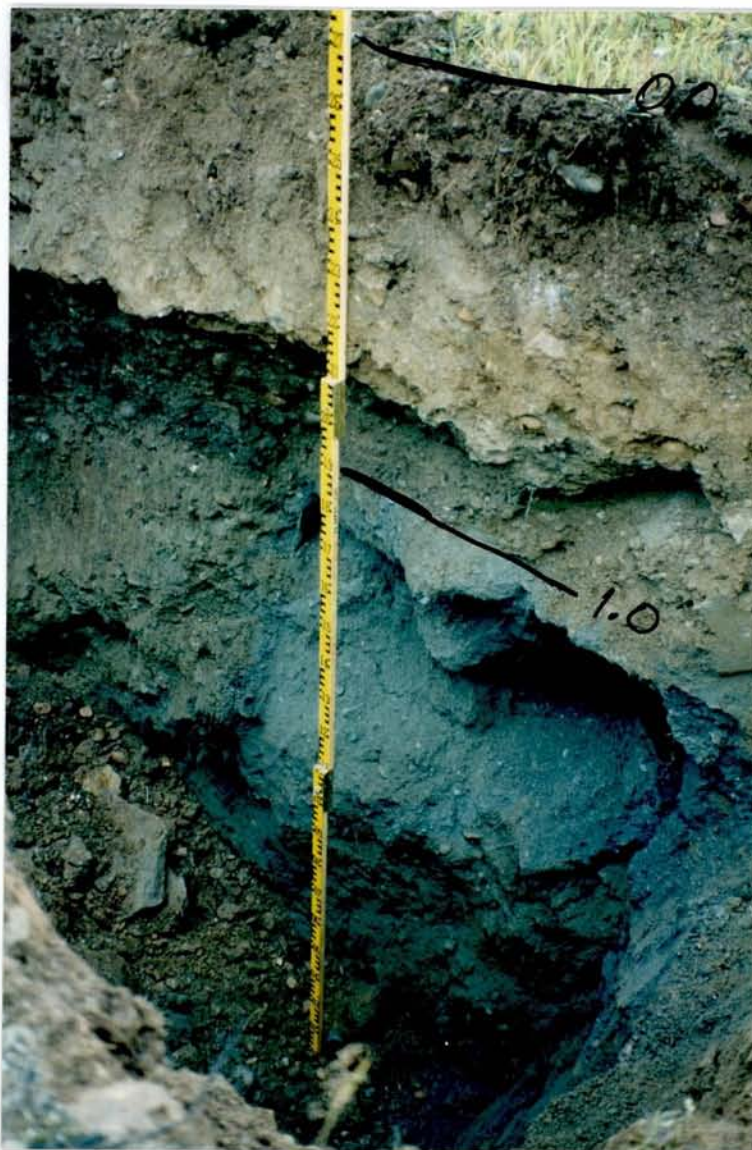
Fyllmasser.

Tønne med asfalt fugemasse ble påtruffet på 2.8m dyp. Innhold i tønne tatt som prøve 10.

Antakelig flere tønner på samme nivå. Over tønne 2.0m med kvist og rajer. Øverst 0.8m med grus.

Prøve 10 = 2.8m dyp (innhold i tønne)

Figur 3.4



Sjakt 5

Fyllmasser.

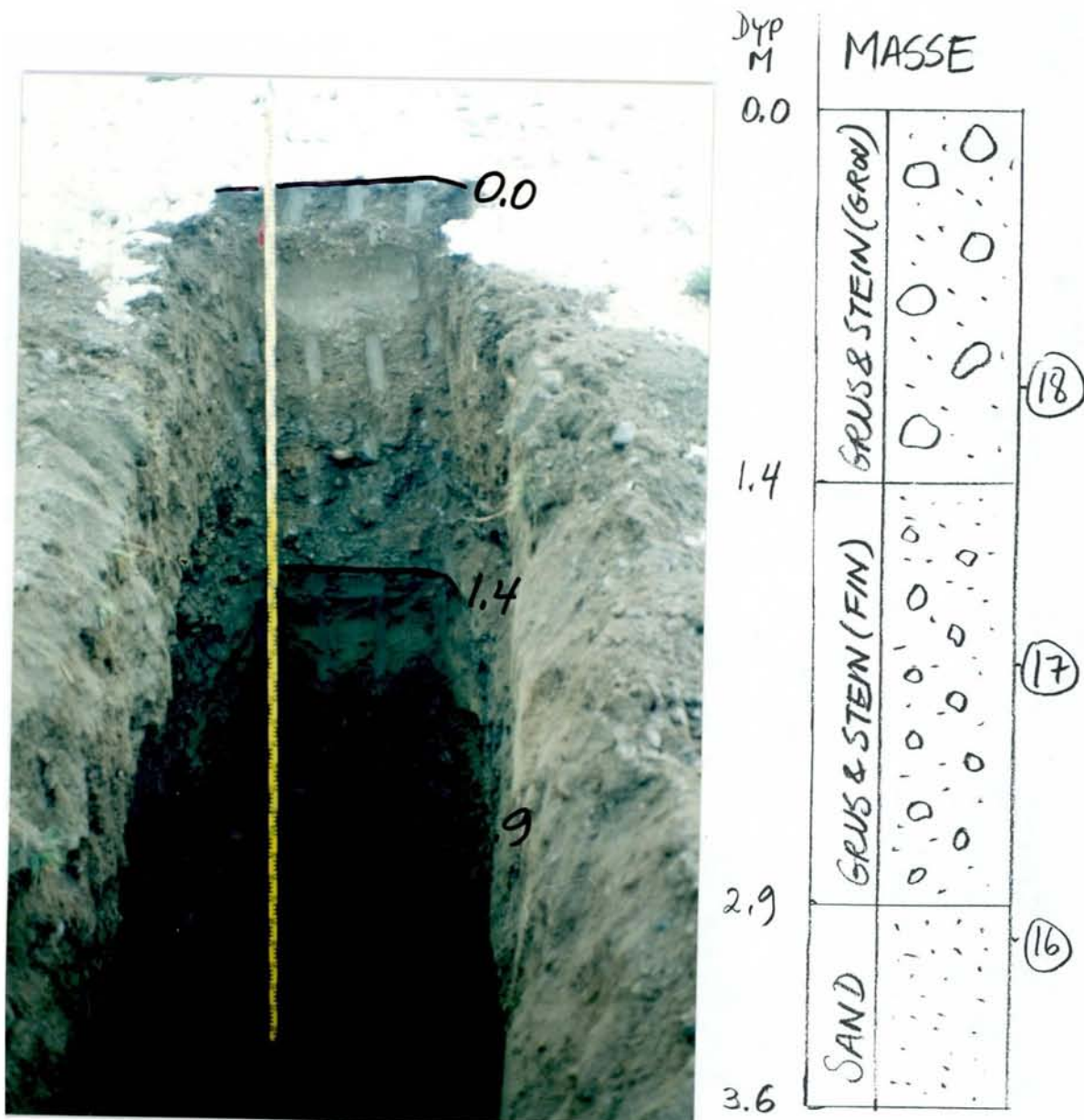
Grå, finkornet fyllmasse med rester av asfalt nederst (1.8m) med 1.0m mektig brun fyllmasse øverst. Kobbertråd funnet nær kontakten til underliggende masser. Det er utviklet brunjordsprofil øverst med gress på toppen.

Prøve 13 = 1.6m dyp

Prøve 14 = 1.6m dyp

Prøve 15 = 0.5m dyp

Figur 3.5



Sjakt 6

Naturlig avsatt sand og grus

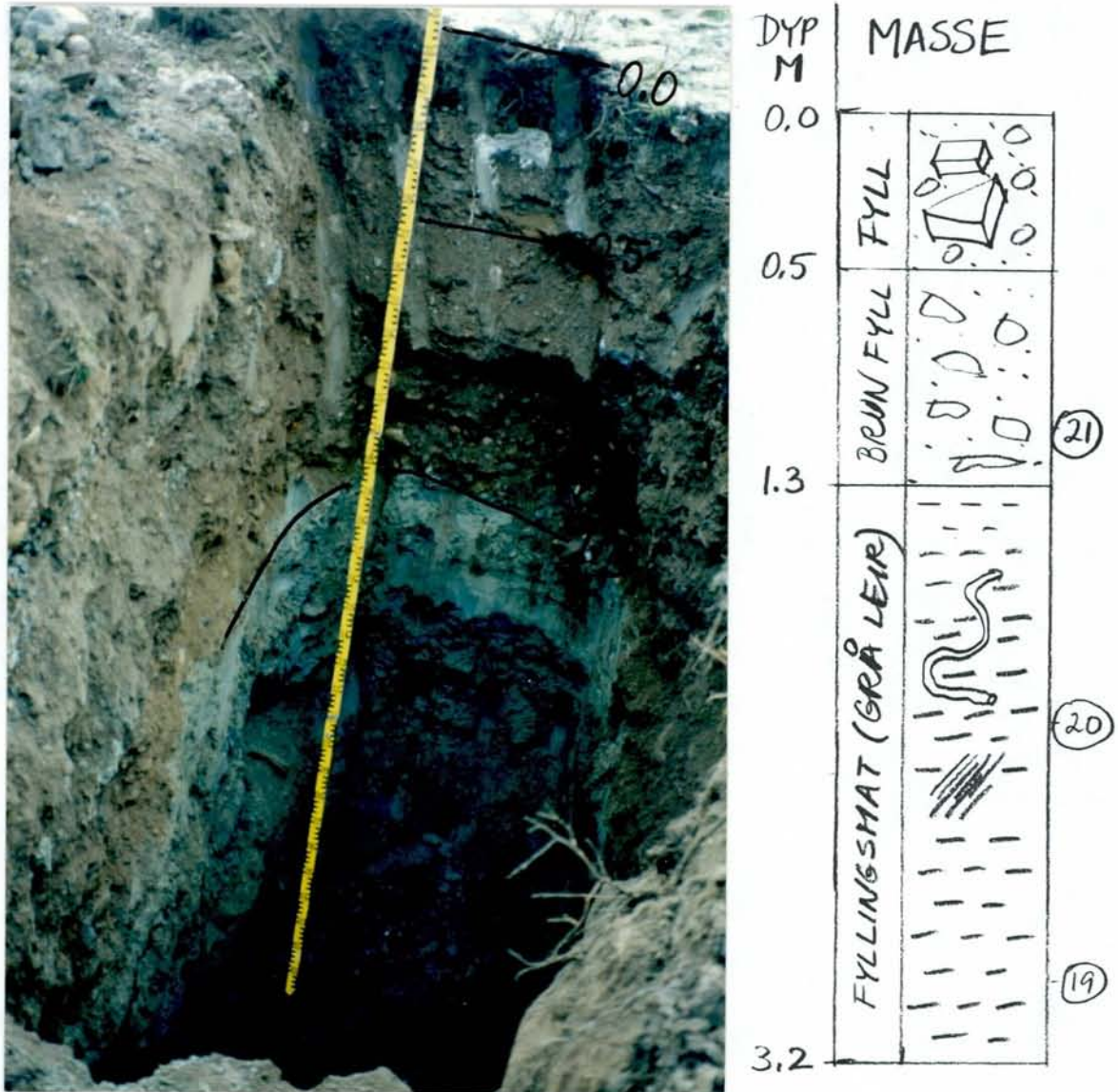
Nederst sand (0.8m). Oppå dette ligger finere grus og stein antakelig av glasifluvial opprinnelse (1.5m). Øverst ligger (1.2m mektig) grovere grus og stein, også av glasifluvial opprinnelse. Massene i denne sjakten antas å være naturlig avsatt glasifluviale masser.

Prøve 16 = 3.0m dyp

Prøve 17 = 2.0m dyp

Prøve 18 = 1.0m dyp

Figur 3.6



Sjakt 7

Fyllmasser.

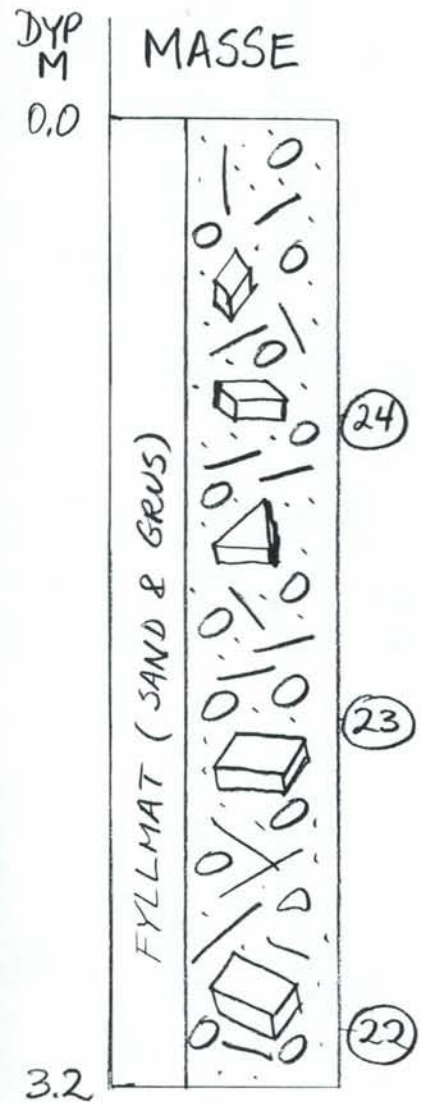
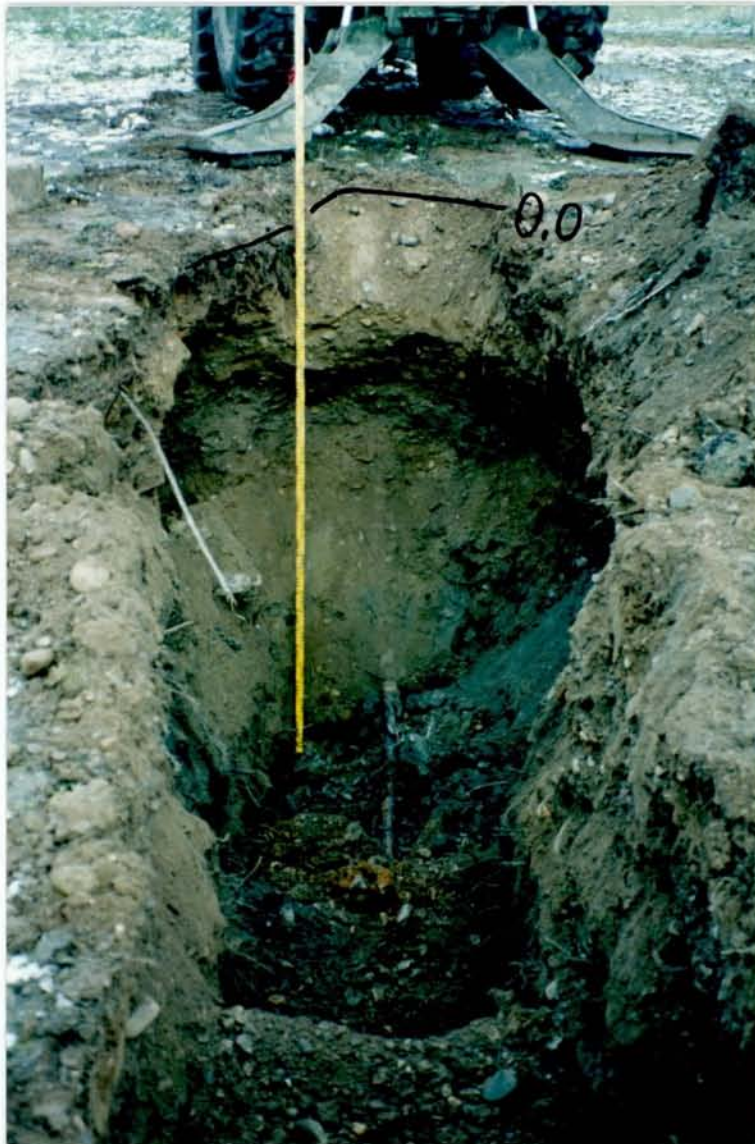
Grå leiraktige fyllmasser med bl. a. slange, bundt med pinner (2.0m mektig). Oppå denne ligger brune fyllmasser bestående av grus og stein (0.8m). Øverst ligger brune fyllmasser med innslag av betong, asfalt m.m. (0.5m).

Prøve 19 = 3.0m dyp

Prøve 20 = 2.0m dyp

Prøve 21 = 1.0m dyp

Figur 3.7



Sjakt 8

Fyllmasser.

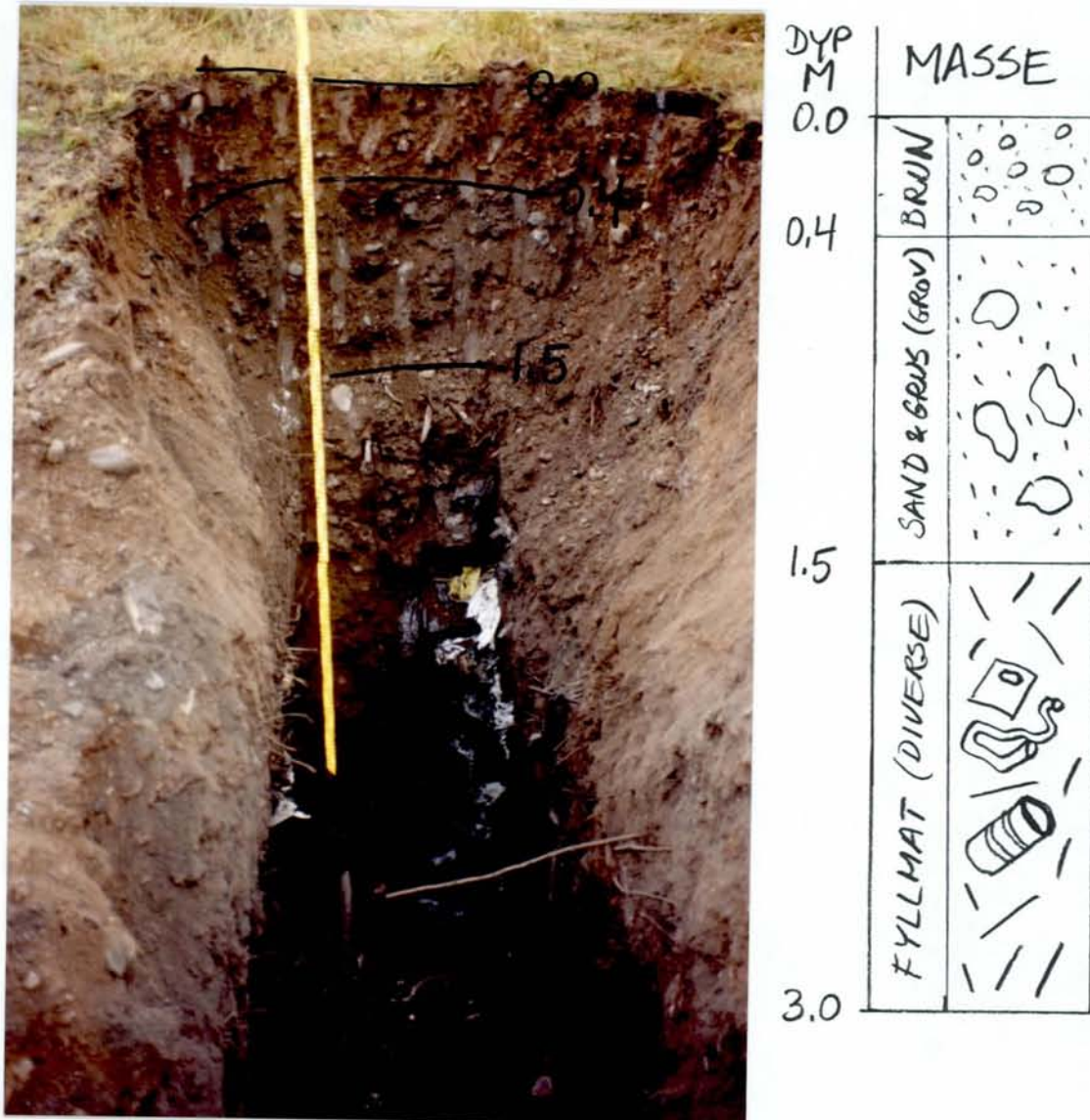
Heterogene fyllmasser bestående av grus, sand, betongstykker, kvist, røtter mm. (3.2m mektig).

Prøve 22 = 3.0m dyp

Prøve 23 = 2.0m dyp

Prøve 24 = 1.0m dyp

Figur 3.8



Sjakt 9

Fyllmasser.

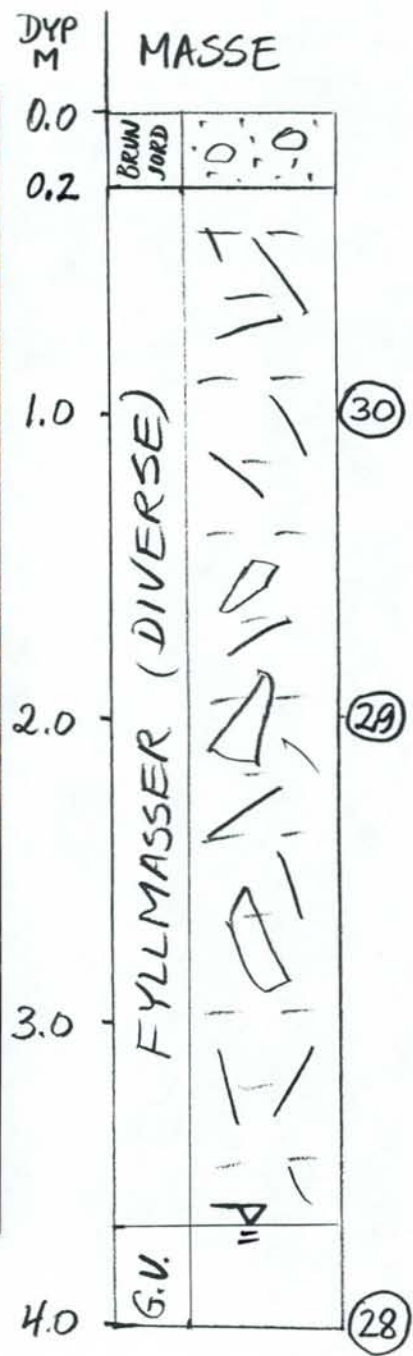
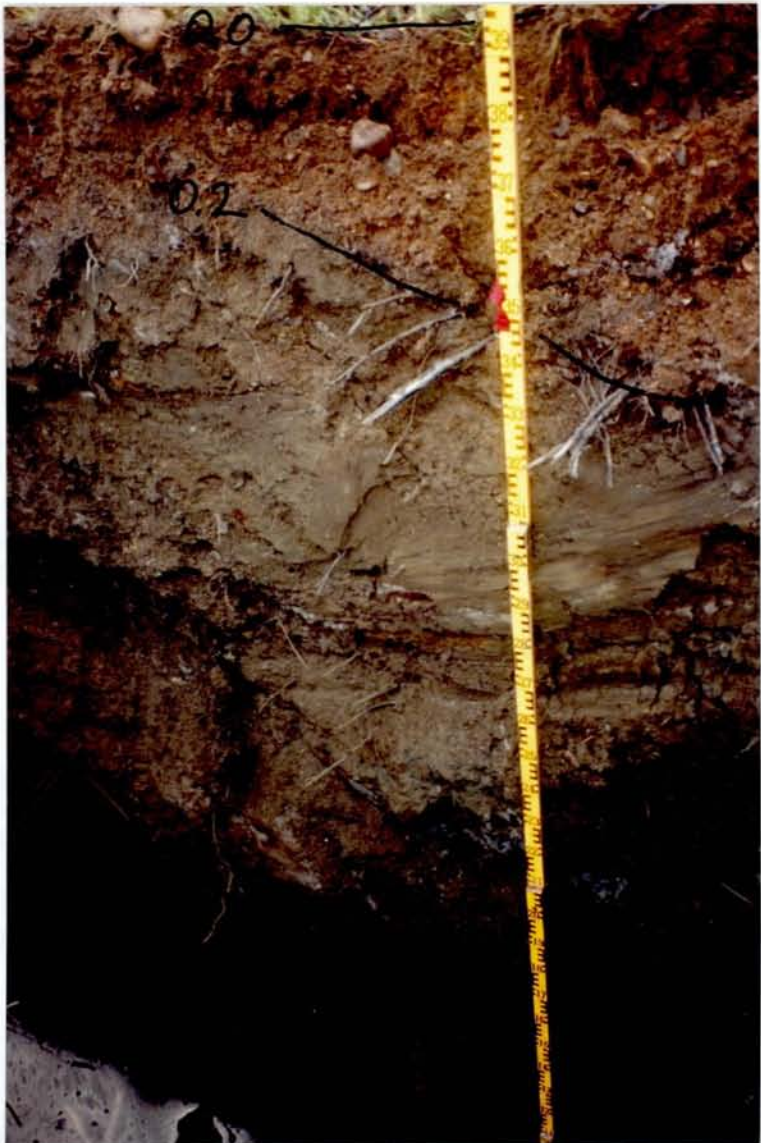
Nederst fyllmasser bestående av søppel, plastposer, flydeler (aluminium), kabler, løsamunisjon, slanger, fat med gul væske mm.(1.5m). Over dette ligger grålige jordmasser med grov stein (0.8m). Øverst brunfarget jord (0.4m).

