

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Ørland	Sted Brekstad	UTM 05328 70623 (ED50)
Byggherre			
Oppdragsgiver Statsbygg			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse			
Antall sider 12	Antall bilag 11	Tegn.nr. 101 - 127	Antall tillegg

Prosjekt-tittel

**STATSBYGG - KRIGSETTERLATENSKAPER**  
**Entreprise H006 Brekstad Gård**

Rapport-tittel

**Miljøtekniske undersøkelser**  
**Datarapport**

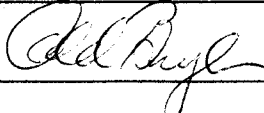
Oppdrag nr.

12012

Rapport nr.1

15.12.97

97039

Prosjektleder Odd Bryhn 	Prosjektmedarbeider Trond Gilde
--	------------------------------------

**SAMMENDRAG**

Det er gjennomført en miljøteknisk undersøkelse av området rundt det tidligere deponiet ved Brekstad Gård, lokalitet nr 1621 002. Lokaliteten er rangert i gruppe 1 i SFTs system for forurensset grunn og deponier.

Det ble under og etter krigen deponert tønner med malingavfall og tjæreavfall. Disse ble fjernet i 1992, men det er fremdeles rester etter forurensende aktiviteter under og nedstrøms deponiet.

Målet med denne undersøkelsen er å vurdere om oppryddingen har vært tilfredsstillende og om rester fra deponiet har spredd seg og representerer noen risiko for beboere og resipient. Videre skal undersøkelsen kartlegge om andre forurensninger nedstrøms deponiet kan medføre helserisiko. Undersøkelsen tilsvarer delvis fase 3 og delvis fase 6 i SFTs veiledning.

Det er tidligere satt ned flere brønner og tatt et stort antall vann- og jordprøver for kjemiske analyser fra brønner, borer og sjaktninger. I de undersøkelsene som nå er utført er det satt ned 4 nye brønner og 6 poretrykksmålere for å få oversikt over grunnvannstrømning, samt sjaktet i 21 punkter og tatt 21 grunne prøver for å avklare mulige deponerte forurensninger.

Det er funnet PAH i jord under deponiet og i vann som kommer fra deponiområdet. I tillegg er det funnet en del PAH deponert på østligste delen av området og som tilsynelatende ikke overføres til vannfase. Det er funnet litt sink og kadmium i jordprøver rundt 4-mannsboligen. Det er ikke funnet nevneverdige mengder gasser under huset.

## INNHold

- 1 FORORD
- 2 SAMMENDRAG
- 3 INNLEDNING
  - 3.1 Lokalitetsbeskrivelse
  - 3.2 Områdebeskrivelse
  - 3.3 Historikk
  - 3.4 Tidligere undersøkelser og opprydding
  - 3.5 Problembeskrivelse
  - 3.6 Formål
- 4 METODIKK FOR UNDERSØKELSEN
  - 4.1 Strategi
  - 4.2 Feltarbeid
  - 4.3 Laboratoriearbeid
  - 4.4 Rutiner for kvalitetsikring
- 5 RESULTATER
  - 5.1 Kjemiske analyser av jord, grunnvann og luft
  - 5.2 Geotekniske og hydrogeologiske analyser
  - 5.3 Feltobservasjoner
  - 5.4 Bakgrunnsverdier
  - 5.5 Toksiske egenskaper
- 6 REFERANSER

### TABELLER OG TEGNINGER

- Tabell 1 Deteksjonsgrenser for de analyserte parametrene
- Tabell 2 De viktigste resultater fra prøvetaking av vann
- Tabell 3 Beskrivelse av jordprøver og de viktigste analyseresultatene
- Tabell 4 Analyseresultater fra jord- og grunnvannsprøver
- Tabell 5 Analyse av BTEX og fenoler i vann
- Tabell 6 Analyse av tungmetaller i jord
- Tabell 7 Analyse av BTXN i luft
- Tegning 101 Oversiktskart
- Tegning 102 Situasjonsplan med boringer og profiler
- Tegning 103 Utbredelse av PAH i jord
- Tegning 104 Utbredelse av PAH i grunnvann
- Tegning 105 Grunnvannskoter ved vannprøvetaking 13.10.97
- Tegning 106 Høyeste og laveste grunnvannstand. Strømningsretning
- Tegning 107 Profil A og B
- Tegning 108 Profil C og D
- Tegning 109 Profil E

## VEDLEGGSEDEL - DATADEL

- Bilag 1 Oppsummering av tidligere utførte analyser
- Bilag 2 Utdrag av Kummenejes kvalitetshåndbok og beskrivelse av innhold i relevante rutiner
- Bilag 3 Utfylte sjekklister
- Bilag 4 Akkrediteringsbevis for laboratoriene
- Bilag 5 Beskrivelse av prøveopparbeidelse og analysemetodikk
- Bilag 6 Kjemiske analyserapporter - jordprøver
- Bilag 7 Kjemiske analyserapporter - vannprøver
- Bilag 8 Kjemiske analyserapporter - luftprøver
- Bilag 9 Kornfordelingsanalyser og permeabilitet
  - Tegning 124 Kornfordeling hull 21 og 22
  - Tegning 125 Kornfordeling hull 23 og 24
  - Kornfordelingsanalyser utført av Noteby (10 sider)
  - Tabell 9.1 Beregnete permeabilitetskoeffisienter
- Bilag 10 Dokumentasjon fra feltarbeid
  - Tegning 110 Borprofil hull 21
  - Tegning 111 Borprofil hull 22
  - Tegning 112 Borprofil hull 23
  - Tegning 113 Borprofil hull 24
  - Tegning 114 Dokumentasjon brønn 21
  - Tegning 115 Dokumentasjon brønn 22
  - Tegning 116 Dokumentasjon brønn 23
  - Tegning 117 Dokumentasjon brønn 24
  - Tegning 118 Dokumentasjon brønn 1
  - Tegning 119 Dokumentasjon brønn 2
  - Tegning 120 Dokumentasjon brønn 4
  - Tegning 121 Dokumentasjon brønn 5
  - Tegning 122 Dokumentasjon brønn 6
  - Tegning 123 Dokumentasjon brønn 7
  - Tegning 126 Plassering av målepunkter for jordluft
  - Tegning 127 Prinsippskisse for opptak av jordluftprøver
  - Tabell 10.1 Koordinater og høyder på målepunkter
  - Tabell 10.2 Terrenghøyder på prøvepunkter på plen og jorde
  - Tabell 10.3 Grunnvannsnivå i målepunkter
  - Tabell 10.4 Beskrivelse av prøver i plen
  - Tabell 10.5 Beskrivelse av sjakter på jorde (2 sider)
- Bilag 11 Informasjon om egenskaper til PAH, kadmium og sink

## 1 FORORD

Rapporten inneholder resultater av utførte undersøkelser vedrørende forurensning av jord, grunnvann og luft i området ved det tidligere deponiet ved Brekstad Gård

Oppdragsgiver: Statsbygg

Prosjektleder: Tore Andersen

Prosjektstyring: ENCO Environmental Consultants a.s

Prosjektansvarlig: Siviling Vidar Ellefsen

Utførende: SCC Kummeneje

Prosjektansvarlig: Cand. real Odd Bryhn

Prosjekting: Siviling Trond Gilde

Boreformann: Frits Rasmussen

Underleverandører:

Analyser, PAH: SINTEF Kjemi

Analyser, tungmetaller: Landbrukets analysesenter

Analyser, fenoler og BTEX: Tauw Milieu b.v

Analyser av luft, BTXN MILJØ-KJEMI

Maskinentreprenør: Fremstad AS

## 2 SAMMENDRAG

Det er gjennomført en miljøteknisk undersøkelse av området rundt det tidligere deponiet ved Brekstad Gård, lokalitet nr 1621 002. Lokaliteten er rangert i gruppe 1 i SFTs system for forurenset grunn og deponier.

Det ble under og etter krigen deponert tønner med malingavfall og tjæreavfall. Disse ble fjernet i 1992, men det er fremdeles rester etter forurensende aktiviteter under og nedstrøms deponiet.

Målet med denne undersøkelsen er å vurdere om oppryddingen har vært tilfredsstillende og om rester fra deponiet har spredd seg og representerer noen risiko for beboere og resipient. Videre skal undersøkelsen kartlegge om andre forurensninger nedstrøms deponiet kan medføre helserisiko. Undersøkelsen tilsvarende delvis fase 3 og delvis fase 6 i SFTs veiledning.

Det er tidligere satt ned flere brønner og tatt et stort antall vann- og jordprøver for kjemiske analyser fra brønner, borer og sjaktninger. I de undersøkelsene som nå er utført er det satt ned 4 nye brønner og 6 poretrykksmålere for å få oversikt over grunnvannstrømning, samt sjaktet i 21 punkter og tatt 21 grunne prøver for å avklare mulige deponerte forurensninger.

Det er funnet PAH i jord under deponiet og i vann som kommer fra deponiområdet. I tillegg er det funnet en del PAH deponert på østligste delen av området og som tilsynelatende ikke overføres til vannfase. Det er funnet litt sink og kadmium i jordprøver rundt 4-mannsboligen. Det er ikke funnet nevneverdige mengder gasser under huset.

### 3. INNLEDNING

#### 3.1 Lokalitetsbeskrivelse

Deponiet ligger like sør for Brekstad sentrum, i Ørland kommune i Sør-Trøndelag fylke. Oversiktskart er vist på tegning 101. Deponiet er tidligere registrert som lokalitet 1621 002 Brekstad Gård, Ørland kommune.

Lokal forvaltningsmyndighet er Ørland kommune og grunnen eies av: 67/1: Svein Olav Ulset, 67/75: Astrid Vikestad, 67/76, seksjon 1: Rigmor Jonassen, seksjon 2: Anna Sofie Moen, seksjon 3: Asbjørn og Rigmor Haug, seksjon 4: Magne og Johanne Brustad, 67/77: Ingvald Olevik, 67/9: Ørland kommune.

#### 3.2 Områdebeskrivelse

Området er vist mer detaljert på situasjonsplanen, tegning 102. Vest for deponiet ligger et jordbruksområde hvor det dyrkes husdyrfor. Like øst for deponiet er det boligbebyggelse, bl a en 4-mannsbolig bygget i 1993-94. Videre østover er det et område som lå ubenyttet i mange år inntil det i 1997 delvis ble oppfylt med jord og tatt i bruk til jordbruksformål. Øst for dette området ble det i 1997 etablert en parkeringsplass med en avskjærende grøft mot jordbruksområdet.

Området i vest (67/1) er regulert til LNF-område gjennom kommuneplanens arealdel godkjent i 1989 og revidert i 1993. Midtre del av området er regulert til boligformål. Østre del (67/9) er regulert til kombinert forretnings- og boligformål i henhold til reguleringsplan Brekstad sør godkjent 20.06.89.

Området i vest (67/1) er regulert til LNF-område gjennom kommunedelplanen med forbud mot spredt bolig- og fritidsbebyggelse. Midtre del av området er regulert til boligformål. Østre del (67/9) er regulert til kombinert forretnings- og boligformål.

Terrenget i området heller slakt mot øst ned mot Trondheimsfjorden. Området består i følge geologisk kart av marine avsetninger. Grunnundersøkelsene viser sand og grus i de øvre lag, derunder mer ensgradert sand og skjellsand, med overgang til silt og leire i ca 2-4 m dybde under terreng. I ett punkt under det tidligere deponiet er det påvist et tynt og tydelig forurenset sandlag litt nede i leiravsetningen. Dybden til fjell antas å være stor.

Etter oppryddingen i det tidligere deponiet er det tilbakefylt med grove masser (sand, grus og stein). Også i det østre jordbruksområdet er det tidligere fylt opp med en blanding av silt, sand, grus og matjord, samt diverse avfall (bek, tegl, rørbiter etc).

Resipient for grunnvannet i området er grøfta ved parkeringsplassen i øst, og Trondheimsfjorden som i dag ligger ca 300 m øst for det tidligere deponiet.

#### 3.3 Historikk

Deponiet ble sannsynligvis anlagt under krigen av tyskerne, og siste nedgraving skal ha skjedd på begynnelsen av 1950-tallet. Deponiet inneholdt tre- og ståltønner med rester fra kreosotimpregnering og malingavfall fra verksteder i området. Deponiet dekket et areal på 22 x 8 m. Tønnene var stablet med bare en i høyden. Rundt 1970 ble det gravet en ny vannledning gjennom deponiet og mange tønner ble ødelagt. Ødelagte tønner og forurenset masse ble lagt tilbake i grøften /1, 2, 3/. Ikke lenge etter ble det registrert tjære i

en grunnvannsbrønn (Olevik) og kommunalt vann ble lagt inn. Det er også rapportert om storfe som hadde gått gjennom de sparsomt overdekkede tønnene /4/.

På midtre del, hvor det nå er en 4-mannsbolig, skal det tidligere ha vært en bygning for kreosotimpregnering. Det er fortalt at det var gravd ned tønner i gulvet. Bygningen hadde også delvis kjeller med utgang mot øst. På midten av 1950-tallet ble den gjort om til snekkerverksted og tønnene fjernet. Rundt 1990 brant bygningen.

På østre del skal det ha vært et sagbruk. På området like øst for boligene ble det etter krigen tatt ut en del grus ned til grunnvannsnivået, og det ble som nevnt tilbakefylt med diverse jord og avfall.

### **3.4 Tidligere undersøkelser og opprydding**

De første undersøkelsene ble gjort i 1990. Selve arbeidet med kartlegging av deponiet ble gjort i 1991 - 92. Høsten 1992 ble det ryddet opp i deponiet ned til grunnvannstanden. I desember samme år ble den siste delen av de viktigste tjæreforurensningene under grunnvannstanden fjernet. Det er NORSAS som har hatt prosjektansvaret, med Noteby som underleverandør på undersøkelsene og første opprydding.

I området rundt og under deponiet ble det tatt en rekke jordprøver for analyse. I tillegg ble det tatt en del prøver fra oppgravde masser.

I deponiet ble det foruten PAH funnet sink, barium, kobber, arsen, bly, krom og kadmium over dagens norske normer for forurenset jord, mest følsom arealbruk /8/, eller der norske normer ikke var tilgjengelig, nederlandske tiltaksgrenser. Utenfor deponiet ble det bare funnet spredte og lave konsentrasjoner med sink og barium (vurdert mot de samme grenseverdiene). Ved etablering av brønner ble det i jordprøver funnet PAH bare på to steder (brønn 3 og brønn 6).

Vannprøvene viste store mengder naftalen i brønn 6 ved de fleste prøvetakingene, i brønn 5 og brønn 7 bare ved en enkelt anledning. Ved første prøvetaking ble det også registrert kvikksølv i to brønner, men dette ble ikke verifisert siden. En oppsummering av resultater fra de tidligere kjemiske analyser er gitt i bilag 1.

### **3.5 Problembeskrivelse**

#### ***Miljømål***

Ørland kommune har ikke definert noe miljømål for området ut over det som framgår av reguleringsplanen.

#### ***Bakgrunn for undersøkelsen***

Bakgrunnen for undersøkelsen nå er at Statsbygg i samråd med SFT har prioritert 8 lokaliteter med krigsetterlatenskaper som skal undersøkes/følges opp i 1997. Brekstad Gård er en av disse.

I perioden 1992 -96 ble det gjort oppdagelser og reist flere spørsmål som de første undersøkelsene ikke kunne gi svar på.

1. Det ble i 1992 konstatert at PAH-forbindelser hadde spredd seg ut av deponiet. Det var ikke mulig å fjerne alt under deponiet. Vannprøver både i 1992 og senere viste høyt

innhold av PAH-forbindelser i brønn 6 nedstrøms deponiet. Omfanget av forurensningen eller konsekvensen av denne ble ikke nærmere vurdert.

2. I 1993 - 94 ble det bygget en 4-mannsbolig uten kjeller nedstrøms deponiet. Forurensninger i vannfase hadde retning mot dette bygget, og man ble urolige for at gasser kunne dampe av og trenge inn i huset.
3. Det hadde lenge versert rykter om at det skulle være gravd ned mer avfall i nærheten. I og ved brønn 3 ble det i 1992 funnet litt PAH hvis opprinnelse var uklar.
4. Ved opparbeidelse av hagen rundt 4-mannsboligen ble det av en tidligere eier observert rester av tønner og forskjellig fargepulver helt i toppen av fyllmassene.

### **Konflikter**

Konflikter som ble oppgitt ved registrering av lokaliteten i 1990 var beitende storfe som hadde gått gjennom tønner, og en innvendig grunnvannsbrønn hos en av naboene hvor det ble påvist tjære. I dag er deponiet fjernet og det er trygt for beitende storfe. Grunnvannsbrønnen er ikke lenger i bruk, og det er heller ikke registrert tjærelukt i den.

Dagens konflikt består i at eierne av 4-mannsboligen vet at det er forurensninger med tjære i grunnen og at plenen kan inneholde malingavfall. Dette har innvirkninger på forestillinger om husets verdi. I tillegg er området i øst regulert til boligformål og det kan lett bli et spørsmål om egnethet eller omfang av tiltak i forbindelse med en utbygging her.

Det er i dag ingen uttalt konflikt med resipientbruk.

### **3.6 Formål**

Formålet med undersøkelsen er primært å bringe klarhet i om punktene 1 - 4 i kapittel 3.5 kan medføre noen helsemessig risiko for dagens og framtidige brukere av området (ute og inne). Et delmål er å vurdere om oppryddingen i regi av NORSAS er godt nok utført. Et annet delmål er å vurdere behov for nye installasjoner i forbindelse med overvåking. I dette ligger det også å vurdere risiko for at forurensninger kan spre seg i framtida. Dette tilsvarer delvis fase 3 og delvis fase 6 i SFTs veiledning /5/.

## **4 METODIKK FOR UNDERSØKELSEN**

### **4.1 Strategi**

Strategien for å vurdere spredning fra deponiet (3.5 punkt 1) har vært

- å få oversikt over grunnvannstrømning, både retning og hastighet ved å etablere 4 nye brønner og 6 nye poretrykksmålere. 6 jordprøver fra brønnhullene er analysert mhp PAH og 1 mhp tungmetaller.
- å ta vannprøver i alle operative brønner for å få et bedre bilde av spredningen av flere stoffer enn det som tidligere har vært gjort. I alt er det tatt 9 vannprøver som er analysert mhp PAH (9 stk), fenoler (8 stk) og BTEX (2 stk).
- å måle grunnvannstand i alle installasjoner hver 14.dag for å få oversikt over strømningsretning ved varierende grunnvannstand.
- å beregne permeabilitet ut fra alle tilgjengelige data.

Strategien for å vurdere avgassing under huset (3.5 punkt 2) har vært

- å måle konsentrasjone av BTXN i jordluft under huset i 5 punkter for å se mulige variasjoner fra sted til sted.
- å utføre tilsvarende måling inne i huset etter lengre periode uten utlufting for å vurdere effekten på inneklimate.
- å måle bakgrunnsverdien av BTXN for uteluft

Strategien for å undersøke jordet i øst for å bekrefte/avkrefte et ukjent deponi (3.5 punkt 3) har vært

- å grave 21 sjakter ned til opprinnelig grunn i et rutemønster.
- å analysere blandprøver fra flere sjakter. I alt er 6 blandprøver analysert mhp PAH.

Strategien for å avklare om plenen skjulte avfall (3.5 punkt 4) har vært

- å ta grunne prøver med 30 mm prøvetaker i 16 punkter.
- å analysere blandprøver fra flere punkter. I alt er 6 blandprøver analysert mhp utvalgte tungmetaller, og 1 enkeltprøve mhp PAH.

## 4.2 Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført i flere etapper:

- Nedsetting av brønner og poretrykksmålere 16.-18.09.97
- Prøvetaking av jord rundt 4-mannsboligen 18.09.97
- Prøvetaking av jordluft under 4-mannsboligen 24.09.97
- Sjakting på jordet nedenfor 4-mannsboligen 25.09.97
- Prøvetaking av vann i brønner 13.10.97
- Nivellering av grunnvannstand 6 ganger i perioden 16.09-21.11.97

Tegning 102 viser plasseringen av de forskjellige prøvetakings- og installasjonspunktene.

Borearbeidet er utført med borerigg Geotech 605. Jordprøver fra hull for brønner ble tatt delvis med skovlbor, delvis med 30 mm prøvetaker. Før installasjon av brønner ble hullet skovlet til ønsket dybde, brønnene ble deretter presset ned.

Jordprøver i plen rundt 4-mannsbolig er tatt med 30 mm prøvetaker. Jordprøver på østre jorde ble tatt med stålskje i oppgravde sjakter.

Jordluftprøver er tatt ved at jordspyd er rammet inn under grunnmuren på 4-mannsboligen. Gassen er suget opp med 2 liter pr minutt, tilsammen 100 liter pr prøve.

Vannprøver er tatt med Eijkelkamp engangspumper.

Oppmålingsarbeid er utført med utgangspunkt i 2 midlertidige fastmerker. Disse fastmerkene er senere innmål i NGOs koordinatsystem av Ørland kommune.

Jordprøvene ble lagt på blanke glass med plastbelagt metallokk, og vannprøvene på mørke glassflasker med tefloninnlegg i korken. Konservering av vannprøvene skjedde i henhold til krav fra analyselaboratoriene. Prøvene ble oppbevart kjølig helt fram til analyse-



laboratoriene, og forøvrig behandlet som beskrevet i SFTs veileder/5/. Blandprøver ble homogenisert, splittet og lagt på nye glass.

### 4.3 Laboratoriearbeid

#### *Kjemiske analyser*

Forbehandling av prøver i laboratoriet og analysemetoder er beskrevet i bilag 5.

- Både jord og grunnvannsprøver ble analysert mhp polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (flere enn EPA<sub>16</sub>).
- I tillegg ble noen jordprøver analysert mhp tungmetaller (kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly, tinn, sink),
- Noen vannprøver ble analysert mhp BTEX (benzen, toluen, etylbenzen og m-, p-, og o-xylen) samt fenoler (fenol, m-, p- og o-cresol, 2,3-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 3,4-, 3,5-dimetylfenol, m-, p- og o-etylfenol).

Hovedvekt er lagt på PAH.

Deteksjonsgrenser for de analyserte parametrene er gitt i tabell 1.

#### *Geotekniske analyser*

Alle geotekniske analyser er utført av KUMMENEJE. Prøvene er klassifisert. På prøver fra brønnhull er vanninnholdet målt. Det er utført kornfordelingsanalyser på 8 prøver fra brønnhullene.

### 4.4 Rutiner for kvalitetssikring

KUMMENEJE har et kvalitetssikringssystem i henhold til de krav som stilles av Rådgivende Ingeniørers Forening. Kvalitetssystemet er basert på gjeldende NS-ISO 9001 /6/, samt "Forskrift om internkontroll" /7/. Rutiner for miljøteknisk arbeid er basert på SFTs veiledning 91:01 /5/. I bilag 2 er det vedlagt et utdrag fra kvalitetshåndboken med samlet oversikt over implementerte rutiner for de forskjellige aktiviteter. Det er også gitt en beskrivelse av innholdet i rutiner for arbeid som er utført i dette prosjektet. Utfylte sjekklister er vist i bilag 3.

#### *Kvalitetssikring i felt og for rapportering:*

Følgende rutiner i KUMMENEJE's kvalitetssystem er gjeldende for denne type oppdrag.

- |                  |  |
|------------------|--|
| Rutine nr R.711: | Klargjøring av felt og boreutstyr før miljøtekniske feltoppdrag. |
| Rutine nr R.712: | Prøvetaking av jord.   |
| Rutine nr R.713: | Prøvetaking av grunnvann.  |
| Rutine nr R.714: | Brønnmontering.  |
| Rutine nr R.715: | Konservering / oppbevaring av prøver.                            |
| Rutine nr R.716: | Forsendelse av prøver til lab.                                   |
| Rutine nr R.717: | Kjemiske analyser.   |

Alt feltarbeid er utført av erfaren boreleder, samt at feltingeniør (prosjektleder/prosjektmedarbeider) har vært tilstede ved all prøvetaking og brønninstallasjon.

### ***Kvalitetssikring i laboratorium:***

Geotekniske laboratorieundersøkelser utføres i hht KUMMENEJE's kvalitetssystem etter Rutine nr. R.710: Laboratorieundersøkelser.

Analyse på PAH er gjort ved SINTEF Kjemi i Trondheim. Laboratoriet er akkreditert for analysemetoden.

Analyse på fenoler og BTEX er utført av TAUW Milieu bv i Nederland. Laboratoriet er akkreditert av Sterlab for samtlige utførte analyser.

Tungmetallanalyser er utført ved Landbrukets analysesenter. Laboratoriet er akkreditert for samtlige utførte analyser unntatt tinn.

Jordluftanalyser er utført ved MILJØ-KJEMI. Laboratoriet er akkreditert for samtlige utførte analyser.

Alle akkrediteringsbevis er vedlagt i bilag 4.

## **5 RESULTATER**

### **5.1 Kjemiske analyser av jord, grunnvann og jordluft**

Resultater fra de kjemiske analysene er oppsummert i tabell 2 og 3 og spesifisert i tabell 4 (PAH-analyser) tabell 5 (BTEX og fenoler) og tabell 6 (tungmetaller). Resultatene er dokumentert med analyserapporter i bilag 6 og 7. Oversikt over noen av de tidligere analysene (1990 - 96) er gitt i bilag 1.

I tabellene er også tatt med foreløpig norsk norm for foreurenset jord, mest følsom arealbruk /8/, samt høyest tillatte konsentrasjon i drikkevannsforskriftens tabell 4 /9/. I tabellene har verdier over disse normene fått lys grå farge og de verdiene som er mer enn 10x normene har fått mørkere gråtone.

Resultater fra analysene av jordluft er vist i tabell 7 og dokumentert i bilag 8.

Resultater fra analyse av PAH (EPA<sub>16</sub>) i jord er lagt inn i profilene, tegning 107 - 109.

### **5.2 Geotekniske og hydrogeologiske analyser**

Det er gjort 8 kornfordelingsanalyser i 1997, se bilag 9, tegning 124 og 125.

Permeabiliteten er beregnet ut fra disse og tidligere utførte kornfordelinger med en formel utviklet av Gustafson /10/. Beregningsresultatene er gitt i tabell 9.1 i bilag 9.

Det er gjennomført 6 runder med poretrykksmålninger. Grunnvannsnivå er beregnet under forutsetning om hydrostatisk poretrykksfordeling i dybden og er gitt i tabell 10.3.

Resultatene er vist med koter for høyeste og laveste grunnvannstand på tegning 106.

Denne viser også endringer i strømningsretning ved høy og lav vannstand.

Strømningsretning er inntegnet normalt på grunnvannskotene. Høyeste og laveste målte vannstand er også lagt inn i profilene i tegning 107 -109.

### 5.3 Feltobservasjoner

All dokumentasjon fra feltarbeidet i form av prøvebeskrivelse og installasjonsskjemaer er samlet i bilag 10.

Boringene er lagt inn i profilene, tegning 107 - 109 og er ellers nærmere beskrevet i borprofilene, tegning 110 - 113. Gamle og nye brønner er dokumentert i tegning 114 - 123. Innmåling av punkter er gitt i tabell 10.1 og tabell 10.2. Målinger av grunnvannstand er samlet i tabell 10.3. Sjakter og prøver fra plen er beskrevet i tabell 10.4 og 10.5.

Observasjoner av pH, ledningsevne og temperatur ved vannprøvetaking er tatt inn i tabell 2.

### 5.4 Bakgrunnsverdier

PAH-komponenter forekommer "naturlig" som avfall etter skog- og grasbranner. I tillegg er det nedfall av partikler fra menneskeskapt forbrenning. Bakgrunnsverdier fra Trøndelag er oppgitt å variere fra 5 til 115 µg/kg i jord og humus, 0 - 5 cm. Under mer reduserte betingelser (mindre bionedbryting som f.eks i ferskvannssedimenter), kan denne "naturlige" bakgrunnsverdien øke med 10 - 100x /11/.

Bakgrunnsverdier for tungmetaller er gitt i tabell 6.

### 5.5 Toksiske egenskaper

Sink og kadmium er de tungmetallene som forekommer i høyest konsentrasjon i forhold til normene. I bilag 11 er de toksiske egenskapene for PAH, kadmium og sink tatt med. Det er å bemerke at terrestriske data for sink ikke er med i oversikten eller i annen lett tilgjengelig litteratur.

## 6 REFERANSER

- /1/ Noteby rapport 37704 - 1 datert 5. september 1991 Avfallsdeponi - Brekstad Gård. Grunnundersøkelse - forurensningsvurdering.
- /2/ Noteby rapport 37704 - 2 datert 17. juli 1992. Avfallsdeponi - Brekstad gård. Supplerende grunnundersøkelse - datarapport.
- /3/ NORSAS rapport 93:03. Oppgraving og omemballering av nedgravet spesialavfall ved Brekstad gård.
- /4/ SFTs deponidatabase. Utskrift vedr. lokalitet 1621 002, Brekstad Gård
- /5/ SFT Veileder 91:01: Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser. TA-720/1991. ISBN 82-90031-64-5.
- /6/ NS-ISO 9001: Kvalitetssystemer - Kvalitetssikring ved utvikling / konstruksjon, tilvirking og ettersyn. 1994
- /7/ Kommunaldep., 1991: Forskrift om internkontroll fastsatt av Kgl resolusjon 22.03.91, med veileder.
- /8/ SFT-rapport 95-09, Håndtering av grunnforurensningssaker.
- /9/ Sosial og helsedepartementet. Forskrift om vannforsyning og drikkevann mm. Oslo 4. juli 1996

- /10/ Anderson, Anderson og Gustafson. Brunnar. Byggforskningsrådet R42. 1984.
- /11/ SFT-rapport 93:23. Datarapport for miljøgifter i Norge.
- /12/ NGU Rapport 94.027. Landsomfattende kartlegging av elementsammensetning i naturlig jord.
- /13/ Arbeidstilsynets veiledning nr 361. Administrative normer for arbeidsatmosfære, 1996
- /14/ Statens Helsetilsyn. Normer for inneluftkvalitet, Rapport 6-90
- /15/ Miljøverndepartementet T-1152. Forskrift om avløpsslam, 1996.

## TABELLER OG TEGNINGER

Tabell 1. Deteksjonsgrenser for de analyserte parametrene

Elementer		Analysemetode	Deteksjonsgrense	
			Jord mg/kg	Vann µg/l
Tungmetaller:				
Kadmium	Cd	AAS - grafittovn	-0,005	
Krom	Cr	ICP	0,5	
Kobber	Cu	ICP	0,3	
Nikkel	Ni	ICP	1	
Bly	Pb	ICP	4	
Sink	Zn	ICP	1	
Kvikksølv	Hg	AAS - hydridteknikk	0,015	
Tinn	Sn	ICP	1	
Organiske parametere				
PAH	for hver	GC	0,1	0,1
BTEX	for hver	GC	0,01 - 0,05	0,1
Fenol	for hver	GC-LR-MS	0,01 - 0,02	0,1 - 0,2

Tabell 2. De viktigste resultatene fra prøvetaking av vann

Prøve nr	vann- dybde (prøve)	temp.	pH	Lednings- evne	PAH (EPA <sub>16</sub> )	Naftalen	Benzo- (a)pyren	løse- midler 1)	fenoler 2)	Kommentar
	m	°C		mS	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
Nederlandsk I-verdi:						70	0,05	30-1000	2000/200 4)	
Norsk drikkevannsforskrift (tab.4)/11/:							0,01		0,5 3)	
Brønn Vikestad	0,3	9,5	7,81	0,60	0,66	0,15	<0,1	-	<0,2	klar
Brønn 1	2,3	8,9	7,13	0,89	0,31	0,14	<0,1	-	<0,2	
Brønn 5	2,4	8,9	7,11	1,05	1,24	0,02	<0,1	-	<0,2	svak lys brun, klar
Brønn 6	3,2	9,6	7,40	1,00	695	612	<0,1	<4	<0,2/2,4	lys brun, sterk tjærelukt
Brønn 7	2,3	9,2	7,09	1,03	30	7,67	<0,1	-	<0,2/1,8	klar, få svarte partikler
Brønn 21	3,1	9,4	6,94	0,96	15,9	8,11	<0,1	-	<0,2	
Brønn 22	3,3	9,0	7,34	0,82	0,65	0,14	<0,1	<0,1	<0,2	
Brønn 23	2,4	8,9	7,22	1,58	0,65	0,15	<0,1	-	0,22	lys brun, blakket
Brønn 24	3,0	9,5	7,23	2,30	6,71	0,75	0,26	-	-	svært grumsete, dårlig tilsig

1) benzen, toluen, etylbenzen, xylen som enkeltkomponenter

2) fenol, 3 cresoler, 5 dimetylfenoler, 3 etylfenoler som enkeltkomponenter

3) Angitt ut fra fenolindeks

4) fenoler / sum av orto-, meta-, para-cresol

Tabell 3. Beskrivelse av jordprøver og de viktigste analyseresultatene

Prøvenr	dybde	korn- fordeling <75µm	vann- innhold	Tungmetaller		PAH (EPA <sub>16</sub> )	Benzo(a) pyren	Beskrivelse
	m	%	%	sink mg/kg	kadmium mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Norsk norm for mest følsom arealbruk /8/				150	1	5	0,1	
Forskrift om avløpsslam, jordbruksareal /16/				800	2			
Sjakt2-5, S3	0,2-0,5	-	-	-	-	0,56	0,04	Sand, grus og stein
Sjakt 6-8, S4	0,2-0,6	-	-	-	-	0,91	0,07	Sand og grus med noe humus
Sjakt 10-12, S2	0,6-1,6	-	-	-	-	302	20,5	Sand og grusjord med tjæreklumper og tegl
Sjakt 13-16, S1	0,6-1,2	-	-	-	-	49	3,9	Sand og grusjord med humus, tjæreklumper og tegl biter
Sjakt 18-20, S5	0,5-1,0	-	-	-	-	60	4,4	Sand og grusjord med humus,
Sjakt 21-24, S6	0,4-0,8	-	-	-	-	38	2,7	Sand og grusjord med humus,
Brønn 21, B01	2,5-2,8	15	15,5	15,7	0,13	8,9	0,23	Skjellsand med svak tjærelukt
Brønn 21, B03	3,7-4,2	-	21,5	-	-	19,3	0,65	Leire, sandig med skjellsand, ca 2 cm sandlag med tjære
Brønn 22, B18	2,2-2,4	-	25,8	-	-	0,40	<0,1	Skjellsand med mineralsk innhold
Brønn 22, B19	2,6-2,9	16	26,1	-	-	1,17	<0,1	Skjellsand med gruskorn
Brønn 23, B08	1,8-2,0	14	23,6	-	-	0,12	<0,1	Skjellsand
Brønn 24, B15	1,5-2,0	9	42,5	-	-	0,62	<0,1	Skjellsand
C 13, 14, 15, P11	0,2-0,7	-	-	66,9	0,17	-	-	Sand grus og silt med noe humus
C 1, 2, 12, P12	0,05-0,7	-	-	92,6	0,18	-	-	Sand, fin - middels med gruskorn og matjord
C 3, 4, P13	0,05-0,6	-	-	398	0,37	-	-	Sand, fin - middels med gruskorn og matjord
C 5, 6, P14	0,2-0,7	-	-	404	2,6	-	-	Sand, fin - middels med gruskorn og trerester
C 7, 8, P15	0,2-0,7	-	-	233	0,64	21,2*)	1,01	Sand, grusig humusholdig -tjærelukt
C 9, 10, 11, P16	0,2-0,7	-	-	73,6	0,16	-	-	Sand, grusig

\*) Analysen er bare utført på prøve C8

Lys grå skravur: høyere enn norsk norm for mest følsom arealbruk

Mørk grå skravur: høyere enn 10 x norsk norm for mest følsom arealbruk

Vannprøver ( $\mu\text{g/l}$ )[illegible]

Jordprøver (mg/kg)

[illegible]



### Tabell 5 Analyse av BTXE og fenoler i vann

Vannprøver  $\mu\text{g/l}$

[illegible]

Tabell 6. Analyse av tungmetaller i jord

Prøve nr	Na-ICP	K-ICP	Mg-ICP	Ca-ICP	Fe-ICP	P-ICP	S-ICP	Al-ICP	Cu-ICP	Mn-ICP	Zn-ICP
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
norsk norm /11/									100		150
Brønn 21	1990	1030	9820	176000	6660	416	976	4390	6,1	217	15,7
C13, 14, 15	610	1410	7190	40300	14500	504	290	9810	9,3	326	66,9
C1, 12	597	1410	7110	37400	15600	585	474	10500	10,6	324	92,6
C3, 4	565	1470	6860	35200	16200	743	460	10300	15,9	339	398
C5, 6	577	1470	8140	38100	16700	595	438	10100	16,6	325	304
C7, 8	340	1370	7840	16100	22400	623	405	12500	12,7	433	233
C9, 10, 11	329	1440	8260	8890	19900	564	206	13800	8,9	449	73,6
Bakgrunn fra 1977 1)									16,5		22,7
Bakgrunn fra 1985 2)									6,8		32,9

1) Ørland kommune, prøve 330, 2-5 cm dyp, &lt; 2mm /12/

2) Bjugn kommune, prøve 324, C-sjiktet, &lt;0,06 mm /12/

Prøve nr	Pb-ICP	Cd-EAAS	V-ICP	Ni-ICP	Ti-ICP	Cr-ICP	Co-ICP	Ba-ICP	Mo-ICP	Hg-CVAAS	Sn-ICP
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
norsk norm /11/	50	1		30		100				1	
Brønn 21	<4	0,13	11,3	7,4	475	14,8	1,8	25,6	<1,5	<0,015	3,2
C13, 14, 15	5,1	0,17	26	16,7	966	29	4,4	33,7	<1,5	0,016	4,0
C1, 12	7,3	0,18	29	17,1	1080	29,6	4,9	77,7	<1,5	0,026	3,2
C3, 4	13,7	0,37	30	18	858	32,8	4,8	117	<1,5	0,042	3,0
C5, 6	20,5	2,6	26,5	17,5	835	30,7	5,3	175	<1,5	0,032	3,1
C7, 8	10,7	0,64	32,1	22,7	1010	36,5	7,4	137	<1,5	0,026	2,3
C9, 10, 11	6,9	0,16	30,6	21,1	1130	36,8	6,7	82,5	<1,5	0,016	2,4
Bakgrunn fra 1977 1)	10,1	<0,2		9,7		17,9					
Bakgrunn fra 1985 2)	20,0	0,7		1,4		2,2					

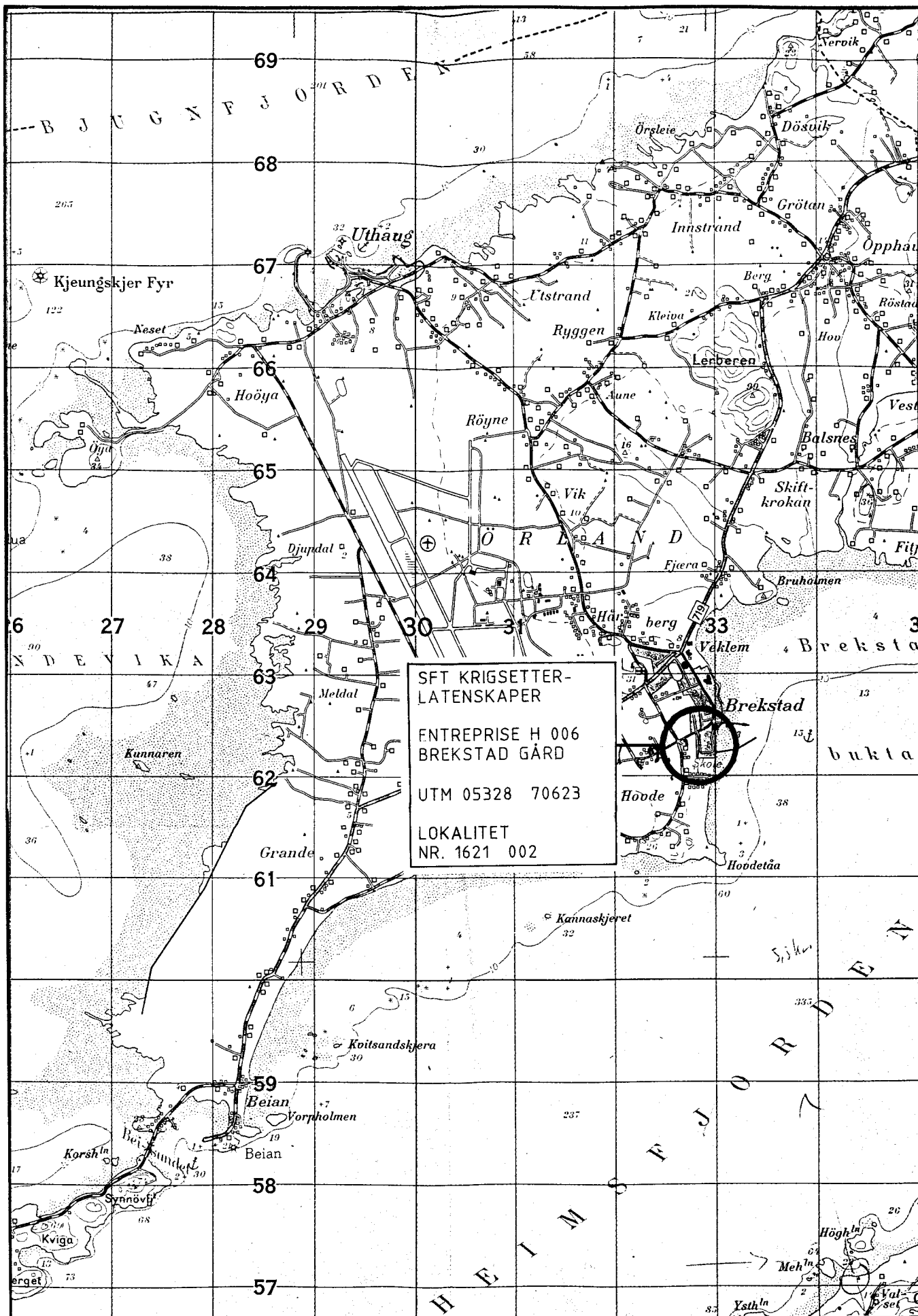
1) Ørland kommune, prøve 330, Humus 2-5 cm dyp, &lt; 2mm /12/

2) Bjugn kommune, prøve 324, C-sjiktet, &lt;0,06 mm /12/

Tabell 7. Analyse av BTXN i luft

	Benzen µg/m <sup>3</sup>	Toluen µg/m <sup>3</sup>	Xylener µg/m <sup>3</sup>	Naftalen µg/m <sup>3</sup>
Administrativ norm for arbeidsatmosfære /13/:	3000	94000	108000	
Statens Helsetislyns anbefalte tiltaksgrenser /14/ 1)	400			
Prøve nr. ↓	Deteksjonsgrense:			
1 jordluft undersoveværelse	0,1	0,5	0,5	1
2 jordluft under stue	1,1	9,7	39	<1
3 jordluft under kjøkken	1,7	4,6	8,7	<1
4 jordluft under gjesterom	2,8	2,6	2,2	<1
5 jordluft under stue hos sydlig nabo	3,2	3,7	33	<1
6 i kjøkken	2,7	1,9	2,1	<1
7 ute	6,3	16	11	<1
	<0,1	<0,5	<0,5	<1

1) Som benzenekvivalenter målt med GC



SFT KRIGSETTER-  
LATENSKAPER

ENTREPRISE H 006  
BREKSTAD GÅRD

UTM 05328 70623

LOKALITET  
NR. 1621 002

**Kummeneje**



Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG  
MILJØTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER  
BREKSTAD GÅRD

OVERSIKTSKART

Kartblad (M711) : Ørland 1522 III  
UTM-ref. (ED50) : 05328 70623

MALESTOKK

1:50000

TEGNET/KONTR

WG/ TB

DATO

06.11.97

OPPDRAG

12012

BILAG

TEGN NR

101

## VEDLEGGSEDEL - DATADEL

## Bilag 1

### Oppsummering av tidligere utførte analyser

## Brekstad Gård - Tidligere utførte analyser

De første undersøkelser ble gjort i 1990. Selve arbeidet med kartlegging av deponiet ble gjort i 1991 - 92. Høsten 1992 ble det ryddet opp i deponiet ned til grunnvannstanden. I desember samme år ble den siste delen av de viktigste tjæreforurensningene under grunnvannstanden fjernet. Det er NORSAS som har hatt prosjektansvaret, med Noteby som underleverandør på undersøkelsene og første utgraving.

Oversikt over Notebys installasjoner er gitt i tegning 1. Tegning 2 viser deponiet etter utgraving i fase 1 med angivelse av forurenset bunn i deponiet, sjakter, prøvetakinger og brønner. I de etterfølgende tabeller er det gitt en oppsummering av analyseresultater fra vannprøver i tabell 1. Tabell 2 viser resultatene for de organiske analysene. Tabell 3 og 4 viser analyseresultater fra jordprøver tatt ved brønninstallasjon.

I området rundt og under deponiet ble det tatt en rekke jordprøver for analyse. I tillegg ble det tatt en del prøver fra oppgravde masser. I tilknytning til deponiet ble det analysert 61 prøver mhp PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner), 48 prøver ble analysert for tjære, 4 for fenol og 4 for PCB (polyklorerte bifenyler). I tillegg ble 67 prøver analysert for tungmetaller, i hovedsak arsen, barium, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, sink og tinn.

Det ble etablert 9 brønner. På disse lokalitetene er det også tatt en rekke jordprøver. Det ble her gjennomført 12 PAH-analyser, 11 tungmetallanalyser, 9 tjæreanalyser samt 4 prøver mhp uorganiske makrokomponenter.

Fram til 1995 ble det tatt 49 vannprøver som ble analysert for PAH (49), fenol (11), tjære (2), DOC (oppløst organisk karbon) (4), TOC (total organisk karbon) (15) og tungmetaller (25). Tungmetallanalysene omfattet de samme som for jordprøver med nikkel som tillegg.

I deponiet ble det funnet PAH, sink, barium, kobber, arsen, bly, krom og kadmium over dagens norske normer for mest følsom arealbruk, eller der dette ikke var tilgjengelig, nederlandske tiltaksgrenser. Utenfor deponiet ble det bare funnet spredte og lave konsentrasjoner med sink og barium vurdert mot de samme grenseverdiene. Ved etablering av brønner ble det i jordprøver ikke funnet tungmetaller, og PAH bare to steder (B6 og B3) vurdert mot de samme grenseverdiene.

Vannprøvene viste større mengder naftalen i brønn 6 ved de fleste prøvetakingene, i brønn 5 og 7 bare ved en enkelt anledning. Ved første prøvetaking ble det registrert kvikksølv i to brønner, men dette ble ikke verifisert siden.

Tabell 1. Oppsummering av analyseresultater fra vannprøver

dato	Brønn nr.													
	Vikestad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	21	22	23	24
26.06.91	<	Hg>I naft<	<	naft>I	Hg>I naft<									
30.06.92		<	<	<	<	<								
04.09.92						<								
08.09.92							naft>T							
19.09.92		<				<	naft>I	<						
13.10.92		<	<	<	<	<	<	<	<	<				
09.12.92				<		<	naft>I	<						
11.12.92				<		<	<	<						
14.01.93				<		<	naft>I	<						
24.11.93		<	<	<	<	naft>I	naft>I							
14.07.94		<	<	<		<	naft>I	naft=I						
11.07.96		<	<	<	<	<	naft>I	<						
13.10.97	<	<				<	naft>I	<			<	<	<	<

< betyr mindre enn T-verdi for alle analyser. Det er ikke gitt STI-verdier for total PAH derfor er naftalen benyttet istedet. Benzo(a)pyren er antatt å være partikulær og derfor ikke tatt med.

Resultatene er sammenliknet med nederlandske STI-verdier:

S: Bakgrunnsverdi

T: Grenseverdi for videre undersøkelser

I: Grenseverdi for tiltak

Grenseverdiene er basert på jord med 5% leirinnhold og 2% organisk innhold

For naftalen er I-verdi 70 µg/l.

T-verdi 35 µg/l.

For kvikksølv er I-verdi 0,18 µg/l.

**Tabell 2. Resultater fra organisk analyse av vann fra brønner**

Brønn nr.	dato	grunn- vann- stand kote	PAH					Fenol er (µg/l)	Tjære (mg/l)	TOC (mg/l)	DOC (mg/l)	Kommentar
			SINTEF 31 (28*) (µg/l)	US-EPA 16 (µg/l)	Nederl. 10 (µg/l)	Benzo(a) pyren (µg/l)	Naftalen (µg/l)					
					10	0,026	35					NL: B-verdi NL: T-verdi
Vikestad	26.06.91		2	1,3	0,9	-	-					
	13.10.97		1,1*	0,7	0,4	-	0,15	-				
1	26.06.91	9,20	4	1,5	0,7	-	0,3					
	30.06.92	8,94	1,5	1,2	1,0	-	0,7	<10				
	19.09.92		3	3	3	-	3	-				
	13.10.92	9,15	4	3	1	-	-					
	24.11.93	8,92	7	5	4	0,3	2			8		
	14.07.94	9,09	4	2	1,4	-	0,3			6		
	11.07.96	8,62	-	-	-	<0,1	<0,1					
	13.10.97	9,36	0,9*	0,3	0,3	-	0,14	-				
2	26.06.91	7,80	4	1,7	1,1	-	0,1					
	30.06.92	7,65	3	3	3	-	1,9	<10				
	13.10.92	7,93	0,8	0,5	0,2	-	-					
	24.11.93	7,41	-	-	-	-	-			5		
	14.07.94	7,53	4	1,4	0,6	-	-			3		
	11.07.96	7,56	-	-	-	<0,1	<0,1					
3	26.06.91	6,62	200	190	120	0,3	80					
	30.06.92	6,55	100	80	50	4	3	<10				partikler
	13.10.92	6,59	17	14	9	1,1	-					
	09.12.92	6,53	20	13	6	-	3					
	11.12.92	6,56*	17	11	3	-	1,1					
	14.01.93	6,58								15	14	
	24.11.93	6,21	40	30	18	0,3	9			9		
	14.07.94	6,23	7	4	2	-	1,1			20		
	11.07.96	6,44	-	-	-	<0,1	<0,1					
4	26.06.91	7,67	7	5	3	-	1,1					
	30.06.92	7,33	3	3	3	-	2	<10				
	13.10.92	7,86	0,8	0,3	0,3	-	0,1					
	24.11.93	7,13	-	-	-	-	-			12		
	11.07.96	7,19	16	9	5	0,1	0,7					
5	30.06.92	8,37	8	6	3	-	1,2	<10				
	04.09.92		5	4	3	-	3	16	3			
	19.09.92		3	3	3	-	2	4				
	13.10.92	8,97	1,3	1,0	0,6	0,1	-					
	09.12.92	8,64	1,2	0,5	0,3	-	0,2					
	11.12.92	8,53**	1,7	1,0	0,9	-	0,7					
	14.01.93	9,11								13	11	
	24.11.93	8,96	300	300	200	-	190			20		
	14.07.94	8,92	10	7	3	-	3			14		
	11.07.96	8,20	70	50	19	<0,1	14					
	13.10.97	9,14	2,6*	1,2	0,4	-	0,02	-				
6	08.09.92		700	400	150	-	40	19	3			forskjellige
	19.09.92		1590	1000	600	-	500	7				forskjellige
	13.10.92	8,89	5	4	2	0,1	0,1					partikler
	09.12.92	8,62	1200	1000	800	-	700					
	11.12.92	8,48**	500	300	70	-	4					
	14.01.93	9,06								17	15	
	24.11.93	8,53	900	800	700	-	600			11		
	14.07.94	8,86	600	500	500	-	500			14		
	11.07.96	8,60	800	700	600	0,1	600					
	13.10.97	9,05	800*	700	600	-	600	2,4				xlener 7,5, naftalen 1300
7	19.09.92		11	7	4	-	3	14				
	13.10.92	8,42	0,5	0,3	0,1	-	-					
	09.12.92	8,14	130	90	30	-	19					
	11.12.92	8,09*	130	90	12	-	1,3					
	14.01.93	8,53								16	12	
	14.07.94	8,25	180	130	70	-	70			7		reetablert
	11.07.96	8,25	40	30	9	0,2	0,3					
	13.10.97	8,48	40*	30	13	-	8	1,9				
8	13.10.92	9,05	70	60	40	8	0,2					partikler
9	13.10.92	8,95	0,4	0,2	0,1	-	0,1					
21	13.10.97	9,19	20*	16	11	-	8	-				
22	13.10.97	8,80	1,3*	0,7	0,4	-	0,14	-				BTXE: -
23	13.10.97	8,70	1,3*	0,7	0,4	-	0,15	0,2				partikler
24	13.10.97	7,14	13*	7	5	0,3	0,8					mye partikler

\*\* grunnvannsenking i deponiet

- : mindre enn kvantifiseringsgrensen



**Tabell 3. Resultater fra organisk analyse av jordprøver tatt ved etablering av brønner**

Brønn nr.	Prøve nr.	Prøvebeskrivelse	dybde under terreng (m)	PAH				Tjære (mg/kg)	Kommentar
				SINTEF 31 (mg/kg)	US-EPA 16 (mg/kg)	Nederl. 10 (mg/kg)	Benzo(a) pyren (mg/kg)		
					Norsk norm: 5	NL-I-verdi 8	Norsk norm: 0,1		
1	SK1-1	steinig grus	0,35	0,5	0,4	0,3	0,03		naft 0,06, DBP -
	SK1-7	sandig silt	3,2	0,3	0,3	0,2	0,006		naft 0,16, DBP -
	SK1	sand, grusig	3,5-4,0	0,7	0,4	0,3	0,011		naft 0,04, DBP 0,18
2		sand/grus	0,7						
	SK2	sand, grusig	3,5-4,0	1,0	0,6	0,5	0,02		naft 0,07, DBP 0,2
3	SK3	sand, grusig	1,5-1,9	4	2	1,6	0,16		naft 0,04, DBP 1,0
4	SK4	sand, grusig	3,5-4,0	0,8	0,4	0,3	0,004		naft 0,15, DBP 0,3
5	BR5-1	sand/grus	1,75	0,15	0,12	0,10	0,001		naft 0,07, DBP -
	BR5-5	skjellsand	3,25	0,3	0,3	0,2	0,004		naft 0,14, DBP -
	BR5-7	siltig sand	3,75	0,7	0,6	0,5	0,02	40	naft 0,19, DBP -
6	BR6-3	sand/grus	1,5					40	
	BR6-5	skjellsand	2,5	0,6	0,5	0,4	0,004	40	naft 0,4, DBP -
	BR6-7	skjellsand	3,5					40	
	BR6-9	skjellsand, siltig	4,0	40	40	30	0,14	120	naft 1,4, DBP -
	BR6-13	leirig silt	5,0					40	
7	BR7-4,3	sand/grus	1,5					100	
	BR7-5	skjellsand	2,5					90	
	BR7-9	siltig skjellsand	4,0	0,9	0,6	0,5	-	300	naft 0,2, DBP -

**Tabell 4. Resultater fra uorganisk analyse av jordprøver tatt ved etablering av brønner**

Brønn nr.	Prøve nr.		dybde under terreng (m)	Tungmetaller (mg/kg)										Kommentar
				Cu	Zn	Hg	As	Sn	Cd	Pb	Cr	Cr (VI)	Ba	
				101 100	350 150	7,3 1	34 20		7,3 1	355 50	228 100		222	Nederl. I-verdi Norsk norm
1	SK1-1	steinig grus	0,35	11	52	0,15	1,2		0,15	5,1	52	0,4		
	SK1-7	sandig silt	3,2	10	53	0,059	2,0		0,21	2,1	20	<0,2		
	SK1	sand, grusig	3,5-4,0	13	25	0,01	2,1		0,20	<1	22		42	
2	SK2	sand/grus	0,7	7,2	37	0,042	2,0		0,062	1,2	27	<0,2		
	SK2	sand, grusig	3,5-4,0	8,6	19	<0,01	1,7		0,11	1,8	15		24	
3	SK3	sand, grusig	1,5-1,9	7,8	12	<0,01	1,6		0,15	2,0	10		28	
4	SK4	sand, grusig	3,5-4,0	12	21	<0,01	1,7		0,13	2,4	18		41	
5	SK6													
	BR5-1,2	sand/grus	1,75	9,8	23	0,042	2,1		0,056	2,2	15	<0,2		
	BR5-5,6	skjellsand	3,25	7,5	20	0,067	2,3		0,18	1,5	15	<0,2		
?	SK5													
6	BR6-6	skjellsand	2,5	7,8	19	0,033	2,0	<0,5	0,12	11	14		22	
7	BR7-4,3	sand/grus	1,5	9,2	87	<0,01	2,6	<0,5	0,16	!1	33		78	



## Bilag 2

### Utdrag av KUMMENEJES kvalitetshåndbok og beskrivelse av innhold i relevante rutiner

**PERM 1**

**KVALITETSHÅNDBOK**  
**INSTRUKSER**  
**RUTINER**

*SYSTEM FOR*  
*KVALITETSSIKRING*  
*OG*  
*INTERNKONTROLL*

 **Kummeneje**

<b>Kummeneje</b>	<b>KVALITETSHÅNDBOK</b>	Dok.nr.: KH001
		side: 4 av 18

## 0 FORORD

### 0.1 FORMÅL

KUMMENEJE's kvalitetssikringssystem bygger på organisasjonsformer og arbeidsmetoder som er velprøvd og utviklet gjennom over 30 års erfaring innen rådgivende ingeniørvirksomhet.