Prøve 25 = 3.0m dyp

Prøve 26 = 2.0m dyp

Prøve 27 = 1.0m dyp

Figur 3.9

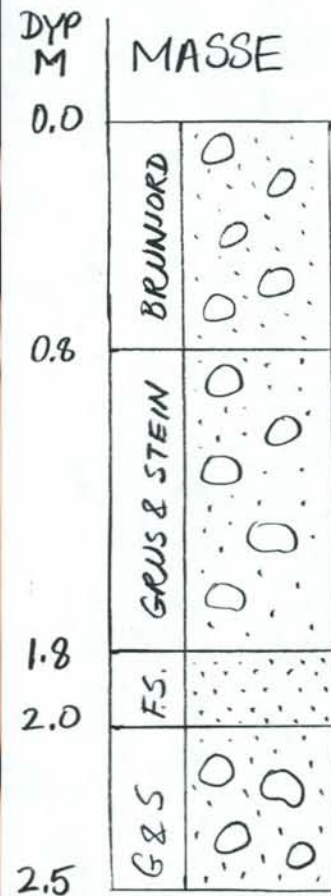


Sjakt 10

Fyllmasser med brunjord øverst.
 Grunnvannsstand er på 3.7m dyp. Over denne ligger fyllmasser bestående av leir, organisk torv, røtter, Al-flydeler mm.

- Prøve 28 = 4.0m dyp
- Prøve 29 = 2.0m dyp
- Prøve 30 = 1.0m dyp

Figur 3.10



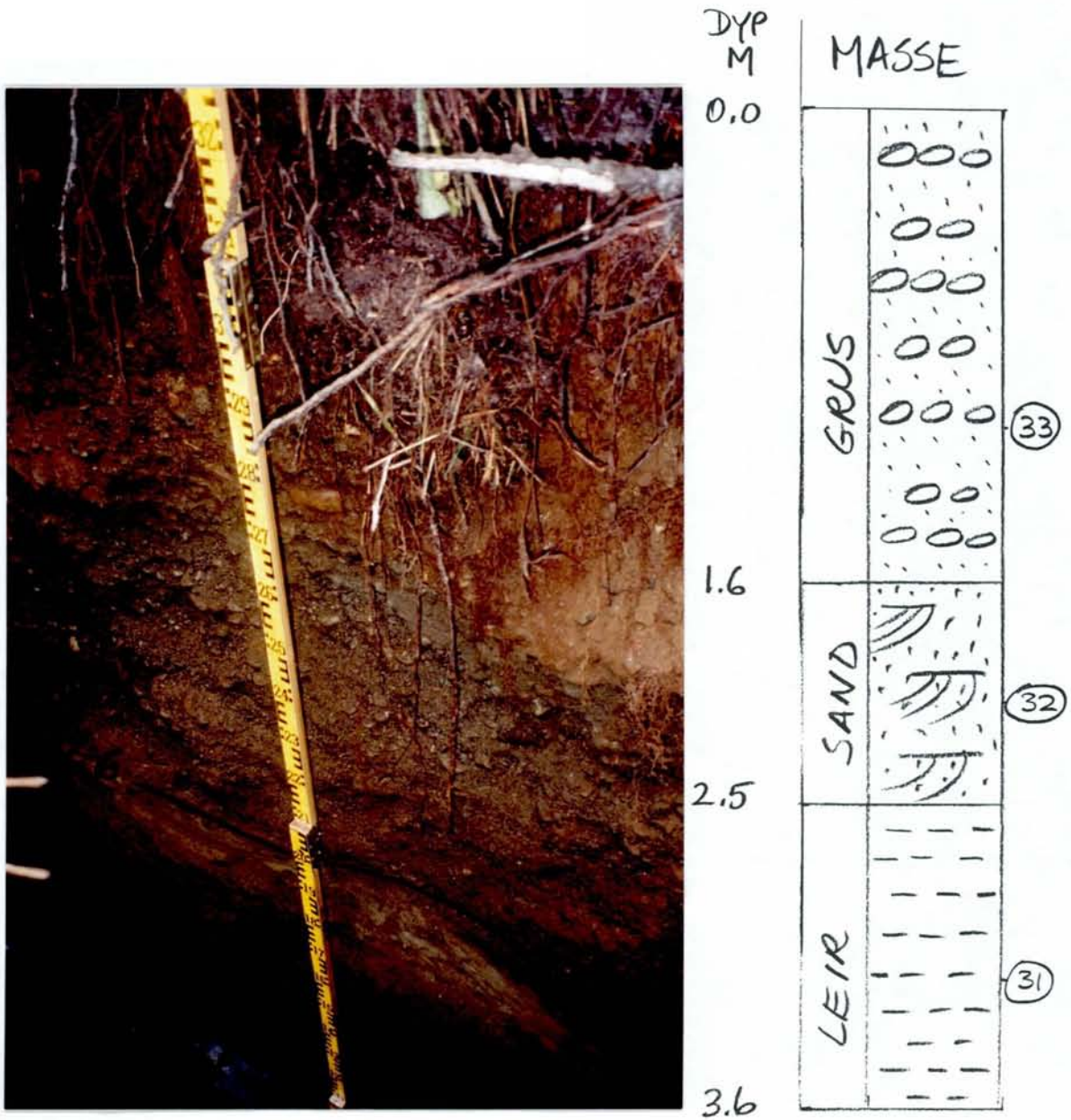
Sjakt 11

Naturlige masser øst for fylling.

Glasifluvial grus og stein (0.7m). Linse med fin sand (0.2m). Grov grus og stein med fin lagdeling (1.0m). Brunjord øverst (0.7m).

Ingen prøver (naturlige masser).

Figur 3.11



Sjakt 12

Naturlige masser.

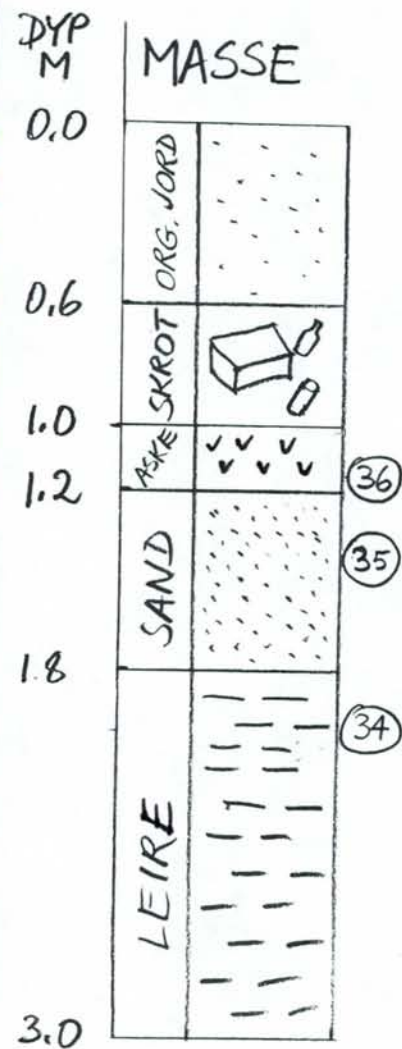
Leire nederst (1.1m). Grunnvann slår ut på leira. Fluvial fint sortert sand (0.8m). Lagdelt grus og sand av glasifluvial opprinnelse (1.7m).

Prøve 31 = 3.0m dyp

Prøve 32 = 2.0m dyp

Prøve 33 = 1.0m dyp

Figur 3.12



Sjakt 13

Fyllmasser.

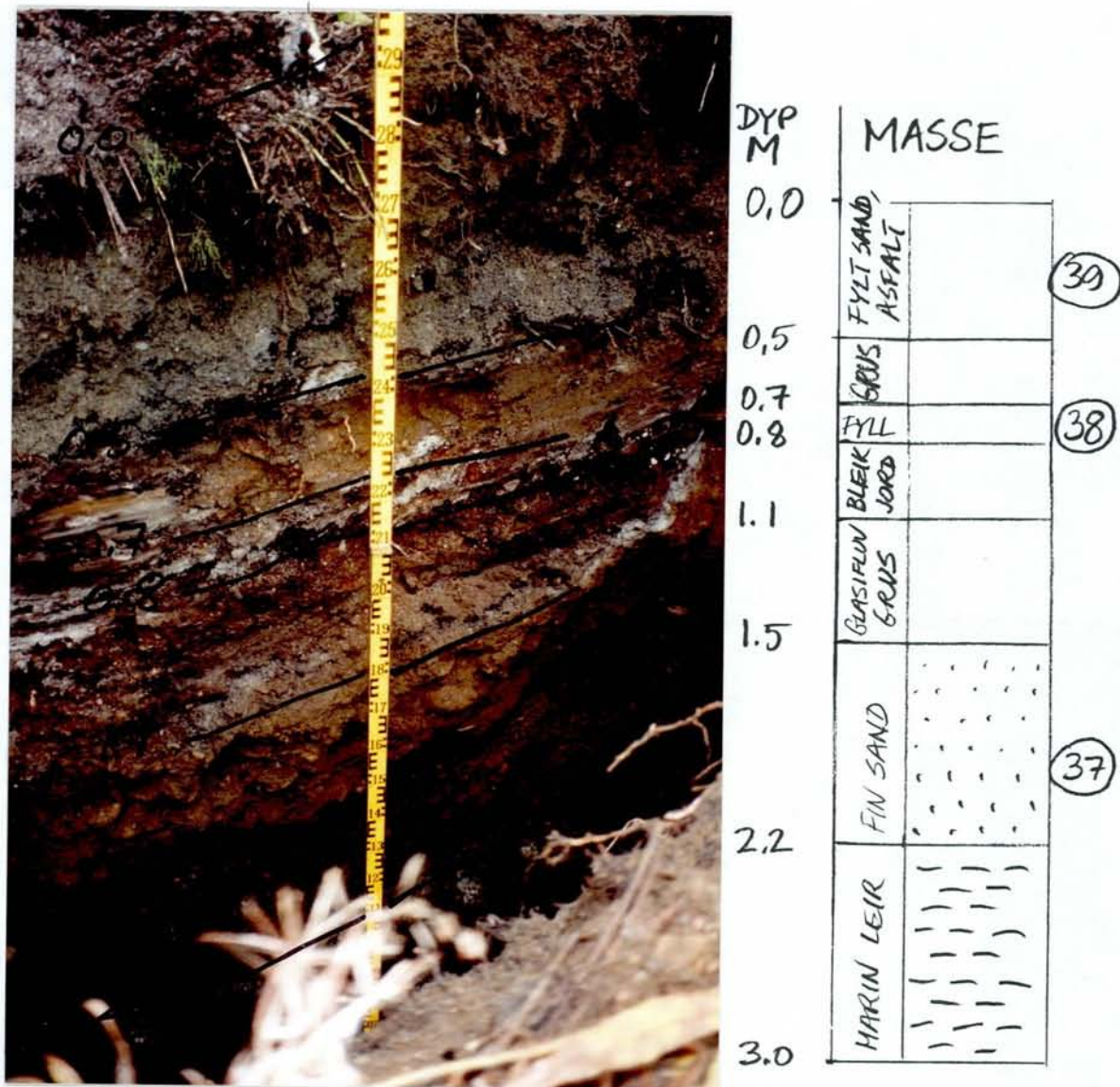
Nederst marin leire (1.2m). Fin sand, brun (0.5m). Gråbrunt lag av aske (brent materiale) (0.3m). Skrot fra god gammeldags søppelfylling med hermetikkbokser, vinflasker, malerspann, tallerkner, kabler mm. (0.4m). Øverst organisk jord.

Prøve 34 = 3.0m dyp

Prøve 35 = 1.4m dyp

Prøve 36 = 1.2m dyp

Figur 3.13



Sjakt 14

Fyllmasser.

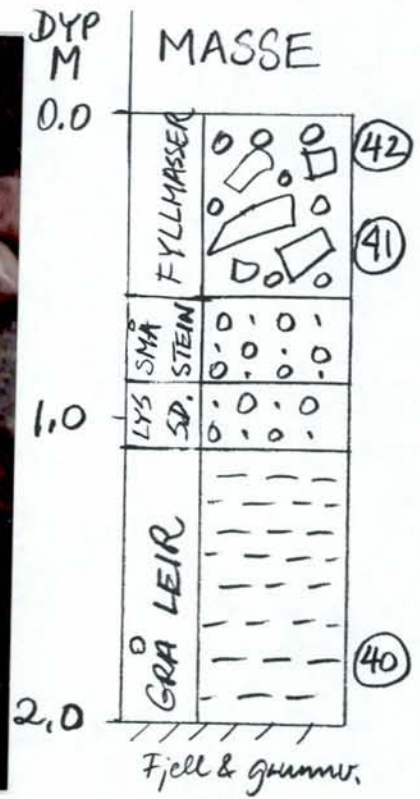
Nederst marin leir (0.8m) med fin sand (0.8m) over. Over dette glasifluvial grus (0.4m) med bleikjord over (0.2m). Et 0.1m tykt lag med fyllmasser. Over dette grus (0.2m) med påfylt sand og asfalt øverst (0.5m).

Prøve 37 = 2.0m dyp

Prøve 38 = 0.8m dyp

Prøve 39 = 0.3m dyp

Figur 3.14



Sjakt 15

Fyllmasser.

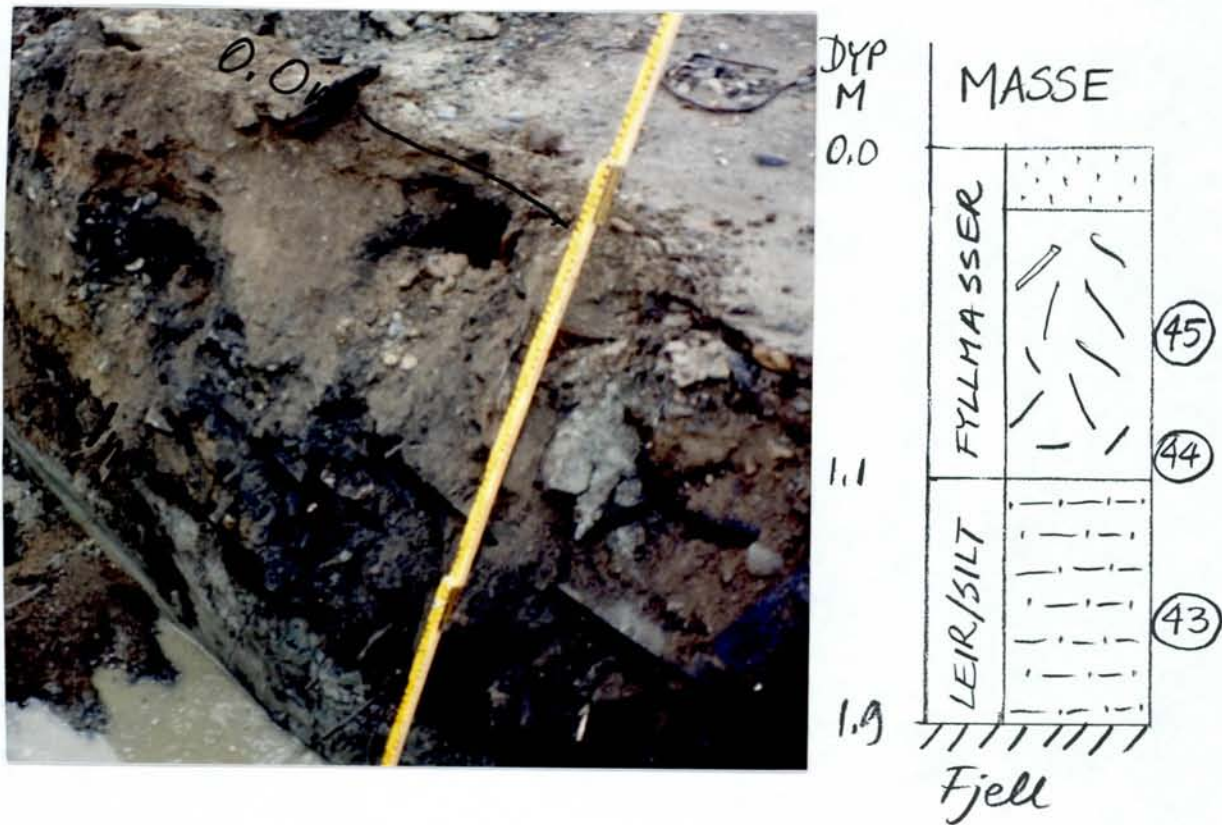
Nederst grå leir (0.9m). Over dette lysbrun sand (0.2m) med sortgrå småstein (0.2m) over. Øverst brune fyllmasser med rund stein (0.7m).

Prøve 40 = 1.8m dyp

Prøve 41 = 0.4m dyp

Prøve 42

Figur 3.15



Sjakt 16

Fyllmasser.

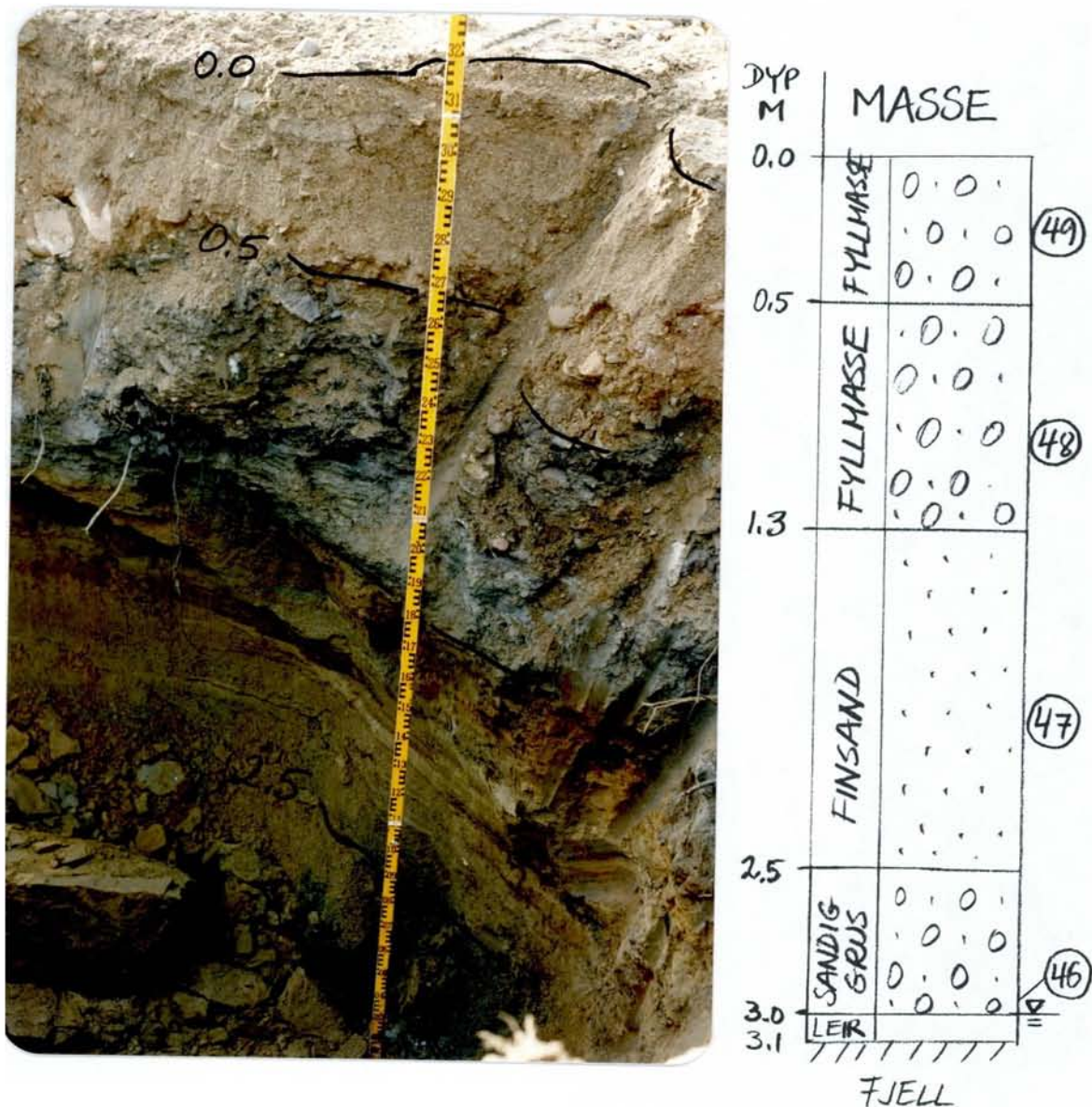
Nederst leir & silt (0.7m). Fyllmasser med røtter dynket i svart olje, sammenklemte tønner (1.0m). Brun sand (0.2m) øverst.

Prøve 43 = 1.5m dyp

Prøve 44 = 1.1m dyp

Prøve 45 = 0.5m dyp + glass

Figur 3.16



Sjakt 17

Fyllmasser.

Nederst 0.1 m leir over fjell. Over leira er det grå, godt sortert grov sand (0.5 m) med lukt av olje. Sanden går over i lys brun finsand (1.2 m). Oppå dette grå til svart, kompakt fyllmasse (0.8 m) som består av grusholdig sand med noe stein og røtter, lukter olje. Øverst brun fyllmasse med grus og stein.

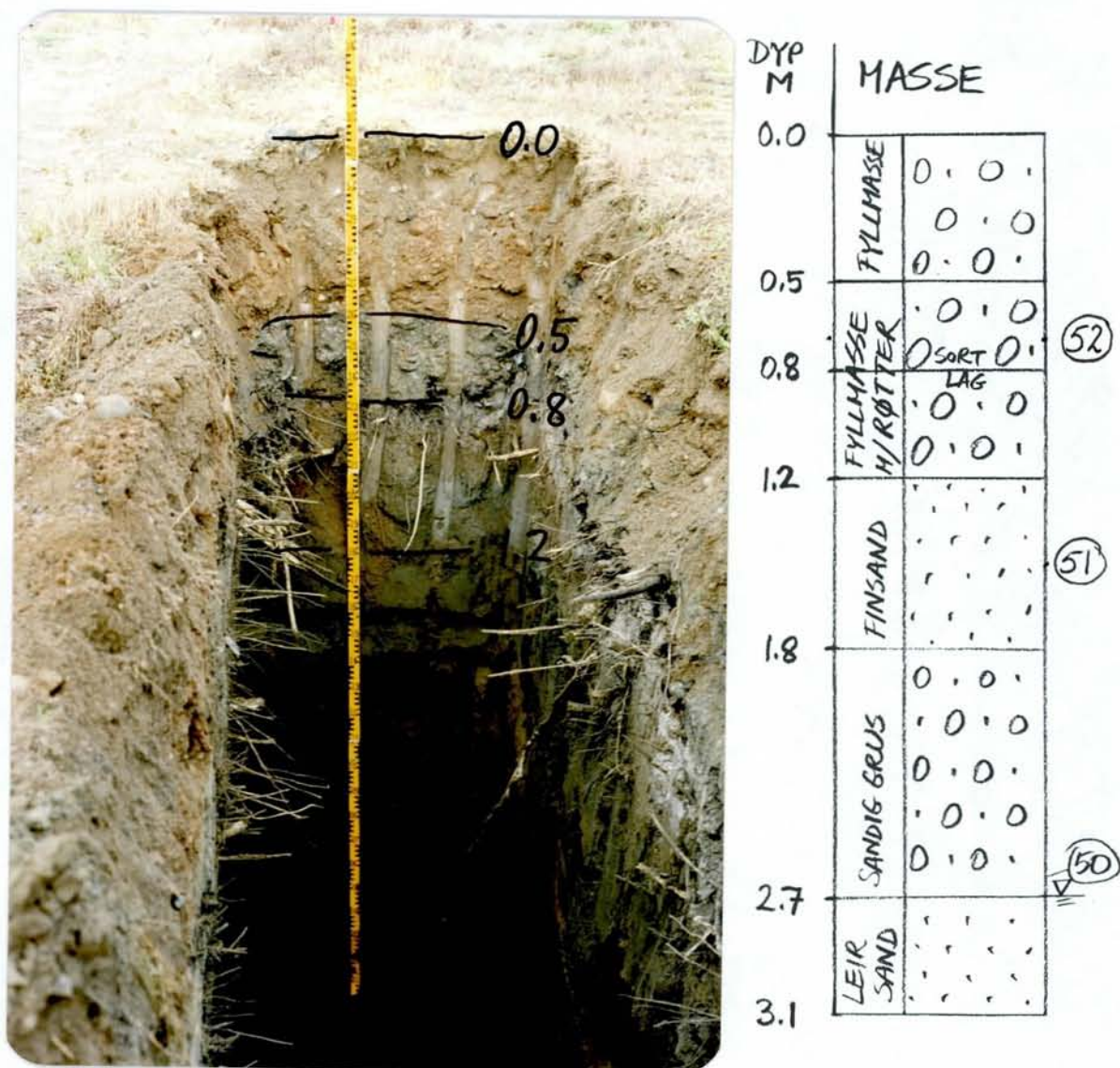
Prøve 46 = 3.0 m

Prøve 47 = 2.0 m

Prøve 48 = 1.0 m

Prøve 49 = 0.2 m

Figur 3.17



Sjakt 18

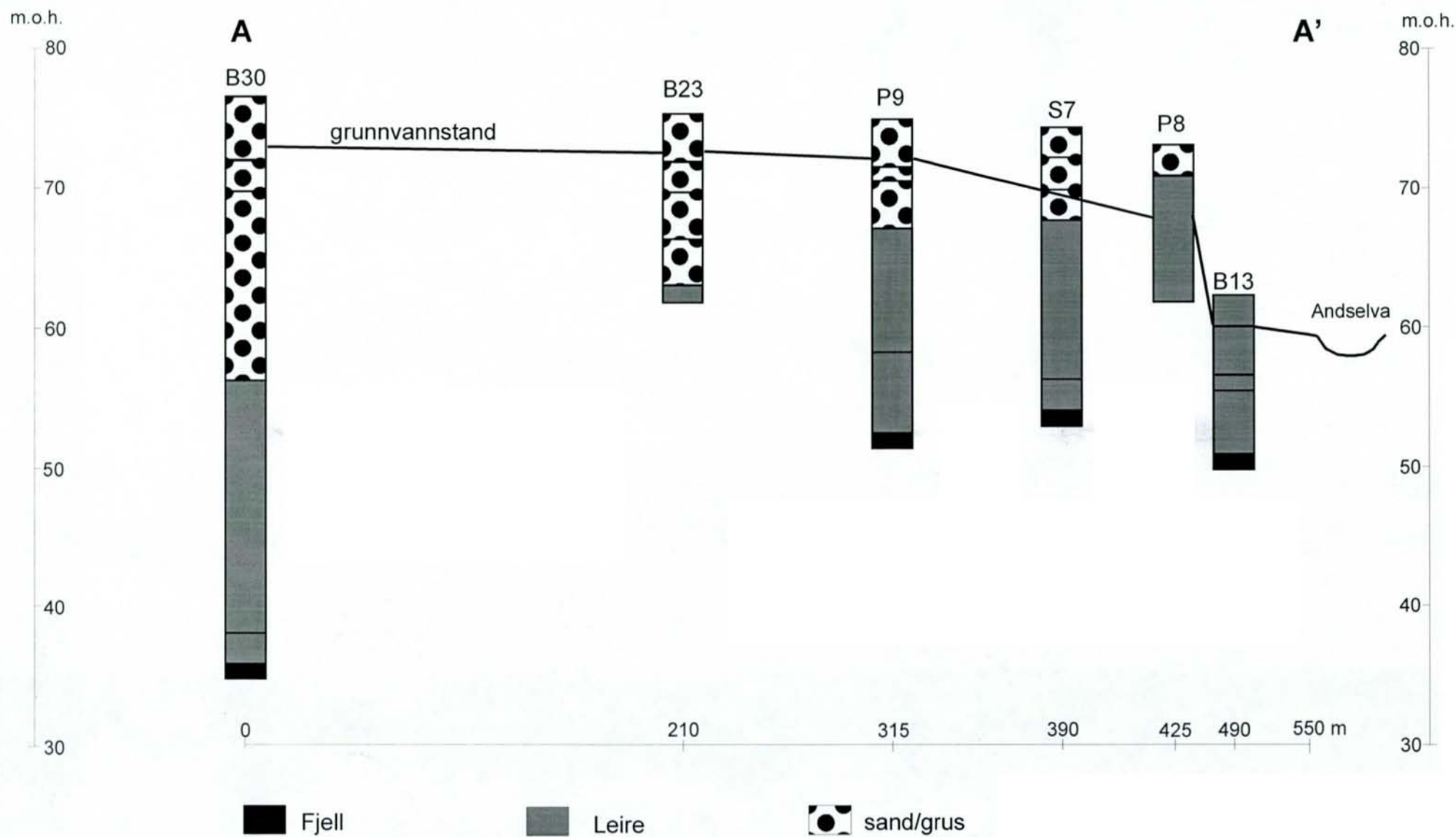
Fyllmasser.