Kvalitetssikringssystemet omfatter en ren kvalitetssikringsdel som er rettet mot våre oppdragsgivere for å sikre at våre produkter og leveranser er i overensstemmelse med kundens krav. I tillegg omfatter systemet også en internkontrolldel som skal sikre arbeidsforhold og omgivelser for de ansatte, basert på myndighetenes krav. De samme grunnprinsipper som benyttes innen kvalitetssikring av våre tekniske tjenester vil også bli benyttet innen helse, miljø og sikkerhet.


KUMMENEJE har definert kvalitetssikringssystemet i denne håndboken som et overordnet system med integrering av kvalitetssikring for våre tjenester og internkontroll.

Håndboken er i samsvar med gjeldende NS-ISO 9001, samt "Forskrift om Internkontroll", og er dermed tilpasset internasjonale krav.

Håndboken er først og fremst ment som en nøkkel til de verktøy vi benytter i det daglige arbeid, slik at en lett kan finne fram til riktig ansvarsfordeling og metode for løsning av de enkelte oppdrag. Videre vil håndboken gi oppdragsgiver den nødvendige dokumentasjon på hva vårt kvalitetssikringssystem dekker og hvordan det fungerer.

### 0.2 REFERANSER

1. NS-ISO 8402 Kvalitet. Terminologi
2. NS-ISO 9000 Kvalitetsledelse og kvalitetssikringsstandarder.  
Retningslinjer og bruk.
3. NS-ISO 9001 Kvalitetssystemer.  
Kvalitetssikring ved utvikling/konstruksjon, tilvirkning, installasjon og ettersyn.
4. NS-ISO 9004 Kvalitetsledelse og kvalitetssystemelementer.  
Retningslinjer.
5. Forskrift om Internkontroll, fastsatt ved Kgl.resolusjon 22.03.91, med veiledning.
6. Krav til kvalitetssystem for deltakerbedrifter i Rådgivende Ingeniørers Forening.

Utført av: KY	Godkj. av: 	Dato: 14.07.95	Rev.: 0
---------------	--	----------------	---------

Kummeneje	KVALITETSHÅNDBOK	Dok.nr.: KH001 side: 5 av 18
-----------	------------------	---------------------------------

# 1 KVALITETSSYSTEMET

## 1.1 KVALITETSPOLITIKK

### Generelt:

Kvalitetssystemet skal, i tillegg til å sikre kvaliteten på våre leveranser i henhold til kundens krav og spesifikasjoner, også sikre forbedring av bedriftskultur, arbeidsmiljø og verne-/sikkerhetsarbeid samt øke bedriftens konkurransedyktighet og lønnsomhet.

Kvalitetsmålsettingen skal oppnås gjennom å arbeide etter retningslinjer gitt i denne håndbok og utarbeidede rutiner.

Ansaret for vår kvalitetspolitikk ligger hos bedriftens ledelse representert ved administrerende direktør.

### Forhold til oppdragsgiver:

KUMMENEJE's tjenester skal tilfredstille oppdragsgivers krav og forventninger slik de fremkommer gjennom avtale og kontrakt.

### Forhold til offentlige myndigheter (Internkontroll) :

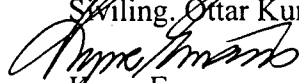
Internkontrolldelen i kvalitetssystemet er et styringsverktøy for helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet (HMS), slik at lover og forskrifter til enhver tid kan etterleves. Dette for å forebygge ulykker og skader samt sørge for "sunne" arbeidsmetoder med tanke på sykdom og belastninger for de ansatte.

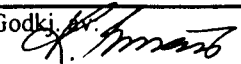
### Personalutvikling:

KUMMENEJE's personalpolitikk skal sikre medarbeiderne faglig dyktighet, motivasjon, kvalitetsoppmerksomhet og engasjement, samt bidra til å skape og videreutvikle trygghet og samarbeidsklima i bedriften.

Trondheim 14.07.95

KUMMENEJE  
Stilling: Ottar Kummeneje AS

  
Kyrre Emaus  
Adm.dir.

Utført av: KY	Godkj. 	Dato: 14.07.95	Rev.: 0
---------------	--	----------------	---------

## 10 INSTRUKSER OG RUTINER - OVERSIKT

### 10.1 STILLINGSINSTRUKSER

Kode	Ansvarsområde
<b>St.000</b>	<b>Administrasjon</b>
St.001	Administrerende direktør
St.002	Kvalitetsleder
St.003	Økonomisjef
St.006	Dataansvarlig
St.007	Arkivansvarlig
St.008	Verneleder
<b>St.100</b>	<b>Prosjekt</b>
St.101	Driftsansvarlig
St.102	Laboratorieleder
St.104	Prosjektansvarlig
St.105	Prosjektingeniør
St.106	Lagersjef / verksted
St.107	Grunnborer
St.108	Tegner
<b>St.300</b>	<b>Avdelingskontorer</b>
St.301	Avdelingsleder med RIF-kompetanse
St.302	Avdelingsleder uten RIF-kompetanse

### 10.2 RUTINER

Kode	Område
<b>R.300</b>	<b>Økonomi</b>
R.301	Registrering av timer og kostnader
R.302	Fakturering
<b>R.400</b>	<b>Dokumentbehandling</b>
R.401	Postrutine
R.402	Arkivering
R.403	Merking av dokumenter

Kode	Område
R.404	Kontroll og godkjenning av sluttdokumenter
R.405	Dokumentendringer
R.406	Dokumenter utarbeidet av andre
R.409	Datasikring
<b>R.500</b>	<b>Opplæring / kompetanse</b>
R.501	Dokumentasjon av kompetanse
<b>R.600</b>	<b>Oppdragsplanlegging</b>
R.601	Kontrakt / ordrebekreftelse
R.602	Kontraktsgjennomgang
R.603	Oppdragsplanlegging
<b>R.700</b>	<b>Oppdragsgjennomføring</b>
R.702	Kontraktsendringer
R.703	Utarbeidelse av dokumenter
R.704	Kontroll og godkjenning av dokumenter
R.705	Underleveranser
R.706	Måle- og prøveutstyr
R.707	Geotekniske undersøkelser - Oppbevaring / Forsendelse av prøver
R.708	Geotekniske undersøkelser -Merking av prøver
R.709	Geotekniske undersøkelser -Feltundersøkelser
R.710	Geotekniske undersøkelser -Laboratorieundersøkelser
R.711	Miljøtekniske undersøkelser -Klargjøring av utstyr
R.712	Miljøtekniske undersøkelser -Prøvetaking av jord
R.713	Miljøtekniske undersøkelser -Prøvetaking av grunnvann
R.714	Miljøtekniske undersøkelser -Brønnmontering
R.715	Miljøtekniske undersøkelser -Konservering/oppbevaring av prøver
R.716	Miljøtekniske undersøkelser -Forsendelse av prøver til laboratorium
R.717	Miljøtekniske undersøkelser -Kjemiske analyser
<b>R.800</b>	<b>Helse, miljø og sikkerhet (HMS)</b>
R.802	Brannvern
R.804	Verneutstyr
R.805	Tekniske installasjoner
R.806	Arbeidsmiljø



Kummeneje	KVALITETSHÅNDBOK	Dok.nr.: KH001
		side: 18 av 18

Kode	Område
R.900	Sytemvedlikehold
R.901	Avviksbehandling
R.902	Korrigerende tiltak
R.903	Internrevisjon
R.904	Eksternrevisjon

Utført av: KY	Godkj. av: 	Dato: 14.07.95	Rev.: 0
---------------	--	----------------	---------

## KVALITETSSIKRING:

KUMMENEJE har et kvalitetssikringssystem i henhold til de krav som stilles av Rådgivende Ingeniørers Forening, Kvalitetssystemet er basert på gjeldende NS-ISO 9001, samt "Forskrift om internkontroll".

Rutiner for miljøteknisk arbeid er basert på SFT 91:01.

Rutiner som beskriver arbeid utført i dette prosjektet omhandler følgende:

- Rutine nr R.403: Merking av dokumenter.**  
Rutinen beskriver hvordan prosjektdokumenter skal merkes for entydig sporbarhet.
- Rutine nr R.404: Kontroll / godkjenning av sluttdokumenter.**  
Rutinen beskriver hvordan sluttdokumenter som skal benyttes som grunnlag for andres arbeide blir kontrollert og godkjent før utsendelse.
- Rutine nr R.703: Utarbeidelse av dokumenter.**  
Rutinen gir retningslinjer for hvordan dokumenter, som sendes ut for andres bruk, skal utarbeides.
- Rutine nr R.704: Kontroll / godkjenning av dokument.**  
Rutinen beskriver hvordan sluttdokumenter skal kontrolleres og godkjennes.
- Rutine nr R.710: Laboratorieundersøkelser.**  
Rutinen beskriver utførelse av geotekniske laboratorieundersøkelser.
- Rutine nr R.711: Klargjøring av felt og boreutstyr før miljøtekniske feltoppdrag.**  
Rutinen beskriver klargjøring av bore- og prøvetakingsutstyr for miljøtekniske undersøkelser. Rutinen omfatter forarbeider før feltarbeidet påbegynnes.
- Rutine nr R.712: Prøvetaking av jord.**  
Rutinen beskriver prøvetaking av jord for miljøtekniske undersøkelser. Rutinen omfatter beskrivelse av utstyr, utførelse av boring/sjaktning, uttak av prøve, samt renhold i felt.
- Rutine nr R.713: Prøvetaking av grunnvann.**  
Rutinen beskriver prøvetaking av grunnvann for miljøtekniske undersøkelser. Rutinen omfatter rensepumping, uttak av prøve og egnet emballasje, filtrering av prøve, feltmåling av temperatur, pH og konduktivitet, samt renhold i felt.
- Rutine nr R.714: Brønnmontering.**  
Rutinen beskriver brønnmontering for prøvetaking av grunnvann ved miljøtekniske undersøkelser. Rutinen omfatter utførelse av boring, utstyr, egnet brønnmateriell samt montering av brønner.

**Rutine nr R.715:**

**Konservering / oppbevaring av prøver.**

Rutinen beskriver behandling av jord- og vannprøver etter prøvetaking til forsendelse til analyselaboratorium. Rutinen omfatter konservering av vannprøver og lagringsrutiner for jord og vannprøver.

**Rutine nr R.716:**

**Forsendelse av prøver til lab.**

Rutinen beskriver pakking og forsendelse av jord- og vannprøver til analyselaboratorium. Rutinen omfatter prosedyrer for forsendelse både innenlands og utenlands (til TAUW).

**Rutine nr R.717:**

**Kjemiske analyser.**

Rutinen beskriver valg av analyseprogram for kjemiske analyser av jord- og vannprøver for miljøtekniske undersøkelser.

## Bilag 3

### Utfylte sjekklister

## SJEKKLISTE - GEOTEKNISKE RAPPORTER

PROSJEKT: Statebygg- Krigshusetteratens skaper. Entr. H006 Breittad Gravel

DOKUMENTTITTEL:

Miljøtekniske undersøkelser, Data rapport

DOK.NR.:

12012 R. nr 1

REVISJON NR.

SELVKONTROLL (SK) UTFØRT:

DATO:

UAVHENGIG KONTROLL (UK) UTFØRT:

DATO:

sign.

Green

12.97

sign.

Ole Bjørk

11/1297

NR	KONTROLLSPØRSMÅL	SK-sign	UK-sign	MERKNADER
1	Er tittelside fullstendig og riktig utfylt med referanser angitt?	JB	OB	Dir. ref: Kontrakt foreligger ikke
2	Er innholdsfortegnelse, tegningsoversikt og vedleggsoversikt fullstendig og riktig?	JB	OB	
3	Er det samsvar mellom innholdsfortegnelse og kapittelinnledning?	JB	OB	
4	Er det samsvar mellom tegningsoversikt og tegningsnummer?	JB	OB	
5	Er generelle opplysninger om oppdraget og grunnlag for rapporten angitt?	JB	OB	
6	Er utførte undersøkelser beskrevet med hensyn til type og omfang?	JB	OB	
7	Er grunnforholdene beskrevet tilstrekkelig detaljert? (kortfattet og oversiktlig)	JB	OB	
8	Er henvisninger og referanser klare og entydige?	JB	OB	
9	Er konklusjoner i rapporten i samsvar med resultater fra utførte beregninger?			Ingen beregninger eller konklusjoner
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Merknader implementert:

Sign:

OB

Dato: 15/1297

Dokumentinnhold mrk. side:

Vedlegg mrk. side:

## SJEKKLISTE - GEOTEKNISKE TEGNINGER

PROSJEKT: *Statelbygg, Krigstidselektroniskaper, Entr. H006 Breivold Gård*

DOKUMENTTITTEL:

*Miljøtekniske undersøkelser. Data rapport*

DOK.NR.:

*12012 R.nr 1*

REVISJON-NR.

SELVKONTROLL (SK) UTFØRT:

DATO:

UAVHENGIG KONTROLL (UK) UTFØRT:

DATO:

sign.

*T. Green**1/2 97*

sign.

*Odd B. Bygh**1/2 97*

NR	KONTROLLSPØRSMÅL	SK-sign	UK-sign	MERKNADER
1	Er alle boringer og prøveresultater tegnet opp, både på situasjonsplan og i profiler?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
2	Er plassering og nummerering av boringene riktig og entydig, er referanselinje angitt og er det samsvar mellom kart og profiler?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	<i>Tegn for grunnvann børn er plassert i borpunktet</i>
3	Er laboratoriedata riktig angitt både på terrengprofiler og borp profiler med entydig klassifisering av jordarter?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
4	Er boringene angitt med riktige symboler?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
5	Er terrenghøyder og boreddybder angitt på situasjonsplan?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	<i>Bare for nye boringer</i>
6	Er tegningene tilstrekkelig målsatt og er målene kontrollert?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
7	Er det angitt riktig målestokk på tegningene?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
8	Er tekst i tittelfelt og nummerering riktig på alle tegninger?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
9	Er tegningene datert og signert?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Merknader implementert:

Sign:

Dato:

Dokumentinnhold mrk. side:

Vedlegg mrk. side:

## SJEKKLISTE - GEOTEKNISKE TEGNINGER

PROSJEKT: *Statbygg - Krigstidseierbolagskap. Eutr. H006 Bekkefald Gard*

DOKUMENTTITTEL:

*Miljøtekniske undersøkelser. Diffusjonsrapport*

DOK.NR.:

*12012 Rnr2*

REVISJON-NR.

SELVKONTROLL (SK) UTFØRT:

DATO:

UAVHENGIG KONTROLL (UK) UTFØRT:

DATO:

sign.

*Breen**12.97*

sign.

*Odd Byg**12.97*

NR	KONTROLLSPØRSMÅL	SK-sign	UK-sign	MERKNADER
1	Er alle boringer og prøveresultater tegnet opp, både på situasjonsplan og i profiler?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
2	Er plassering og nummerering av boringene riktig og entydig, er referanselinje angitt og er det samsvar mellom kart og profiler?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	<i>Legg forgrunnsmåling - brenn er plassert i bopunktet</i>
3	Er laboratoriedata riktig angitt både på terrengprofiler og borprofiler med entydig klassifisering av jordarter?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
4	Er boringene angitt med riktige symboler?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
5	Er terrenghøyder og boreddybder angitt på situasjonsplan?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	<i>Bare for nye brenner</i>
6	Er tegningene tilstrekkelig målsatt og er målene kontrollert?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
7	Er det angitt riktig målestokk på tegningene?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
8	Er tekst i tittelfelt og nummerering riktig på alle tegninger?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
9	Er tegningene datert og signert?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Merknader implementert:

Sign:

Dato:

Dokumentinnhold mrk. side:

Vedlegg mrk. side:

## SJEKKLISTE - GEOTEKNISKE RAPPORTER

PROSJEKT: *Statbygg - Krigshelsetters bolusklipper. Entr. H006 Breittall Gård*

DOKUMENTTITTEL:

*Geotekniske undersøkelser. Diffusjonsrapport*

DOK.NR.:

*12012 R nr 2*

REVISJON NR.

SELVKONTROLL (SK) UTFØRT:

DATO:

UAVHENGIG KONTROLL (UK) UTFØRT:

DATO:

sign.

*B. E. E. E. E.**12.97*

sign.

*Odd R. E. E.**12.97*

NR	KONTROLLSPØRSMÅL	SK-sign	UK-sign	MERKNADER
1	Er tittelside fullstendig og riktig utfylt med referanser angitt?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	<i>0. ref: Kontraste følelser ikke</i>
2	Er innholdsfortegnelse, tegningsoversikt og vedleggsoversikt fullstendig og riktig?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
3	Er det samsvar mellom innholdsfortegnelse og kapittelinnndeling?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
4	Er det samsvar mellom tegningsoversikt og tegningsnummer?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
5	Er generelle opplysninger om oppdraget og grunnlag for rapporten angitt?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
6	Er utførte undersøkelser beskrevet med hensyn til type og omfang?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
7	Er grunnforholdene beskrevet tilstrekkelig detaljert? (kortfattet og oversiktlig)	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
8	Er henvisninger og referanser klare og entydige?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	
9	Er konklusjoner i rapporten i samsvar med resultater fra utførte beregninger?	<i>IB</i>	<i>OB</i>	<i>Konkl. ut fra vurdering i forh. til normer</i>
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Merknader implementert:

Sign:

*OB*Dato: *15/1297*

Dokumentinnhold mrk. side:

Vedlegg mrk. side:



## Bilag 4

### Akkrediteringsbevis for laboratoriene



## AKKREDITERINGSdokUMENT

Akkrediteringsnummer P090

**SINTEF Kjemi**  
**Sensor- og Analyseteknikk**  
**Sem Sælandsvei 14**  
**7034 Trondheim**  
**tlf. 73592869 fax: 73593162**

Akkrediteringen omfatter kjemisk analyse (P12) i henhold til den neste siden i dette dokumentet.

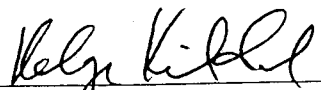
Akkreditering i henhold til NS-EN 45001 (1989) og ISO/IEC Guide 25 (1990) er første gang innvilget **23.05.1997**, og er gitt i overensstemmelse med Stortingsprop. nr. 106 (1989/90), og Norsk Akkrediterings statutter fastsatt i Kgl. resolusjon 7. oktober 1993.

Akkrediteringen forutsetter regelmessig oppfølging, og er gyldig til **23.05.2001**

Akkrediteringsbeslutningen innebærer at Norsk Akkreditering har funnet at organisasjonen oppfyller kravene for akkreditert virksomhet innenfor det aktuelle akkrediteringsområdet. Organisasjonen står selv ansvarlig for resultatene av utførte målinger.

JUSTERVESENET

27.05.97  
Dato

  
justerdirektør



# AKKREDITERINGSBEVIS

ACCREDITATION CERTIFICATE

## SINTEF Kjemi Sensor - og Analyseteknikk

er første gang akkreditert den 23.05.1997 av Norsk Akkreditering  
*is accredited on 23.05.1997 by the Norwegian Accreditation*

som prøvingslaboratorium i henhold til kravene i NS-EN 45001 (1989) og  
ISO/IEC Guide 25 (1990).  
*as a test laboratory according to the requirements of NS EN 45001 (1989) and ISO/IEC Guide 25 (1990)*

Akkrediteringen innebærer, ifølge European Cooperation for Accreditation of  
Laboratories (EAL), at relevante krav i NS-EN ISO 9000 - serien kan ansees å være oppfylt.  
*The accreditation implies, according to the European Cooperation for Accreditation of Laboratories (EAL),  
that the relevant requirements of NS-EN ISO 9000 series of standards can be considered complied with.*

Akkrediteringens omfang og varighet fremgår av gjeldende akkrediterings-  
dokument, og akkrediteringen forutsetter regelmessig oppfølging.  
*The scope and conditions of the accreditation are specified in the accreditation document,  
and the accreditation requires regular surveillance.*

**Akkrediteringsnummer: P090**

*Accreditation number: P090*

**JUSTERVESENET**

*Norwegian Metrology and Accreditation Service*

justerdirektør/ Director General

Norsk Akkreditering er en avdeling i Justervesenet  
*Norwegian Accreditation is a department in Norwegian Metrology and Accreditation Service*

Prøving i permanent laboratorium, område kjemisk analyse (P12)

Materiale/produkt	Prøvingstype	Standardspesifikasjon Utstyr/Teknikk	Merknader/ ref. til intern prosedyre
Barnåler	Fluor	Egenutviklet basert på gløding - ISE	66-S-AP-500.1
Gress og blader	Fluor	Egenutviklet basert på gløding - ISE	66-S-AP-500.2
Barnåler, gress og blader	Fluor	Egenutviklet basert på ekstraksjon - ISE	66-S-AP-500.3
Løsning (vann, lut og absorbenter)	Fluor	Egenutviklet basert på ISE	66-S-AP-500.5
Filterstøv	Fluor	Egenutviklet basert på koking - ISE	66-S-AP-500.7
Støv og andre faste forbindelser	Fluor	Egenutviklet basert på koking og smelting - ISE	66-S-AP-500.8
Vann	PAH	Egenutviklet basert på gasskromatografi	66-S-AP-1200
Jord, sedimenter og faste adsorbenter	PAH	Egenutviklet basert på gasskromatografi	66-S-AP-1200
Partikulært materiale på filter	PAH	Egenutviklet basert på gasskromatografi	66-S-AP-1200
Olje og tjære	PAH	Egenutviklet basert på gasskromatografi	66-S-AP-1200

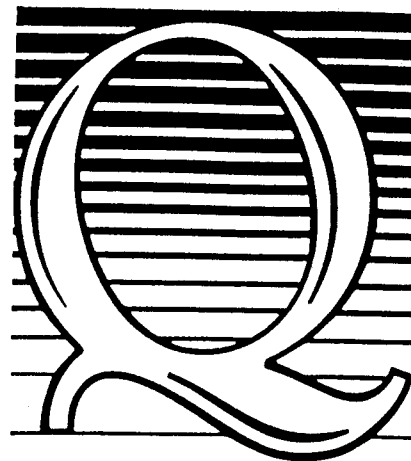
\*ione selektiv elektrode

**Underskriftsberettigede:**

Kalman Nagy: Metode 66-S-AP-500  
Kristin Eine: Metode 66-S-AP-500  
Hilde Glomstad: Metode 66-S-AP-1200  
Bjarne Malvik: Metode 66-S-AP-1200

27.05.97  
Dato

  
Jøsterdirektør



## CERTIFICATE OF ACCREDITATION

QUALIFIED  
BY STERLAB

STERLAB, the Dutch Accreditation Board for Calibration Laboratories, Test Laboratories  
and Inspection Bodies, hereby declares that the test laboratory

**TAUW Milieu bv,  
Sector Milieulaboratorium  
DEVENTER**

complies with the accreditation criteria for laboratories as described in the STERLAB  
Criteria which contain all of the criteria from EN 45001 and ISO/IEC guide 25 and the  
relevant criteria from ISO 9001 and ISO 9002. The accreditation covers the quality system of  
the laboratory as well as the specified activities described in the schedule which is provided  
with the accreditation certificate bearing the accreditation number.

The accreditation will remain valid until further notice provided that the laboratory  
continues to meet the STERLAB Criteria.

This certificate with accreditation number:

**L 005**

is granted on

**26 August 1988**

On behalf of the Dutch Accreditation Board for Calibration Laboratories, Test Laboratories  
and  
Inspection Bodies

The Chairman

The Director

## 2.2 List of STERLAB-accredited actions

The actions listed below have been accredited by STERLAB and are elaborated upon in Chapters 4 to 7.