Nederst sandig leir (0.4 m) som går over i gråbrun, sandig grus med noe småstein (0.9 m). Massene lukter av bensin. Over dette gråbrun finsand (0.6 m) som er overfylt med grå, tildels kompakt fyllmasse med røtter (0.7 m). Fyllmassene består av finsand og silt med noen småstein. I laget er det ved ca 0.8 m dyp et tynt sort lag. Øverst brun fyllmasse med grus og stein.

- Prøve 50 = 2.8 m
- Prøve 51 = 1.5 m
- Prøve 52 = 0.7 m

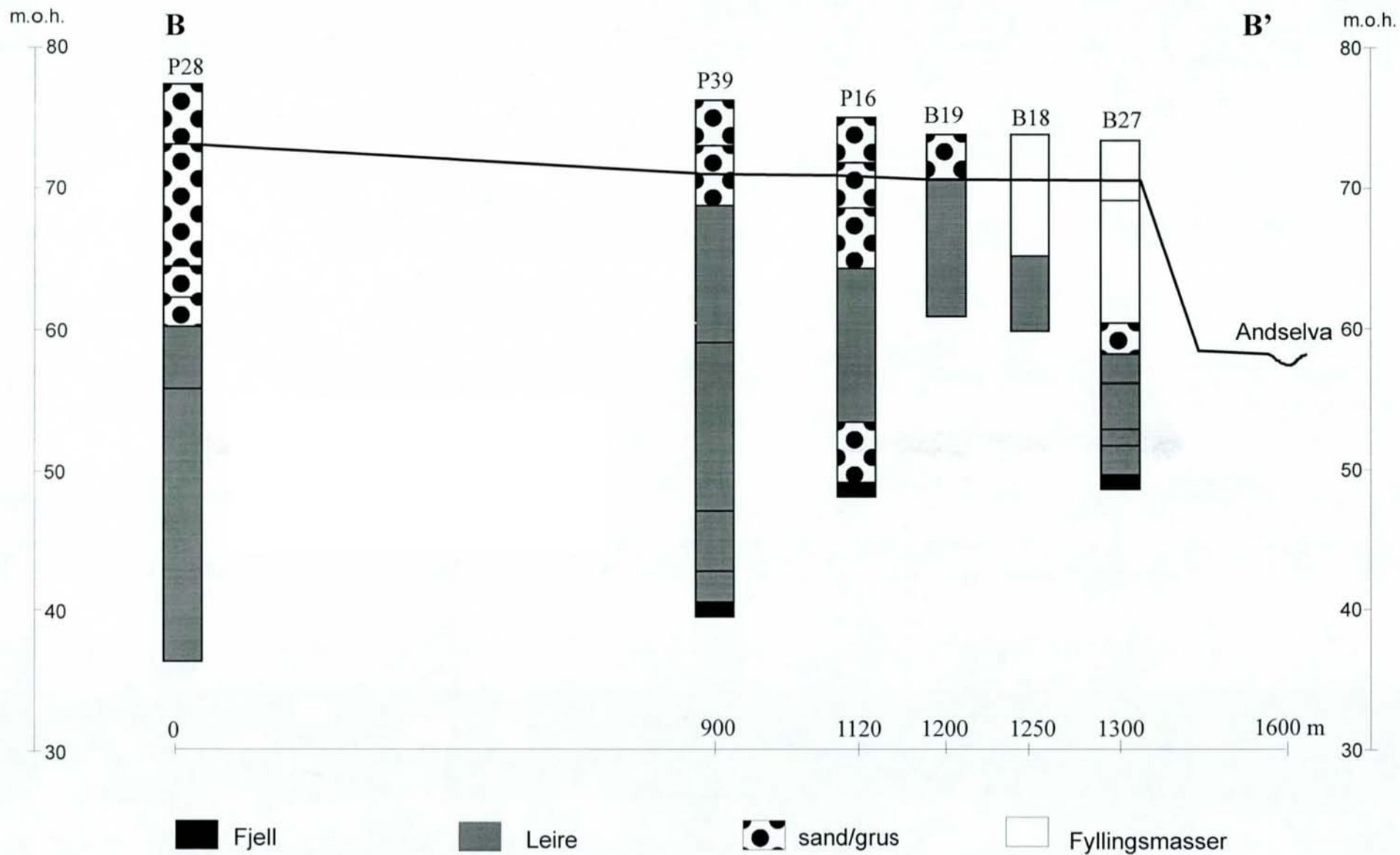
Figur 3.18

Bardufoss hovedflystasjon. Lengdeprofil A - A'

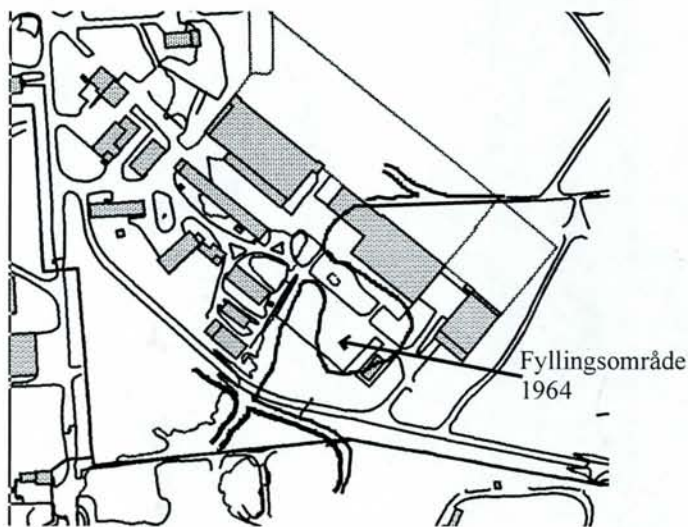
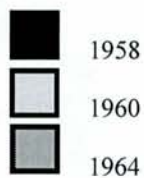
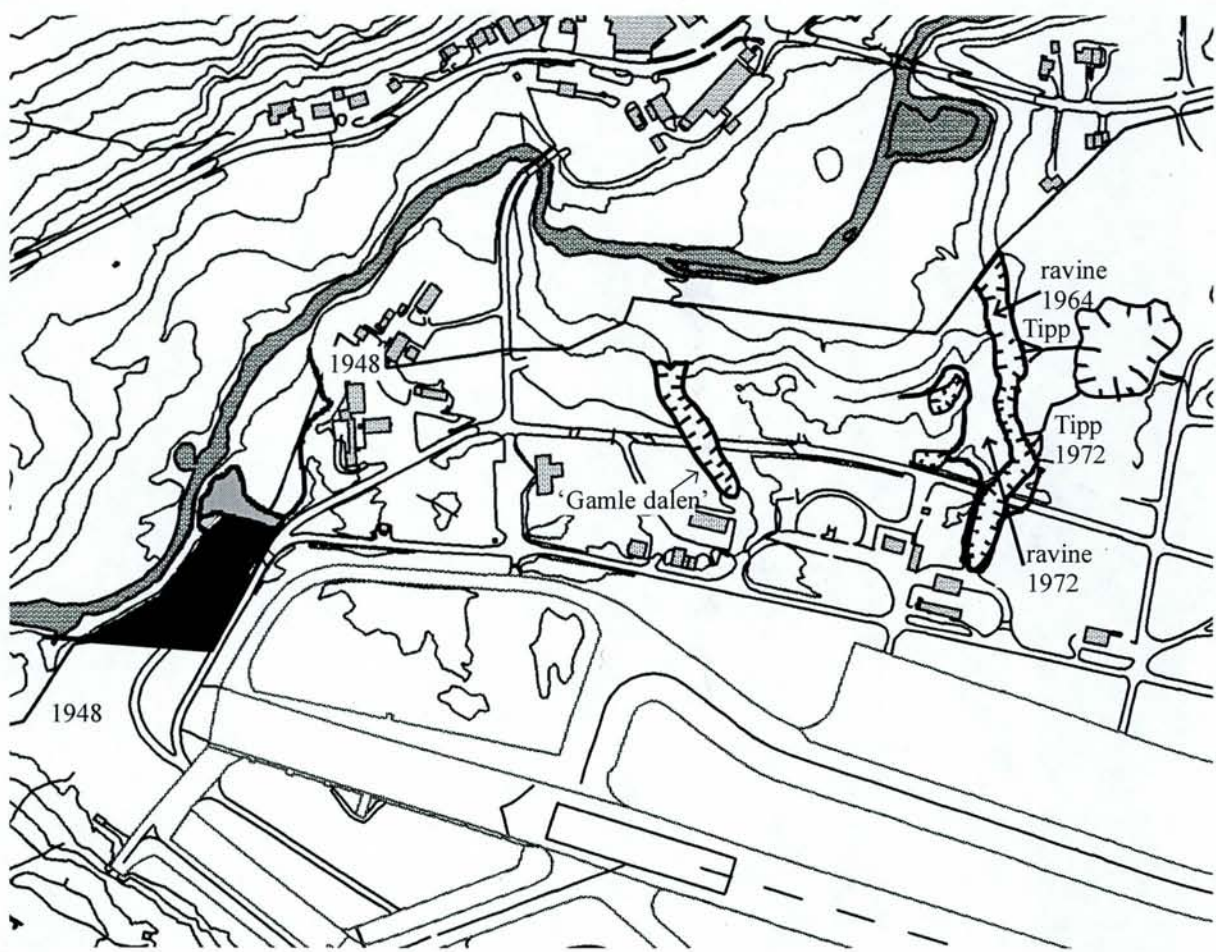


Figur 4

Bardufoss hovedflystasjon. Lengdeprofil B - B'



Figur 5



FBT Region Nord-Norge

FLYBILDETOLKNING, LOKALITET 020, 027, 031 og 003

BARDUFOS FLYSTASJON

MÅLSELV, TROMS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 6000

MÅLT T.L.

TEGN A. M.

TRAC

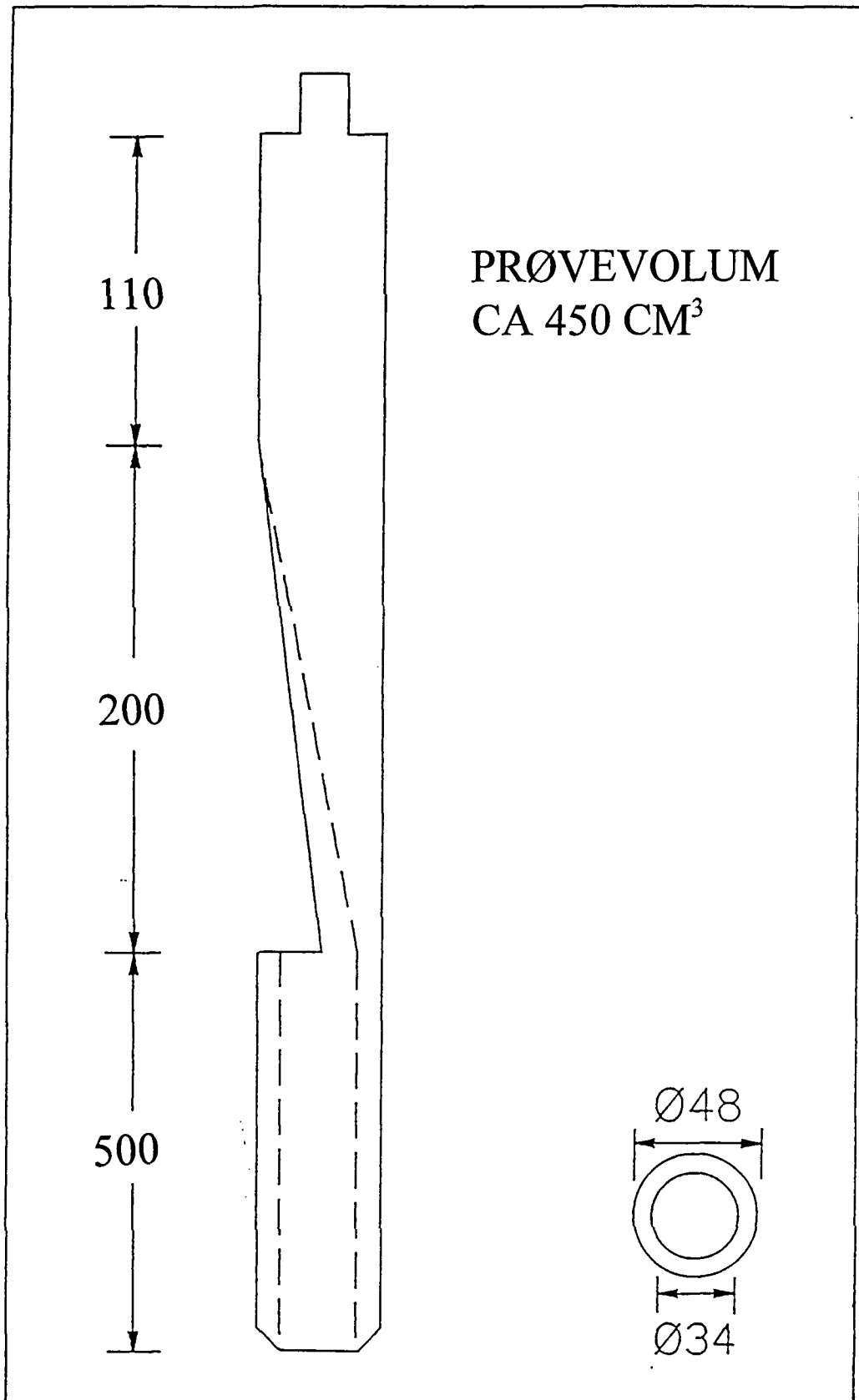
KFR

NOV. - 97

NOV. - 97

Figur 6

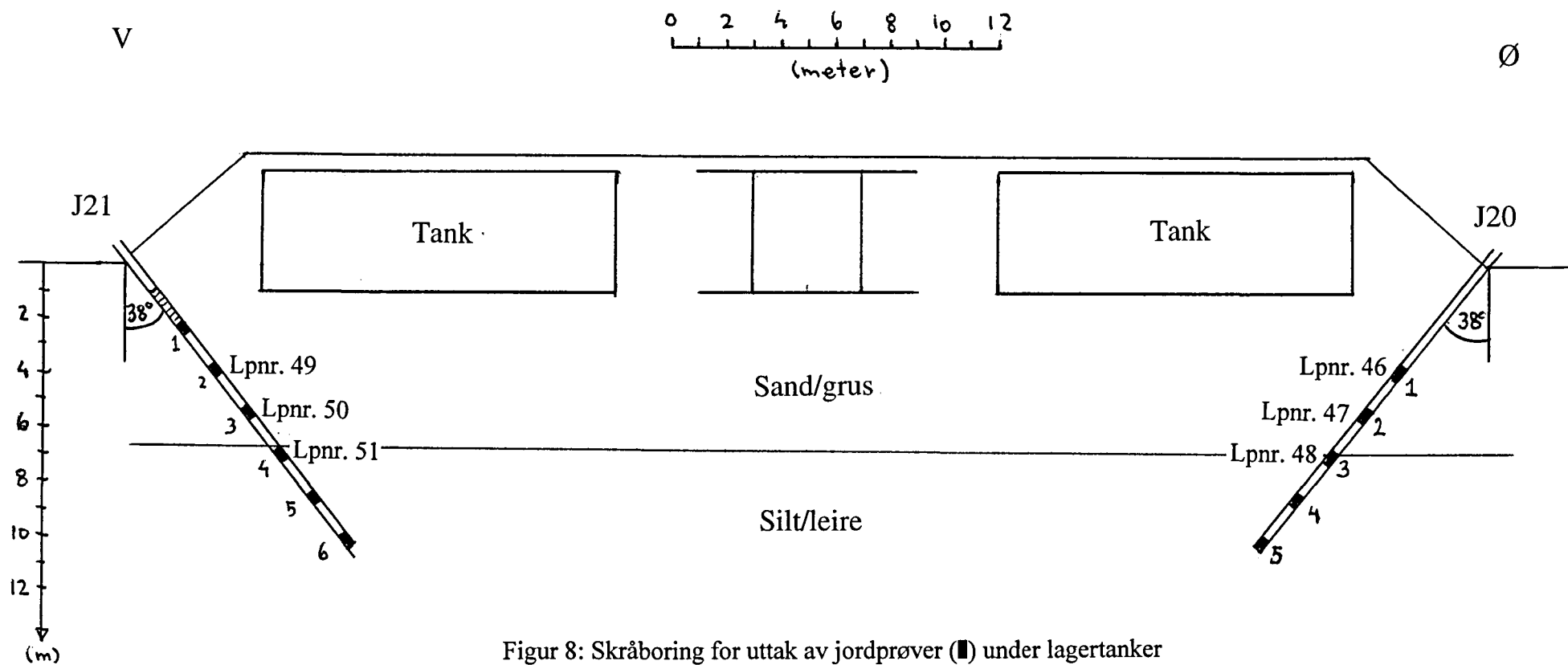
KARTBLAD NR
1433 II



Figur 7: Skisse av gjennomstrømningsprøvetaker /mål i mm).

Figur 7

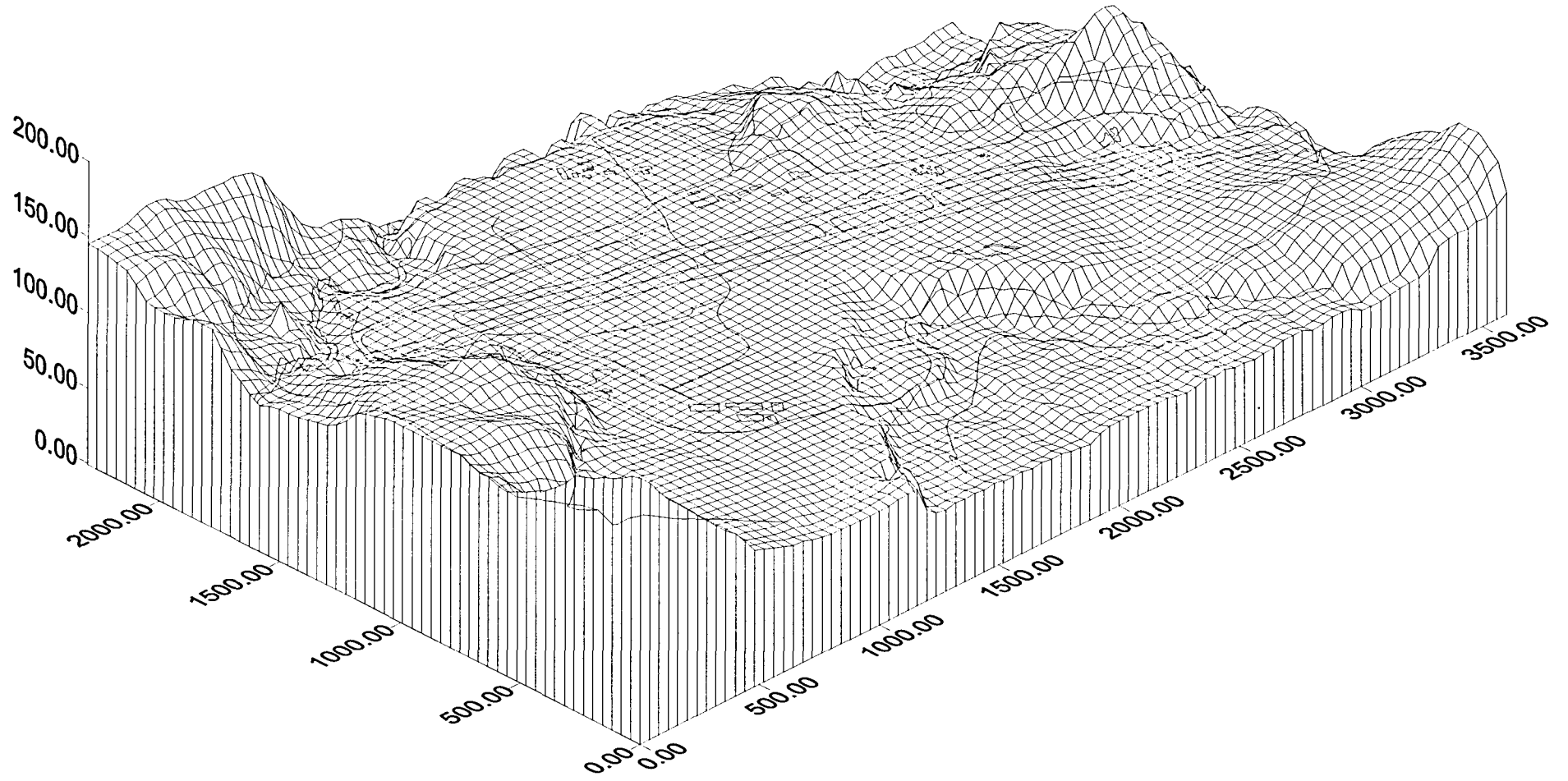
Profilskisse for «Esso - området»



Figur 8: Skråboring for uttak av jordprøver (■) under lagertanker for flydrivstoff. Løpenummer for prøver (f.eks. Lpnr.46) er i henhold til Tabell 12 (i Tabellvedlegg)