Here the term 'water' encompasses: drinking-, surface-, waste- and groundwater as well as influent and effluent, and the term 'soil' encompasses both dry soil and sediment.

accredited determination	matrix
<b>I CLASSICAL CHEMICAL ANALYSIS</b>	
Ammonium nitrogen	water, soil, wastes
Settleable solids	water
Biochemical oxygen demand	water
Calcium carbonate	soil, wastes
Chemical oxygen demand	water
Chloride (dissolved)	
Chromium (VI)	water, soil
Cyanide (free and total)	water, soil, wastes
Particle size determinations:	soil, wastes
- fraction < 2 micrometres	
- fraction < 16 micrometres	
- particle size distribution 2 - 2,000 micrometres	
- particle size distribution 63 - 2,000 micrometres	
Total solids	water, soil, wastes
Volatile phenols	water, soil, wastes
Phosphate	
- orthophosphate	water
- total phosphate	water, soil, wastes
Electrical conductivity	water, soil, wastes
Ignition residue	water, soil, wastes
Carbon	water
- total organic carbon (TOC)	
- total anorganic carbon (TIC)	
- dissolved organic carbon (DOC)	
- total carbon (TC)	
Nitrate (dissolved)	water, soil, wastes
Nitrite (dissolved)	water, soil, wastes
Organic matter (IB method <sup>1</sup> )	water, soil, wastes
Oils and fats	water, soil, wastes
pH	water
pH-H <sub>2</sub> O	soil
pH-KCl	soil
Kjeldahl nitrogen	water, soil, wastes
Sulphate	water, soil, wastes
Suspended solids	water
<b>II METAL ANALYSIS</b>	
Digestion	
- open digestion with aqua regia	water, soil, wastes
- closed digestion (microwave) with aqua regia	soil, wastes

accredited determination	matrix
Graphite furnace AAS	
- cadmium, copper, lead, chromium, nickel, molybdenum, tin, cobalt	water, soil, wastes
- selenium	water
Flame AAS	
- cadmium, chromium, copper, nickel, lead, zinc, silver	water, soil, wastes
ICP AES	
- cadmium, chromium, copper, nickel, lead, zinc, cobalt, molybdenum, tin, barium, calcium, magnesium, potassium	water, soil, wastes
Cold-vapour AAS	
- mercury	water, soil, wastes
Hydride generation AAS	
- arsenic, antimony, selenium	water, soil, wastes
III ORGANIC ANALYSIS	
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)	water, soil, wastes
Volatile aromatic hydrocarbons	water, soil, wastes
Volatile chlorinated hydrocarbons	water, soil, wastes
Water-soluble solvents	water, soil
Mineral oil	water, soil, wastes
Chlorinated pesticides	water, soil, wastes
Polychlorinated biphenyls (PCBs)	water, soil, wastes
Organo-N pesticides	water, soil, wastes
Organo-P pesticides	water, soil, wastes
Chlorinated phenols, cresols and phenol	water, soil, wastes
GC/MS analysis	water, soil, wastes
- confirmation	
- screening	
Halogenated organic compounds	water, soil, wastes
- extractable halogenated organic compounds	
- volatile halogenated organic compounds	
- adsorbable halogenated organic compounds	
IV SPECIFIC ANALYSES	
Dioxins and dibenzofurans	water, soil, wastes, fly ash, paper, pulp, air
Asbestos	
- asbestos fibre counting	air after active sampling on a membrane filter
- asbestos identification	bulk materials
Leaching tests	soil, wastes
- maximum-availability test	
- single and multiple or cascade shake tests	
- column test	
- stand test	



## AKKREDITERINGSdokument

**Akkrediteringsnummer P035**

**Landbrukets analysesenter  
Jordfagbygn., 3. etg.  
NLH  
1432 Ås**

Akkrediteringen omfatter kjemisk analyse (P12) i henhold til de neste sidene i dette dokumentet

Akkreditering i henhold til NS-EN 45001 (1989) og ISO/IEC Guide 25 (1990) er første gang innvilget 25.04.95, og er gitt i overenstemmelse med Stortingsprop. nr. 106 (1989/90), og Norsk Akkrediterings statutter fastsatt i Kgl. resolusjon 7. oktober 1993.

Akkrediteringen forutsetter regelmessig oppfølging, og er gyldig til 25.04.99

Akkrediteringsbeslutningen innebærer at Norsk Akkreditering har funnet at organisasjonen oppfyller kravene for akkreditert virksomhet innenfor det aktuelle akkrediteringsområdet. Organisasjonen står selv ansvarlig for resultatene av utførte målinger.

JUSTERVESENET

04.07.1997  
Dato

Lif Haller  
avdelingsdirektør

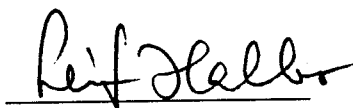


Prøving i permanent laboratorium:

Materiale/produkt	Prøvingstype	Standardspesifikasjon Utstyr/Teknikk	Merknader/ ref. til intern prosedyre
Vann	<b>Kjemiske analyser</b>		
	Na, K, Ca, Mg, P, S, B, Fe, Mn, Al, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Co, V, Si og Ba	Intern metode basert på ICP-AES	AV1
	K	NS 4775, utg. 2	AV2
	Al, Pb, Fe, Cd, Cu, Co, Cr, Mn, Ni, Zn	NS 4781, utg. 1	AV3
	Hg	NS-4768, utg. 1, modifisert	AV4
	As	Internmetode basert på Hydrid tekn.	AV5
	pH	NS-4720, utg. 2	AV6
	Ledningsevne	NS-ISO 7888 utg. 1	AV7
	PO <sub>4</sub> - P	NS-4725, utg. 3, modifisert	AV8
	Total P	NS-4725, utg. 3, modifisert	AV9
	Cl, PO <sub>4</sub> - P, NO <sub>3</sub> - N, SO <sub>4</sub> - S,	Intern metode, basert på ionekromatografi	AV10
	NO <sub>2</sub> -N	Intern metode basert på autoanalysator	AV12
	Total karbon og totalt organisk karbon	NS-ISO 8245, utg. 1	AV21
	Fargetall	Intern metode basert på spektro- fotometri	AV22
	Turbiditet	Internmetode basert på nefelometri	AV23

04.07.97

Dato

  
avdelingsdirektør

NA-S71

Skjema godkjent: 10.11.95

Prøving i permanent laboratorium:

Materiale/produkt	Prøvingstype	Standardspesifikasjon Utstyr/Teknikk	Merknader/ ref. til intern prosedyre
Vann (forts.)	<b>Kvantitative kjemiske analyser</b> (forts)		
	NO <sub>3</sub> -N	Intern metode basert på autoanalysator	AV 13
	NO <sub>3</sub> -N + NO <sub>2</sub> -N	Intern metode basert på autoanalysator	AV 14
	Total - N	NS-4743, utg. 2, modifisert	AV 15
	NH <sub>4</sub> -N	Intern metode basert på autoanalysator	AV 16
	Suspendert stoff, gløderest	NS-4733, utg. 2	AV 17
	Alkalitet	NS-4754, utg. 1	AV 18
	COD <sub>Cr</sub>	Intern metode basert på Hack spektrofotometri	AV 20
	Polypropylenglykol	Intern metode basert på gasskromatograf	AV 100
Jord, sedimenter, avfallsdep.	Fenol og metylerte fenoler	Intern metode basert på gasskromatograf	AV 101
	Na, K, Ca, Mg, P, S, Mo, Fe, Mn, Al, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Co, V, Ti, Ba	Intern metode basert på ICP-AES	A J1
	Hg	NS-4768, utg. 1, modifisert	AJ 2
	As	Intern metode basert på HAAS	AJ 4
	Cd	Intern metode basert på ETAAS	AJ 5
	PAH (16 forbindelser)	Intern metode basert på gasskromatografi	AJ 100

04.07.1997

Dato

*Leif Haller*

avdelingsdirektør

Prøving i permanent laboratorium:

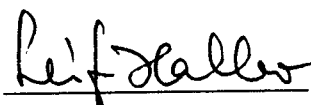
Materiale/produkt	Prøvingsstype	Standardspesifikasjon Utstyr/Teknikk	Merknader/ ref. til intern prosedyre
Jord, humus	<b>Kjemiske analyser</b> (forts.) <b>Ombyttbare kationer</b> (1M Ammonium acetat ekstraksjon)		
	H <sup>+</sup>	Intern metode basert på titrering	AJ 21
	K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup>	Intern metode basert på ICP-AES	AJ 20
	(1M Ammonium nitrat ekstraksjon) H <sup>+</sup>	Intern metode basert på titrering	AJ 23
	K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup>	Intern metode basert på ICP-AES	AJ 22
Kunstgjødsel	Tot. P	Intern metode basert på ICP-AES	AK 1
	Cd	Intern metode basert på ETAAS	AK 2
Plantemateriale	Cd	Intern metode basert på ETAAS	AP 1
Kloakkslam/ Kompost	Ca, Mg, K, P, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr	NS4770, utg. 1, modifisert	AS 1
	Cd	NS-4770, utg. 1 NS-4781, utg. 1	AS 2
	Hg	NS-4768, utg. 1, modifisert	AS 3
	pH	NS-4720, utg. 2, modifisert	AS 4
	Tørrstoff, glødetap	NS-4764, utg. 1	AS 5
	Kj-N	Intern metode basert på Kjeltec	AS 6
	NH <sub>4</sub> -N	Intern metode basert på autoanalysator	AS 7
	NO <sub>3</sub> -N + NO <sub>2</sub> -N	Intern metode basert på autoanalysator	AS 8

04.07.1997

Dato

NA-S7I

Skjema godkjent: 10.11.95

  
avdelingsdirektør

Underskriftsberettigede:

Metode	Underskriftsberettiget
AV1	Jon Malcolmsen
AV2	Jon Malcolmsen/Erik Nybøe
AV3	Jon Malcolmsen
AV4	Jon Malcolmsen
AV5	Jon Malcolmsen
AV6	Oddny Gimmingsrud
AV7	Oddny Gimmingsrud
AV8	Oddny Gimmingsrud
AV9	Oddny Gimmingsrud
AV10	Oddny Gimmingsrud
AV12	Bjørn Dalbye
AV13	Bjørn Dalbye
AV14	Bjørn Dalbye
AV15	Bjørn Dalbye
AV16	Bjørn Dalbye
AV17	Oddny Gimmingsrud
AV18	Oddny Gimmingsrud
AV20	Oddny Gimmingsrud
AV21	Erik Nybøe
AV22	Jon Malcolmsen/Oddny Gimmingsrud
AV23	Jon Malcolmsen/Oddny Gimmingsrud
AJ1	Jon Malcolmsen
AJ2	Jon Malcolmsen
AJ4	Jon Malcolmsen
AJ5	Jon Malcolmsen
AJ20	Kirsten Jenshus
AJ21	Kirsten Jenshus
AJ22	Kirsten Jenshus
AJ23	Kirsten Jenshus
AS1	Jon Malcolmsen/Erik Nybøe
AS2	Jon Malcolmsen/Erik Nybøe
AS3	Jon Malcolmsen/Erik Nybøe
AS4	Bjørn Dalbye/Erik Nybøe
AS5	Bjørn Dalbye/Erik Nybøe
AS6	Bjørn Dalbye/Erik Nybøe
AS7	Bjørn Dalbye/Erik Nybøe
AS8	Bjørn Dalbye/Erik Nybøe
AK1	Bjørn Dalbye
AK2	Jon Malcolmsen/Bjørn Dalbye
API	Jon Malcolmsen

04.07.1997

Dato



avdelingsdirektør

## Bilag 5

### Beskrivelse av prøveopparbeidelse og analysemetodikk

## **DOKUMENTASJON AV ANALYSETEKNIKKER GRUNNVANN**

---

### **KONSERVERING AV GRUNNVANNSPRØVER:**

Konsivering av grunnvannsprøver utføres ved KUMMENEJE's laboratorium, i hht. KUMMENEJE's kvalitetsplan. Konserveringsrutiner for analyse av organiske og uorganiske parametre i jord og vann, utføres i samsvar med "Veileder for miljøtekniske grunnundersøkelser" og /eller i hht. spesifikasjoner fra benyttet laboratorium (TAUW) (BTEX, Fenol) eller SINTEF-Kjemi (PAH).

### **BESTEMMELSE AV PAH VED GC (SINTEF-KJEMI)**

#### **Forbehandling:**

Vannprøven tilsettes internstandard og ekstraheres med diklormetan. Ekstraktet oppkonsentreres og byttes ut med sykloheksan. Dette ekstraktet ekstraheres med dimetylformamid i en væske - væske ekstraksjon.

#### **Analysering:**

Ekstraktet analyseres med GC-FID og 28 komponenter kvantifiseres relativt til de tilsatte standardene.

### **BESTEMMELSE AV AROMATISKE LØSEMIDLER (BTEX) MED GC (TAUW)**

#### **Forbehandling:**

Løsemidlene drives av med helium over i et absorpsjonsmedium (purge and trap).

#### **Analysering:**

Prøven desorberes termisk on line, separeres på GC og måles med LR-MS deteksjon etter SIM metoden.

### **BESTEMMELSE AV FENOL (TAUW)**

#### **Forbehandling:**

Prøven surgjøres til pH 2 med saltsyre og ekstraheres to ganger med toluen. Toluenekstraktet ekstraheres så to ganger med en NaOH-løsning. Etter tilsetning av eddiksyreanhydrid ekstraheres den faste fasen med toluen.

#### **Analysering:**

Toluenekstraktet analyseres gasskromatografisk med ECD- og FID-detektorer samtidig.

## DOKUMENTASJON AV ANALYSETEKNIKKER SEDIMENTER:

---

### UORGANISKE KOMPONENTER (METALLER)

#### Forbehandling:

Jordprøver homogeniseres manuelt, og oppsluttes i kongevann.

Kvikksølv oppsluttes med salpetersyre

Tinn oppsluttes i saltsyre

#### Analysering:

ICP-AES:

Cu, Ni, Zn, Cr, Pb, Sn, øvrige (tung)metaller.

EAAS:

Cd

Kalddamps atomabsorpsjon (AAS):

Hg

### BESTEMMELSE AV PAH VED GC

#### Forbehandling:

Jordprøver tørkes på 50°C over natten. 30 g tørket materiale tilsettes diklormetan og intern standard før soxhletekstraksjon. Ekstraktet oppkonsentreres og byttes ut med sykloheksan. Dette ekstraktet ekstraheres med dimetylformamid i en væske - væske ekstraksjon.

#### Analysering:

Ekstraktet analyseres med GC-FID og 28 komponenter kvantifiseres relativt til de tilsatte standardene.

## REFERANSER:

---

NEN 6445; Water - Determination of total mercury content by atomic absorption spectrometry. Destruction with bromine, 1978.

NEN 6465; Sample preparation of sludge, water containing sludge, air dust and soil for the determination of elements by atomic absorption spectrometry. Destruction with nitric acid and hydrochloric acid.

NEN 6402; Water - Determination of the halogen content derived from non-volatile, with petroleum ether extractable organohalogen compounds (EOX); 1991.

o-NVN 5770: Soil and sludge - Sample preparation of soil and sludge for the determination of elements by atomic spectrometry. Destruction with nitric acid and hydrochloric acid in a microwave oven; 1993.

VPR C85-11: Voorlopige Praktijkrichtlijnen voor bemonstering en analyse bij bodemverontreinigingsonderzoek

VPR C85-16: Voorlopige Praktijkrichtlijnen voor bemonstering en analyse bij bodemverontreinigingsonderzoek



## Bilag 6

### Kjemiske analyser - jordprøver



SINTEF Kjemi

**Sensor og analyseteknikk**

Postadresse: 7034 Trondheim  
Besøksadresse: Sem Sælends vei 12  
Telefon: 73 59 28 69  
Telefaks: 73 59 31 62  
Teleks: 55 620 sintf n  
Foretaksregisteret:  
NO 948 007 029 MVA



Prøvlingslaboratorium akkreditert av  
Norsk Akkreditering med registrerings-  
nummer P090.

# ANALYSERAPPORT

OPPDRAGSGIVER

**MOTTATT**

Kummeneje Ottar AS  
Øvre Flatås vei 10  
7079 FLATÅS  
Attn.: trond Gilde

OPPDRAG

Bestemme mengde PAH i jordprøver.

PRØVEMATERIALE

Jord  
Jord

ANTALL/FORM

7  
6

PRØVER MOTTATT

1997-10-07  
1997-10-14

VÅR REF.

2495-2501/97/HG

DERES REF.

12012 Brekstad

PRØVER UTTATT AV

Oppdragsgiver

UTFØRT AV/DATO

Glomstad/Steinsvik

TELEFON (FAGLIG ANSVARLIG)

73592866

ELEKTRONISK ARKIVKODE

97003633

FAGLIG ANSVARLIG

Hilde Glomstad

ANTALL SIDER DATO

1 av 14

1997-06-10

ANSVARLIG SIGNATUR FOR SINTEF

Harry M. Rong, forskningssjef

ANALYSEMETODER

Prøven er analysert gasskromatografisk iht. akkreditert internt prosedyrenummer 66-S-AP-1200

ANMERKNING

Prøven oppbevares i 1 mnd. fra analyserapportens dato.

Usikkerheten i analysen er  $\pm 10\%$ .

Faktura sendes separat.

## FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembrakt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEF's analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene. Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar. DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

Kummeneje

Prøvetmerke : 12012 Brekstad, B01, brønn 21

POLYAROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)	
Enhet	mg/kg
Journalnummer	2495/97
Naftalen	0.09
2-Metylnaftalen	0.08
1-Metylnaftalen	0.04
Bifenyl	0.04
Acenaftylen	0.03
Acenaften	0.20
Dibenzofuran	0.17
Fluoren	0.31
Dibenzotiofen	0.18
Fenantren	1.60
Antrasen	0.23
Fluoranten	2.56
Dihydrobenzofluoren	-
Pyren	1.43
Benzo(a)fluoren	0.45
Benzo(b)fluoren	0.37
Benzdifenylen-sulfid	-
Benzo(c)fluoren	0.19
Benzo(a)antrasen	0.61
Krysen/Trifenylene	0.62
Benzo(b)fluoranten	0.35
Benzo(j&k)fluoranten	0.32
Benzo(e)pyren	0.23
Benzo(a)pyren	0.23
Perylen	0.08
Indenopyren	0.15
Dibenzo(ah)antrasen	0.06
Benzo(ghi)perylene	0.11
Antantren	0.03
Koronen	-
Dibenzopyrene	< 0.01
SUM PAH	10.8

# Kummeneje

Prøveemerke : 12012 Brekstad, B03, brønn 21

POLYAROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)	
Enhet	mg/kg
Journalnummer	2496/97
Naftalen	0.24
2-Metylnaftalen	0.49
1-Metylnaftalen	0.24
Bifenyl	0.23
Acenaftyle	0.06
Acenaften	1.51
Dibenzofuran	0.96
Fluoren	1.46
Dibenzotiofen	0.49
Fenantren	5.50
Antrasen	0.58
Fluoranten	3.01
Dihydrobenzofluoren	-
Pyren	1.91
Benzo(a)fluoren	0.54
Benzo(b)fluoren	0.51
Benzdifenylensulfid	-
Benzo(c)fluoren	0.29
Benzo(a)antrasen	1.02
Krysen/Trifenylen	1.00
Benzo(b)fluoranten	1.18
Benzo(j&k)fluoranten	0.60
Benzo(e)pyren	0.62
Benzo(a)pyren	0.65
Perylen	0.22
Indenopyren	0.30
Dibenzo(ah)antrasen	0.09
Benzo(ghi)perylene	0.23
Antantren	0.07
Koronen	-
Dibenzopyrener	0.03
SUM PAH	24.0

Kummeneje

Prøveverke : 12012 Brekstad, B18, brønn 22

POLYAROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)	
Enhet	µg/kg
Journalnummer	2497/97
Naftalen	25
2-Metylnaftalen	45
1-Metylnaftalen	19
Bifenyl	25
Acenaftylen	4
Acenaften	103
Dibenzofuran	71
Fluoren	90
Dibenzotiofen	16
Fenantren	128
Antrasen	12
Fluoranten	26
Dihydrobenzofluoren	-
Pyren	14
Benzo(a)fluoren	6
Benzo(b)fluoren	< 1
Benzdifenylen-sulfid	-
Benzo(c)fluoren	3
Benzo(a)antrasen	< 1
Krysen/Trifenylen	< 1
Benzo(b)fluoranten	< 1
Benzo(j&k)fluoranten	-
Benzo(e)pyren	< 1
Benzo(a)pyren	< 1
Perylen	< 1
Indenopyren	< 1
Dibenzo(ah)antrasen	< 1
Benzo(ghi)perylene	< 1
Antantren	< 1
Koronen	-
Dibenzopyrener	< 1
SUM PAH	587

## Kummeneje

Prøveverke : 12012 Brekstad, B19, brønn 22

POLYAROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)	
Enhet	µg/kg
Journalnummer	2498/97
Naftalen	8
2-Metylnaftalen	16
1-Metylnaftalen	9
Bifenyl	27
Acenaftylene	7
Acenaften	238
Dibenzofuran	192
Fluoren	279
Dibenzotiofen	55
Fenantren	515
Antrasen	31
Fluoranten	58
Dihydrobenzofluoren	-
Pyren	26
Benzo(a)fluoren	5
Benzo(b)fluoren	2
Benzdifenylensulfid	-
Benzo(c)fluoren	< 1
Benzo(a)antrasen	4
Krysen/Trifenylen	1
Benzo(b)fluoranten	< 1
Benzo(j&k)fluoranten	-
Benzo(e)pyren	2
Benzo(a)pyren	< 1
Perylen	< 1
Indenopyren	< 1
Dibenzo(ah)antrasen	< 1
Benzo(ghi)perylene	2
Antantren	< 1
Koronen	-
Dibenzopyrener	< 1
SUM PAH	1477

Kummeneje

Prøveemerke : 12012 Brekstad, B8, brønn 23

POLYAROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)	
Enhet	µg/kg
Journalnummer	2499/97
Naftalen	7
2-Metylnaftalen	2
1-Metylnaftalen	< 1
Bifenyl	4
Acenaftylen	< 1
Acenaften	< 1
Dibenzofuran	10
Fluoren	20
Dibenzotiofen	9
Fenantren	37
Antrasen	11
Fluoranten	23
Dihydrobenzofluoren	-
Pyren	13
Benzo(a)fluoren	11
Benzo(b)fluoren	< 1
Benzdifenylensulfid	-
Benzo(c)fluoren	8
Benzo(a)antrasen	4
Krysen/Trifenylen	1
Benzo(b)fluoranten	< 1
Benzo(j&k)fluoranten	< 1
Benzo(e)pyren	< 1
Benzo(a)pyren	< 1
Perylen	< 1
Indenopyren	< 1
Dibenzo(ah)antrasen	< 1
Benzo(ghi)perylen	< 1
Antantren	< 1
Koronen	-
Dibenzopyrener	< 1
SUM PAH	160

## Kummeneje

Prøveverke : 12012 Brekstad, B15, brønn 24

POLYAROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)	
Enhet	µg/kg
Journalnummer	2500/97
Naftalen	2
2-Metylnaftalen	44
1-Metylnaftalen	18
Bifenyl	33
Acenaftylen	6
Acenaften	140
Dibenzofuran	112
Fluoren	158
Dibenzotiofen	32
Fenantren	233
Antrasen	17
Fluoranten	40
Dihydrobenzofluoren	-
Pyren	20
Benzo(a)fluoren	12
Benzo(b)fluoren	6
Benzdifenylenulfid	-
Benzo(c)fluoren	< 1
Benzo(a)antrasen	5
Krysen/Trifenylen	1
Benzo(b)fluoranten	2
Benzo(j&k)fluoranten	-
Benzo(e)pyren	< 1
Benzo(a)pyren	< 1
Perylen	< 1
Indenopyren	< 1
Dibenzo(ah)antrasen	< 1
Benzo(ghi)perylene	< 1
Antantren	< 1
Koronen	-
Dibenzopyrener	< 1
SUM PAH	881



Kummeneje

Prøveverke : 12012 Brekstad, C8, plen 8

POLYAROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)	
Enhet	mg/kg
Journalnummer	2501/97
Naftalen	0.22
2-Metylnaftalen	< 0.01
1-Metylnaftalen	0.10
Bifenyl	0.10
Acenaftylene	0.04
Acenaften	0.98
Dibenzofuran	0.72
Fluorene	1.08
Dibenzotiofen	0.38
Fenantren	4.29
Antrasen	0.68
Fluoranten	3.77
Dihydrobenzofluorene	-
Pyren	2.37
Benzo(a)fluorene	0.65
Benzo(b)fluorene	0.49
Benzdifenylsulfid	-
Benzo(c)fluorene	0.45
Benzo(a)antrasen	1.37
Krysen/Trifenylen	1.52
Benzo(b)fluoranten	1.35
Benzo(j&k)fluoranten	0.82
Benzo(e)pyren	0.83
Benzo(a)pyren	1.01
Perylen	0.33
Indenopyren	0.80
Dibenzo(ah)antrasen	0.27
Benzo(ghi)perylene	0.67
Antantren	0.33
Koronen	-
Dibenzopyrene	0.22
SUM PAH	25.8

# Resultater PAH analyse

Journalnummer:  
Prøvemerk:

2664/97  
Prøve S1, Sjekt 13-15

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	74,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
2-metylnaftalen	51,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
1-metylnaftalen	23,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Bifenyl	30,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaftalen	45,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaften	365,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzofuran	211,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoren	719,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzotiofen	274,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fenantren	2800,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antrasen	2374,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoranten	9887,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Pyren	7712,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)fluoren	2290,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoren/	1766,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzdifenylensulfid }		±10%	1 µg/kg
Benzo(c)fluoren	421,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)antrasen	3210,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Krysen / Trifenylen	2723,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoranten	3677,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(j&k)fluoranten	2237,2 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(e)pyren	2196,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)pyren	3864,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Perylen	998,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Indenopyren	4390,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzo(a,h)antrasen	1526,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(ghi)perylene	3423,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antantren	2400,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzopyrener	5228,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Total PAH	64924,6 µg/kg	±10%	

# Resultater PAH analyse

Journalnummer:

2665/97

Prøve merke:

Prøve S2, Sjøkt 10-12

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	0,5 mg/kg	±10%	1 µg/kg
2-metylnaftalen	0,5 mg/kg	±10%	1 µg/kg
1-metylnaftalen	0,3 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Bifenyyl	0,3 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaftylen	0,2 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaften	5,5 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzofuran	3,3 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoren	8,1 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzotiofen	2,3 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Fenantren	29,7 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Antrasen	15,4 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoranten	61,0 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Pyren	44,8 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)fluoren	12,5 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoren/	10,5 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzdifenylen-sulfid			
Benzo(c)fluoren	2,0 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)antrasen	17,7 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Krysen / Trifenylen	14,4 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoranten	17,4 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(j&k)fluoranten	13,9 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(e)pyren	11,2 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)pyren	20,5 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Perylen	5,3 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Indenopyren	24,6 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzo(a,h)antrasen	9,1 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(ghi)perylene	18,9 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Antantren	14,4 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzopyrener	20,9 mg/kg	±10%	1 µg/kg
Total PAH	385,3 mg/kg	±10%	

# Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2666/97  
 Prøvemerk: Prøve S3, Sjekt 2-5

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	8,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
2-metylnaftalen	7,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
1-metylnaftalen	5,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Bifenyl	5,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaftalen	1,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaften	32,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzofuran	28,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoren	47,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzotiofen	11,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fenantren	44,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antrasen	22,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoranten	84,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Pyren	68,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)fluoren	27,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoren/	23,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzdifenylen-sulfid			
Benzo(c)fluoren	4,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)antrasen	44,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Krysen / Trifenylen	25,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoranten	29,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(j&k)fluoranten	24,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(e)pyren	22,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)pyren	39,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Perylen	8,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Indenopyren	42,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzo(a,h)antrasen	16,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(ghi)perylene	33,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antantren	17,2 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzopyrener	33,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Total PAH	760,9 µg/kg	±10%	

## Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2667/97  
 Prøvemerk: Prøve S4, Sjekt 6-8

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	14,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
2-metylnaftalen	9,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
1-metylnaftalen	5,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Bifenyl	5,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaftalen	7,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaften	29,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzofuran	22,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoren	37,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzotiofen	14,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fenantren	47,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antrasen	50,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoranten	96,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Pyren	79,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)fluoren	25,2 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoren/	15,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzdifenylensulfid }			
Benzo(c)fluoren	6,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)antrasen	41,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Krysen / Trifenylen	39,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoranten	55,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(j&k)fluoranten	45,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(e)pyren	56,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)pyren	66,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Perylen	24,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Indenopyren	113,2 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzo(a,h)antrasen	55,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(ghi)perylene	125,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antantren	80,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzopyrener	287,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Total PAH	1462,0 µg/kg	±10%	

## Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2668/97  
 Prøvemerk: Prøve S5, Sjøkt 18-20

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	105,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
2-metylnaftalen	70,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
1-metylnaftalen	43,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Bifenyl	44,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaftalen	53,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaften	808,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzofuran	369,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoren	1252,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzotiofen	509,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fenantren	5785,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antrasen	2616,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoranten	12832,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Pyren	9471,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)fluoren	2747,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoren/	} 2258,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzdifenylensulfid			
Benzo(c)fluoren	507,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)antrasen	4000,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Krysen / Trifenylen	3273,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoranten	3550,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(j&k)fluoranten	750,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(e)pyren	2475,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)pyren	4356,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Perylen	1110,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Indenopyren	5103,5 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzo(a,h)antrasen	1866,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(ghi)perylene	3921,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antantren	2696,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzopyrener	5361,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Total PAH	77942,3 µg/kg	±10%	

## Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2669/97  
 Prøvemerk: Prøve S6, Sjakt 21-24

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	81,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
2-metylnaftalen	57,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
1-metylnaftalen	32,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Bifenyl	32,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaftalen	35,2 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Acenaften	406,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzofuran	244,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoren	690,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzotiofen	245,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fenantren	2693,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antrasen	1956,2 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Fluoranten	7545,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Pyren	5815,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)fluoren	1726,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoren/ Benzdifenylensulfid	1367,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(c)fluoren	309,0 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)antrasen	2342,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Krysen / Trifenylene	1952,3 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(b)fluoranten	2371,9 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(j&k)fluoranten	1977,8 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(e)pyren	1557,2 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(a)pyren	2732,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Perylen	717,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Indenopyren	3176,6 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzo(a,h)antrasen	1135,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Benzo(ghi)perylene	2594,1 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Antantren	1718,4 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Dibenzopyrene	3631,7 µg/kg	±10%	1 µg/kg
Total PAH	49147,4 µg/kg	±10%	



**Landbrukets analysesenter**

Adresse: 1432 AS

Telefon: 64948118 Telefax: 64948120

Kommuneje A/S  
T.Gilde  
Postboks 6032  
7003 TRONDHEIM

Side: 1 (4)

Rapportnr: 6-02681

Telefon: 72581766    Telefax: 72580050

## **Analyserapport**

### **Prøvetype: Jordprøver**

Antall prøver: 7

Oppdragsgiver: Kommuneje A/S, T.Gilde

Ankomstdato: 13.10.97

Utsendelsesdato: 24.10.97

Prøven(e) er godkjent: 24.10.97 Sign: JAM

Ansvarshavendes signatur:

Utdrag av denne rapporten kan ikke gjengis uten etter skriftlig godkjenning fra Landbrukets analysesenter.  
Analyseresultatene gjelder kun for de tilsendte prøver.  
Dersom ytterligere metodebeskrivelse ønskes, kontakt laboratoriet.



Oppdragsgiver:  
Kummeneje A/S  
T.Gilde



**JORDFORSK**  
Landbrukets analysesenter  
Adresse: 1432 ÅS  
Telefon: 64948118 Telefax: 64948120

**Analyserapport**  
Rapportnr: 6-02681

Prøvetype: Jordprøver

Side: 2 (4)

Prøvenummer				1997- 02681-1	1997- 02681-2	1997- 02681-3	1997- 02681-4	1997- 02681-5	1997- 02681-6
Merking				B01	P11	P12	P13	P14	P15
Parameter	Metode #	Enhet	Dato						
Natrium	NA-ICP-J	mg/kg	201097	1990	601	597	565	577	340
Kalium	K-ICP-J	mg/kg	201097	1030	1410	1410	1470	1470	1370
Magnesium	MG-ICP-J	mg/kg	201097	9820	7190	7110	6860	8140	7840
Kalsium	CA-ICP-J	mg/kg	231097	176000	40300	37400	35200	38100	16100
Jern	FE-ICP-J	mg/kg	201097	6660	14500	15600	16200	16700	22400
Fosfor	P-ICP-J	mg/kg	201097	416	504	585	743	595	623
Svovel	S-ICP-J	mg/kg	201097	976	290	474	460	439	405
Aluminium	AL-ICP-J	mg/kg	201097	4390	9810	10500	10300	10100	12500
Kobber	CU-ICP-J	mg/kg	201097	6.1	9.3	10.6	15.9	16.6	12.7
Mangan	MN-ICP-J	mg/kg	201097	217	326	324	339	325	433
Sink	ZN-ICP-J	mg/kg	201097	15.7	66.9	92.6	398	304	233
Bly	PB-ICP-J	mg/kg	201097	<4	5.1	7.3	13.7	20.5	10.7
Kadmium	CD-EAAS-J	mg/kg	221097	0.13	0.17	0.18	0.37	2.6	0.64
Vanadium	V-ICP-J	mg/kg	201097	11.3	26	29	30	26.5	32.1
Nikkel	NI-ICP-J	mg/kg	201097	7.4	16.7	17.1	18	17.5	22.7
Titan	TI-ICP-J	mg/kg	201097	475	966	1080	858	835	1010
Krom	CR-ICP-J	mg/kg	201097	14.8	29	29.6	32.9	30.7	36.5
Kobolt	CO-ICP-J	mg/kg	201097	1.8	4.4	4.9	4.8	5.3	7.4
Barium	BA-ICP-J	mg/kg	201097	25.8	33.7	77.7	117	175	137
Molybden	MO-ICP-J	mg/kg	201097	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Kvikksølv	HG-CVAAS-J	mg/kg	201097	<0.015	0.016	0.026	0.042	0.032	0.026
Tinn	*SN-ICP-J	mg/kg	241097	3.2	4.0	3.2	3.0	3.1	2.3

- # Se siste side for nærmere beskrivelse av metode
- \* Bestemmelsen er ikke akkreditert
- \*\* Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør

Oppdragsgiver:  
Kummeneje A/S  
T.Gilde



**JORDFORSK**  
Landbrukets analysesenter  
Adresse: 1432 AS  
Telefon: 64948118 Telefax: 64948120

**Analyserapport**  
Rapportnr: 6-02681

Prøvetype: Jordprøver

Side: 3 (4)

Prøvenummer				1997-02681-7					
Merking				P16					
Parameter	Metode #	Enhet	Dato						
Natrium	NA-ICP-J	mg/kg	201097	329					
Kalium	K-ICP-J	mg/kg	201097	1440					
Magnesium	MG-ICP-J	mg/kg	201097	8260					
Kalsium	CA-ICP-J	mg/kg	201097	8890					
Jern	FE-ICP-J	mg/kg	201097	19900					
Fosfor	P-ICP-J	mg/kg	201097	564					
Svovel	S-ICP-J	mg/kg	201097	206					
Aluminium	AL-ICP-J	mg/kg	201097	13800					
Kobber	CU-ICP-J	mg/kg	201097	8.9					
Mangan	MN-ICP-J	mg/kg	201097	449					
Sink	ZN-ICP-J	mg/kg	201097	73.6					
Bly	PB-ICP-J	mg/kg	201097	6.9					
Kadmium	CD-EAAS-J	mg/kg	221097	0.16					
Vanadium	V-ICP-J	mg/kg	201097	30.6					
Nikkel	NI-ICP-J	mg/kg	201097	21.1					
Titan	TI-ICP-J	mg/kg	201097	1130					
Krom	CR-ICP-J	mg/kg	201097	36.8					
Kobolt	CO-ICP-J	mg/kg	201097	6.7					
Barium	BA-ICP-J	mg/kg	201097	82.5					
Molybden	MO-ICP-J	mg/kg	201097	<1.5					
Kvikksølv	HG-CVAAS-J	mg/kg	311299	0.016					
Tinn	*SN-ICP-J	mg/kg	241097	2.4					

- # Se siste side for nærmere beskrivelse av metode  
\* Bestemmelsen er ikke akkreditert  
\*\* Bestemmelse hvor det er blitt benyttet underleverandør

Oppdragsgiver:  
Kummeneje A/S  
T.Gilde



**JORDFORSK**  
Landbrukets analysesenter  
Adresse: 1432 ÅS  
Telefon: 64948118 Telefax: 64948120

Rapportnr: 6-02681

Side: 4 (4)

Usikkerheten i tabellen under er angitt som relativt standardavvik av en kontrollprøve målt over flere dager

Metode				Nedre best. grense	Beskrivelse
NA-ICP-J	(AJ1)	8 % RSD	2.5 mg/kg		Natrium i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
K-ICP-J	(AJ1)	8 % RSD	10 mg/kg		Kalium i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
MG-ICP-J	(AJ1)	3 % RSD	4 mg/kg		Magnesium i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
CA-ICP-J	(AJ1)	4 % RSD	20 mg/kg		Kalsium i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
FE-ICP-J	(AJ1)	3 % RSD	1.5 mg/kg		Jern i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
P-ICP-J	(AJ1)	4 % RSD	8 mg/kg		Fosfor i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
S-ICP-J	(AJ1)	3 % RSD	40 mg/kg		Svovel i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
AL-ICP-J	(AJ1)	8 % RSD	1.5 mg/kg		Aluminium i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
CU-ICP-J	(AJ1)	7 % RSD	0.3 mg/kg		Kobber i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
MN-ICP-J	(AJ1)	10 % RSD	0.1 mg/kg		Mangan i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
ZN-ICP-J	(AJ1)	3 % RSD	1 mg/kg		Sink i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
PB-ICP-J	(AJ1)	10 % RSD	4 mg/kg		Bly i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
CD-EAAS-J	(AJ5)	9 % RSD	0.005 mg/kg		Kadmium i jord oppsluttet i kongevann (EAAS)
V-ICP-J	(AJ1)	9 % RSD	0.5 mg/kg		Vanadium i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
NI-ICP-J	(AJ1)	4 % RSD	1 mg/kg		Nikkel i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
TI-ICP-J	(AJ1)	12 % RSD	0.4 mg/kg		Titan i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
CR-ICP-J	(AJ1)	4 % RSD	0.5 mg/kg		Krom i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
CO-ICP-J	(AJ1)	11 % RSD	0.8 mg/kg		Kobolt i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
BA-ICP-J	(AJ1)	5 % RSD	0.25 mg/kg		Barium i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
MO-ICP-J	(AJ1)	2 % RSD	1.5 mg/kg		Molybden i jord oppsluttet i kongevann (ICP-AES)
HG-CVAAS-J	(AJ2)	14 % RSD	0.015 mg/kg		Kvikksølv i jord oppsluttet i salpetersyre (CVAAS)
* SN-ICP-J			1.0 mg/kg		Tinn i jord oppsluttet med saltsyre (ICP)

\* Bestemmelsen er ikke akkreditert

## Bilag 7

### Kjemiske analyser - vannprøver



**SINTEF Kjemi**

**Sensor og analyseteknikk**

Postadresse: 7034 Trondheim

Besøksadresse: Sem Sælands vei 12

Telefon: 73 59 28 69

Telefaks: 73 59 31 62

Teleks: 55 620 sintf n

Foretaksregisteret:

NO 948 007 029 MVA



Prøvlingslaboratorium akkreditert av  
Norsk Akkreditering med registrerings-  
nummer P090.

# ANALYSERAPPORT

OPPDRA GSGIVER

**MOTTATT**

**Kummeneje Ottar AS**  
**Øvre Flatås vei 10**  
**7079 FLATÅS**  
**Attn.: Trond Gilde**

OPPDRA G

Bestemme mengde PAH i vann

PRØVEMATERIALE

Vann

ANTALL/FORM

9

PRØVER MOTTATT

1997-10-13

VÅR REF.

2655-63/97/HG

DERES REF.

Brekstad

PRØVER UTTATT AV

Oppdragsgiver

UTFØRT AV/DATO

Glomstad

Oktober

TELEFON (FAGLIG ANSVARLIG)

73592866

ELEKTRONISK ARKIVKODE

97003632

FAGLIG ANSVARLIG

Hilde Glomstad

ANTALL SIDER DATO

1 av 10

1997-06-10

ANSVARLIG SIGNATUR FOR SINTEF

Harry M. Rong, forskningssjef

ANALYSEMETODER

Prøven er analysert gasskromatografisk iht. akkreditert internt prosedyrenummer 66-S-AP-1200.

ANMERKNING

Prøven oppbevares i 1 mnd. fra analyserapportens dato.

Usikkerheten i analysen er  $\pm 10\%$ .

Faktura sendes separat.

**FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)**

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembrakt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEF's analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene. Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar. DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

## Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2655/97  
 Prøvemerk: P117, Brønn 7

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	7,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	1,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyl	2,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftalen	0,5 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	10,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	7,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	5,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	0,9 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	4,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	0,5 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenylen-sulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifenylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyrene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	41,9 µg/l	±10%	

# Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2656/97  
 Prøvemerk: P118, Brønn 118

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	8,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	1,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	0,8 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyl	0,3 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftalen	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	2,5 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	1,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	1,4 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	0,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	1,9 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	0,4 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	0,8 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,4 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenylensulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifenylen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyrener	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	20,2 µg/l	±10%	

# Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2657/97  
 Prøvemerk: P119, Brønn 22

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyl	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	0,4 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenylen-sulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifenylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyrener	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	1,3 µg/l	±10%	



# Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2658/97  
 Prøvemerk: P120, Brønn 23

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyli	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	0,4 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenylensulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifynylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyrener	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	1,3 µg/l	±10%	

## Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2659/97  
 Prøvemerk: P121, Brønn 24

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	0,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	1,9 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	0,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyli	1,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	0,9 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	1,8 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	0,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	0,5 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	0,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	0,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	0,4 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,3 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenylensulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifenylen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,3 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyrener	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	13,5 µg/l	±10%	

# Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2660/97  
 Prøvemerk: P122, Brønn Vik

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyli	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	0,3 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenylensulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifenylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyrener	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	1,1 µg/l	±10%	

## Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2661/97  
 Prøvemerk: P114, Brønn

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyli	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	0,4 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenylensulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifenylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyreneer	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	0,9 µg/l	±10%	

# Resultater PAH analyse

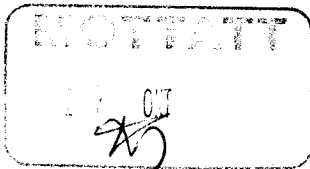
Journalnummer: 2662/97  
 Prøvemerk: P115, Brønn 5

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyyl	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	0,1 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	0,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	0,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	0,4 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	0,2 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenylen-sulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifenylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyrener	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	2,6 µg/l	±10%	

## Resultater PAH analyse

Journalnummer: 2663/97  
 Prøvemerk: P116, Brønn 6

		Usikkerhet	Deteksjonsgrense
Naftalen	612,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
2-metylnaftalen	42,5 µg/l	±10%	0,1 µg/l
1-metylnaftalen	28,8 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Bifenyyl	9,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaftylen	2,3 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Acenaften	40,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzofuran	20,8 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoren	15,8 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzotiofen	1,8 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fenantren	15,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antrasen	1,9 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Fluoranten	1,7 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Pyren	0,8 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoren/	}	±10%	0,1 µg/l
Benzdifenyylensulfid			
Benzo(c)fluoren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)antrasen	4,6 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Krysen / Trifynylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(b)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(j&k)fluoranten	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(e)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(a)pyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Perylen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Indenopyren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzo(a,h)antrasen	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Benzo(ghi)perylene	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Antantren	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Dibenzopyrener	0,0 µg/l	±10%	0,1 µg/l
Total PAH	799,2 µg/l	±10%	



# TauwMilieu

Laboratorium

Handelskade 11  
7417 DE Deventer  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Tel. 0570-699760  
Fax 0570-699761



Kummeneje  
For the attention of  
Dhr. Trond Gilde  
P.O. BOX 6032  
N-7003 TRONDHEIM (NORWAY)

Our ref.:  
Lab/388623/ADO/pro/F

Date:  
24/10/97

Projectnummer : 5761001  
Your ref. :  
Subject : Analytical Results  
Analytical code : 850038  
Handled by : Ms Ing. K. Schanssema-Kanbier (+ 31-570699762)  
Ms Ing. G.J. Stevens-Boorsma (+ 31-570699763)

We herewith send you the results of our laboratory tests. All analyses were carried out in accordance with the "Tauw Milieu Laboratory Survey of Analytical Methods", May 1997.

If you require further information, please do not hesitate to contact the laboratory coordination department.

If the execution of the analyses is not to your expectations, you are requested to contact the undersigned (+ 31-570699758).

We trust that the enclosed information will meet with your requirements.

Yours sincerely,

Laboratory

Mr A.S.M.J. Doveren MSc  
Head of the Laboratory

Enc



Tauw Milieu bv

Adviesbureau  
Laboratorium  
Internationaal

Al onze aanbiedingen, opdrachten en (raam)overeenkomsten, een en ander ter zake van het verrichten van laboratoriumonderzoek worden uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Algemene Laboratoriumvoorwaarden, gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel en Fabrieken te Deventer onder nummer 414

Tauw Milieu bv  
KvK Deventer nr 38014985  
Hoofdkantoor in Deventer;  
vestigingen in Amsterdam, Assen,  
Best, Rotterdam, Sittard, Soest,  
Berlijn, Moers, Zaventem en Dijon.

Het Milieulaboratorium is ingeschreven in het STERLAB-register voor laboratoria onder nr. L005 voor gebieden zoals nader omschreven in de erkenning

# TauwMilieu

Laboratorium

Handelskade 11  
7417 DE Deventer  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Tel. 0570-699760  
Fax 0570-699761



## ANALYTICAL RESULTS

Page 1 of 4

Projectnumber : 5761001  
Analytical code : 850038

Project/Location:

### Sample codes:-

Concerning : Groundwater  
Sampled by : Kummeneje  
Sampling Date :  
Investigation date : 17/10/97

1 : F101 Br0nn1  
2 : F102 Br0nn5  
3 : F103 Br0nn6  
4 : A104 Br0nn6

ANALYSIS	Units	1	2	3	4
AROMATIC SOLVENTS (BTEXN)					
by GC					
Q Benzene	ug/l				<1
Q Toluene	ug/l				<0.5
Q Ethylbenzene	ug/l				<0.5
Q m,p-Xylene	ug/l				4.0
Q Orthoxylene	ug/l				3.3
Q Naphthalene	ug/l				1300
Q Sum of Xylenes	ug/l				7.3
PHENOLS					
by GC-FID					
Q Phenol	ug/l	<0.2 (ba)	<0.2 (ba)	<0.2 (ba)	
Q o-Cresol	ug/l	<0.2	<0.2	1.6	
Q m-Cresol	ug/l	<0.2	<0.2	0.36	
Q Paracresol	ug/l	<0.2	<0.2	0.44	
Q 2,3-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	
Q 2,4-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	
Q 2,5-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	
Q 2,6-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	
Q 3,4-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	
Q para-Ethyl/3,5-Dimethylphenol	ug/l	0.16	<0.1	0.13	
Q ortho-Ethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	
Q m-Ethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	
Q Sum of Cresols	ug/l	n.a.	n.a.	2.4	



Tauw Milieu bv

Adviesbureau  
Laboratorium  
Internationaal

All analyses marked with a "Q" are accredited by STERLAB.

For an explanation of the letter codes given between brackets, please see "Supplementary Information", attached to this report.

Al onze aanbiedingen, opdrachten en (raam)overeenkomsten, een en ander ter zake van het verrichten van laboratoriumonderzoek worden uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Algemene Laboratoriumvoorwaarden, gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel en Fabrieken te Deventer onder nummer 414

Tauw Milieu bv  
KvK Deventer nr 38014985  
Hoofdkantoor in Deventer;  
vestigingen in Amsterdam, Assen,  
Best, Rotterdam, Sittard, Soest,  
Berlijn, Moers, Zaventem en Dijon.

Het Milieulaboratorium is  
ingeschreven in het STERLAB-register  
voor laboratoria onder  
nr. L005 voor gebieden zoals nader  
omschreven in de erkenning



## ANALYTICAL RESULTS

Page 2 of 4

Projectnumber : 5761001  
Analytical code : 850038

Project/Location:

### Sample codes:-

Concerning : Groundwater  
Sampled by : Kummeneje  
Sampling Date :  
Investigation date : 17/10/97

5 : F105 Br0nn7  
6 : F107 Br0nn21  
7 : F108 Br0nn22  
8 : A109 Br0nn22

ANALYSIS		Units	5	6	7	8
AROMATIC SOLVENTS (BTEXN)						
by GC						
Q Benzene	ug/l					<0.1
Q Toluene	ug/l					<0.1
Q Ethylbenzene	ug/l					<0.1
Q m,p-Xylene	ug/l					<0.1
Q Orthoxylene	ug/l					<0.1
Q Naphthalene	ug/l					<0.1
Q Sum of Xylenes	ug/l					n.a.
PHENOLS						
by GC-FID						
Q Phenol	ug/l	<0.2 (ba)	<0.2 (ba)	<0.2 (ba)		
Q o-Cresol	ug/l	1.2	<0.2	<0.2		
Q m-Cresol	ug/l	0.26	<0.2	<0.2		
Q Paracresol	ug/l	0.32	<0.2	<0.2		
Q 2,3-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1		
Q 2,4-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1		
Q 2,5-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1		
Q 2,6-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1		
Q 3,4-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1		
Q para-Ethyl/3,5-Dimethylphenol	ug/l	0.14	0.10	<0.1		
Q ortho-Ethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1		
Q m-Ethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1		
Q Sum of Cresols	ug/l	1.8	n.a.	n.a.		



Tauw Milieu bv

Adviesbureau  
Laboratorium  
Internationaal

All analyses marked with a "Q" are accredited by STERLAB.

For an explanation of the letter codes given between brackets, please see "Supplementary Information", attached to this report.

Al onze aanbiedingen, opdrachten en (raam)overeenkomsten, een en ander ter zake van het verrichten van laboratoriumonderzoek worden uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Algemene Laboratoriumvoorwaarden, gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel en Fabrieken te Deventer onder nummer 414

Tauw Milieu bv  
KvK Deventer nr 38014985  
Hoofdkantoor in Deventer;  
vestigingen in Amsterdam, Assen,  
Best, Rotterdam, Sittard, Soest,  
Berlijn, Moers, Zaventem en Dijon.

Het Milieulaboratorium is  
ingeschreven in het STERLAB-register  
voor laboratoria onder  
nr. L005 voor gebieden zoals nader  
omschreven in de erkenning

Handelskade 11  
7417 DE Deventer  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Tel. 0570-699760  
Fax 0570-699761



## ANALYTICAL RESULTS

Page 3 of 4

Projectnumber : 5761001  
Analytical code : 850038

Project/Location:

Concerning : Groundwater  
Sampled by : Kummeneje  
Sampling Date :  
Investigation date : 17/10/97

Sample codes:-

11: F110 Br0nn23  
12: F112 Br0nn VIK

### ANALYSIS

Units

11

12

#### PHENOLS

by GC-FID

Q Phenol	ug/l	<0.2 (ba)	<0.2 (ba)
Q o-Cresol	ug/l	<0.2	<0.2
Q m-Cresol	ug/l	<0.2	<0.2
Q Paracresol	ug/l	<0.2	<0.2
Q 2,3-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1
Q 2,4-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1
Q 2,5-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1
Q 2,6-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1
Q 3,4-Dimethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1
Q para-Ethyl/3,5-Dimethylphenol	ug/l	0.22	<0.1
Q ortho-Ethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1
Q m-Ethylphenol	ug/l	<0.1	<0.1
Q Sum of Cresols	ug/l	n.a.	n.a.



Tauw Milieu bv

Adviesbureau  
Laboratorium  
Internationaal

All analyses marked with a "Q" are accredited by STERLAB.

For an explanation of the letter codes given between brackets, please see "Supplementary Information", attached to this report.

Al onze aanbiedingen, opdrachten en (raam)overeenkomsten, een en ander ter zake van het verrichten van laboratoriumonderzoek worden uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Algemene Laboratoriumvoorwaarden, gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel en Fabrieken te Deventer onder nummer 414

Tauw Milieu bv  
KvK Deventer nr 38014985  
Hoofdkantoor in Deventer;  
vestigingen in Amsterdam, Assen,  
Best, Rotterdam, Sittard, Soest,  
Berlijn, Moers, Zaventem en Dijon.

Het Milieulaboratorium is  
ingeschreven in het STERLAB-register  
voor laboratoria onder  
nr. L005 voor gebieden zoals nader  
omschreven in de erkenning

# TauwMilieu

Laboratorium

Handelskade 11  
7417 DE Deventer  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Tel. 0570-699760  
Fax 0570-699761



page 4 of 4

## S U P P L E M E N T A R Y   I N F O R M A T I O N

Concerning :    Projectnumber    : 5761001  
                  Analytical code    : 850038

---

### Explanation of the letter codes given between brackets

(ba) : The recovery for phenol is approximately 40%. The reported concentration value has not been corrected for this recovery, and should therefore be regarded as indicative.



*Tauw Milieu bv*

*Adviesbureau  
Laboratorium  
Internationaal*

Al onze aanbiedingen, opdrachten en (raam)overeenkomsten, een en ander ter zake van het verrichten van laboratoriumonderzoek worden uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Algemene Laboratoriumvoorwaarden, gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel en Fabrieken te Deventer onder nummer 414

Tauw Milieu bv  
KvK Deventer nr 38014985  
Hoofdkantoor in Deventer;  
vestigingen in Amsterdam, Assen,  
Best, Rotterdam, Sittard, Soest,  
Berlijn, Moers, Zaventem en Dijon.

Het Milieulaboratorium is  
ingeschreven in het STERLAB-register  
voor laboratoria onder  
nr. L005 voor gebieden zoals nader  
omschreven in de erkenning

## Bilag 8

### Kjemiske analyser - luftprøver

# RAPPORT

**MILJØ-KJEMI**

Norsk Miljø Senter

Nils Hansens vei 13 N 0667 Oslo  
Foretaksregisteret NO 967 996 955 MVA



Saksnr. 12790-12-5

Side 1 av 3

**K O P I**

# RAPPORT

ANALYSE AV LUFT, BREKSTAD

- Opsamlingsrør: Aktivt kull -

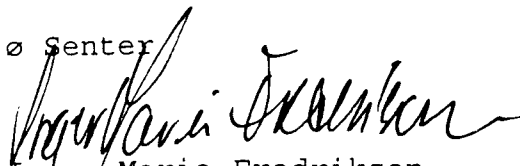
Rekvirent: Kummeneje A/S  
Engebretsvei 5  
0212 Oslo

Att.: Odd Bryhn

Oslo, 15.10.1997/hm

MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter

  
Henning Mohn  
sivilingeniør

  
Inger Marie Fredriksen  
kjemingeniør

# RAPPORT

**MILJØ-KJEMI**

Norsk Miljø Senter

Nils Hansens vei 13 N 0667 Oslo  
Foretaksregisteret NO 967 996 955 MVA



Saksnr. 12790-12-5

Side 2 av 3

MILJØ-KJEMI Norsk Miljø Senter har foretatt analyse av poreluft, inneluft og friluft oppsamlet på kullrør.

Analysene er rekvirert av Kummeneje A/S ved Odd Bryhn.

## PRØVEMATERIALE OG ANALYSEOMFANG

Laboratoriet mottok den 29.09.1997 7 prøve-par av SKC kullrør til analyse for benzen, toluen, xylener og naftalen. Hvert prøve-par bestod av et A- og et B-rør som ved oppsamling var montert i serie på pumpens sugeside, med A-røret ytterst fra pumpen og dermed høyest eksponert.

Kullrørprøvene var merket:

1A / 1B

2A / 2B

3A / 3B

4A / 4B

5A / 5B

6A / 6B

7A friluft / 7B friluft

Prøvene ble kjølt ned etter mottak og holdt kjølig fram til analyse.

Prøvene ble analysert i perioden 03.10.1997-14.10.1997.

# RAPPORT

MILJØ-KJEMI

Norsk Miljø Sentral

Nils Hansens vei 13 N 0667 Oslo  
Foretaksregisteret NO 967 996 955 MVA



Saksnr. 12790-12-5

Side 3 av 3

## ANALYSEMETODER

Løsemidler i luft oppsamlet på kullrør: MK-2624

En kjent luftmengde suges gjennom et kullrør. Det aktive kullet overføres til et prøveglass, og de adsorberte stoffer desorberes med karbondisulfid. Desorberte BTX-forbindelser og naftalen bestemmes ved GC/MS-SIM. Kullrørets kontrollsone analyseres parallelt som kontroll mot overbelastning. Beskrivelse av deteksjonsgrenser og analyseusikkerhet framgår fra den vedlagte akkrediterte analyserapporten.