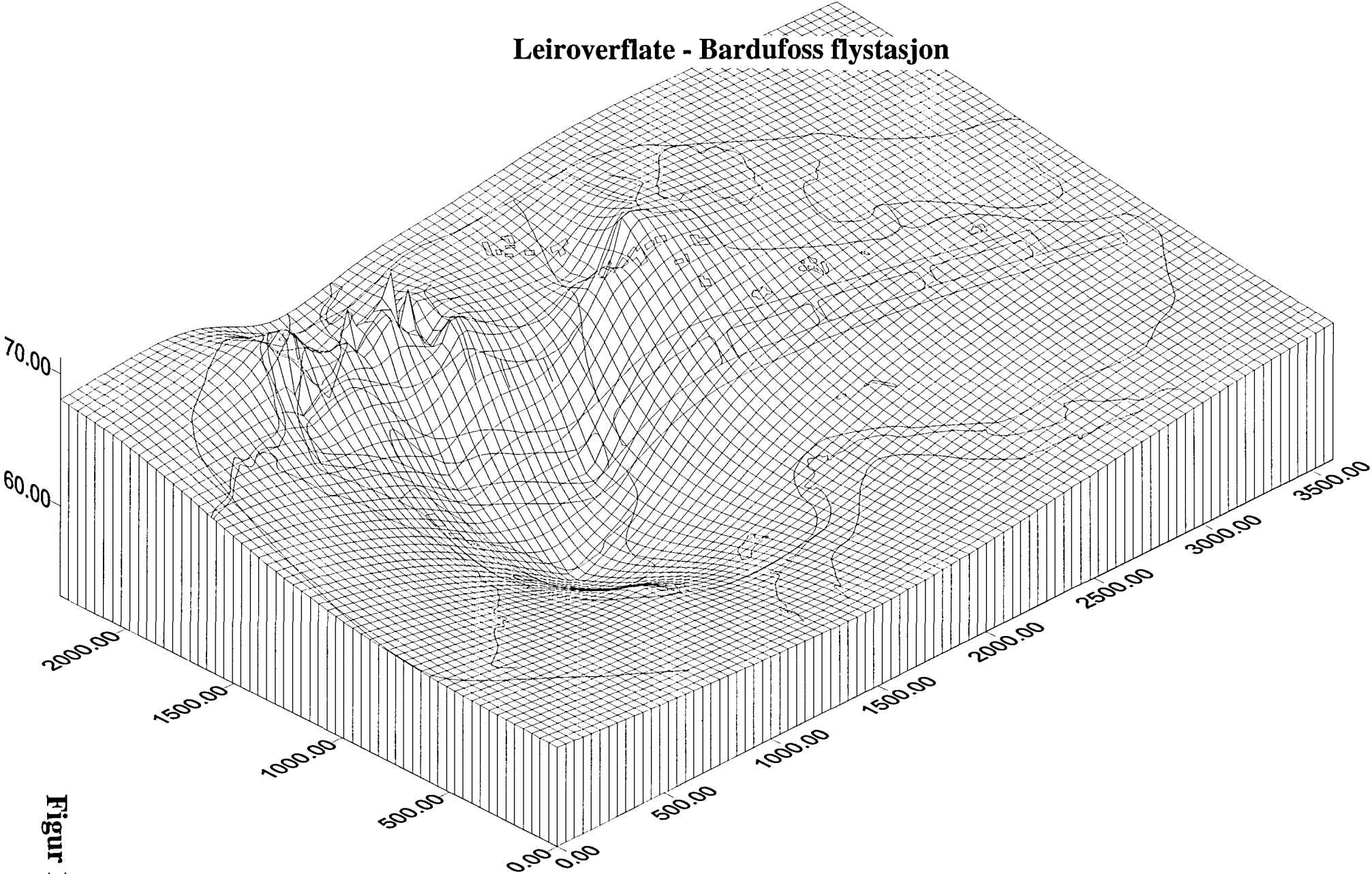
Figur 8

Terrengoverflate - Bardufoss flystasjon



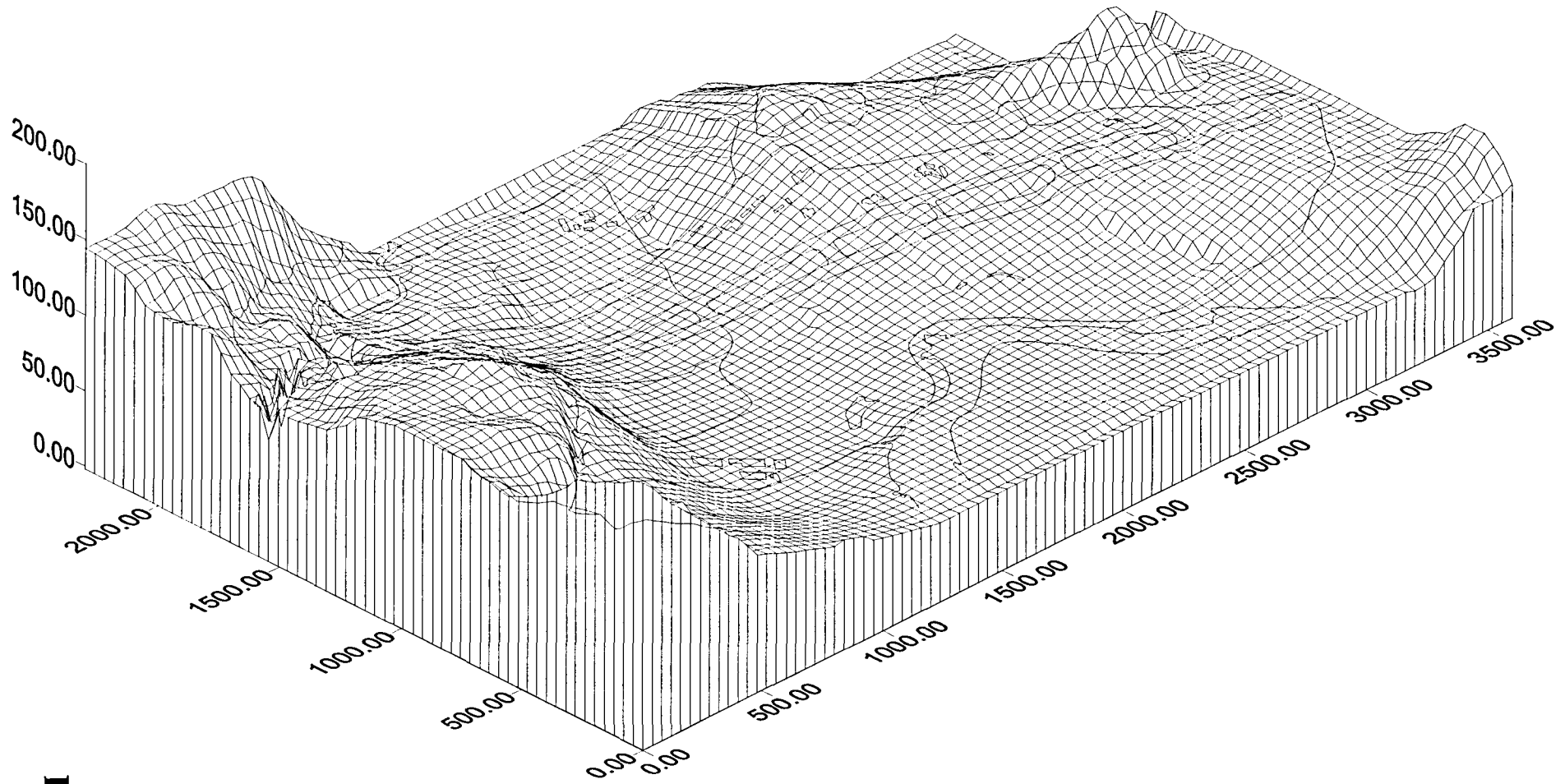
Figur 9

Leiroverflate - Bardufoss flystasjon



Figur 10

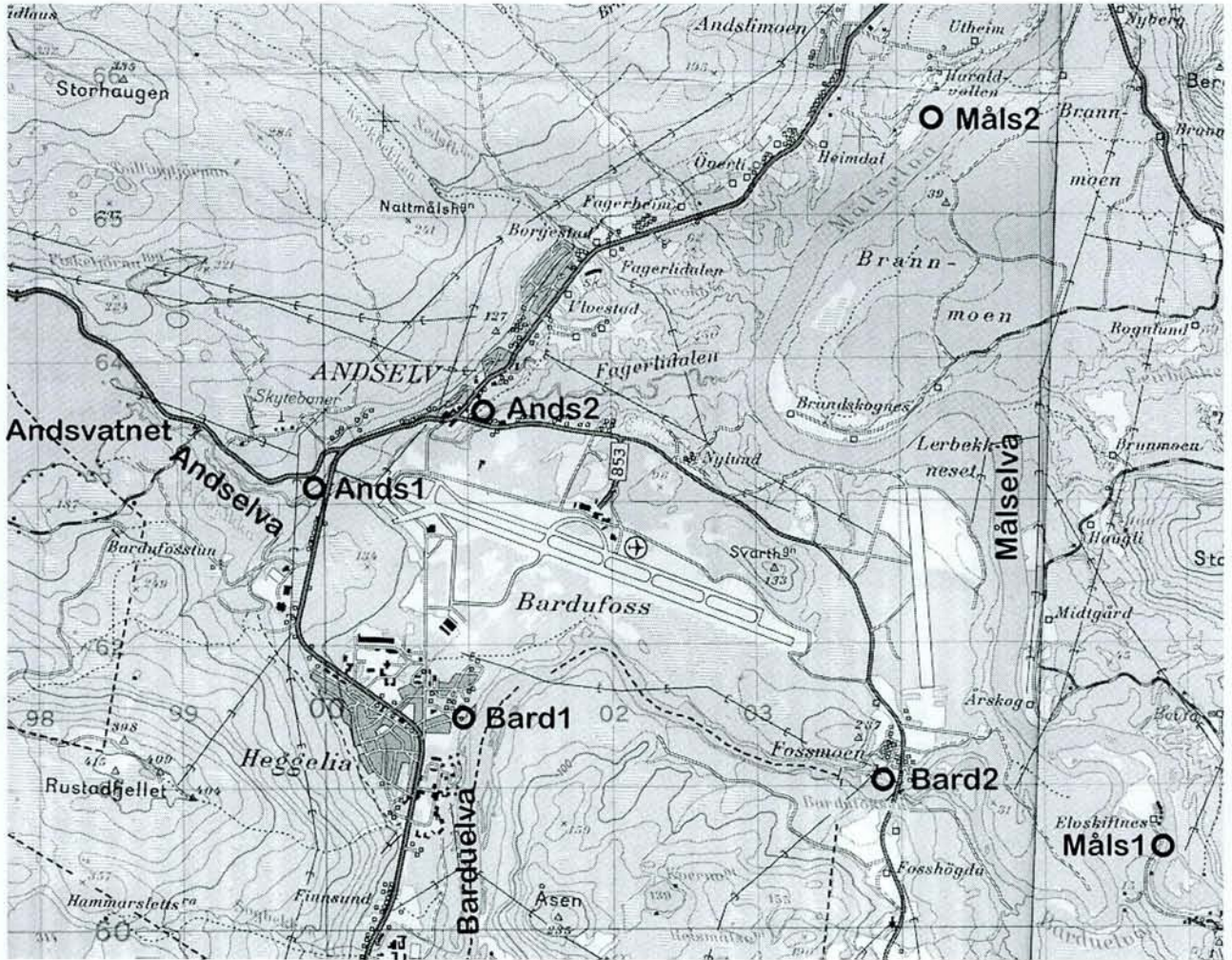
Fjelloverflate - Bardufoss flystasjon



Figur 11

KARTBILAG

- 96.018 -01 Oversiktskart M 1 : 50 000
- 02 Oversiktskart med lokalisering av peilerør, brønner, kilder og elvestasjoner ved Bardufoss Hovedflystasjon.
- 03 Lokalisering av sjakter, sonderboringer, jordboringer, peilerør, brønner, kilder ved område 014 og 020. M 1 : 2 000.
- 04 Lokalisering av sjakter, peilerør og brønner ved område 027. M 1 : 2 000.
- 05 Lokalisering av sjakter og brønn ved område 008. M 1 : 2 000.
- 06 Lokalisering av jordboringer, peilerør, brønner ved område 038 og 039. M 1 : 2 000.
- 07 Lokalisering av jordboringer, peilerør og brønner ved område 003. M 1 : 2 000.
- 08 Grunnvannskotekart med plassering av brønner og peilerør. M 1: 1 000
- 09.1 - 09.15 Boxplot av uorganiske kjemiske analyser



○ Prøvepunkt for elvesedimentprøver

FBT Region Nord-Norge

OVERSIKTSKART

BARDUFOSS

TROMS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM



MÅLESTOKK

1: 50 000

MÅLT

TEGN AM

TRAC

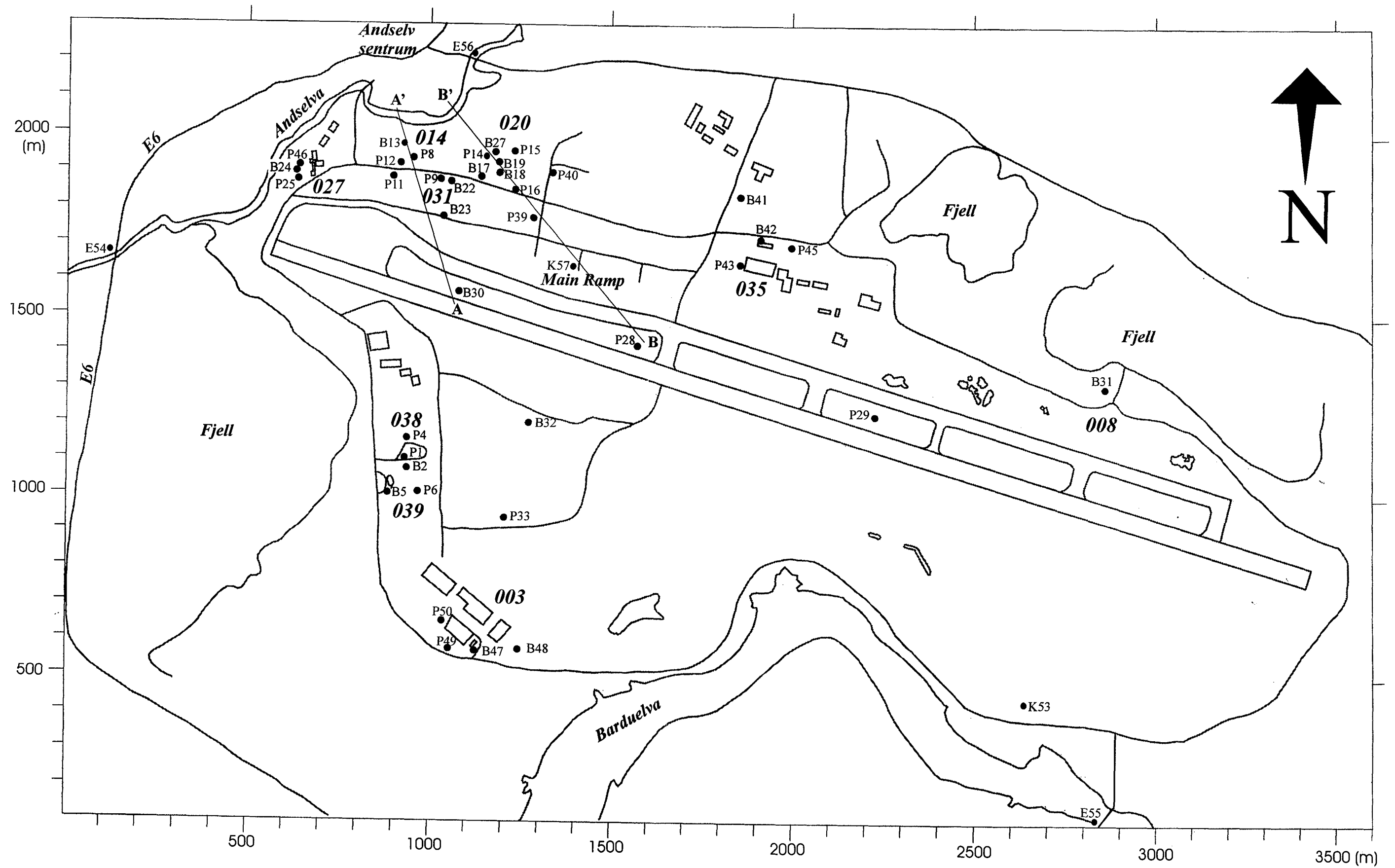
KFR

OKT. - 97

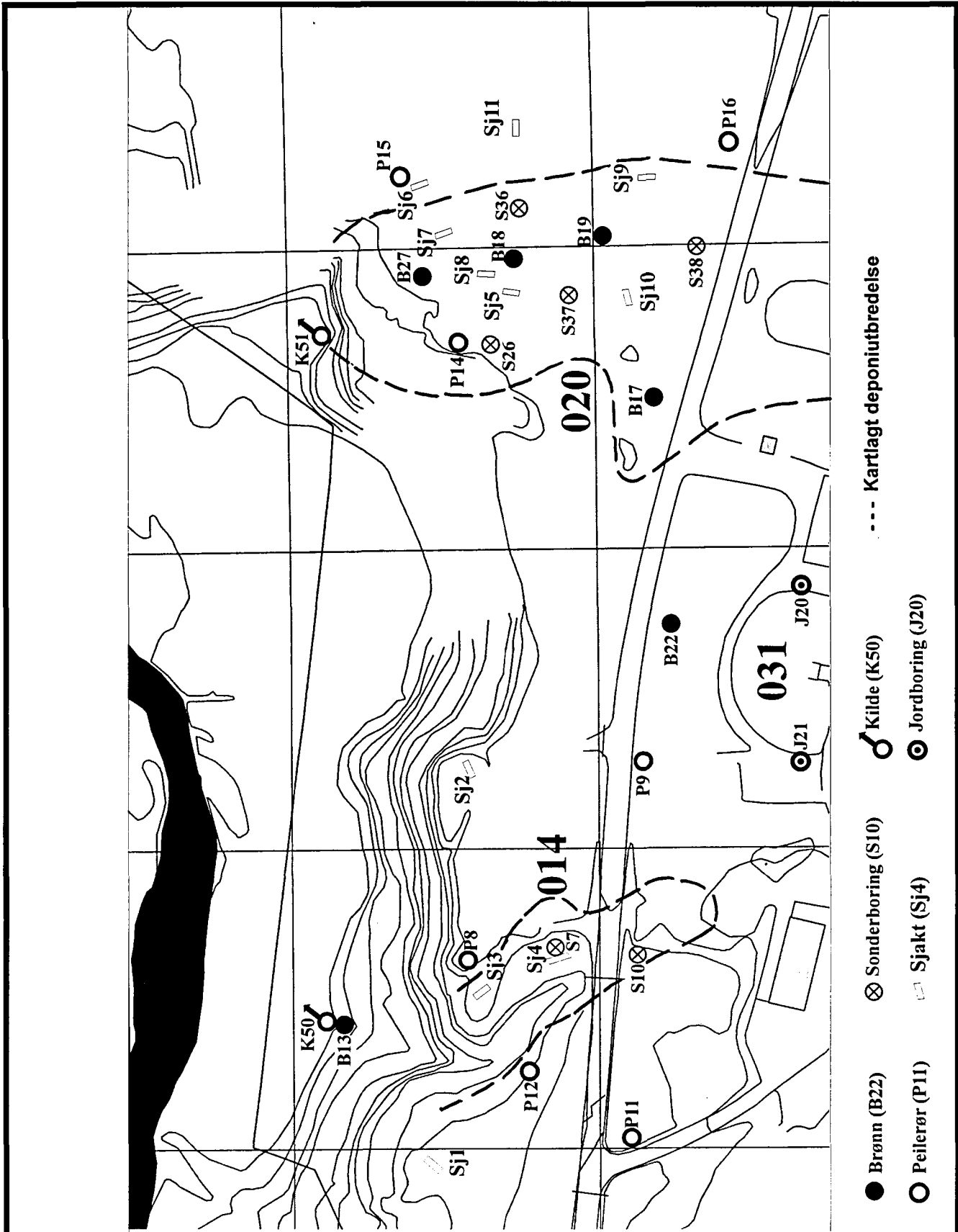
OKT. - 98

TEGNING NR
98.108-01

KARTBLAD NR
1433 II



Kartbilag 2: Lokalisering av peilerør (P), brønner (B), kilder (K) og elvestasjoner (E) ved Bardufoss Hovedflystasjon som er prøvetatt i oktober 97 og mai 98. FBTs lokalitetsnummerering er angitt.



- Brønn (B22)
- ⊗ Sonderboring (S10)
- ♂ Kilde (K50)
- Kartlagt deponiutbredelse
- Peilerør (P11)
- ⊗ Sjakt (Sj4)
- ⊗ Jordboring (J20)

FBT Harstad

OMRÅDE 014, 020 og 031

BARDUFOSS

TROMS



MÅLESTOKK

1:2 000

MÅLT

TEGN SG/AM

Nov97-Juni98

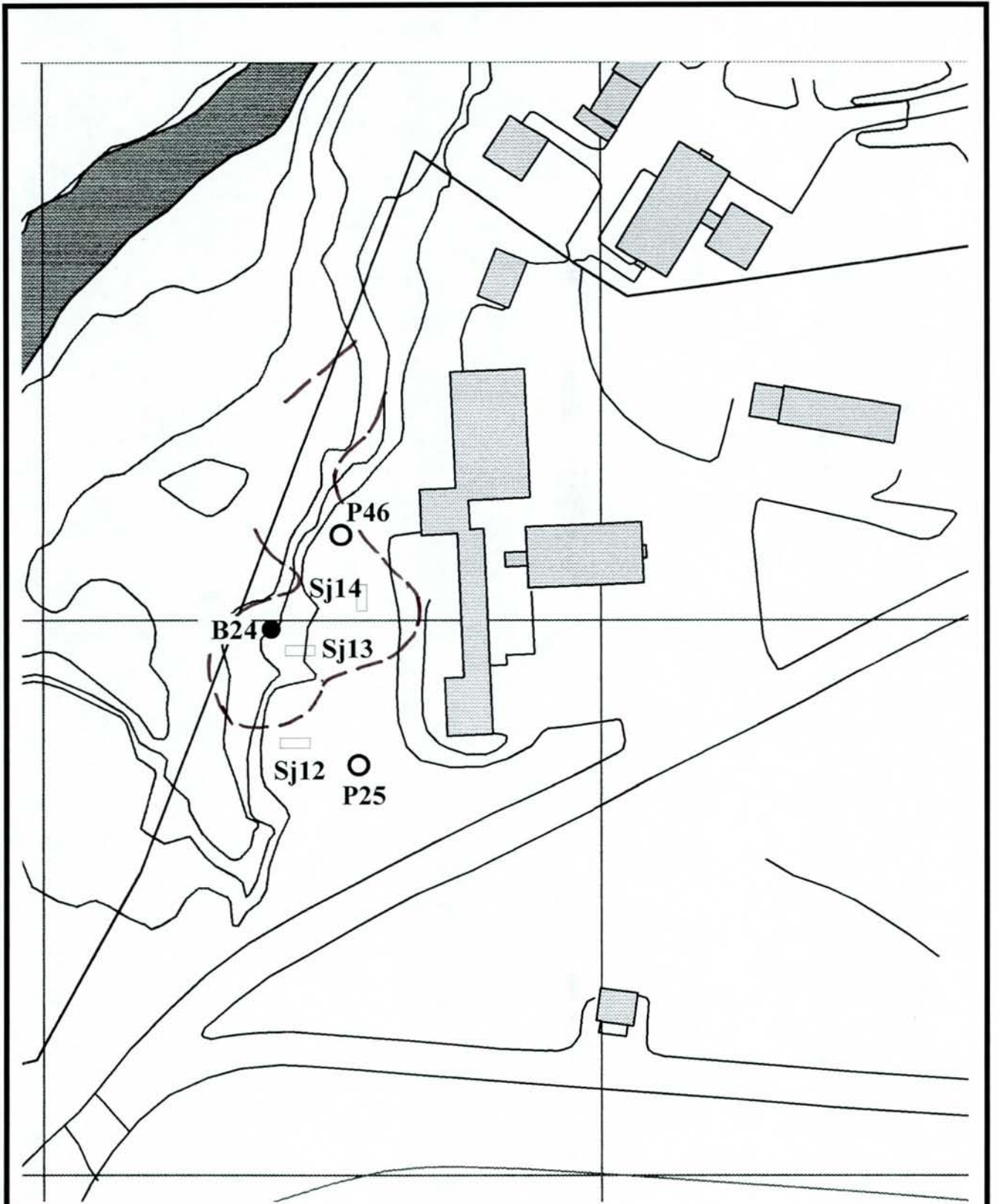
TRAC

KFR

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
98.108-03

KARTBLAD NR
1433 II



● Brønn (B24) ○ Peilerør (P25) □ Sjakt (Sj12) --- Kartlagt deponiutbredelse

FBT Harstad
OMRÅDE 027

BARDUFOSS

TROMS

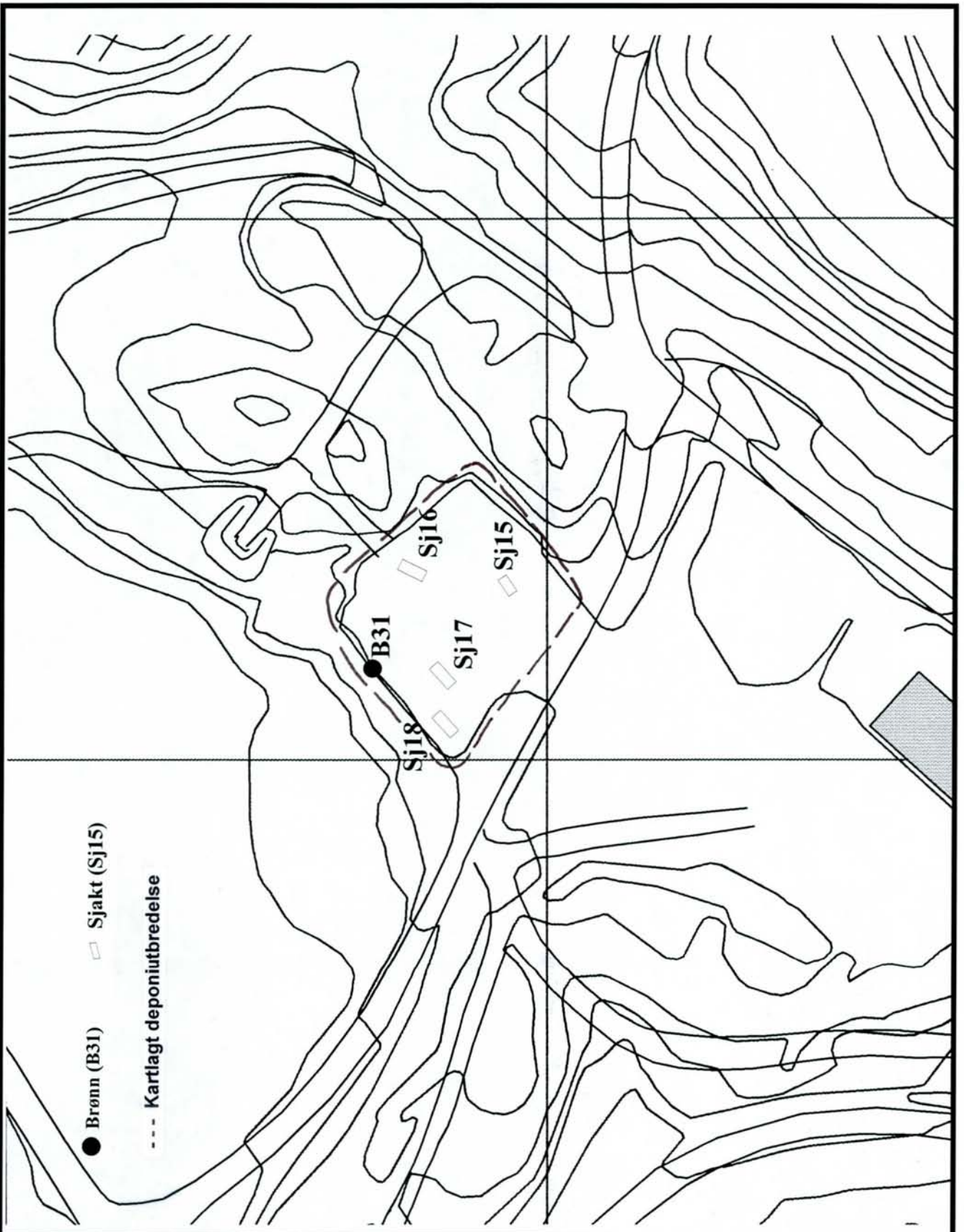


MÅLESTOKK	MÅLT	OKT. - 97
	TEGN SG/AM	Nov97/juni98

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

TEGNING NR
98.108-04

KARTBLAD NR
1433 II



FBT Harstad
OMRÅDE 008

BARDUFOSS

TROMS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM



MÅLESTOKK

MÅLT

TEGN SG/AM Nov97-juni98

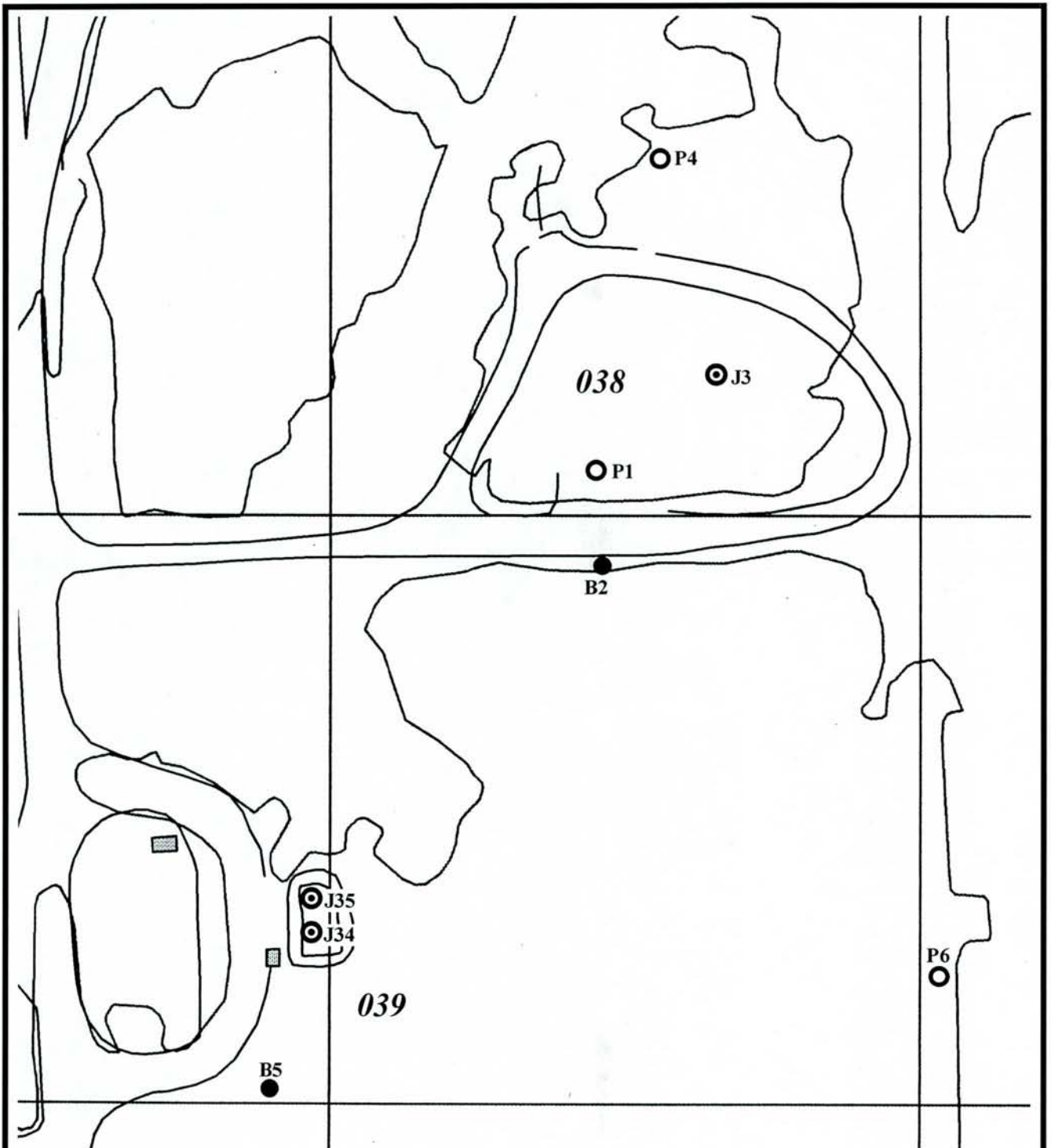
TRAC

KFR

TEGNING NR
98.108-05

KARTBLAD NR
1433 II

Kartbilag 05



● Brønn (B5)

○ Peilerør (P6)

⊙ Jordboringer (J34)



FBT Harstad

OMRÅDE 038/039

BARDUFOSS

TROMS

MÅLESTOKK

1: 1000

MÅLT

TEGN SG/AM

TRAC

KFR

OKT. - 97

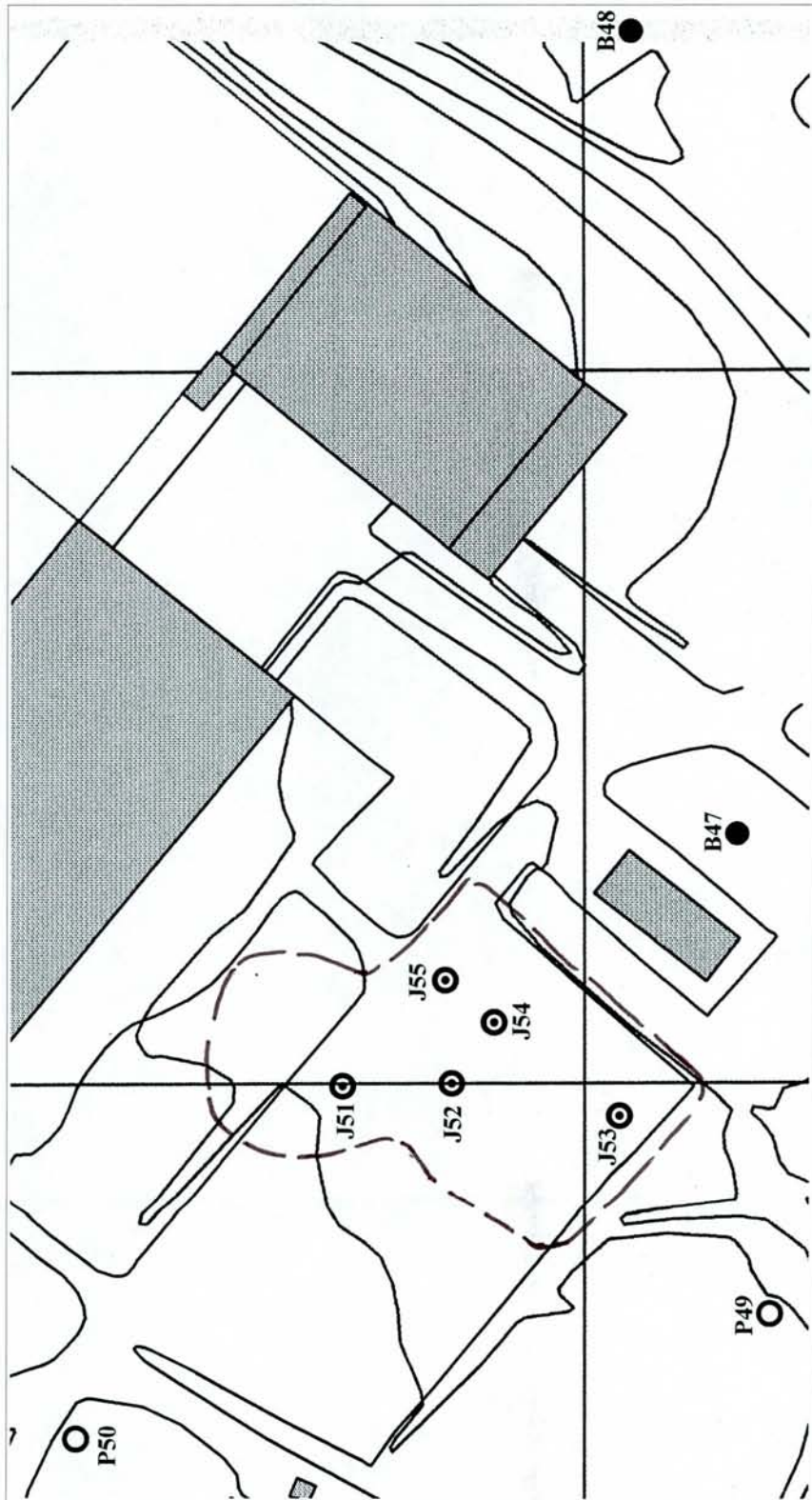
Nov97/jun98

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
98.108-06

KARTBLAD NR
1433 II

Kartbilag 06



- Brønn (B47)
- Peilerør (P49)
- Kartlagt deponiutbredelse
- ⊙ Jordboringer (J51)

FBT Harstad
OMRÅDE 003

BARDUFOSS

TROMS



MÅLESTOKK

1: 1000

MÅLT

TEGN SG/AM

TRAC

KFR

OKT. - 97

Nov97/jun98

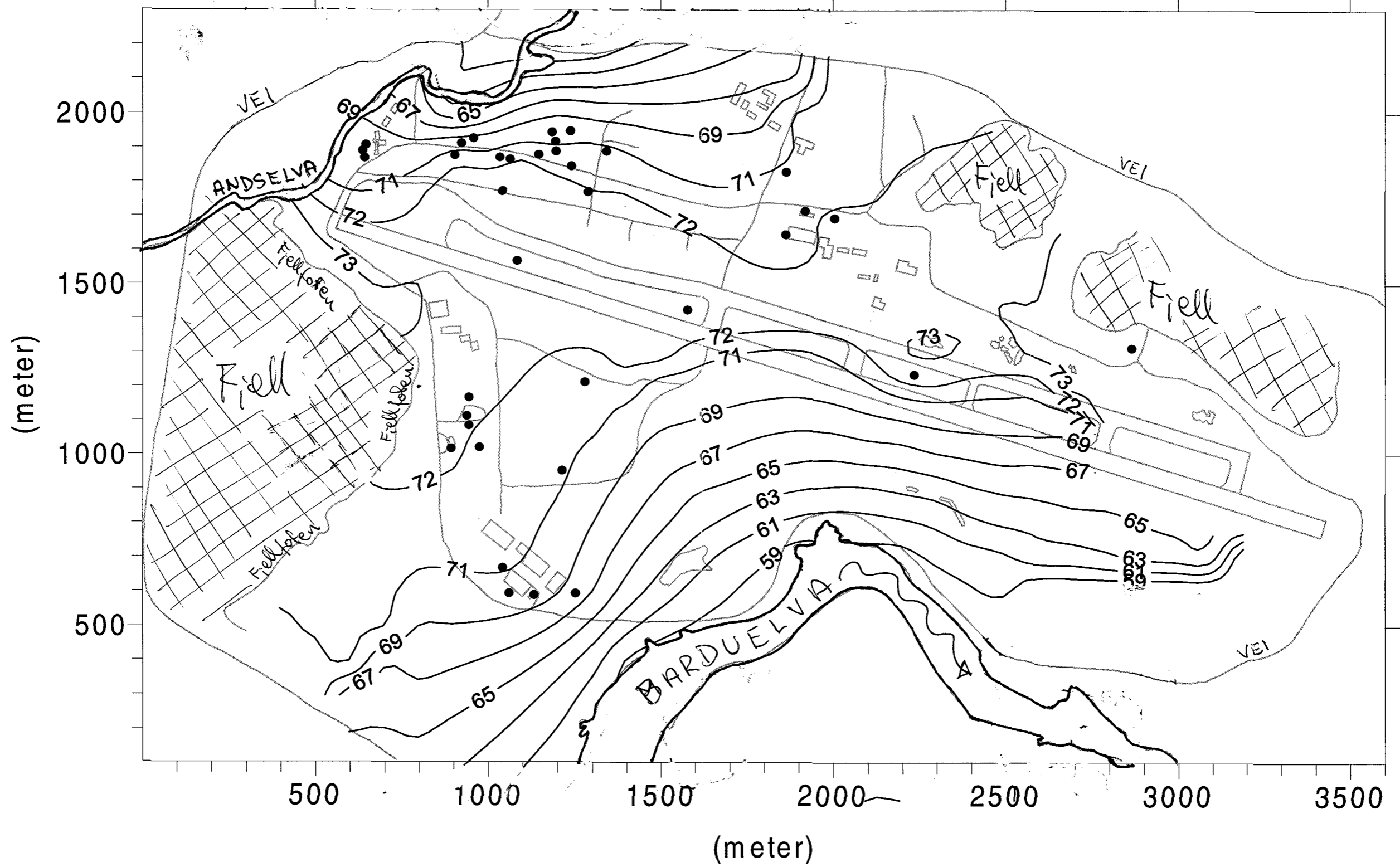
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR
98.108-07