## RESULTATER

Resultatene framgår fra den vedlagte akkrediterte analyserapporten.

For alle prøver, unntatt prøve 6A/6B, var det ikke nødvendig å analysere de etterfølgende B-rørene. For prøve 6A/6B var A-røret overbelastet, 6B-røret ble derfor også analysert.

Kummeneje A/S  
Engebretsvei 5  
N-0212 Oslo

Opgavenr.: 32029-7-44

## Analyserapport

### Poreluft

#### Prøvemateriale

Modtaget i lab.: 30. september 1997  
Antal og prøvetype: 14 stk. mellem-kulrør  
Prøvemærkning: 1 A/B - 7 A/B  
Analyseperiode: 3. - 14. oktober 1997

#### Metoder

BTX: **MK-2624** Analyseusikkerhed (RSD): **10%** ①

#### Resultater

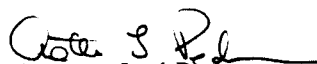
Enhed: $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prøvemærkning				
	1 A	2 A	3 A	4 A	det. grænse
Opsamlet luftmængde	100 liter	100 liter	100 liter	100 liter	
Benzen	1,1	1,7	2,8	3,2	0,1
Toluen	9,7	4,6	2,6	3,7	0,5
Xylener	39	8,7	2,2	33	0,5
Naphtalen	-	-	-	-	1


① Ved værdier mindre end 10 gange detektionsgrænsen er analyseusikkerheden op til 50%

- Mindre end den angivne detektionsgrænse

Galten, den 08. oktober 1997 - Ref. AJP

MILJØ-KEMI, Dansk Miljø Center A/S

  
Annette Juul Pedersen  
kemiingeniør

  
Pernille Simonsen  
civilingeniør



Kummeneje A/S  
Engbretsvei 5  
N-0212 Oslo

Opgavenr.: 32029-7-44

## Analyserapport

### Poreluft

#### Prøvemateriale

Modtaget i lab.: 30. september 1997  
Antal og prøvetype: 14 stk. mellem-kulrør  
Prøvemærkning: 1 A/B - 7 A/B  
Analyseperiode: 3. - 14. oktober 1997

#### Metoder

BTX: MK-2624 Analyseusikkerhed (RSD): 10% ①

#### Resultater


Enhed: $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Prøvemærkning			
	5 A	6 A/B	7 A friluft	det. grænse
Opsamlet luftmængde	100 liter	100 liter	100 liter	
Benzen	2,7	6,3	-	0,1
Toluen	1,9	16	-	0,5
Xylener	2,1	11	-	0,5
Naphtalen	-	-	-	1

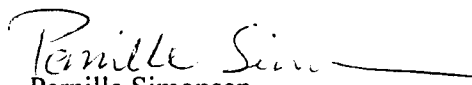
① Ved værdier mindre end 10 gange detektionsgrænsen er analyseusikkerheden op til 50%

- Mindre end den angivne detektionsgrænse

Galten, den 14. oktober 1997 - Ref. AJP

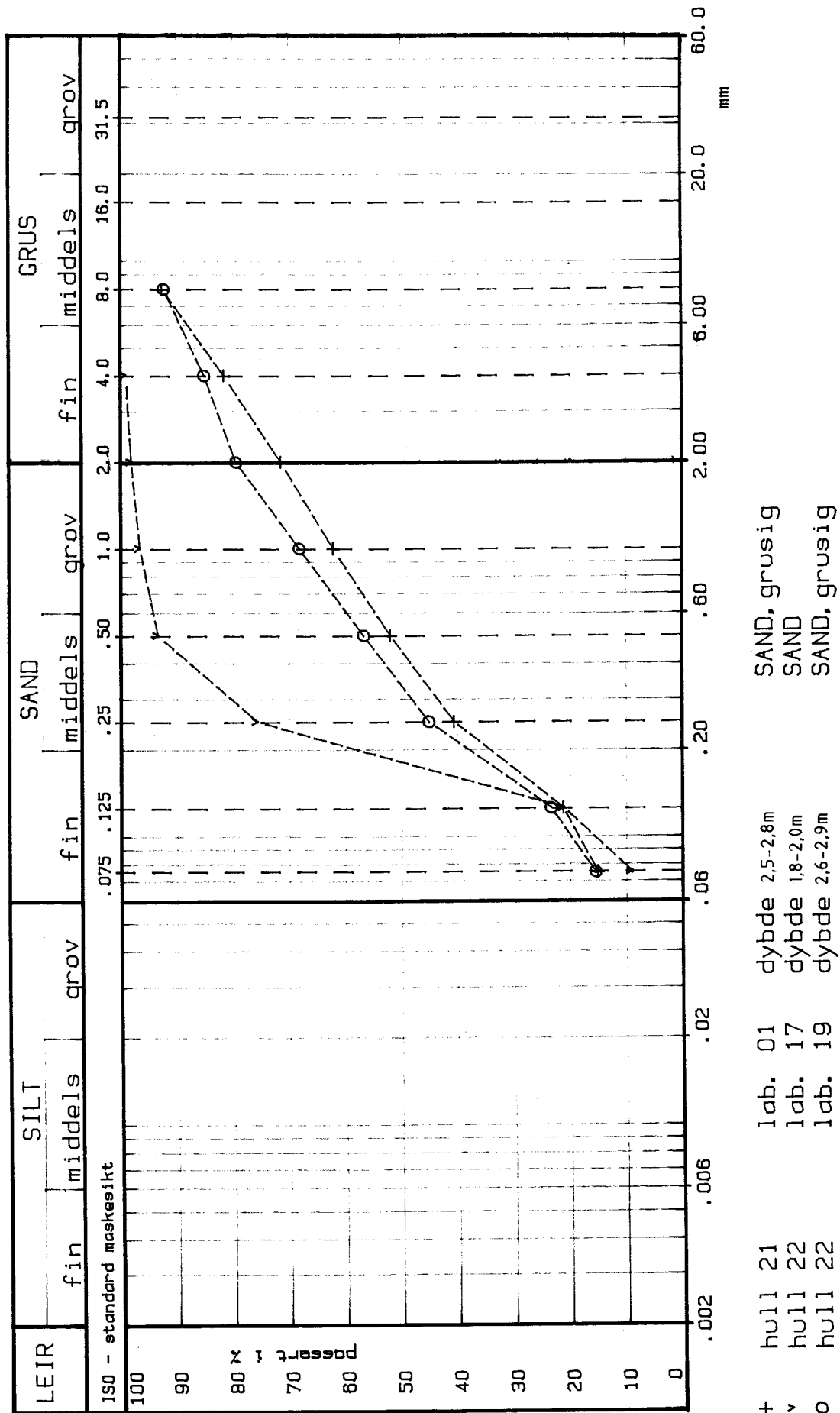
MILJØ-KEMI, Dansk Miljø Center A/S

  
Annette Juul Pedersen  
kemiingeniør

  
Pernille Simonsen  
civilingeniør

## Bilag 9

### Kornfordelingsanalyser og permeabilitet



**Kommune**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG  
MILJØTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER  
BREKSTAD GÅRD

KORNFORDELING

MÅLESTOKK

TEGNET AV

KS/

DATO

27.11.97

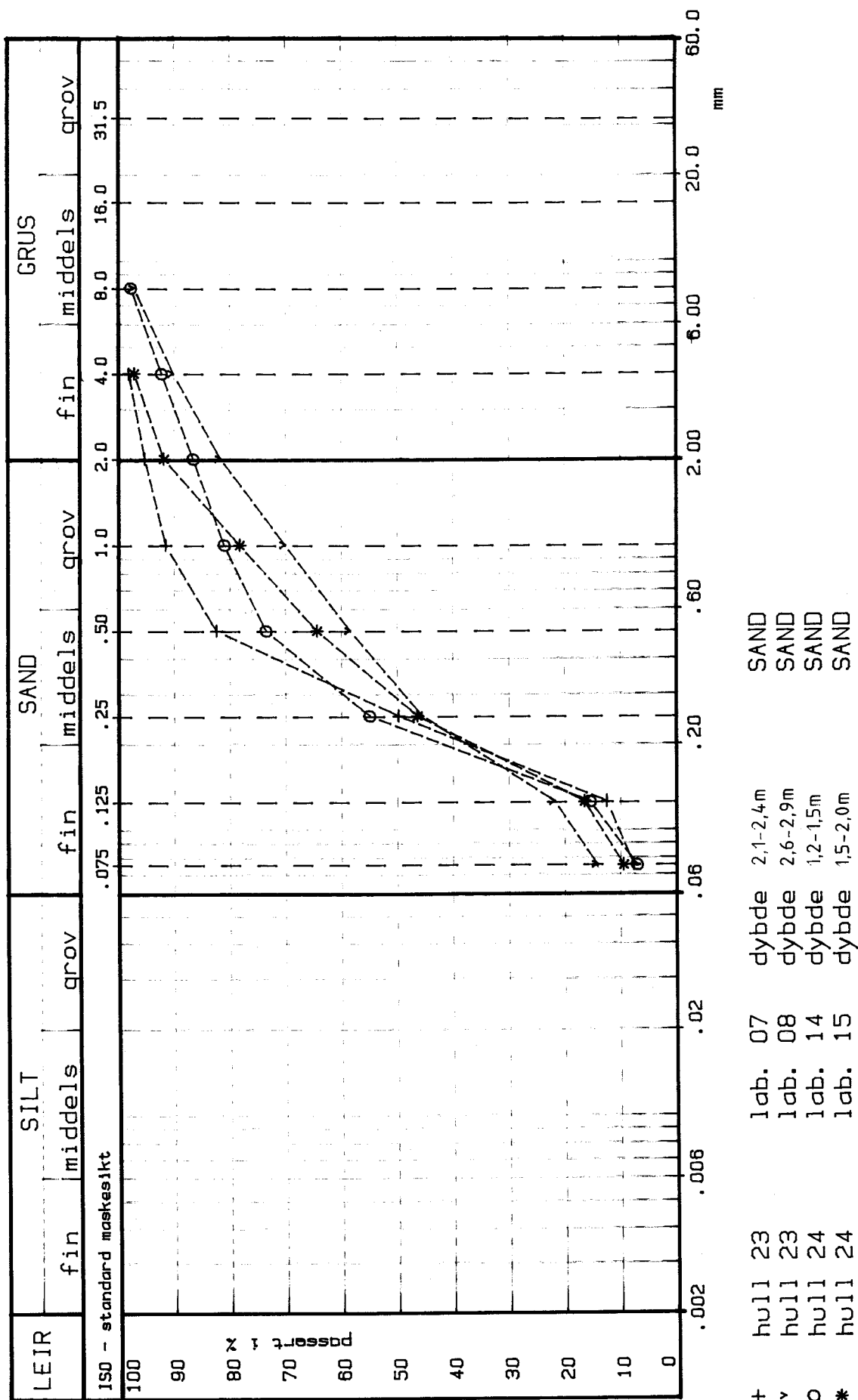
OPDRAG

12012

BILAG

TEGN. NR

124



**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG  
MILJØTEKNISKE GRUNNUNTERSØKELSER  
BREKSTAD GÅRD

KORNFORDELING

MÅLESTOKK

TEGNET AV

KS/

DATO

27.11.97

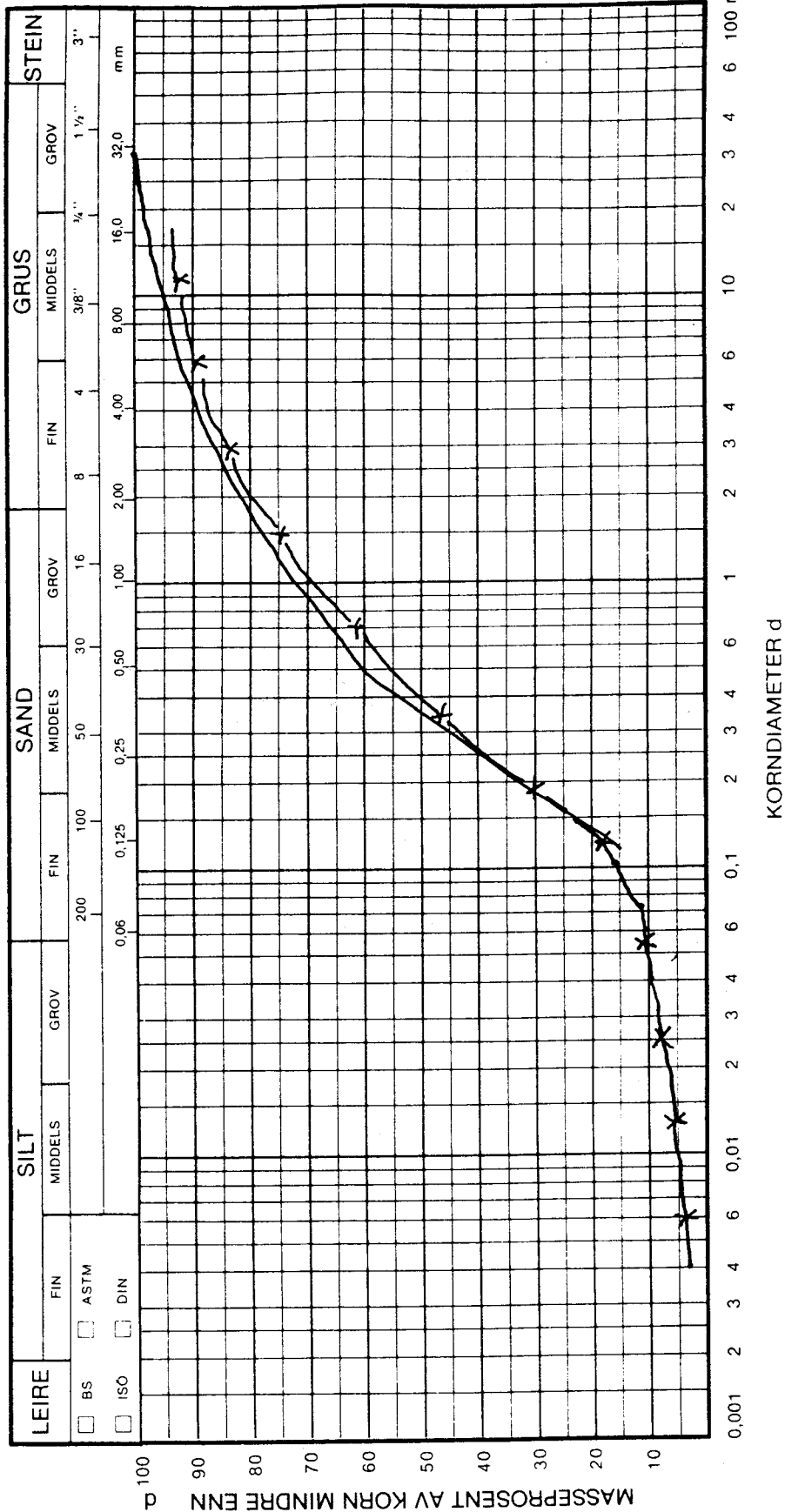
OPPDRAG

BILAG

TEGN. NR

125

12012



SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	ANMERKNING	METODE		
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP	VÅT + TØRR SIKT
	BR5	1,7m	SAND(litt skjell)			X		
	BR5	3,2m	SAND, grusig	12		X	X	
X								

## KORNGRADERING

NORSAS, BREKSTAD GÅRD

OPPRYDDING I AVFALLSDEPONEI

BORING NR.  
BRØNN E

TEGNET  
I. K. K

REV

KONTR.  
OHA

KONTR.

DATO  
06.07.92

DATO

REV.

SIDE

OPPDRAG NR.

TEGN. NR.

37704

66

## KORNGRADERING

NORSAS, BREKSTAD GÅRD  
OPPRYDDING I AVFALSDEPONI



OPPDAG NR

37704

BORING NR.  
SJAKT 10

TEGN NR

67

TEGNET  
I.K.

KONTR.  
*OHA*

DATO  
06.07.92

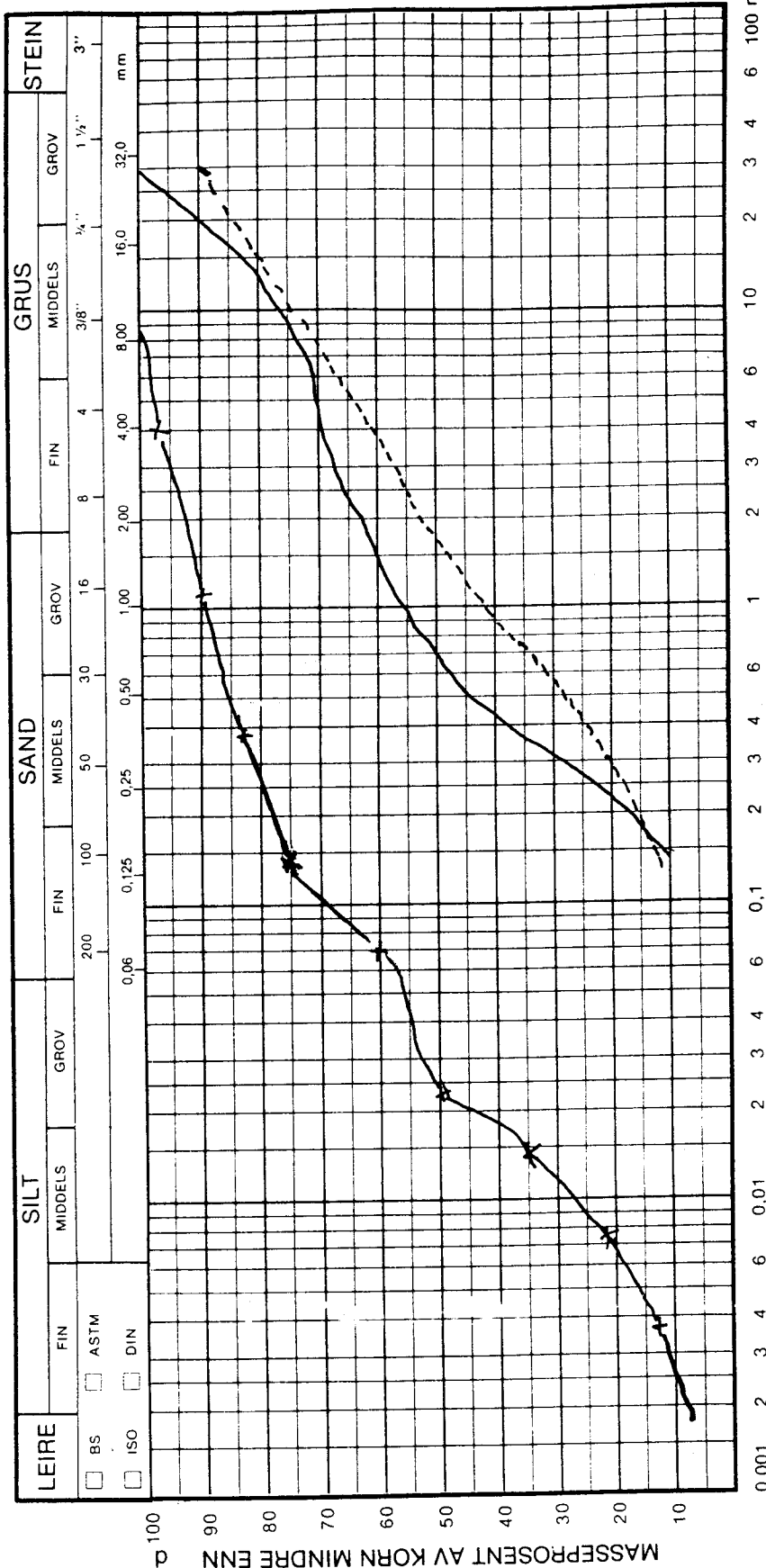
REV.

REV

KONTR

DATO

SIDE

KORNDIAMETER  $d$ 

SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	ANMERKNING	METODE		
						TØRR SIKT	HYDR. FROP	VAT + TØRR SIKT
---	SJ.10	0,8m	Sandig grusig materiale	35		x		
---	SJ.10	1,6m	SAND, Grusig materiale	12		x		
-x	SJ.10	3,2m	SILT, leirig, sandig	20			x	x

OPPDRAK NR

37704

TEGN. NR.

68

## KORNGRADERING

NORSAS, BREKSTAD GÅRD

OPPRYDDING I AVFALLSDEPONI

BORING NR.  
SJAKT 11TEGNET  
I.K

REV.

KONTR.

KONTR.

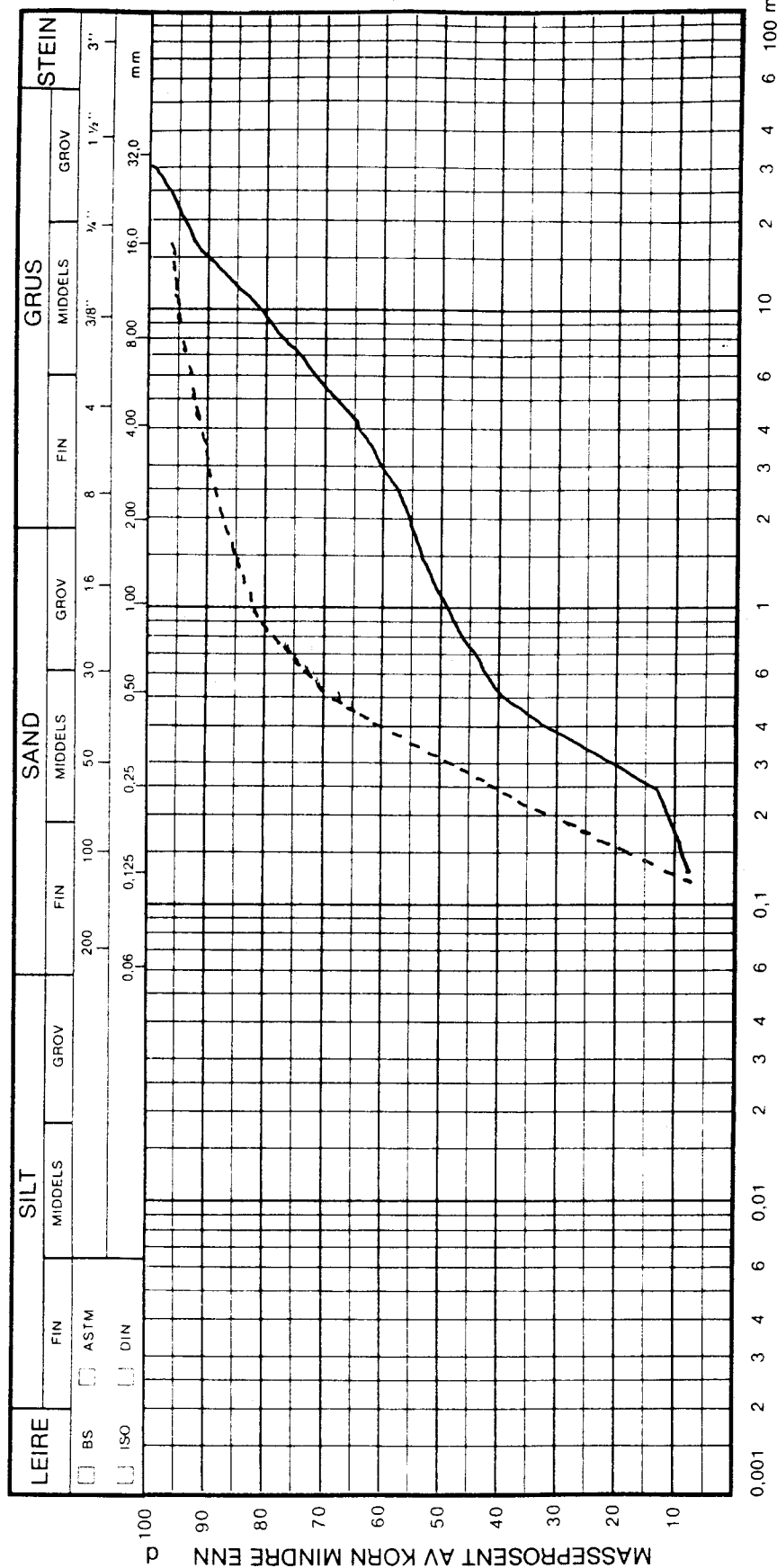
DATO

DATO

06.07.92

REV.

SIDE

KORNDIAMETER  $\phi$ 

SYM. BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	Cu = CCG/	ANMERKNING	METODE		
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP	VÅT + TØRR SIKT
—	SJ.11	1.5m	Sandig, grusig materiale	16		x		
- - -	SJ.11	2.0m	SAND (mye skjell)	3		x		

# KORNGRADERING

NORSAS, BREKSTAD GÅRD

OPPRYDDING I AVFALLSDEPONI



OPPDAG NR

37104

BORING NR.  
SJAKT 12

TEGN. NR

69

TEGNET  
I.k

KONTR.  
*OH*

DATO  
06.07.92

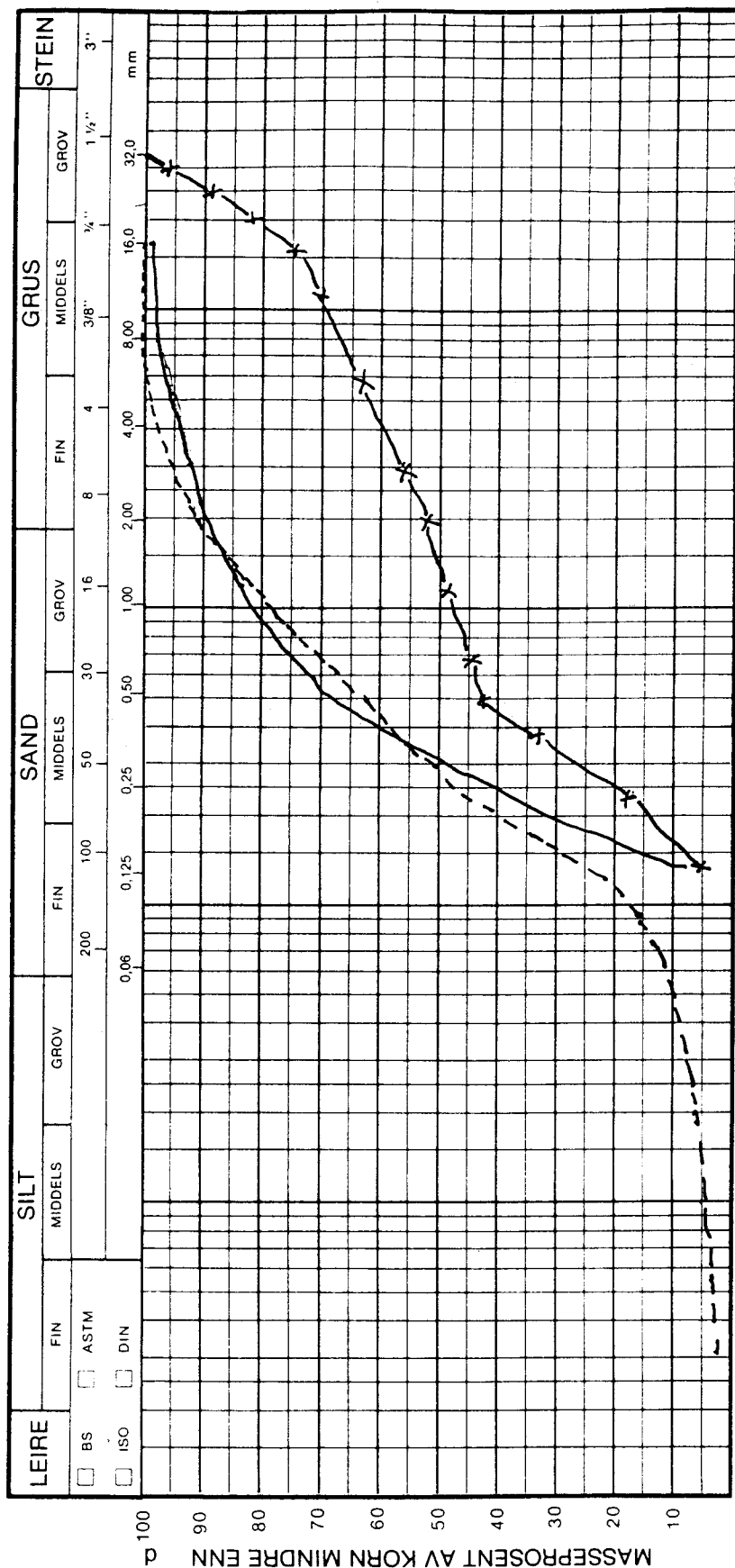
REV.

REV.

KONTR.

DATO

SIDE



KORNDIAMETER d

SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	ANMERKNING	METODE		
					TØRR SIKT	HYDR. F.DROP	TØRR SIKT + TØRR SIKT
<i>x</i>	sj.12	1,3m	Sandig, grusig materiale		x		
<i>—</i>	sj.12	2,7m	SAND (mye skjell)		x		
<i>---</i>	sj.12	3,5m	SAND (mye skjell)		x	x	

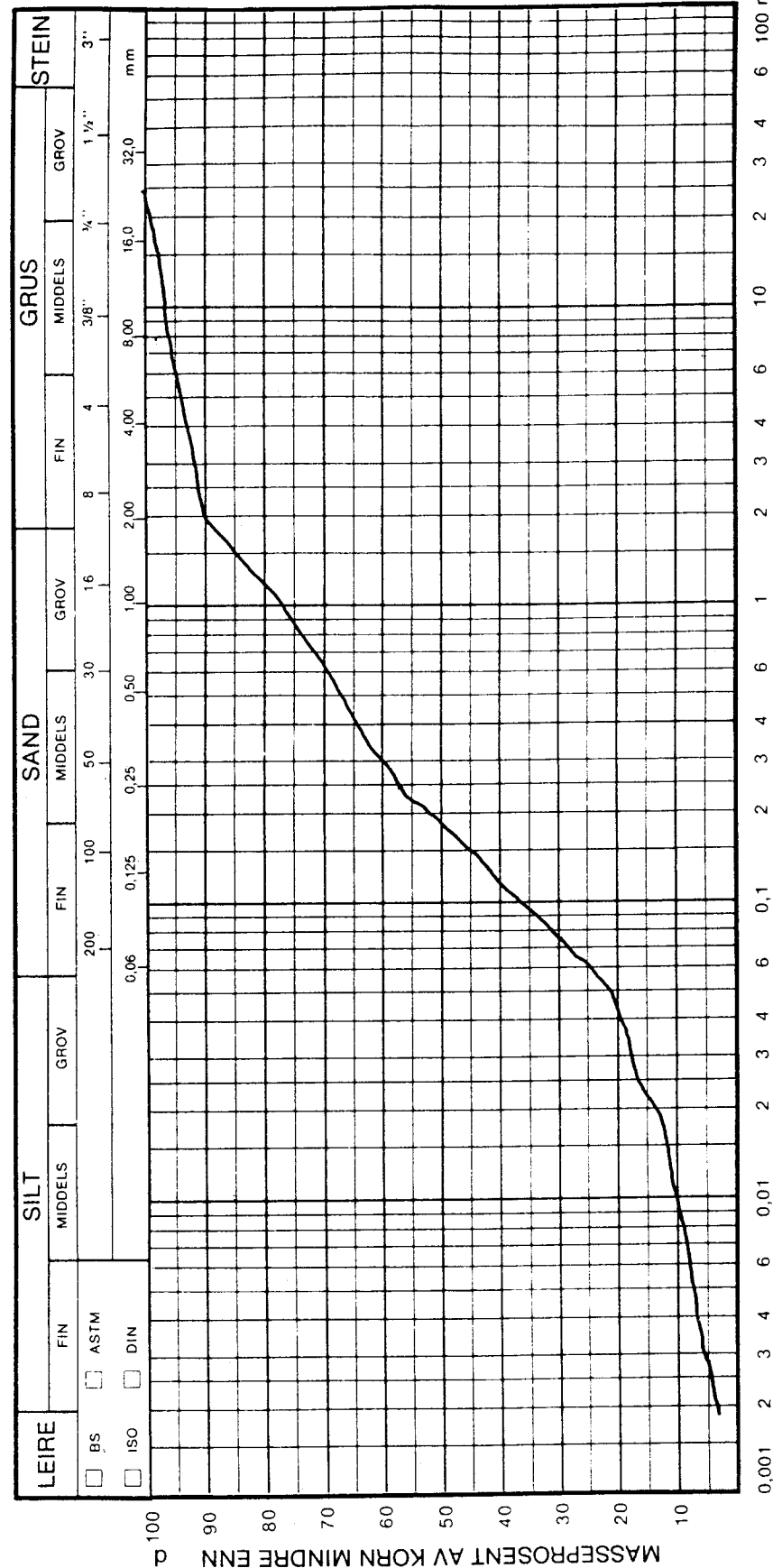
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$

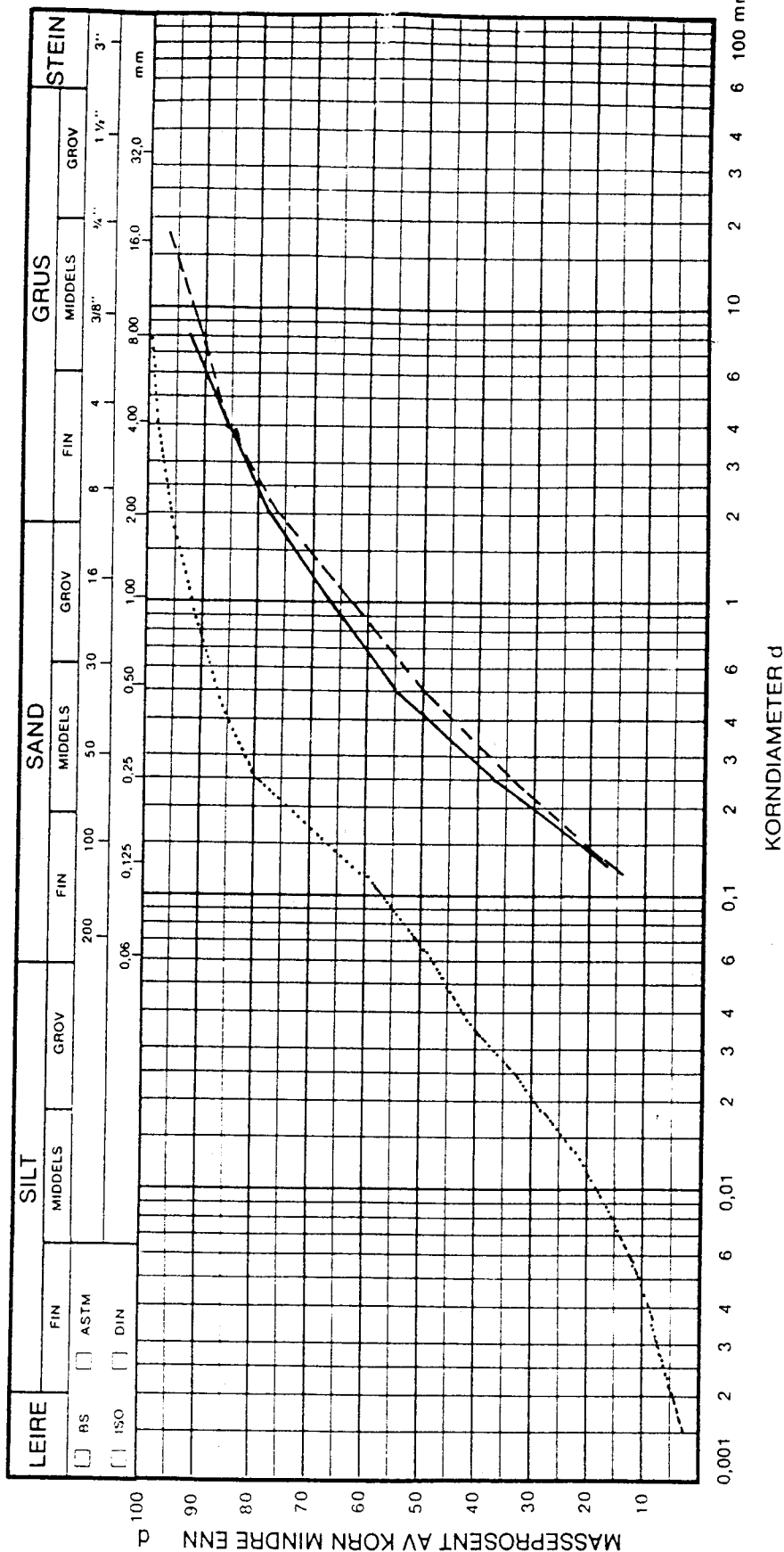
25

3

9







SYM. BOL	PRØVE-SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	Cu = $d_{60}/d_{10}$	ANMERKNING	METODE		
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP	VAT + TØRR SIKT
---	SK1	2,5-3,0	SAND, grusig	6		x		
---	"	3,5-4,0	---	8		x		
....	"	4,0-4,5	SILT, sandig, leirfattig	24		x	x	

## KORNGRADERING

STATENS FORURENSNINGSTILSYN  
AVFALLSDEPONI - BREKSTAD GÅRD

BORING NR.  
SK1

TEGNET  
iw

REV.

KONTR.  
OFA

KONTR.

DATO  
26.07.91

DATO

## KORNGRADERING

STATENS FORURENSNINGSTILSYN  
AVFALLSDEPONI - BREKSTAD



OPPDAG NR.

37704

TEGN. NR.

60

BORING NR.  
SK2TEGNET  
iwKONTR.  
*OKA*DATO  
26.07.91

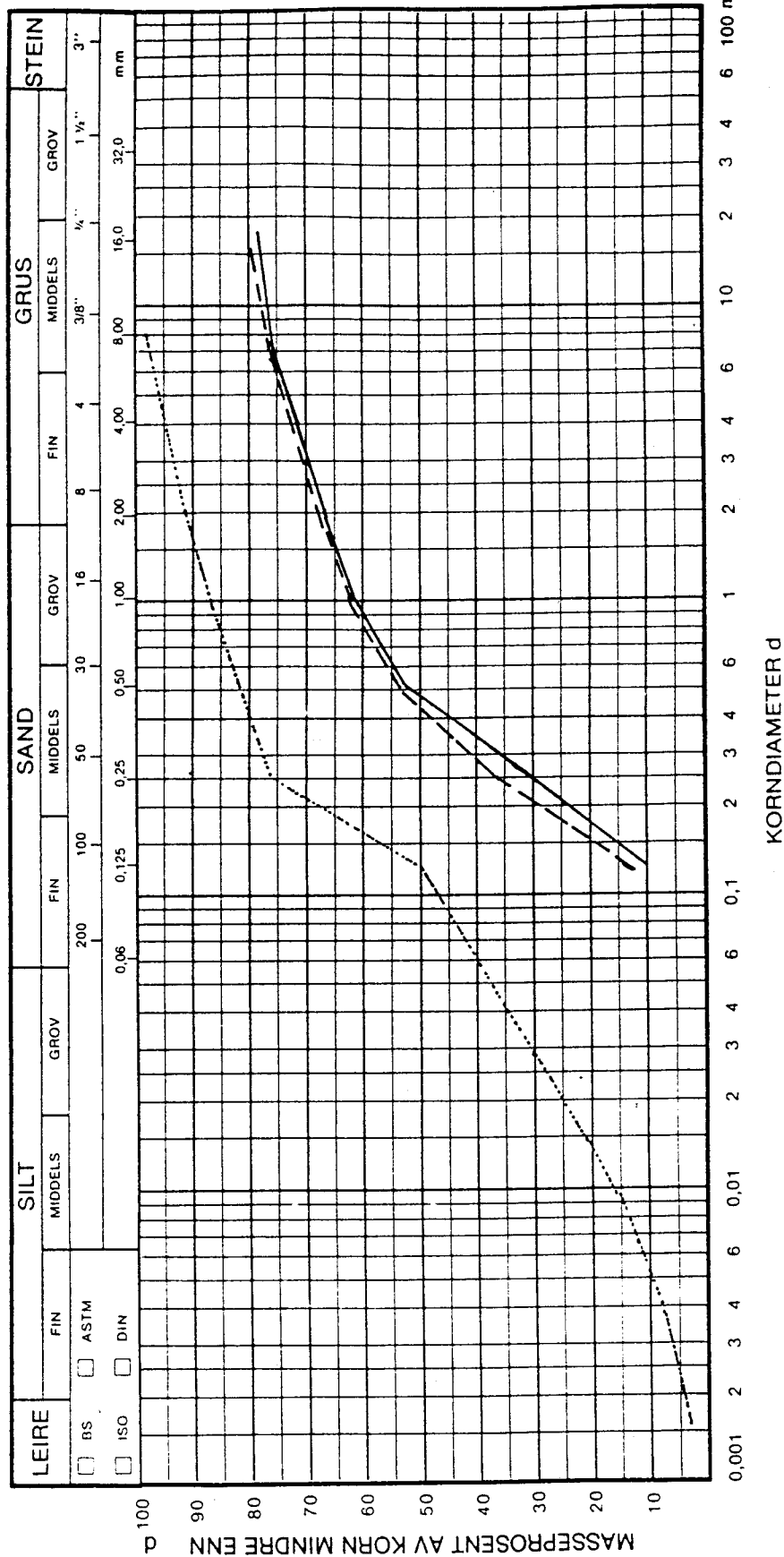
REV

REV.

KONTR.

DATO

SIDE



SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	Cu= d <sub>60</sub> / d <sub>10</sub>	ANMERKNING	METODE		
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP	VÅT + TØRR SIKT
—	SK2	2,5-3,0	SAND, grusig	7		x		
--	"	3,5-4,0	-- " --	7		x		
....	"	4,5-5,0	SILT, sandig, leirfattig	30		x	x	

## KORNGRADERING

STATENS FORURENSNINGSTILSYN  
AVFALLSDEPONI - BREKSTAD



OPPDAG NR

37704

BORING NR

SK3

TEGN. NR.

63

TEGNET

1w

KONTR.

OK

DATO

26.07.91

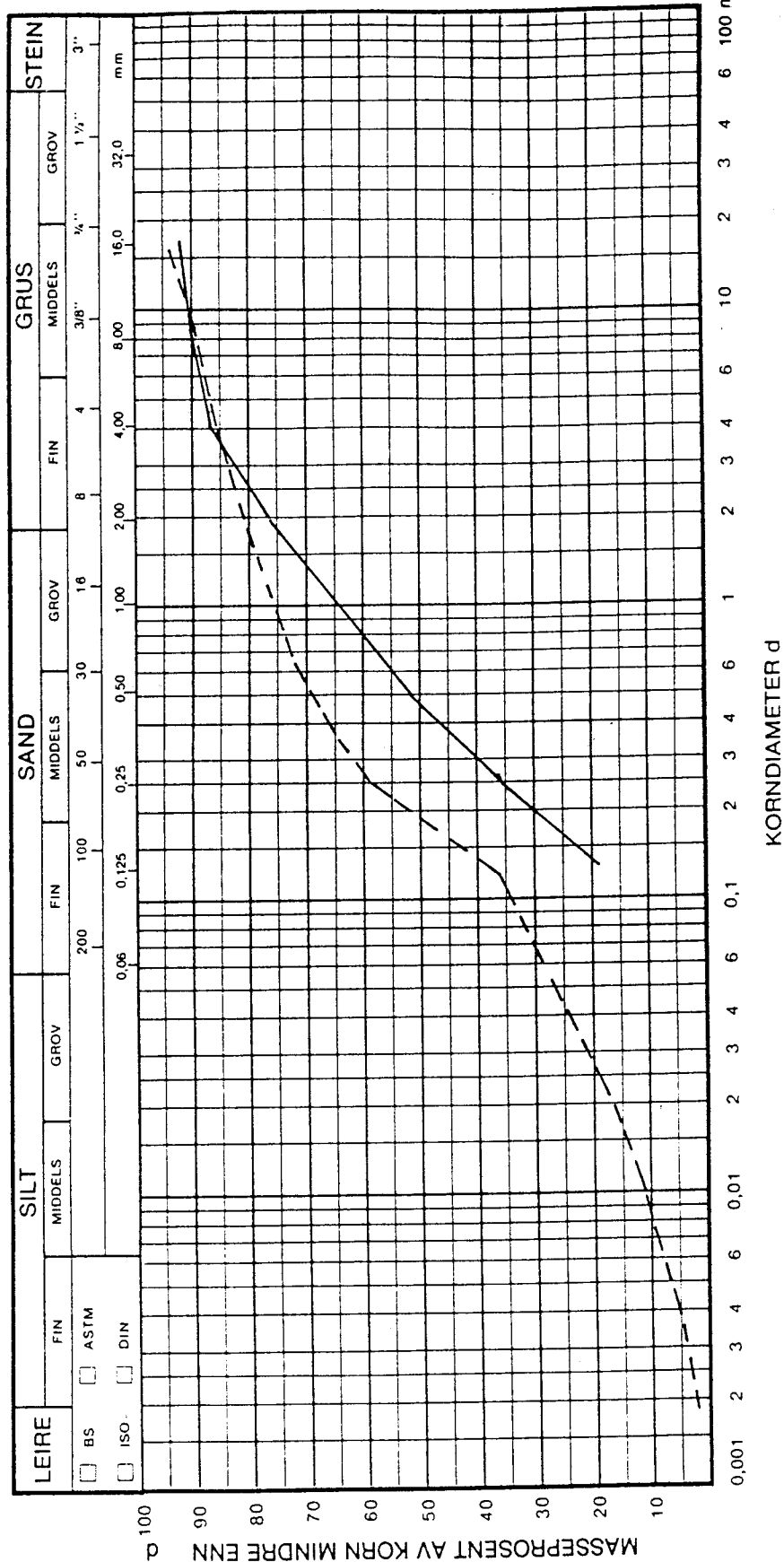
REV.

REV.

KONTR.

DATO

SIDE



SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	Cu= d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub>	ANMERKNING	METODE		
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP	VAT + TØRR SIKT
—	SK3	1,5-1,9	SAND, grusig			x		
—	"	2,0-2,5	SAND, siltig (leirfattig)	32		x	x	

# KORNGRADERING

STATENS FORURENSNINGSTILSYN  
AVFALLSDEPONI - BREKSTAD



OPPDRAG NR

37704

TEGN. NR.

64

BORING NR.  
SK4

TEGNET  
iw

REV.

KONTR.

*OMA*

KONTR.

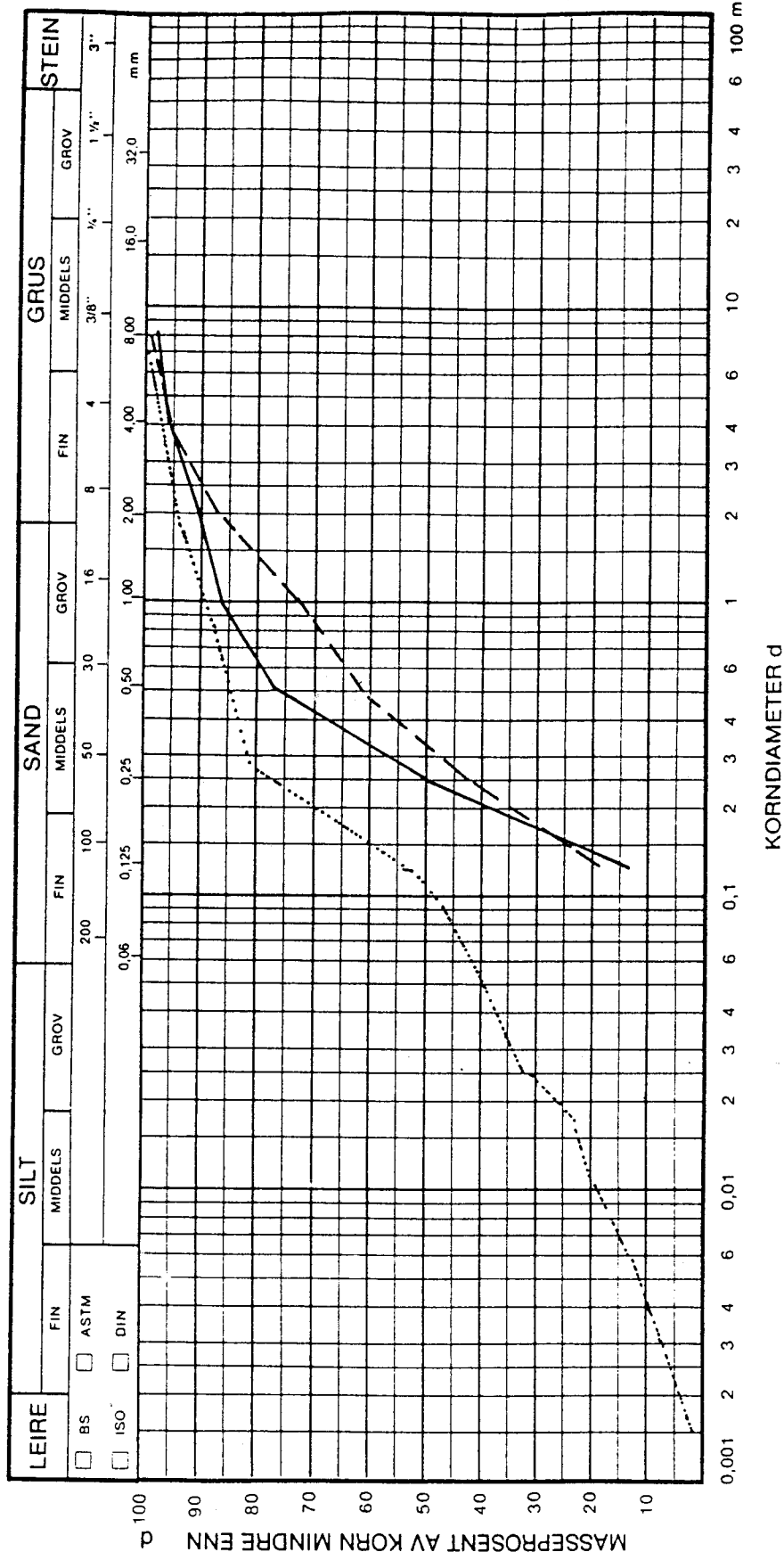
DATO

26.07.91

DATO

REV.

SIDE



SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	Cu = d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub>	ANMERKNING	METODE		
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP	TØRR SIKT + TØRR SIKT
---	SK4	2,5-3,0	SAND	3		x		
---	"	3,5-4,0	SAND			x		
---	"	4,0-4,5	SILT, sandig, leirfattig	34		x	x	

## KORNGRADERING

STATENS FORURENSNINGSTILSYN  
AVFALLSDEPONI - BREKSTAD GÅRD



OPPDAG NR.

37704

TEGN. NR.

65

BORING NR.

SK5

TEGNET

iw

REV.

KONTR.

OHA

KONTR.

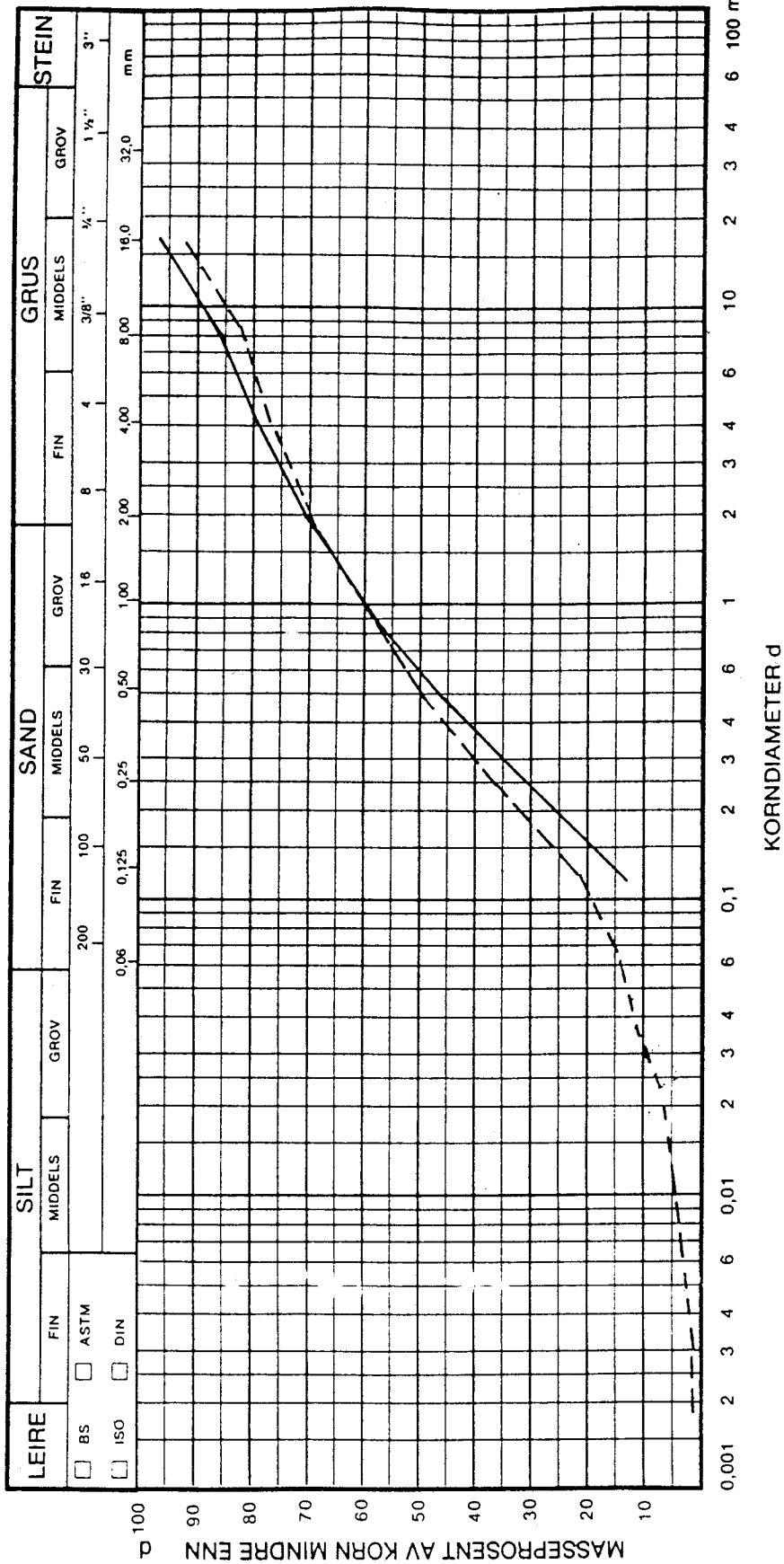
DATO

26.07.91

DATO

REV.

SIDE



SYM- BOL	PRØVE- SERIE NR.	DYBDE m (KOTE)	JORDARTBETEGNELSE	Cu= d <sub>60</sub> / d <sub>10</sub>	ANMERKNING	METODE		
						TØRR SIKT	HYDR. F.DROP	VAT + TØRR SIKT
---	SK5	3,5-4,0	SAND, grusig	10		x		
---	"	4,8-5,2	Sandig, grusig, siltig (leirfattig) materiale	31		x	x	

Tabell 9.1 Beregnet permeabilitetskoeffisient k.