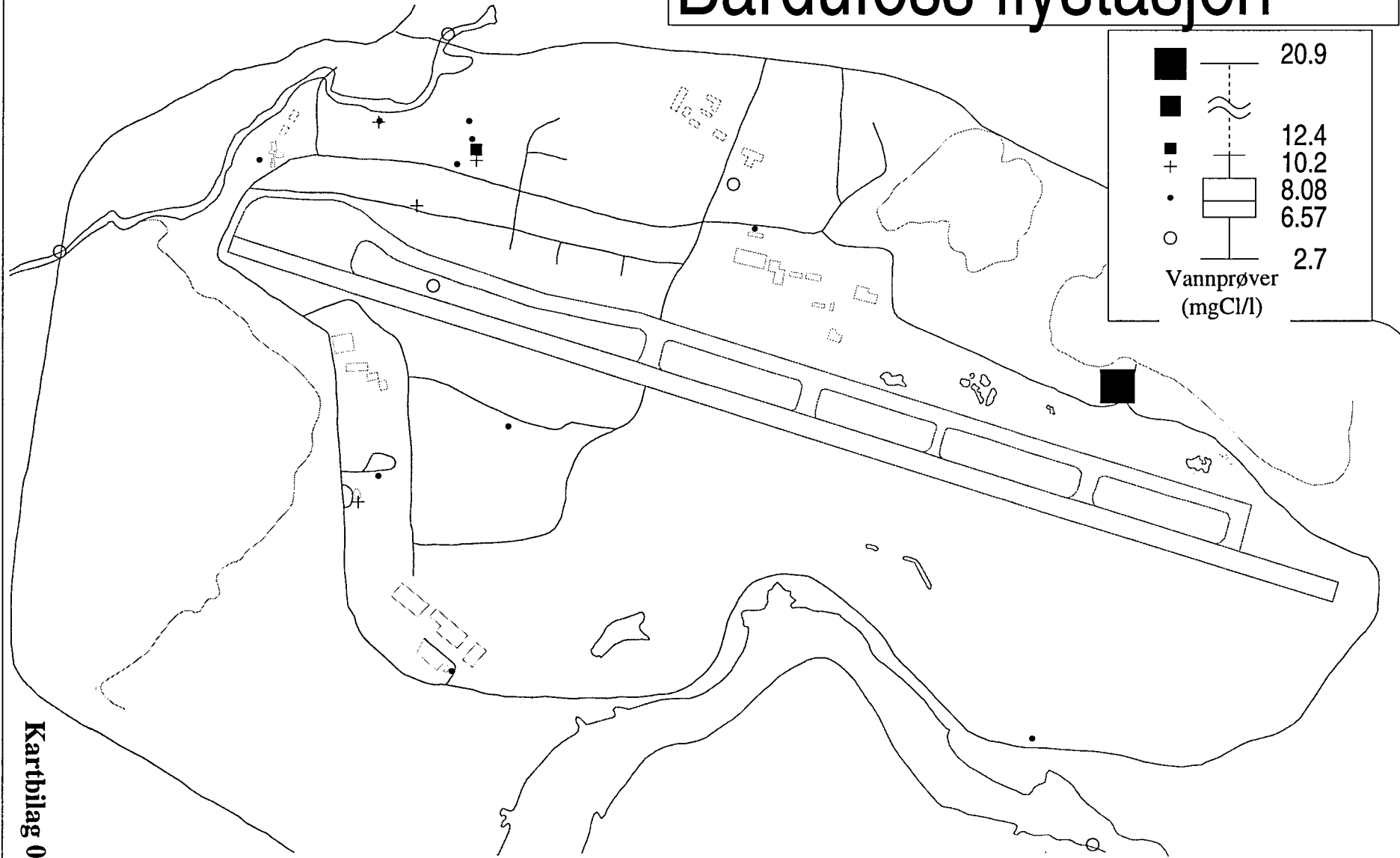
KARTBLAD NR
1433 II

BARDUFLOSS: Grunnvannskotekart

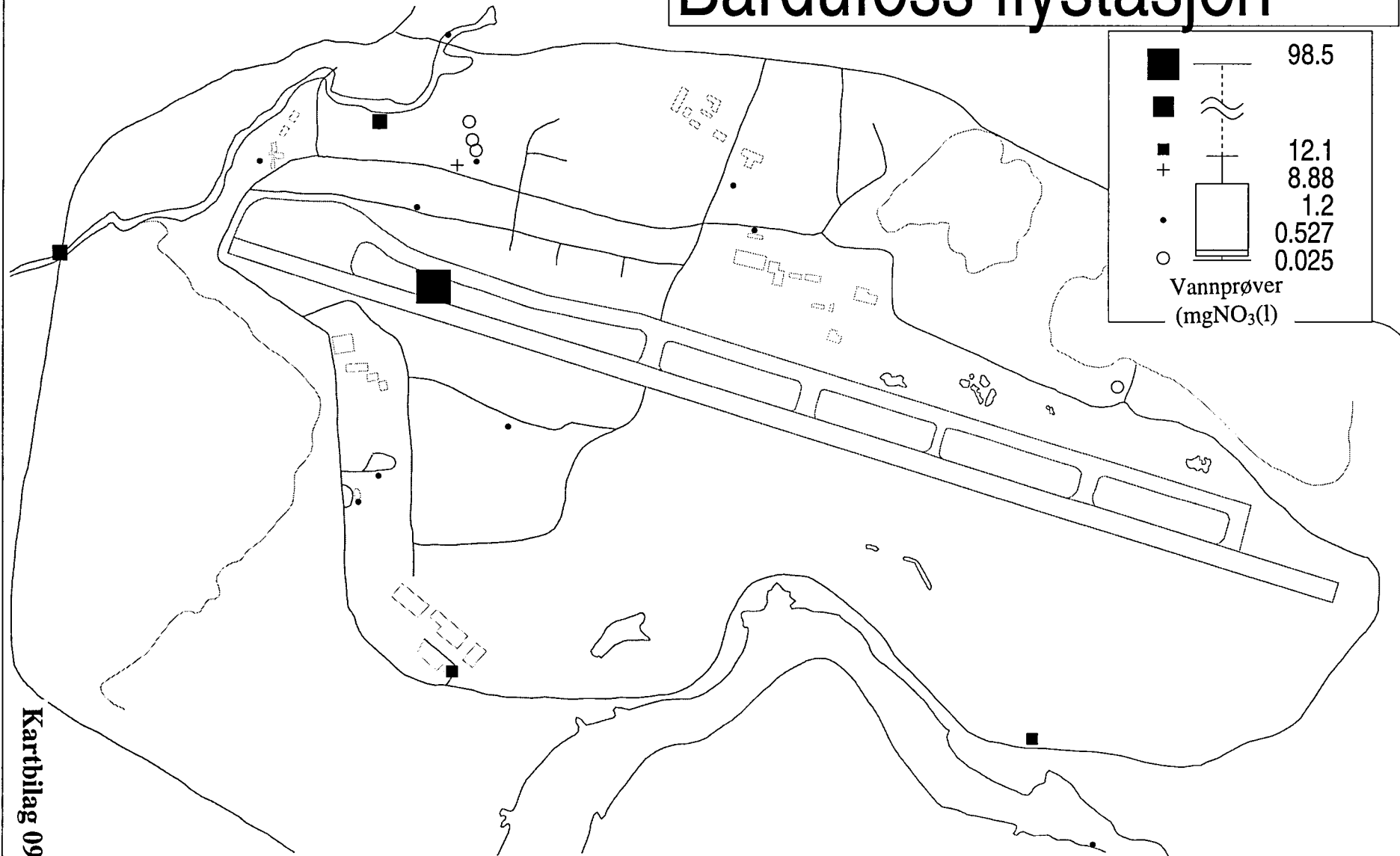
BARDUF07.SRF



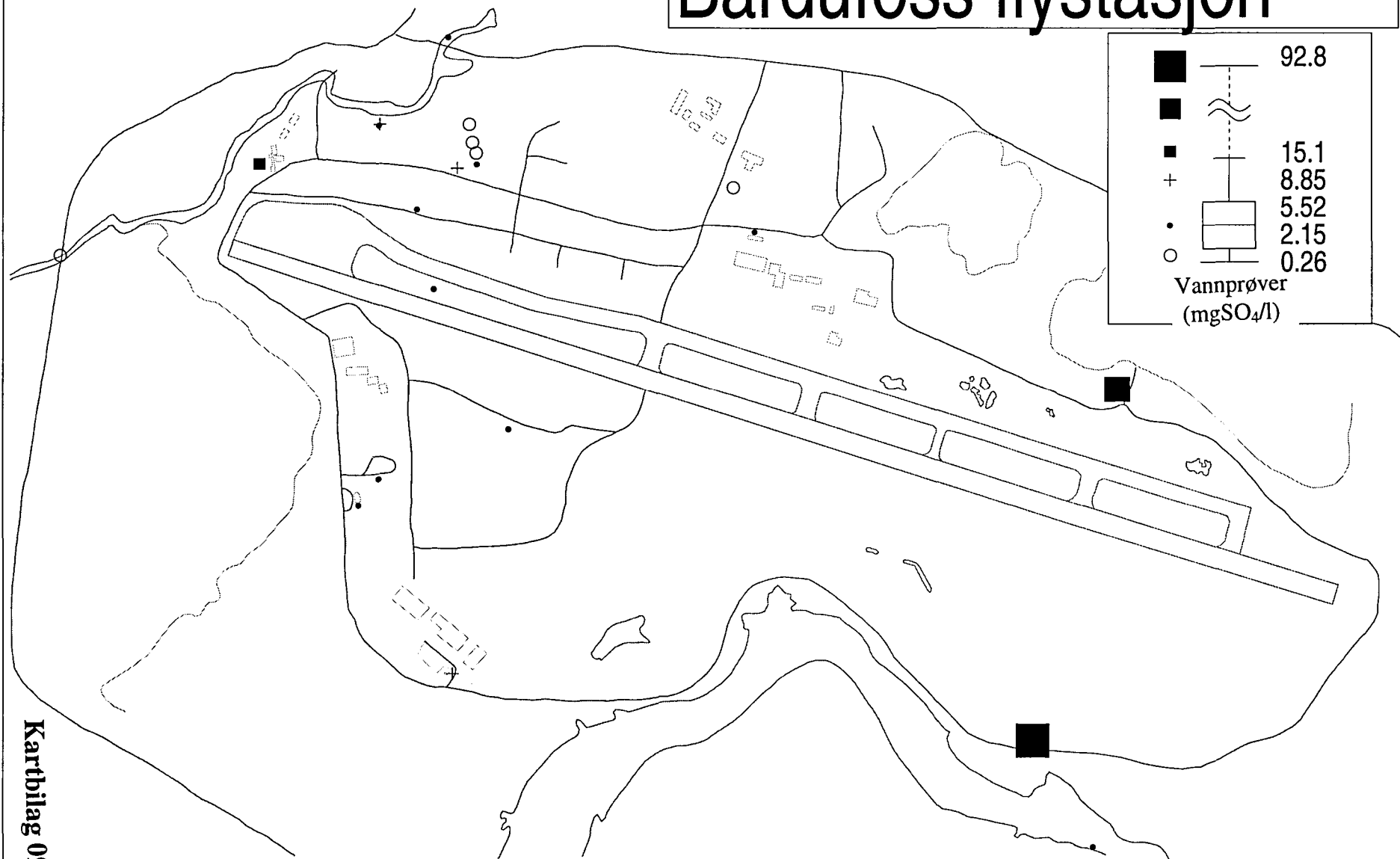
Bardufoss flystasjon



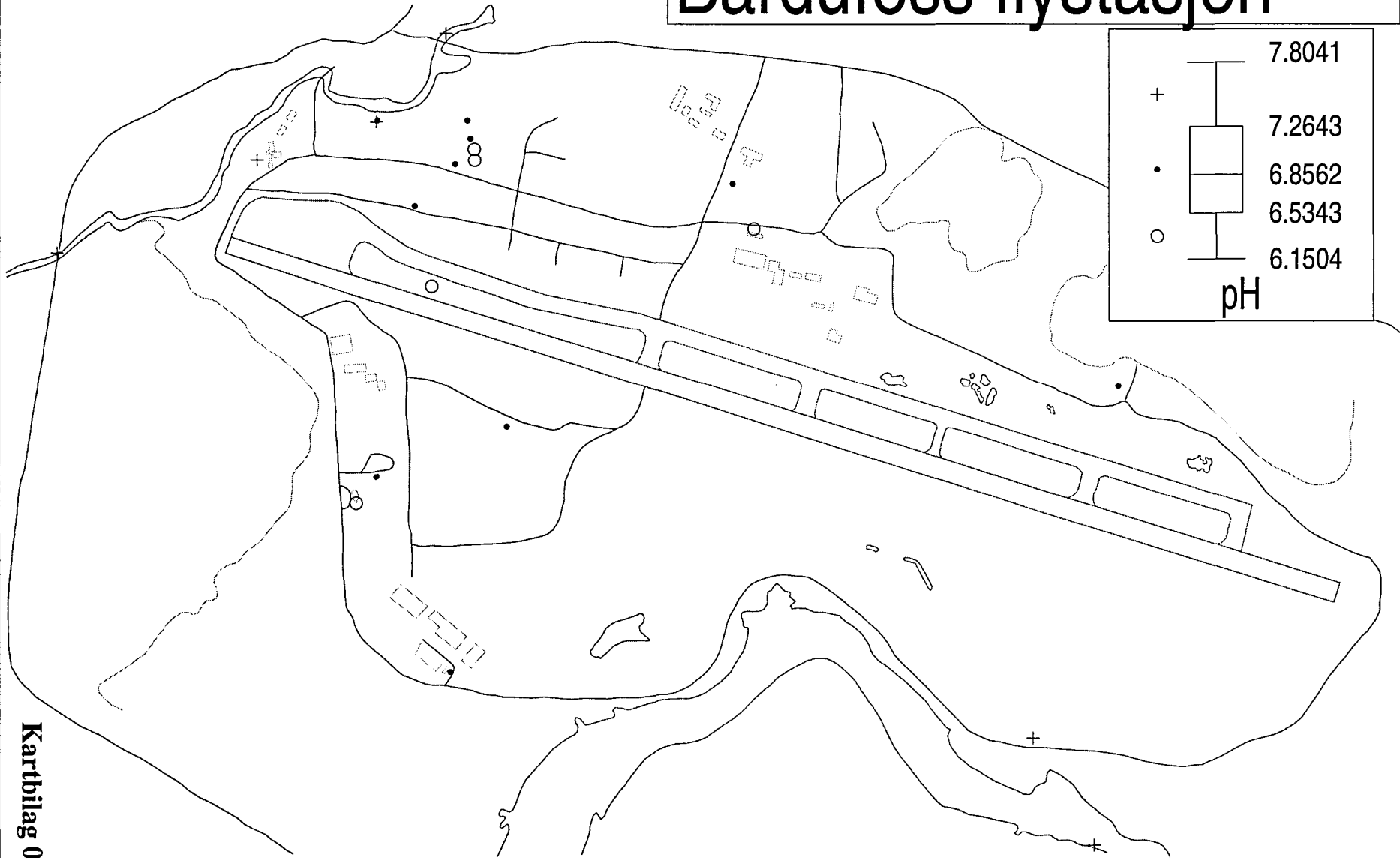
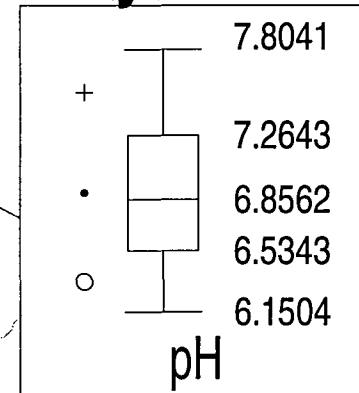
Bardufoss flystasjon



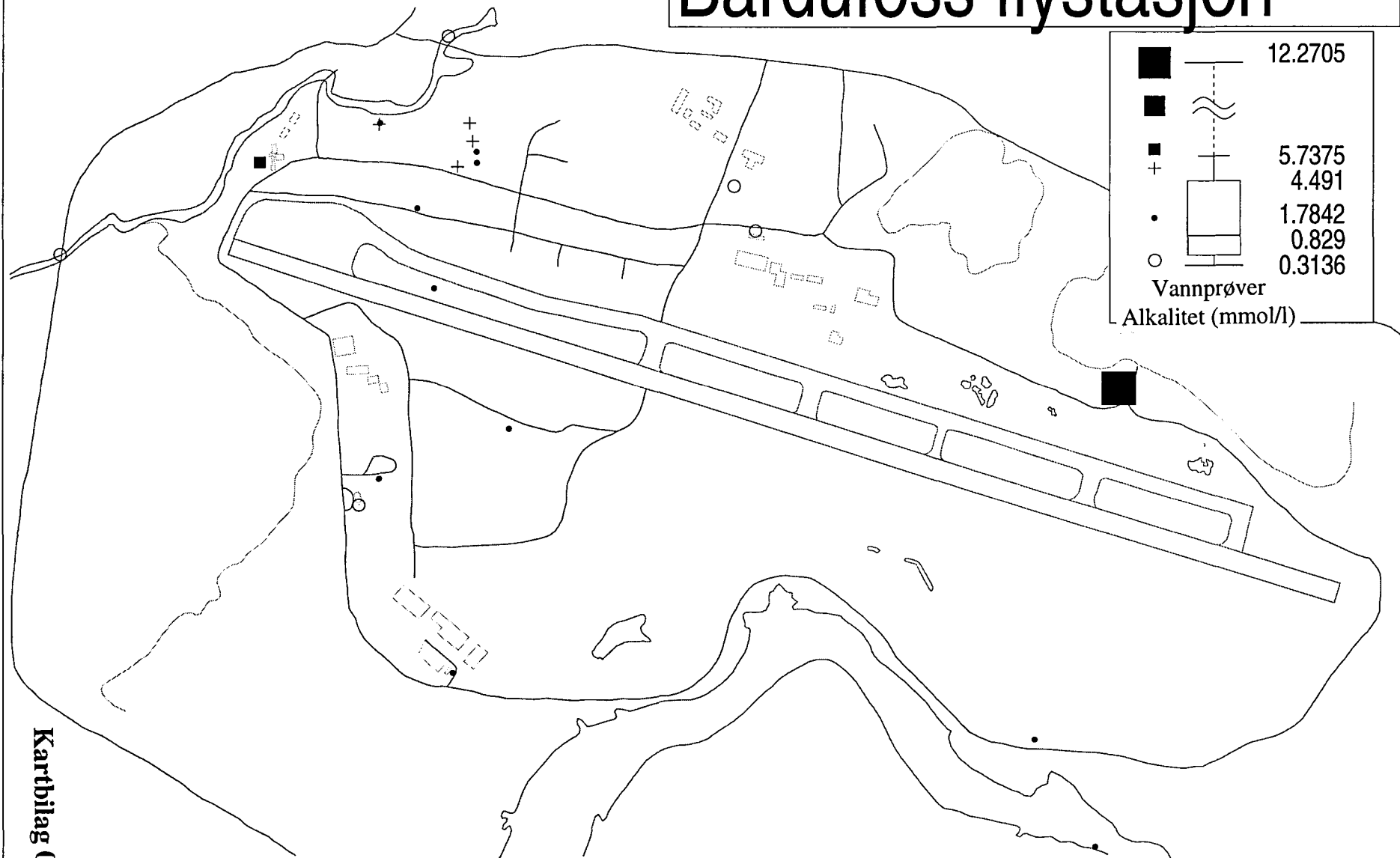
Bardufoss flystasjon



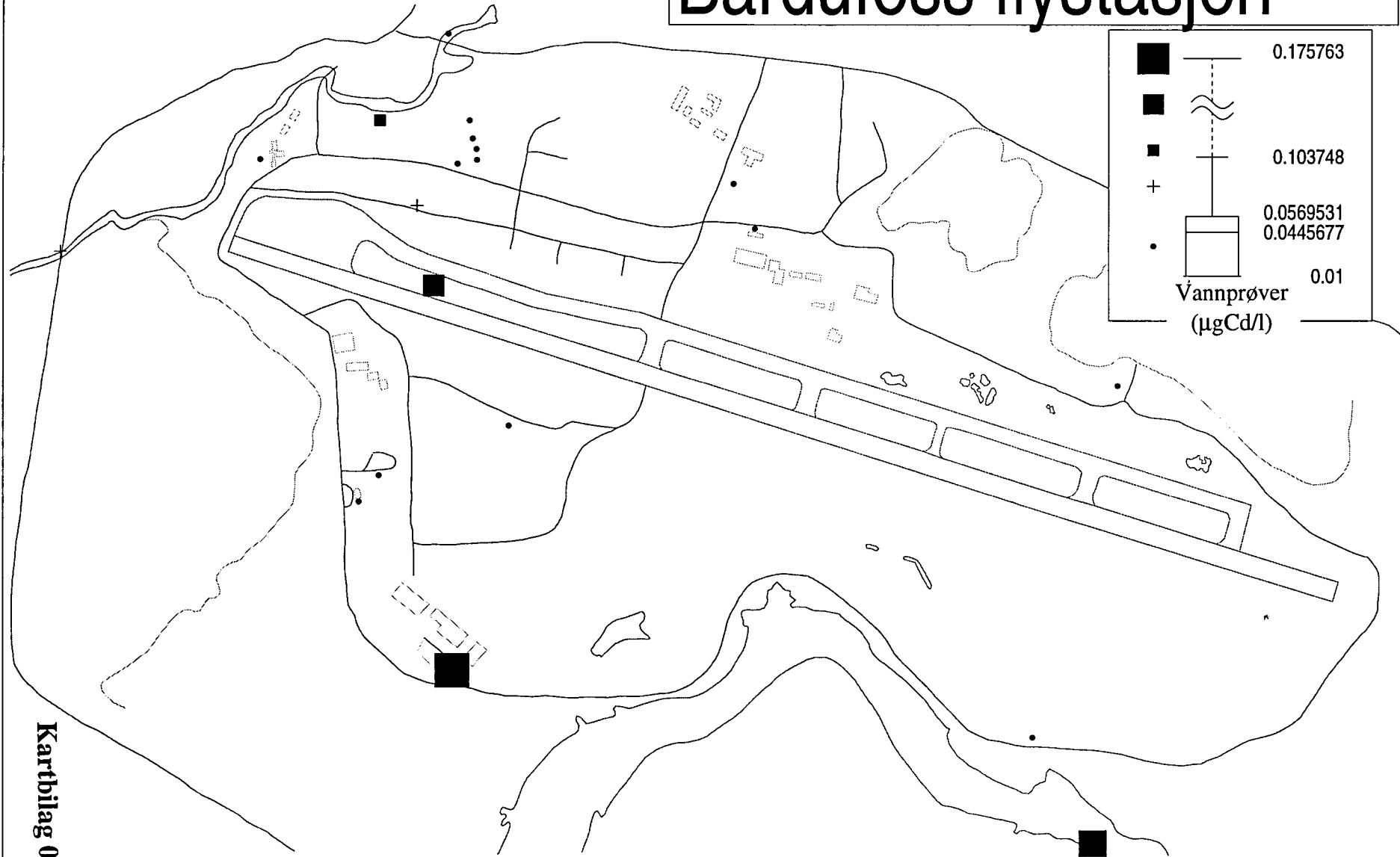
Bardufoss flystasjon



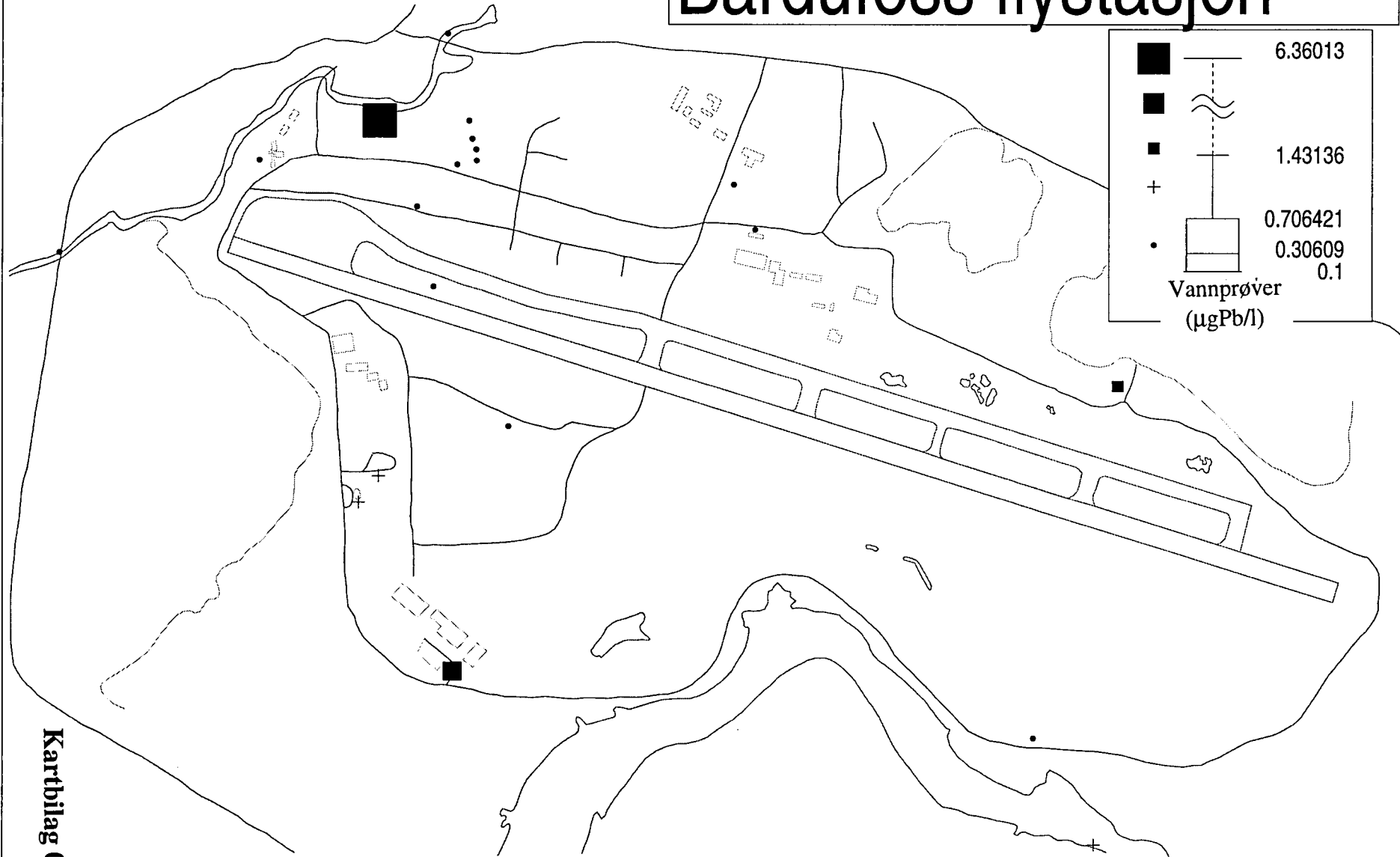
Bardufoss flystasjon



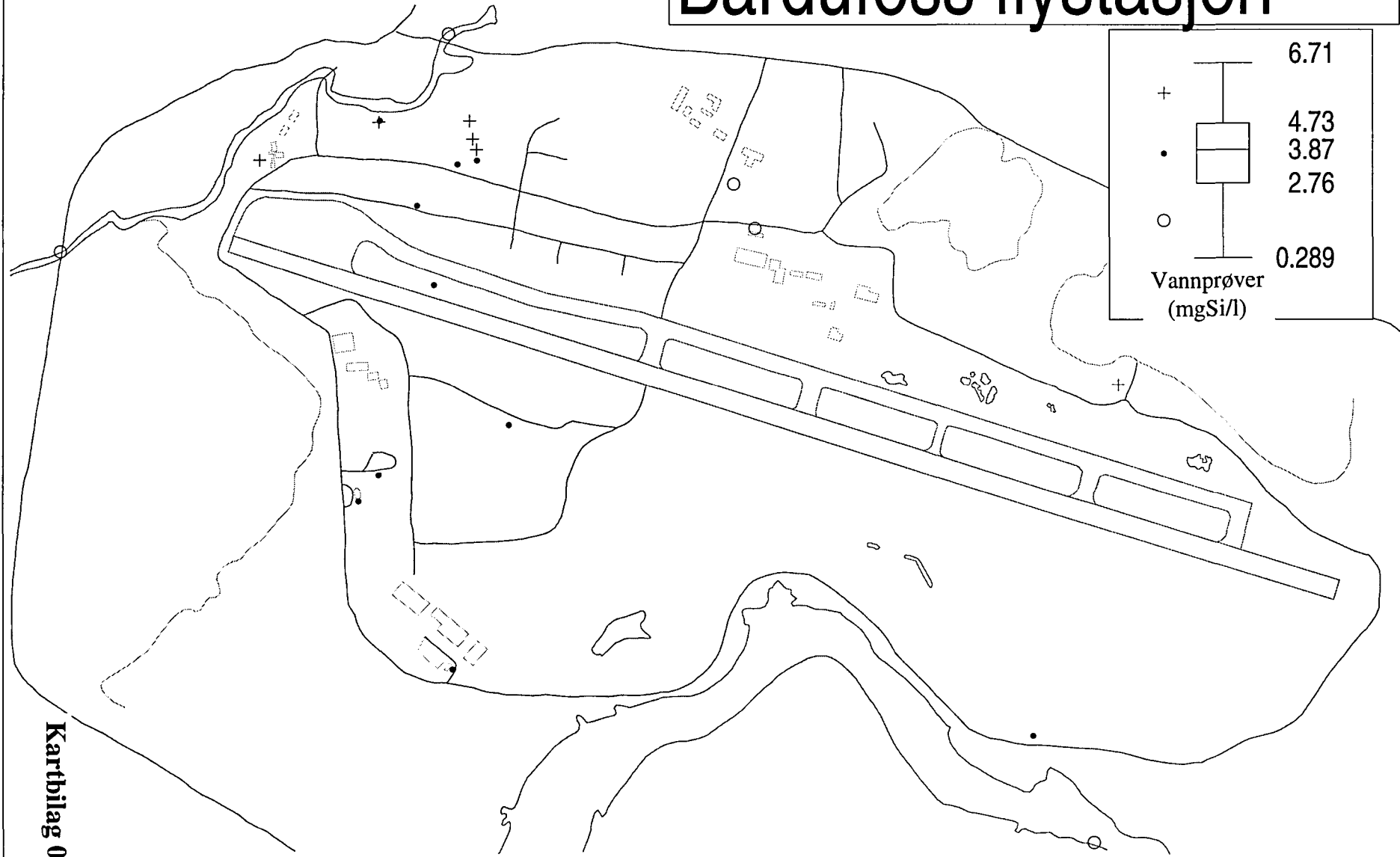
Bardufoss flystasjon



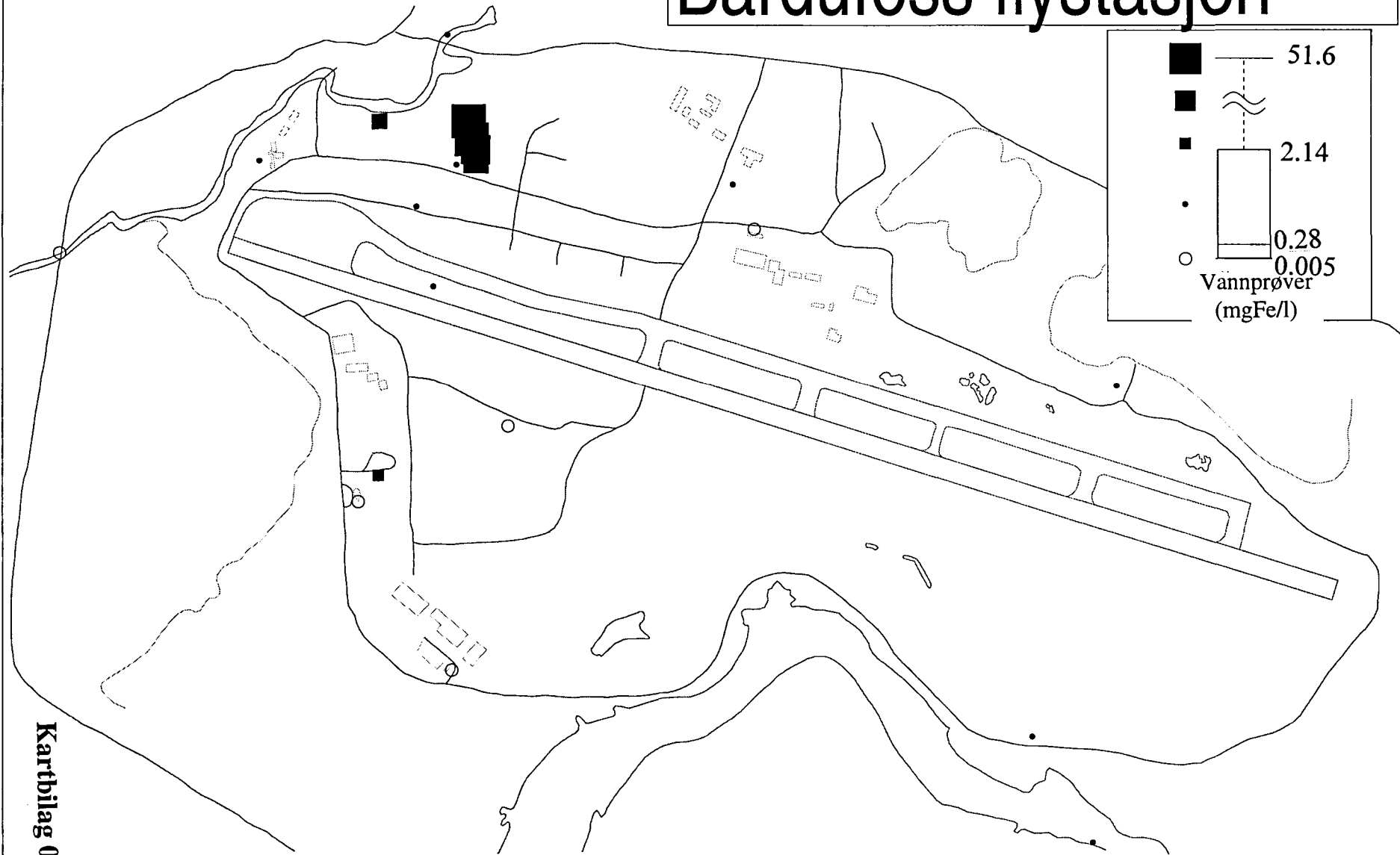
Bardufoss flystasjon



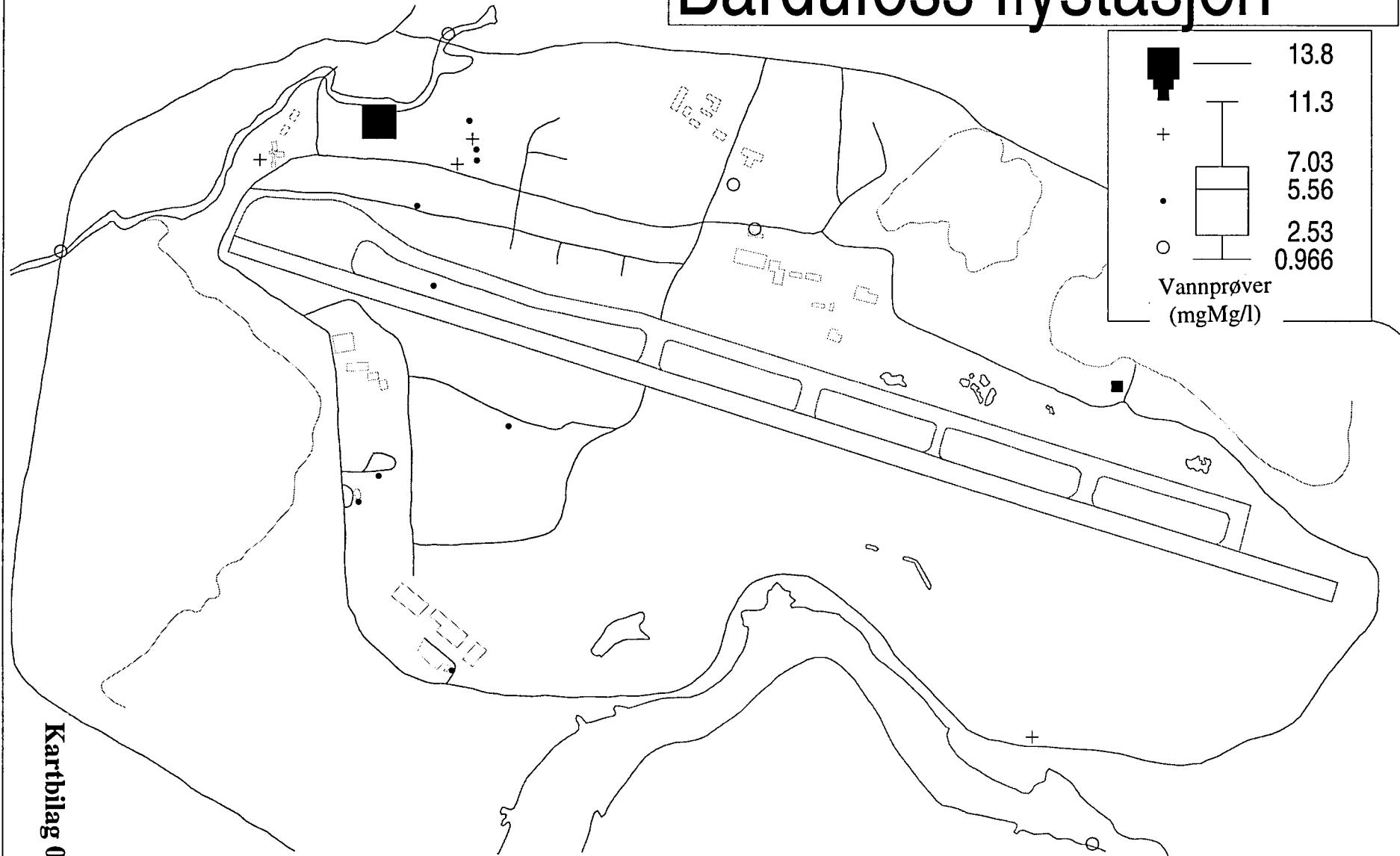
Bardufoss flystasjon



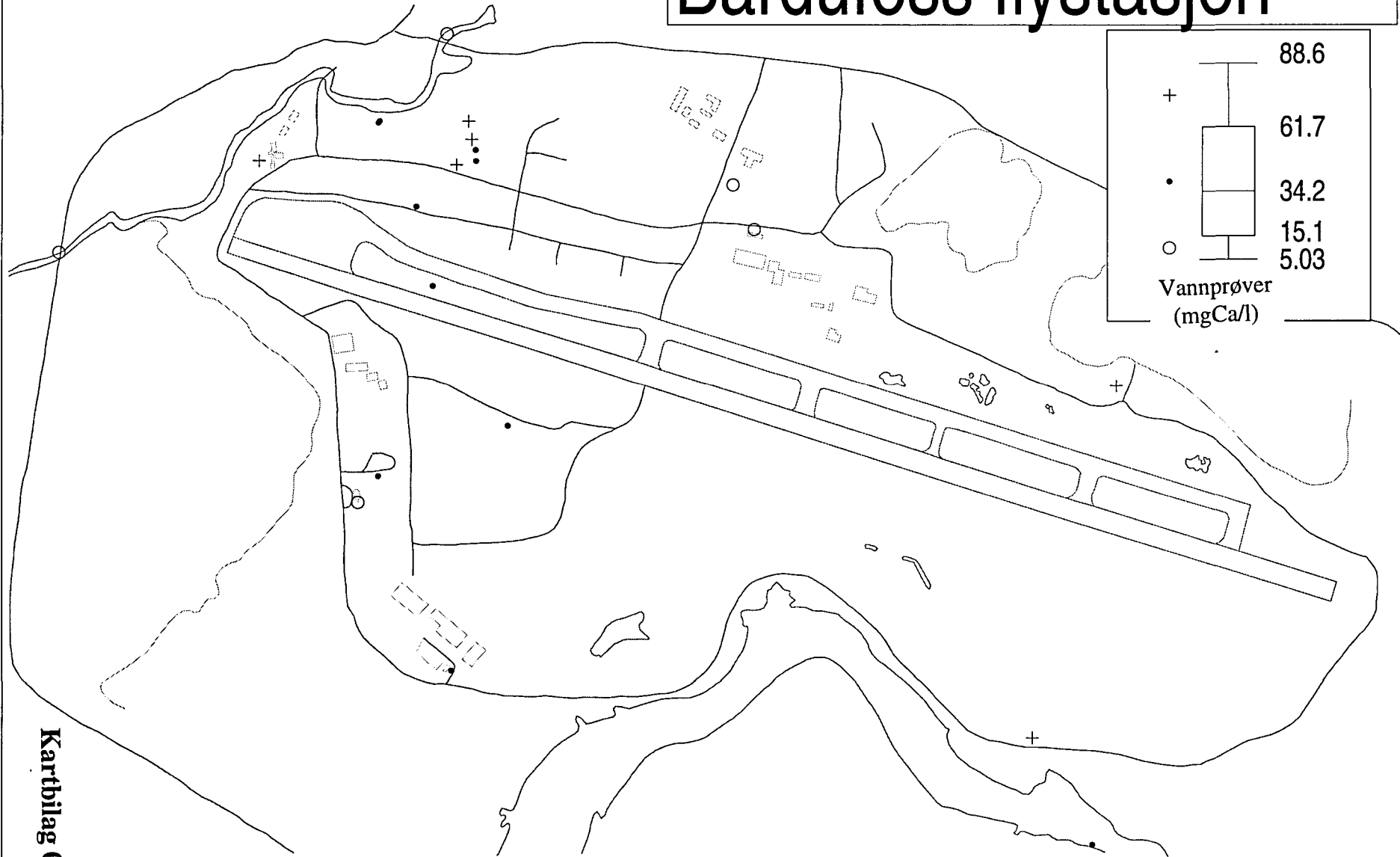
Bardufoss flystasjon



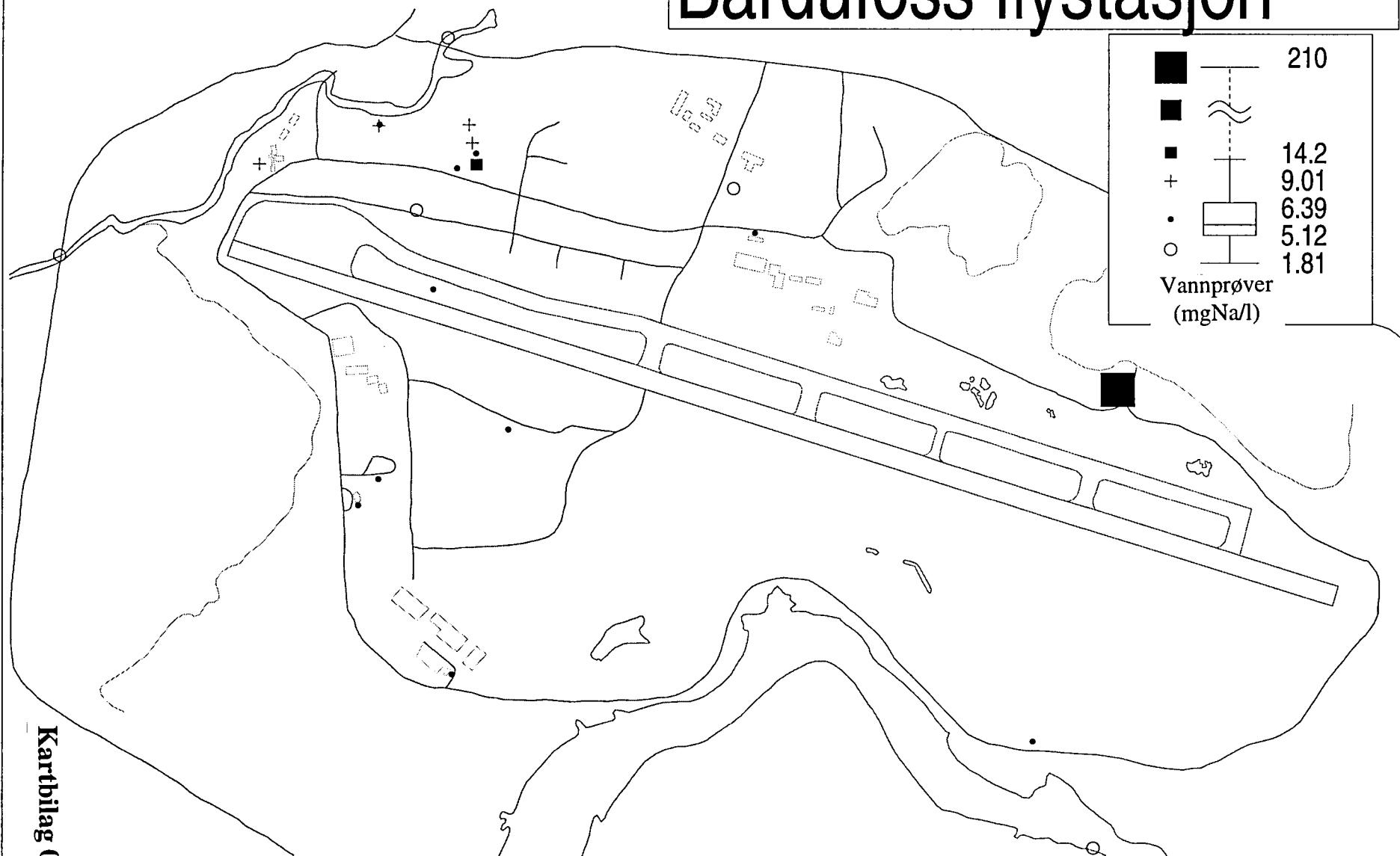
Bardufoss flystasjon



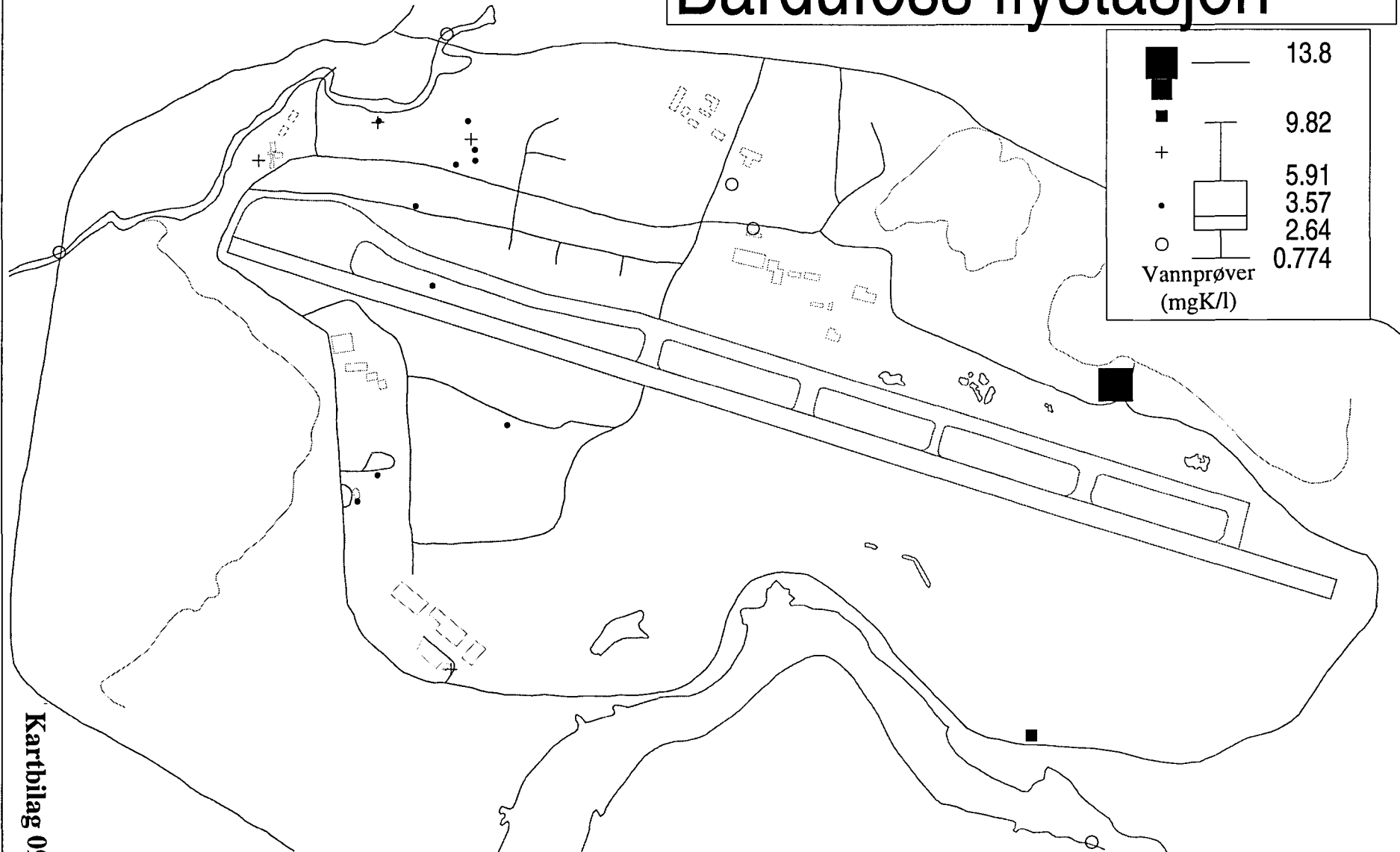
Bardufoss flystasjon



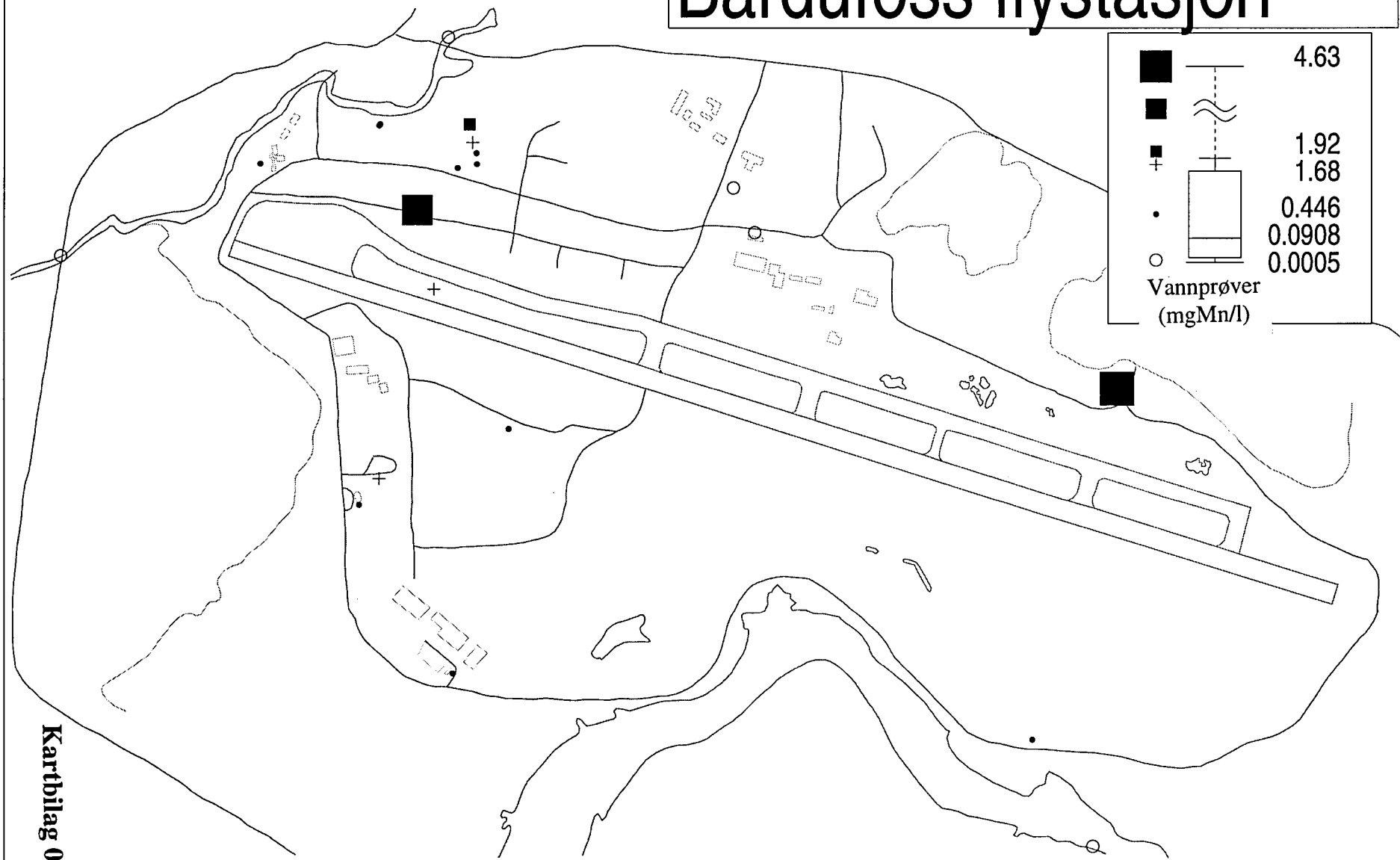
Bardufoss flystasjon



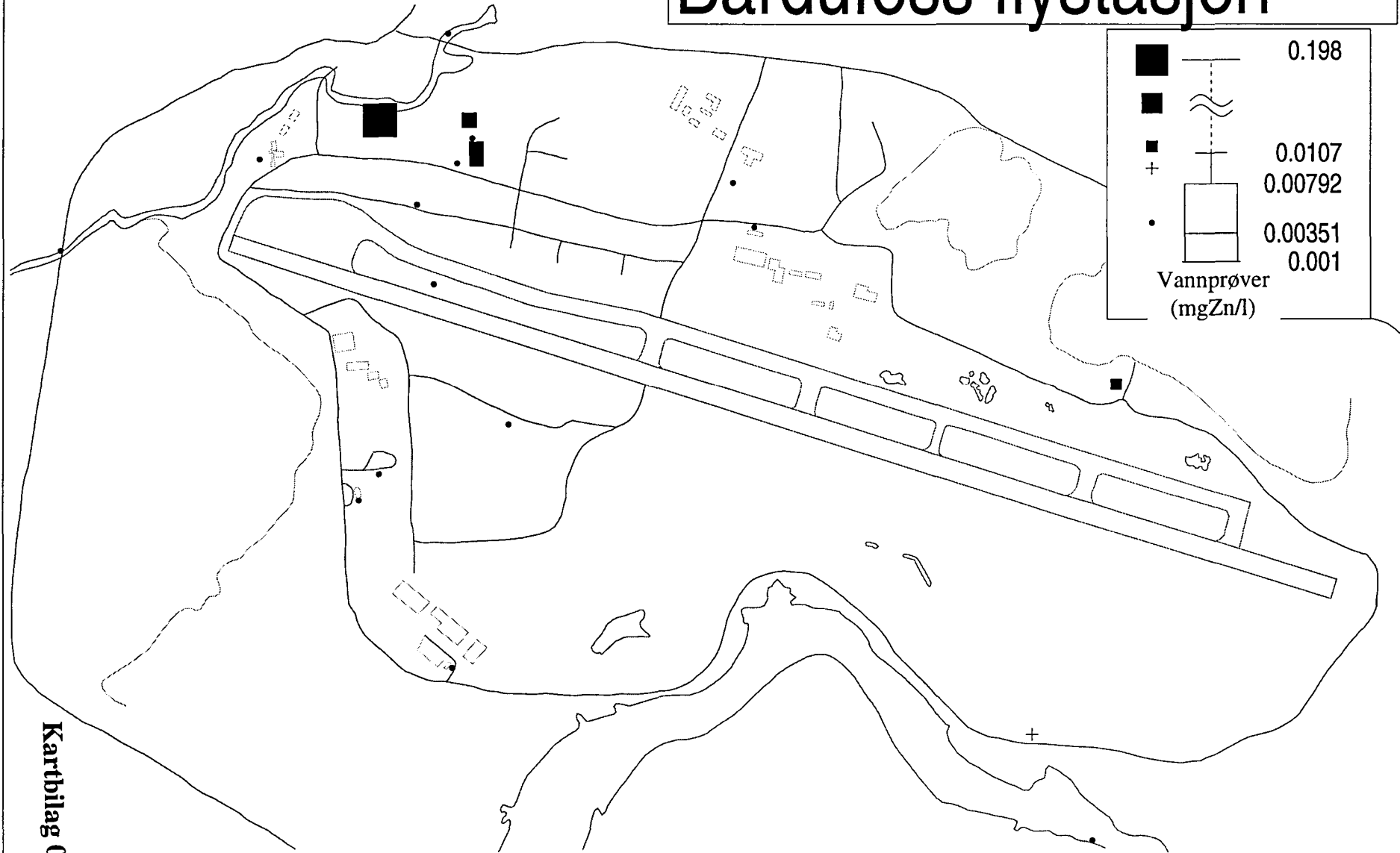
Bardufoss flystasjon



Bardufoss flystasjon



Bardufoss flystasjon



TEKSTBILAG

- 1.1 - 1.2.: Metodebeskrivelse for beregning av hydrauliske parametre fra kornfordelingsanalyser
- 2.1 - 2.7: Grenseverdier for lettere forurenset jord gitt i brev fra SFT til FBT av 1. Desember 1997.
- 3: Klassifisering av tilstand i ferskvann (SFT-veileder 97:04).
- 4.1 - 4.4: Ordliste

KORNFORDELINGSANALYSE

Beregning av hydraulisk konduktivitet (K-verdi), porøsitet og effektiv porøsitet med utgangspunkt i kornfordelingskurvene. Etter Beyer & Schweiger (Langguth & Voigt, 1980).

Metoden kan benyttes når:

$$u = d_{60} / d_{20} < 20$$

(u) avleses fra kornfordelingsanalyser

Ved å bruke verdien (u) kan man i Figur 1.1 lese av proporsjonalitetsfaktoren (C). C er et uttrykk for effekten av kornfordeling, kornform, kornorientering og pakningstetthet på den hydrauliske konduktiviteten.

Den hydraulisk konduktivitet beregnes ved:

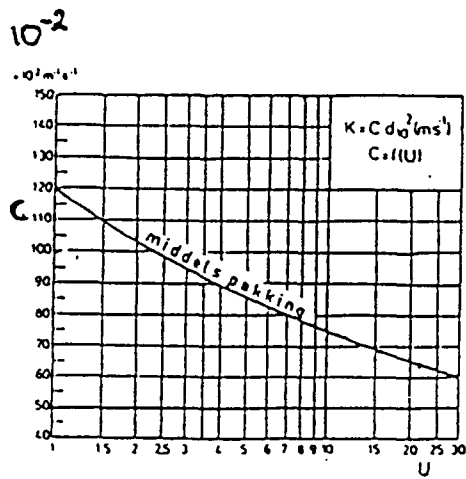
$$k = C \cdot d_{20}^2$$

Porøsiteten (n) finnes i Figur 1.2 når (u) er kjent. For å finne hvor stor del av porevolumet som leder vann, brukes K-verdien til å lese av S_0 i Figur 1.3.

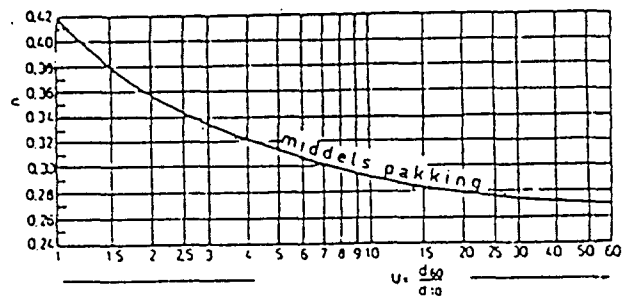
Den effektive porøsiteten (n_e) regnes ut fra følgende ligning:

$$n_e = S_0 \cdot n \quad \text{der } S_0 : \text{relativt nyttbart porevolum}$$

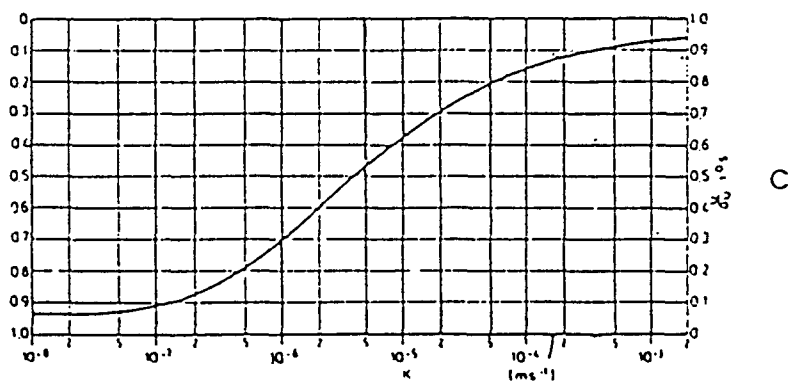
Kornfordelingsanalyser og beregnede parametre finnes i tabell 5. Kornfordelingsanalysene som er lagt til grunn for beregning av de hydrauliske parametrene er foretatt på sedimentprøver fra området umiddelbart under grunnvannspeilet.



Figur 1.1: Avlesning av proporsjonalitetsfaktoren, C.



Figur 1.2: Avlesning av det totale porevolum, n.



Figur 1.3: Avlesning av relativt nyttbart porevolum.

Fra Langgut & Voigt (1980), etter Beyer & Schweiger (1969)



Tillatelse
til oppgraving, håndtering og behandling av
forurensede masser
for

FORSVARETS BYGNINGSTJENESTE SENTRALLEDELSEN

gitt i medhold av lov om vern mot forurensninger og om avfall av 13. mars 1981 nr 6, § 11. jfr. § 16. Tillatelsen er gitt på grunnlag av opplysninger gitt i søknad av 01.07.97, samt opplysninger framkommet under behandlingen av søknaden. Endringer som den ansvarlige ønsker foreta i forhold til dette må være klarert med SFT på forhånd.

Data om den ansvarlige for tillatelsen:

Navn på kontaktperson: Torgeir Mørch Postadresse: Oslo mil/Akershus Poststed:0015 Oslo
--

Dato: 28.11.97

 (sign) e.f.

 (sign) Seksjonssjef

1. VILKÅR.

1.1 GENERELLE VILKÅR

1.1.1 TILLATELSEN RAMME

Rammetillatelsen omfatter oppgraving og behandling av olje- og PAH-forurenset jord, samt oppgraving av tungmetall- og PCB-forurenset jord på Forsvarets eiendommer.

1.1.2 VARIGHET AV TILLATELSEN OG EKSISTERENDE TILLATELSER

Tillatelsen gjelder fra dags dato til 31.12.2003. Denne rammetillatelsen erstatter ikke tidligere gitte tillatelser til oppgraving, håndtering og behandling av forurensete masser for Forsvarets lokaliteter.

1.1.3 ANSVAR

Forutsetninger for tillatelsen er bl.a. opplysninger i søknaden fra den ansvarlige av 01.07.97 og øvrige opplysninger framkommet under sakens behandling. Vesentlige endringer i forutsetningene som i forhold til dette skal tas opp med SFT for klarering på forhånd.

Dersom det viser seg at de omsøkte løsningene med de beskrevne miljøbeskyttende tiltak ikke virker som forutsatt i vilkårene, kan den ansvarlige bli pålagt å umiddelbart iverksette ytterligere tiltak.

1.1.4 NYE FORHOLD, ENDRING AV TILLATELSEN

SFT kan oppheve eller endre vilkårene i tillatelsen eller sette nye vilkår, og om nødvendig kalle tillatelsen tilbake dersom vilkår gitt etter forurensningslovens §18 er til stede (bl.a. dersom det viser seg at skaden eller ulempen ved forurensning blir vesentlig større eller annerledes enn ventet da tillatelse ble gitt). SFT har på samme grunnlag rett til, på ethvert tidspunkt, å stoppe arbeidet.

Dersom virksomheten skal foreta en vesentlig endring som gjør det teknisk mulig å motvirke forurensningene på en vesentlig bedre måte enn da tillatelsen ble gitt, skal den ansvarlige på forhånd gi SFT melding om dette, jfr. forurensningslovens § 19.

1.1.5 OVERHOLDELSE AV KRAV OG MINIMERING AV UTSLIPP

Det er den som har fått tillatelsens ansvar å til enhver tid overholde kravene og vilkårene satt i denne tillatelsen. Dette innebærer at anlegg og utstyr skal drives og vedlikeholdes slik at utslippene minimeres. SFT forutsetter at den ansvarlige regelmessig vurderer ulike alternativer når det gjelder drifts- og rensemetoder, og til enhver tid benytter best tilgjengelig

teknologi for å minimere utslipp innenfor akseptable kostnader. Den ansvarlige plikter gjennom instruksjer, kontroll og andre tiltak å sørge for at virksomheten drives slik at ulemper og skadevirkninger begrenses mest mulig.

Det forutsettes at virksomheten etterkommer de yrkeshygieniske krav Arbeidstilsynet setter. SFTs krav er ikke til hinder for at det med hjemmel i annen lovgivning kan stilles ytterligere krav til sikkerhet og arbeidsmiljø.

1.1.6 BEREDSKAP MOT AKUTT FORURENSNING

Den ansvarlige plikter å gjennomføre tiltak for å unngå, eventuelt begrense risikoen for akutte utslipp fra all virksomhet innenfor området. Tiltakene skal være basert på en systematisk gjennomgang av alle elementer i aktiviteten.

Den ansvarlige skal sørge for å ha en nødvendig beredskap for å hindre, oppdage, stanse, fjerne og begrense virkningen av akutt forurensning for all virksomhet innenfor virksomhetsområdet, jfr. forurensningsloven § 40. Den ansvarliges beredskap skal stå i et rimelig forhold til sannsynligheten for akutt forurensning og omfanget av skadene og ulempene som kan inntreffe. Beredskapsplikten inkluderer også utstyr og kompetanse til å fjerne og begrense virkningen av forurensningen.

Ved akutt forurensning eller fare for akutt forurensning som følge av virksomheten, skal den ansvarlige straks varsle brannvesenet i hht. "Forskrift om varsling av akutt forurensning eller fare for akutt forurensning" fastsatt av Miljøverndepartementet 09.07.92.

1.1.7 STRAFF.

Brudd på konsesjonen og vilkårene kan straffes med hjemmel i forurensningsloven kap. 10, med mindre strengere straffebestemmelser kommer til anvendelse.

For ordens skyld gjør vi også oppmerksom på at unnlattelse av å overholde vilkårene er straffbart etter forurensningsloven og straffeloven.

1.1.8 FORURENSNINGSGEBYR.

For å sikre at bestemmelsene i denne tillatelsen overholdes og blir gjennomført, kan forurensningsmyndigheten fastsette forurensningsgebyr til staten, jfr. forurensningslovens § 73.

1.2 SPESEIELLE VILKÅR.

1.2.1 HOVEDMÅL

Utslipp fra oppgraving, håndtering og behandling av forurensede masser skal ikke påvirke overflateresipient, grunn og grunnvann.

1.2.2 UTARBEIDELSE AV TILTAKSPLAN

På bakgrunn av nødvendige undersøkelser skal det utarbeides en tiltaksplan for hver lokalitet hvor oppgraving og disponering av forurensede masse er omtalt, samt kontroll- og miljøbeskyttende tiltak, jfr. pkt. 1.2.7. Planen skal sendes på høring til den enkelte kommune, berørte parter og Fylkesmannens miljøvernnavdeling. Høringsfristen skal være minimum 6 uker.

1.2.3 OPPGRAVING

Før oppgravingsarbeidene settes i gang skal det være utført tilstrekkelig undersøkelser av den aktuelle lokalitet til å avgjøre sikrings- og kontrolltiltak i forbindelse med oppgravingen.

Forsvaret gis tillatelse til oppgraving av forurenset masse med følgende krav:

- * Når nødvendige undersøkelser er gjennomført, skal det i planen for tiltaksarbeidet foreligge en beskrivelse av kontroll- og miljøbeskyttende tiltak, jfr. pkt. 1.2.2.
- * Oppgraving av forurensede masser skal foregå slik at den ikke fører til spredning av forurensning i nærliggende resipienter ut over hva som var situasjonen før inngrepet fant sted.

1.2.4 DISPONERING

Disponeringen av massene skal være avklart med kommunen. Videre skal disponeringen være i overensstemmelse med fastsatte miljømål og gjeldende retningslinjer for arealbruk og berørte resipienter

Behandling

Forsvaret gis tillatelse til biologisk behandling av olje- og PAH-forurenset jord med følgende krav:

- * Forsvaret skal benytte best tilgjengelig teknologi for å redusere forurensningskonsentrasjonen av de ulike stoffer innenfor akseptable kostnader.

- * Behandling/disponering av forurensede masser skal være beskrevet i planen for tiltaksarbeidet som skal utarbeides for hver lokalitet, jfr. pkt. 1.2.2.

Deponering

Masser som overstiger normverdien for forurenset jord regnes som forurensede masser, jfr. tabell 1. Oppgravde og eventuelt behandlede masser som fortsatt inneholder konsentrasjoner over normverdien kan disponeres innenfor Forsvarets eiendom dersom følgende krav er oppfylt.

- * Massene skal ikke overstige grenseverdiene for letter forurensede masser, jfr. tabell 1.
- * På eiendommer med deponi som inneholder forurensninger som overstiger normverdien for mest følsom arealbruk skal tinglyses med rådighetsbegrensning. Med hjemmel i forurensningsloven §§ 7 og 31 skal følgende tekst tinglyses: Bygge- og gravearbeider på tomten kan ikke finne sted uten at Statens forurensningstilsyn er varslet. Denne heftelsen kan bare slettes ved samtykke fra Statens forurensningstilsyn.

Parameter	Normverdier (mg/kg tørrstoff)	Grenseverdi for lettere forurenset jord (mg/kg tørrstoff)
Arsen	20	30
Bly	50	150
Kadmium	1	5
Kopper	100	250
Krom,tot	100	250
Nikkel	30	100
Sink	150	500
Kvikksølv,totalt	1	2
PAH,totalt	5	40
PCB	0,02	1
Olje	100	1000
Sum BTEX (Benzen, Toluen, Etyl- benzen, Xylen)		30

Tabell 1 Foreløpige normverdier for forurenset jord, samt grenseverdier for lettere forurenset jord.

SFT er i ferd med å utarbeide en veileder for risikovurdering. Når veilederen for risikovurdering er fastsatt av forurensningsmyndigheten vil SFT vurdere å erstatte de fastsatte

grenseverdiene for lettere forurenset jord med risikovurdering i hver enkelt sak i følge veiledningen.

Masser fra lokaliteter som behandles i.h.t. foreliggende tillatelse og som overstiger grenseverdiene for lettere forurenset jord, jfr. tabell 1, skal ikke deponeres ved Forsvarets grunn. Disse forurensete massene skal leveres til godkjent mottak for behandling eller deponering.

SFT påpeker at det må søkes om en særskilt tillatelse etter forurensningsloven ved deponering av forurensete masse som overstiger grenseverdiene for lettere forurenset jord eller andre forhold som ikke er regulert i denne rammetillatelsen.

1.2.5 UTSLIPP TIL OVERFLATEVANN, GRUNN OG GRUNNVANN

Det må iverksettes miljøbeskyttende tiltak for å sikre at forurensning ikke påvirker overflateresipient, grunn og grunnvann ved oppgraving, håndtering og behandling av forurensete masser. Miljøtiltakene skal gå fram i planen for tiltaksarbeidet som skal utarbeides for hver lokalitet.

1.2.6 INTERNKONTROLL, TILSYN

De til enhver tid gjeldende rammer og vilkår i konsesjonen skal innarbeides i Forsvarets system for internkontroll, jfr. forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter fastsatt ved Kgl. res. 06.12.96.

Forsvaret skal til ethvert tidspunkt kunne dokumentere at oppgraving, håndtering og behandling av forurenset masse skjer i samsvar med vilkår gitt i konsesjonen.

Ansvarlig for aktiviteten plikter å la representanter for forurensningsmyndighetene eller de disse bemyndiger føre tilsyn med aktivitetene når disse ønsker det.

1.2.7 KONTROLL- OG OVERVÅKINGSPROGRAM

Det skal etableres et kontroll- og overvåkingsprogram som omfatter kontroll og overvåking av eventuelle utslipp og effekter for berørte resipienter. Programmet skal inngå i tiltaksplanen, jfr. pkt 1.2.2. Kontroll- og overvåkingsprogrammet skal omtales i en sammendragsrapport som skal forelegges SFT årlig.

1.2.8 RAPPORTERING

Sluttrapport for den enkelte lokalitet skal sendes til berørt kommune med kopi til Fylkesmannen senest 4 uker etter at lokaliteten er ferdigstilt, d.v.s. når alle massene er disponert.

For hvert år innen 15.02. skal det sendes en sammendragsrapport til SFT med bl.a. oversikt over gjennomførte undersøkelser og tiltak siste år. FBT skal i sammendragsrapporten dokumentere forhold som er av betydning for SFTs bedømmelse av om krav i utslippstillatelsen blir oppfylt og om effekten er som tilsiktet. Den årlige sammendragsrapporten skal minimum inneholde:

- Kartfestet statusoversikt over forurensede lokaliteter.
- Oversikt over total areal som er tinglyst.
- Rapport fra behandlingsanlegg med behandlingsresultater, utslipp og driftsvurderinger.
- Disponeringsløsninger
- Beskrivelse av kontroll- og overvåkingsprogram med resultater.

1.2.9 VILKÅRSOVERSIKT MED FRISTER

Følgende vilkårsoversikt knyttes det frister til:

Pkt.	Vilkår	Dokument/plan som skal utarbeides	Tidsfrist
1.2.2	Utarbeidelse av tiltaksplan	Tiltaksplan	Utarbeides for hver lokalitet med høringsfrist på 6 uker.
1.2.7	Kontroll- og overvåkingsprogram	Inngår i tiltaksplan og omtales årlig pr. 31.12 i sammendragsrapport	Innen 15.02. hvert år.
1.2.8	Rapportering	Sluttrapport for den enkelte lokalitet til kommune/fylkesmann	Innen 4 uker etter at lokaliteten er ferdigsstilt.
1.2.8.	Rapportering	Årlig sammendragsrapport	Innen 15.02. hvert år.

Klassifisering av tilstand i ferskvann (SFT-veileder 97:04)

Virkinger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I «Meget god»	II «God»	III «Mindre god»	IV «Dårlig»	V «Meget dårlig»
Næringssalter	<i>Total fosfor, µg P/l</i> <i>Klorofyll a, µg/l</i> <i>Siktedyp, m</i> <i>Prim. prod., g C/m² år</i> <i>Total nitrogen, µg/l</i>	<7 <2 >6 <25 <300	7 - 11 2 - 4 4 - 6 25 - 50 300 - 400	11 - 20 4 - 8 2 - 4 50 - 90 400 - 600	20 - 50 8 - 20 1 - 2 90 - 150 600 - 1200	>50 >20 <1 >150 >1200
Organiske stoffer	<i>TOC, mg C/l</i> <i>Fargetall, mg Pt/l</i> <i>Oksygen, mg O₂/l</i> <i>Oksygenmetn. %</i> <i>Siktedyp, m</i> <i>KOF_{Mn}, mg O₂/l</i> <i>Jern, µg Fe/l</i> <i>Mangan, µg Mn/l</i>	<2,5 <15 >9 >80 >6 <2,5 <50 <20	2,5 - 3,5 15 - 25 6,5 - 9 50 - 80 4 - 6 2,5 - 3,5 50 - 100 20 - 50	3,5 - 6,5 25 - 40 4 - 6,5 30 - 50 2 - 4 3,5 - 6,5 100 - 300 50 - 100	6,5 - 15 40 - 80 2 - 4 15 - 30 1 - 2 6,5 - 15 300 - 600 100 - 150	>15 >80 <2 <15 <1 >15 >600 >150
Forsurende stoffer	<i>Alkalitet, mmol/l</i> <i>pH</i>	>0,2 >6,5	0,05 - 0,2 6,0 - 6,5	0,01 - 0,05 5,5 - 6,0	<0,01 5,0 - 5,5	0,00 <5,0
Partikler	<i>Turbiditet, FTU</i> <i>Susp. stoff, mg/l</i> <i>Siktedyp, m</i>	<0,5 <1,5 >6	0,5 - 1 1,5 - 3 4 - 6	1 - 2 3 - 5 2 - 4	2 - 5 5 - 10 1 - 2	>5 >10 <1
Tarmbakterier	<i>Termotol. koli. bakt., ant./100 ml</i>	<5	5 - 50	50 - 200	200 - 1000	>1000

Tabell 5. Klassifisering av tilstand. Nøkkelparametere er gitt i kursiv.

Virkinger av miljøgifter (tungmetaller)	Parametre	Tilstandsklasser				
		I «Ubetydelig forurenset»	II «Moderat forurenset»	III «Markert forurenset»	IV «Sterkt forurenset»	V «Meget sterkt forurenset»
i vann	<i>Kobber, µg Cu/l</i> <i>Sink, µg Zn/l</i> <i>Kadmium, µg Cd/l</i> <i>Bly, µg Pb/l</i> <i>Nikkel, µg Ni/l</i> <i>Krom, µg Cr/l</i> <i>Kvikksølv, µg Hg/l</i>	<0,6 <5 <0,04 <0,5 <0,5 <0,2 <0,002	0,6 - 1,5 5 - 20 0,04 - 0,1 0,5 - 1,2 0,5 - 2,5 0,2 - 2,5 0,002 - 0,005	1,5 - 3 20 - 50 0,1 - 0,2 1,2 - 2,5 2,5 - 5 2,5 - 10 0,005 - 0,01	3 - 6 50 - 100 0,2 - 0,4 2,5 - 5 5 - 10 10 - 50 0,01 - 0,02	>6 >100 >0,4 >5 >10 >50 >0,02
i sediment	<i>Kobber, mg Cu/kg</i> <i>Sink, mg Zn/kg</i> <i>Kadmium, mg Cd/kg</i> <i>Bly, mg Pb/kg</i> <i>Nikkel, mg Ni/kg</i> <i>Arsen, mg As/kg</i> <i>Kvikksølv, mg Hg/kg</i>	<30 <150 <0,5 <50 <50 <5 <0,15	30 - 150 150 - 750 0,5 - 2,5 50 - 250 50 - 250 5 - 25 0,15 - 0,6	150 - 600 750 - 3000 2,5 - 10 250 - 1000 250 - 1000 25 - 100 0,6 - 1,5	600 - 1800 3000 - 9000 10 - 20 1000 - 3000 1000 - 3000 100 - 200 1,5 - 3	>1800 >9000 >20 >3000 >3000 >200 >3
i fisk	<i>Kvikksølv, mg Hg/kg</i>	<0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	>2

Tabell 6. viser tilstandsklasser for noen tungmetaller målt i vann, i sediment og i fisk. Sediment er målt som mg stoff /kg sediment (tørrvekt), og kvikksølv i fisk er målt som mg Hg/kg filet (våtvekt).

ORDLISTE

<0,01	Benyttet ved rapportering av enkelte analyseresultater. Indikerer at konsentrasjonen ligger under deteksjonsgrensen (tallet angir deteksjonsgrensen og kan variere).
Anioner	Negativt ladete ioner, bl.a. NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ og SO ₄ ⁻ .
Boxplot	En kombinert grafisk/statistisk metode for presentasjon av analysedata.
BTEX	Samlebetegnelse for benzen, toluen, ethylbenzen og xylene
C17/pristane	Indeks for vurdering av nedbrytningsgrad av hydrokarboner (oljeprodukter). Fersk diesel har et forhold på ca. 2. Et lavt forholdstall (ca. 0,2) viser at hydrokarbonforurensningen er sterkt nedbrutt, dvs. at de mest flyktige stoffene er omdannet, nedbrutt eller fordampet.
Coulter	Analysemetode for bestemmelse av kornfordeling i løsmasseprøver i området 0,4µm (leire) til 2000µm (grus).
CVAAS	Atomabsorpsjons-analyse med kalddampsteknikk med Perkin Elmer Mercury Hydrid System - 20 med gullfelleenhet (analyseteknikk benyttet for kvikksølv (Hg)).
COPC	Contaminants of Potential Concern (COPC) er forurensning, som er inkludert på CSM'en og betegnes som forurensning av potensiell fare siden det er den som overskrider de innførte undersøkelseskriterier.
CSM	Conceptual Site Model (CSM) er en kvalitativ beskrivelse av de forurensningsfarer (forurensningen, forurensningsveiene og reseptorene) som eksisterer på stedet og som utgjør en signifikant risiko.
d20	d20 = diameteren som 20 % av kornene er lik eller mindre enn i en kornfordelingsanalyse.
Deteksjonsgrense	Nedre grense for konsentrasjoner som kan påvises med en analysemetode
EC ₅₀ -verdien	Giftigheten er testet ved hjelp av metoden Mikrotox, som er utviklet av Microbics Corporation i USA. Metoden baserer seg på hemming av luminiscensen (lysutsendelsen) til den marine fluoriserende bakterien <i>Photobakterium Phosphoreum</i> . Bakteriene eksponeres i 15 minutter med forskjellige konsentrasjoner av prøven, og EC ₅₀ -verdien er den konsentrasjonen som gir 50 % reduksjon av luminiscensen. EC ₅₀ > 90

% vil si at ved 90 % konsentrasjon av prøven (den høyest mulig konsentrasjonen etter osmotisk justering) ikke har vært mulig å påvise noen hemming av luminisensen, dvs. ingen toksisk effekt.

EHI-verdi	Ved estimeringen av risiko ble de simulerte forurensningskonsentrasjoner delt med Det Økologiske Kriterium for å danne det Økologisk Risiko Kriterium, EHI (Ecological Hazard Index).
Fenoler	Finnes i rengjøringsmidler, maling, lim, lakk, plast plantevermidler og kroppspeiemidler. Bisfenol A er kjent fra 2-komponent produkter. Hormonforstyrrende effekter.
Ftalater	I første rekke kjent som en gruppe forbindelser som anvendes som mykgjørere i plastprodukter, særlig i PVC-basert plast. Fordi ftalatene ikke er kjemisk bundet i materialet kan det vaskes ut eller "vandre" fra materialet ut til vann og luft. Mulige effekter er i) svært giftige for alger, ii) hormonforstyrrende effekter og iii) kronisk giftige med bla. reproduksjonsskadelige effekter på små krepsdyr.
GC/FID	Gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor for bestemmelse av pentanekstraherbare organiske stoffer (BTEX: benzen, toluen, ethylbenzen og xylen, samt THC)
GC/ECD	Gasskromatografi med Electron Capture Detector (analyseteknikk benyttet til haloform-analyser).
GC/MS-SIM	Gasskromatografi med massespektromertisk detektor (analyseteknikk benyttet for både PAH- og PCB-analyser)
GC/MS-scan	Gasskromatografi med massespektromertisk detektor (analyseteknikk benyttet for undersøkelse av organiske miljøgifter).
GFAAS	Atomabsorpsjons-analyse med grafittovn teknikk (analyseteknikk benyttet for bly (Pb) og kadmium (Cd)).
Grunnvann	Grunnvann er vann i porer eller sprekker i løsmasser og fjell.
Grunnvannsgradient	Helningen (gradienten) på grunnvannsspeilet. I denne undersøkelsen målt fra 0,6 mm/m til 50 mm/m
GVS	Grunnvannsstand
Haloformer	Grunnstoffene i hovedgruppe syv i det periodiske systemet kalles halogener (F, Cl, Br, I). I denne undersøkelsen dekke begrepet organiske forbindelser med halogener, f.eks. triklor-eten. Gruppen dekker altså haloformer og andre klorerte løsemidler.

HDPE-rør	Dette er High Density Polyetylen-rør med 5 cm innvendig diameter. Dette brønnmaterialet foretrekkes pga. at det ikke avgir metaller eller organiske miljøgifter til vannfasen.
ICP-AES	Induktivt koblet plasma-teknikk (Analyseteknikk benyttet for 28 positive ioner, inklusiv metaller).
IC	Ionekromatografi (analyseteknikk benyttet for negative ioner).
Kationer	Positive ioner, bl.a. basekationene Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ og K^+ , og metallene Fe^+ , Mn^+ , Ni^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} osv.
Kornfordelingsanalyse	Viser prosentvis fordeling av kornstørrelser i løsmasseprøver.
K-verdi	Hydraulisk konduktivitet (permeabilitet) i jord beskriver jordens evne til å transportere vann.
Microtox	Testing for giftighet. Metoden baserer seg på hemming av luminisensen(lytsendelsen) til den marine fluoriserende bakterien <i>Photobakterium Phosphoreum</i> .
MKM	Mindre känslig markanvänding. Svensk grenseverdi som benyttes i området med lite følsomt arealbruk. Supplerer norske grenseverdier for lettere forurenset jord.
M o.h.	Meter over havet
Mutagen	Stoff som kan endre arvestoffer.
n	Totalporøsitet i jord
n_{eff}	Effektiv porøsitet. Den delen av porevolumet i jod som leder vann. Oppgis f.eks. som 0,1 (10 % effektiv porøsitet).
Organiske miljøgifter	Organiske forbindelser som brytes svært langsomt ned i naturen og er skadelig i små mengder. Pga. den sene nedbrytningen konsentreres ofte miljøgiftene oppover i næringskjeden.
Permeabilitet	Løsmassenes evne til å transportere vann (K-verdi).
PAH	Polysykliske aromatiske hydrokarboner. Stoffgruppen består av mange forskjellige forbindelser, og noen av disse er giftige, mutagene og kreftfremkallende. Dekker betegnelser som tjærestoffer og kreosot.
PCB	Polyklorerte bifenylar. PCB betegner en gruppe klorerte organiske forbindelser som er giftige, tungt nedbrytbare og som opphopes i

	næringskjeden. Benyttet som tilsetning til oljer for brannhemming og elektrisk isolasjon, f.eks. i kondensatorer og transformatorer.
pH	Betegner vannets surhetsgrad. $< 7 =$ surt, $> 7 =$ basisk.
Ravine	V-formet forsenkning i terrenget. Opptrer ofte i leirterreng pga. utrasninger.
RBCL	Beregnete foreløpige risikobaserte opprensingsnivåer eller akseptable restnivåer (Risk Based Cleanup Levels).
Recovery-test	Måling av K-verdi i løsmassene ved å senke vannspeilet og så måle stigehastigheten.
Redokspotensiale	Har betydning for hvilken form (ladning) de enkelte elementer opptrer. Ved lite tilgang på oksygen blir det lavt eller negativt redokspotensiale og dette fører til at f.eks. Fe (jern) går i løsning ved at det blir redusert fra Fe_3^+ til Fe_2^+ .
Referansebrønn	Brønn som representerer naturlig tilstand. Ligger 'oppstrøms' forurensede områder.
Rilsan-pose	Pose laget av teflon for oppbevaring av jordprøver.
Risiko Indeks	Risiko Indeks (Hazard Indices) beskriver forholdet mellom beregningene av det menneskelige inntak og giftstoffgrenseverdien i form av tolerable daglige inntak og økt kreftrisiko i løpet av livet.
Signifikans	Analyseresultatets virkelige betydning basert på bruk av statistiske metoder.
THC	Totale Hydrokarboner
TOC	Totalt Organisk Karbon
Toksisitet	Toksisiteten av et stoff er uttrykk for stoffets giftighetsnivå og giftvirkning.
Urea	Avisningsvæske brukt på rullebanen. Formel $(NH_2)_2CO$.
V_{middel}	Beskriver effektiv strømningshastighet i løsmasser. K-verdi delt på effektiv porøsitet multiplisert med gradienten på grunnvannsspeilet.