Beregningene er utført med empirisk formel utviklet av Gustafson /13/

Punkt	Dybde (m)	k (m / døgn)	Beskrivelse
Sk1	2,5 - 3,0	10	Sand, grusig
Sk1	3,5 - 4,0	9	Sand, grusig
Sk1	3,7	0,04	Sand, siltig
Sk1	4,0 - 4,5	0,01	Silt, sandig
Sk2	2,5 - 3,0	15	Sand, grusig
Sk2	3,5 - 4,0	12	Sand, grusig
Sk2	4,5 - 5,0	0,01	Silt, sandig
Sk3	1,5 - 1,9	7	Sand, grusig
Sk3	2,0 - 2,5	0,03	Sand, siltig
Sk4	2,5 - 3,0	21	Sand
Sk4	3,5 - 4,0	9	Sand
Sk4	4,0 - 4,5	0,007	Silt, sandig
Sk5	3,5 - 4,0	8	Sand, grusig
Sk5	4,8 - 5,2	0,4	Sandig, grusig, siltig
Br5	1,7	12	Sand
Br5	3,2	2	Sand, grusig
Sj 10	0,8	4	Sandig, grusig
Sj 10	1,6	16	Sand, grusig
Sj 10	3,3	0,003	Silt, leirig
Sj 11	1,5	17	Sandig, grusig
Sj 11	2,0	22	Sand
Sj 12	1,3	12	Sandig, grusig
Sj 12	2,7	28	Sand
Sj 12	3,5	2	Sand
Hull 21	2,5 - 2,8	0,4	Sand, grusig
Hull 22	1,8 - 2,0	9	Sand
Hull 22	2,6 - 2,9	1	Sand, grusig
Hull 23	2,1 - 2,4	14	Sand
Hull 23	2,6 - 2,9	2	Sand
Hull 24	1,2 - 1,5	11	Sand
Hull 24	1,5 - 2,0	7	Sand

## Bilag 10

### Dokumentasjon av feltarbeid



Dyb, m	Jordart	Sign	Lab nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Kjemiske analyser	
				20	40	60	80		Tungm.	PAH
	FYLLMASSE (pukk og stein)									
	SKJELLSAND m/grusk. svak tjære lukt	01						K	X	X
	LEIRE sandig, siltig m/skjellsand sandlag m/ kreosot	02								
		03							X	
		04								
5	LEIRE, fast m/ skjell- rester og sand/gr- usk. (morene)	05								
		06								
10										
15										
20										

Enkelt trykkforsøk  $\sigma_1 - \sigma_3$  (strek angir def% v/brudd)    Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret  $\nabla / \nabla$   
 Penetrometerforsøk  $\square$     Konsistensgrenser     $W_p$  ———  $W_L$     Andre forsøk  
 T = Treaksialforsøk     $\emptyset$  =  $\emptyset$ dometerforsøk    K = Kornfordeling

**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG  
MILJØTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER  
BREKSTAD GÅRD

BORPROFIL HULL: 21

Terr.høyde: 10,62    Prove  $\emptyset$  SkovL/30mm

DATO  
07.11.97

TEGNET AV  
KS/WG

KONTR

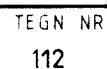
OPPDRAG  
12012

BILAG


TEGN. NR  
110




Enkelt trykkforsøk:  $\begin{smallmatrix} \circ \\ \vdots \\ \circ \end{smallmatrix}$  (strek angir def% v/brudd)      Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret:  $\nabla / \nabla$   
 Penetrometerforsøk:  $\square$       Konsistensgrenser:  $W_p \longleftrightarrow W_L$       Andre forsøk:  
 T = Treksialforsøk       $\emptyset = \emptyset$  dometer forsøk      K = Kornfordeling



Dybde, m	Jordart	Sign	Lab nr	Vanninnhold (w) : %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Kjemiske analyser	
				20	40	60	80		PAH	
	Matjord m/grus									
	FYLLMASSE sand m/silt og grus		12	○						
	MATJORD m/ grusk. og gule prikker		13	○						
	SKJELLSAND m/mineralsk innh.		14	○						
	m/ sand, skjells		15			○			X	
	LEIRE m/ skjellrester		16			○				
	LEIRE siltig, sandig (morene)		17a	○						
5										
10										
15										
20										

Enkelt trykksforsøk  (strek angir def% w/brudd)    Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret ▼/▽  
 Penetrometerforsøk ☐    Konsistensgrenser:  $W_p$  ———  $W_L$     Andre forsøk  
 T = Treaksialforsøk    Ø = Ødometerforsøk    K = Kornfordeling

**Kummeneje**

 Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG  
MILJØTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER  
BREKSTAD GÅRD

BORPROFIL HULL: 24

Terr. høyde 7,60    Prove Ø Skovl/30m

DATO  
10.11.97

TEGNET AV  
KS/WG

KONTR



OPDRAG  
12012

BILAG

TEGN NR  
113

Topp rør kote: + 11,06 ↓

Terreng kote: + 10,6 ↓

↑

Stigerør lengde: 1,8 m

Innvendig brønndybde: 5,8 m

↓

↑

Slisserør lengde: 4,0 m

↓

↑

Sump lengde: 0,0 m

↓

↓

**BRØNNDATA:**

Install.dato: 16.09.97

Installert av: TG / FR

Brønnmateriale: PEH

Spiss type: PEH

Slisseåpning: 0,3 mm

Filter:

**MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:**

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:

Målt dybde (m):

Dato:

Målt dybde (m):

Dato:

Målt dybde (m):

Oppdragsgiver/Prosjekt:

**GRUNNVANNSBRØNN**

Oppdrag nr.

**12012**

Tegn.nr.:

**114**

**DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON**

Tegnet av:

**TG**

Dato:

**17.10.97**

Brønn nr.:

**Brønn 21**

Kontrollert:

Dato:

**Kummeneje**

Godkjent:

Dato:

Terreng kote: + 10,0 ↓

Topp rør kote: + 9,97 ↓

Stigerør lengde: 1,5 m

Innvendig brønndybde: 4,5 m

Slisserør lengde: 2,0 m

Sump lengde: 1,0 m

**BRØNNDATA:**

Install.dato: 18.09.97	Installert av: TG / FR
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

**MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:**

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

**GRUNNVANNSBRØNN**

Oppdrag nr.:

**12012**

Tegn.nr.:

**115**

**DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON**

Tegnet av:

**TG**

Dato:

**17.10.97**

Brønn nr.:

**Brønn 22**

Kontrollert:

Dato:

**Kummeneje**

Godkjent:

Dato:

Topp rør kote: + 10,28 ↓

Terreng kote: + 9,9 ↓

Innvendig brønndybde: 4,8 m

Stigerør lengde: 1,8 m

Slisserør lengde: 2,0 m

Sump lengde: 1,0 m

**BRØNNDATA:**

Install.dato: 17.09.97	Installert av: TG / FR
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

**MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:**

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

**GRUNNVANNSBRØNN**

Oppdrag nr.

**12012**

Tegn.nr.:

**116**

**DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON**

Tegnet av:

**TG**

Dato:

**17.10.97**

Brønn nr.:

**Brønn 23**

Kontrollert:

Dato:

**Kummeneje**

Godkjent:

Dato:

Topp rør kote: + 7,98 ↓

Terreng kote: + 7,6 ↓

Stigerør lengde: 0,9 m

Innvendig brønndybde: 3,9 m

Slisserør lengde: 2,0 m

Sump lengde: 1,0 m

**BRØNNDATA:**


Install.dato: 17.09.97	Installert av: TG / FR
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

**MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:**

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

GRUNNVANNSBRØNN			Oppdrag nr. <b>12012</b>	Tegn.nr.: <b>117</b>
DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON			Tegnet av: <b>TG</b>	Dato: <b>17.10.97</b>
Brønn nr.: <b>Brønn 24</b>			Kontrollert:	Dato:
 <b>Kummeneje</b>			Godkjent:	Dato:



Topp rør kote: + 11,21 ↓

Terreng kote: + 10,8 ↓

Innvendig brønndybde: målt  
4,35 m til bunnen.

Stigerør lengde: ca 1,4 m

Slisserør lengde: ca 3,0 m

Sump lengde: 0,0 m

**BRØNNDATA:**


Install.dato: 31.05.91	Installert av: Noteby
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

**MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:**

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

GRUNNVANNSBRØNN			Oppdrag nr. <b>12012</b>	Tegn.nr. <b>118</b>
DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON			Tegnet av: <b>TG</b>	Dato: <b>17.10.97</b>
Brønn nr. <b>Brønn 1</b>			Kontrollert:	Dato:
 <b>Kummeneje</b>			Godkjent:	Dato:

Topp rør kote: + 10,39 ↓

Terreng kote: + 10,0 ↓

Innvendig brønndybde: målt  
4,24 m til bunnen.

Stigerør lengde: ca 1,3 m

Slisserør lengde: ca 3,0 m

Sump lengde: 0,0 m

#### BRØNNDATA:

Install.dato: 31.05.91	Installert av: Noteby
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

#### MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

GRUNNVANNSBRØNN				Oppdrag nr.	Tegn.nr.:
				12012	119
DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON				Tegnet av:	Dato:
				TG	17.10.97
Brønn nr.:				Kontrollert:	Dato:
Brønn 2					
Kummeneje				Godkjent:	Dato:

Topp rør kote: + 9,19 ↓

Terreng kote: + 8,8 ↓

Stigerør lengde: ca 1,6 m

Innvendig brønndybde: målt  
4,93 m, ikke nådd bunnen.

Slisserør lengde: ca 3,0 m

Sump lengde: antatt  
0,25 m

#### BRØNNDATA:


Install.dato: 30.05.91	Installert av: Noteby
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

#### MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

GRUNNVANNSBRØNN			Oppdrag nr. <b>12012</b>	Tegn.nr.: <b>120</b>
DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON			Tegnet av: <b>TG</b>	Dato: <b>17.10.97</b>
Brønn nr.: <b>Brønn 4</b>			Kontrollert:	Dato:
 <b>Kummeneje</b>			Godkjent:	Dato:

Topp rør kote: + 10,74 ↓

Terreng kote: + 10,6 ↓

Innvendig brønndybde: målt  
4,02 m til bunnen.

Stigerør lengde: ca 2,0 m

Slisserør lengde: ca 2,0 m

Sump lengde: 0,0 m

**BRØNNDATA:**

Install.dato:	Installert av: Noteby
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

**MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:**

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

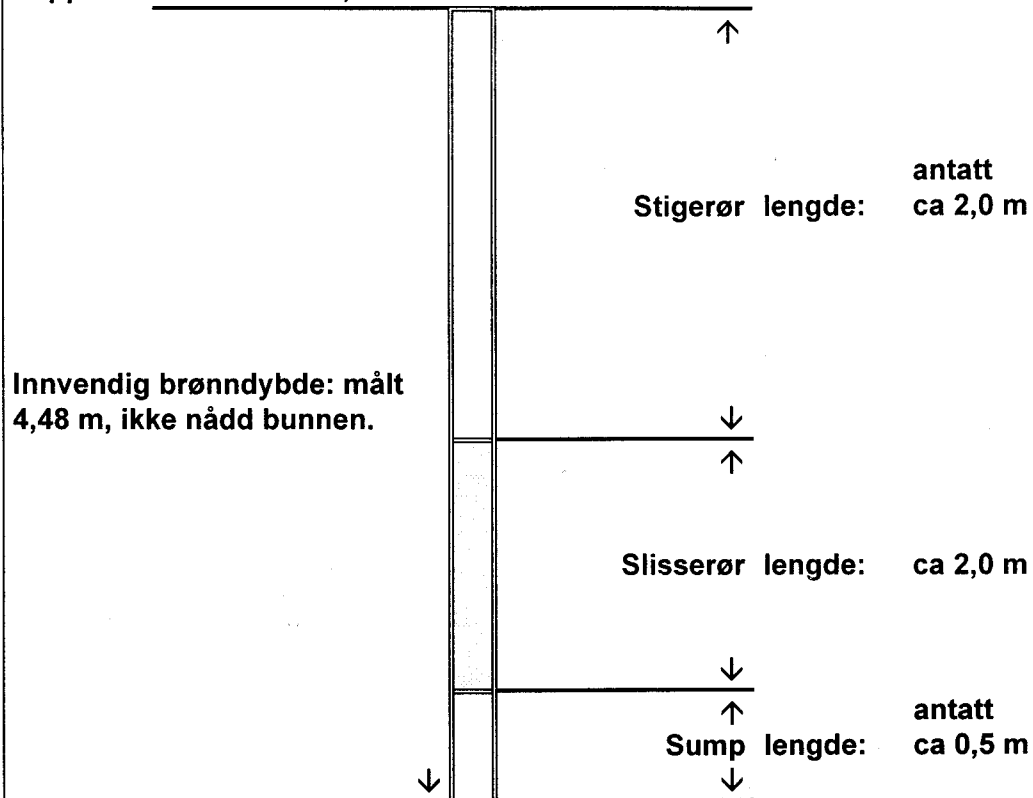
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

GRUNNVANNSBRØNN			Oppdrag nr.	Tegn nr.
			12012	121
DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON			Tegnet av:	Dato:
			TG	17.10.97
Brønn nr.:			Kontrollert:	Dato:
Brønn 5				
Kummeneje			Godkjent:	Dato:

Terreng kote: + 10,4 ↓

Topp rør kote: + 10,35 ↓



#### BRØNNDATA:

Install.dato: 04.09.92	Installert av: Noteby
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

#### MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

GRUNNVANNSBRØNN				Oppdrag nr.	Tegn.nr.:
				12012	122
DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON				Tegnet av:	Dato:
				TG	17.10.97
Brønn nr.:				Kontrollert:	Dato:
Brønn 6					
Kummeneje				Godkjent:	Dato:

Topp rør kote: + 9,90 ↓

Terreng kote: + 9,0 ↓

Innvendig brønndybde: målt  
4,13 m, ikke nådd bunnen.

Stigerør lengde: antatt  
ca 2,1 m

Slisserør lengde: antatt  
ca 2,0 m

Sump lengde: antatt  
0,0 m

#### BRØNNDATA:


Install.dato: 04.09.92	Installert av: Noteby
Brønnmateriale: PEH	Spiss type: PEH
Slisseåpning: 0,3 mm	Filter:

#### MÅLING AV GRUNNVANNSTAND:

(Dybde angitt fra topp stigerør.)

Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	
Dato:		Målt dybde (m):	

Oppdragsgiver/Prosjekt:

GRUNNVANNSBRØNN			Oppdrag nr. <b>12012</b>	Tegn.nr.: <b>123</b>
DOKUMENTASJON AV INSTALLASJON			Tegnet av: <b>TG</b>	Dato: <b>17.10.97</b>
Brønn nr.: <b>Brønn 7</b>			Kontrollert:	Dato:
 <b>Kummeneje</b>			Godkjent:	Dato:



7  
ute

4

6  
kjøkken

3

2

01

**Kommune**

STATSBYGG  
MILJØTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER  
BREKSTAD GÅRD

Tegning over målepunkter  
for jordluft

MALESTOKK

1:200

TEGNET AV

WG/ *B*

27.11.97

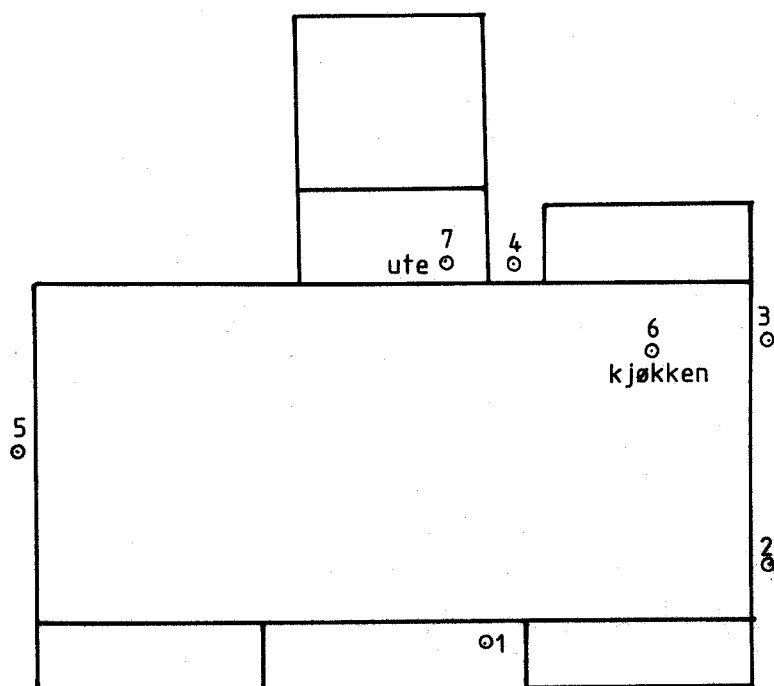
PROJEKT

12012

PLAN

TEGN. NR.

126



**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG  
MILJØTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER  
BREKSTAD GÅRD

Tegning over målepunkter  
for jordluft

MALESTOKK

1:200

TEGNET/KONTR

WG/

DATO

27.11.97

OPPDRAK

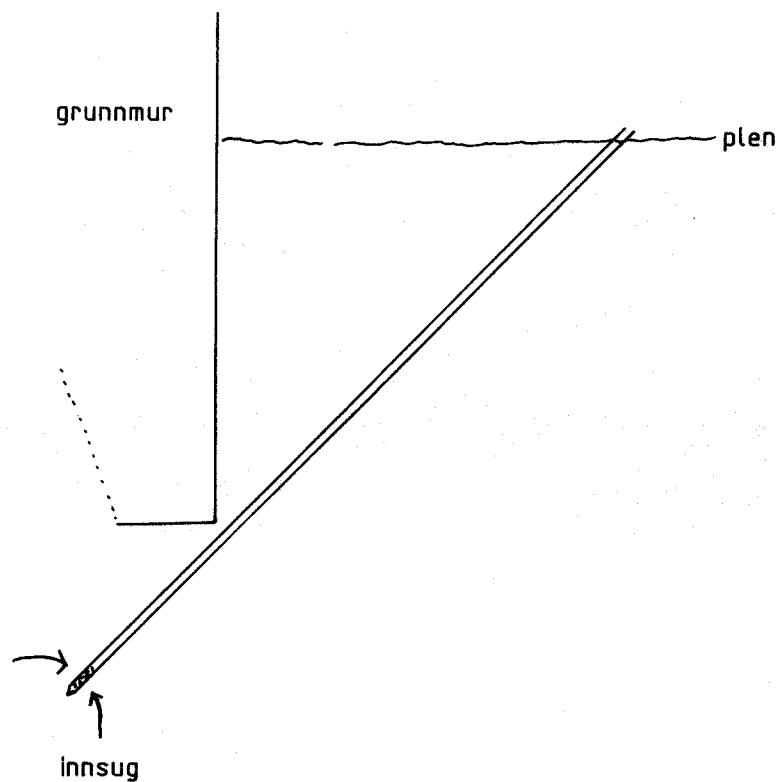
12012

BILAG

TEGN NR

126





**Kummeneje**



Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

STATSBYGG  
MILJØTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER  
BREKSTAD GÅRD

Prinsippskisse for opptak  
av poreluftprøver

MALESTOKK

1:10

TEGNET/KONTR.

WG/ *SG*

DATO

27.11.97

OPPDRAG

12012

BILAG

TEGN NR

127

Tabell 10.1 Koordinater og høyder på målepunkter

Punkt	X	Y	H (topp rør)	H (terreng)
Brønn 1	633831,5	-52219,1	11,21	10,8
Brønn 2	633853,4	-52171,1	10,39	10,0
Brønn 4	633803,6	-52165,8	9,19	8,8
Brønn 5	633838,1	-52200,5	10,74	10,6
Brønn 6	633827,4	-52196,8	10,35	10,4
Brønn 7	633828,7	-52178,8	9,90	9,9
Brønn 21	633834,6	-52208,9	11,06	10,6
Brønn 22	633821,9	-52187,5	9,97	10,0
Brønn 23	633796,3	-52188,1	10,28	9,9
Brønn 24	633842,5	-52140,9	7,98	7,6
25	633853,3	-52212,4	11,46	10,6
26	633826,1	-52231,8	12,29	11,3
27	633809,0	-52212,8	11,59	10,7
28	633837,9	-52183,6	11,04	10,0
29	633808,8	-52185,1	10,96	10,0
30	633828,0	-52159,9	10,00	8,9

Tabell 10.2 Terrenghøyder i prøvetakingspunkter på plen og sjakter på jorde.

Prøver i plen	
Punkt	Terr. høyde
C1	9,74
C2	9,68
C3	9,84
C4	9,75
C5	9,85
C6	9,77
C7	9,79
C8	9,69
C9	9,87
C10	9,79
C11	9,83
C12	9,75
C13	9,68
C14	9,80
C15	9,76

Sjakter på jorde	
Punkt	Terr. høyde
S2	9,0
S3	9,0
S4	8,9
S5	8,9
S6	8,8
S7	8,8
S8	8,7
S10	8,4
S11	8,3
S12	8,2
S13	8,0
S14	8,0
S15	8,0
S16	8,2
S18	8,0
S19	7,8
S20	7,5
S21	7,3
S22	7,4
S23	7,5
S24	7,5

Tabell 10.3 Grunnvannsnivå i målepunkter.

Punkt	16-18.09.97	25.09.97	13.10.97	24.10.97	10.11.97	21.11.97
Brønn 1	8,45	9,14	9,36	9,43	9,40	9,20
Brønn 2	7,30	7,61	8,04	8,03	7,96	7,82
Brønn 4	6,81	7,19	7,99	8,06	8,00	7,67
Brønn 5	8,07	8,74	9,14	9,19	9,16	8,97
Brønn 6	7,99	8,55	9,05	9,08	9,07	8,91
Brønn 7	7,47	7,75	8,48	8,49	8,48	8,32
Brønn 21	8,28	8,83	9,19	9,24	9,20	9,01
Brønn 22	7,82	8,12	8,80	8,82	8,81	8,65
Brønn 23	7,65	8,13	8,70	8,74	8,71	8,53
Brønn 24	6,60	6,63	7,14	7,03	6,92	6,71
25	8,36	8,90	9,24	9,30	9,26	9,05
26	8,74	9,44	9,61	9,74	9,70	9,45
27	8,29	8,99	9,28	9,32	9,29	9,09
28	7,67	7,99	8,62	8,63	8,61	8,49
29	7,75	7,99	8,73	8,75	8,71	8,53
30	6,89	7,13	7,95	8,04	7,88	7,51

Tabell 10.4 Beskrivelse av prøver i plen

Punkt	Dybde (m)	Beskrivelse
C1	0,05 - 0,55	Sand, fin-middels m/gruskorn. Litt skjellsand. Enk. planterester
C2	0,05 - 0,55	Silt, sand- og grusblandet (matjord)
C3	0,05 - 0,55	Sand, fin-middels m/gruskorn. Litt skjellsand. Enk. planterester
C4	0,1 - 0,6	Silt m/sand- og gruskorn. Betongbit. Mye humus (matjord)
C5	0,2 - 0,7	Sand, fin-middels m/gruskorn. Litt skjellsand. Enk. planterester
C6	0,2 - 0,7	Sand og grus med trerester og teglbiter
C7	0,2 - 0,7	Sand, grusig m/mye humus
C8	0,2 - 0,7	Sand, grusig. Litt humusholdig. NAFTALENLUKT
C9	0,2 - 0,7	Sand, grusig m/svart, porøs klump (koks?)
C10	0,2 - 0,7	Sand, grusig m/litt silt. Enk. planterester
C11	0,2 - 0,7	Sand, grusig
C12	0,2 - 0,7	Sand, fin-middels m/gruskorn. Litt humus. Rød klump Ø 3mm
C13	0,2 - 0,7	Sand, siltig, grusig. Litt skjellsand. Enk. leirklumper
C14	0,2 - 0,7	Sand, grusig, siltig. Humusholdig
C15	0,2 - 0,7	Sand, grusig, siltig. Betongbiter. Litt humus. Litt rødt pulver

Tabell 10.5 Beskrivelse av sjakter (side 1 av 2)

Sjakt nr.	Dybde (m)	Analyse (PAH), prøvenr.	Prøvebeskrivelse:
Sjakt 1			Høyspentkabel
Sjakt 2	0 - 0,25		Sand og grus, humusholdig
	0,25 - 0,55	S3	Sand og grus, litt brannrester
Sjakt 3	0 - 0,25		Sand og grus, humusholdig
	0,25 - 0,55	S3	Sand og grus
Sjakt 4	0 - 0,25		Sand og grus, humusholdig
	0,25 - 0,55	S3	Sand og grus, enkelte bekkklumper
Sjakt 5	0 - 0,25		Sand og grus, humusholdig
	0,25 - 0,55	S3	Sand og grus
Sjakt 6	0 - 0,2		Sand og grus, humusholdig
	0,2 - 0,3	S4	
	0,3 - 0,55		Sand og grus
Sjakt 7	0 - 0,2		Sand og grus, humusholdig
	0,2 - 0,3	S4	
	0,3 - 0,65		Sand og grus
Sjakt 8	0 - 0,2		Sand og grus, humusholdig
	0,2 - 0,3	S4	
	0,3 - 0,65		Sand og grus
Sjakt 9			Høyspentkabel
Sjakt 10	0 - 0,5		Sand og grus, humusholdig, fyllmasser
	0,5 - 0,55		Humus
	0,55 - 1,00	S2	Sand og grus, humusholdig, noen få bekkklumper, fyllmasser
	1,00 - 1,50		
	1,50 - 1,60		Sand (naturlig avsetning)
Sjakt 11	0 - 0,60		Sand og grus, humusholdig, fyllmasser
	0,60 - 0,70	S2	Sand og grus, humusholdig, fyllmasser med tegl, tjære/bek
	0,70 - 1,30		
	1,30 - 1,40		Sand
Sjakt 12	0 - 0,50		Sand og grus, humusholdig, fyllmasser
	0,50 - 0,60	S2	Sand og grus, humusholdig, fyllmasser med tjære/bekklumper
	0,60 - 1,00		
	1,00 - 1,20		
	1,20 - 1,30		Sand
Sjakt 13	0 - 0,60		Sand og grus, humusholdig, fyllmasser
	0,60 - 1,00	S1	Sand og grus, humusholdig, fyllmasser med tegl og bekkklumper
	1,00 - 1,20		Sand

Tabell 10.5 Beskrivelse av sjakter (side 2 av 2)

Sjakt nr.	Dybde (m)	Analyse (PAH), prøvenr.	Prøvebeskrivelse:
Sjakt 14	0 - 0,60	S1	Sand og grus, humusholdig, fyllmasser
	0,60 - 1,00		Sand og grus, humusholdig, fyllmasser med bekkklumper
	1,00 - 1,20		Sand
Sjakt 15	0 - 0,60	S1	Sand og grus, humusholdig, fyllmasser
	0,60 - 1,00		Sand og grus, fyllmasser
	1,00 - 1,05		Humuslag
	1,05 - 1,20		Sand
Sjakt 16	0 - 0,70	S1	Sand og grus, humusholdig, fyllmasser
	0,70 - 1,00		
	1,00 - 1,05		Humuslag
	1,05 - 1,25		Sand og grus, humusholdig, fyllmasser
	1,25 - 1,40		Skjellsand
Sjakt 17			Høysspentkabel
Sjakt 18	0 - 0,50	S5	Sand og grus, humusholdig, nye fyllmasser
	0,50 - 0,55		Humuslag
	0,55 - 0,60		Sand og grus, humusholdig, gamle fyllmasser
	0,60 - 1,10		
	1,10 - 1,20		Sand
Sjakt 19	0 - 0,50	S5	Sand og grus, humusholdig, nye fyllmasser
	0,50 - 1,00		Sand og grus, humusholdig, gamle fyllmasser
	1,00 - 1,10		Sand
Sjakt 20	0 - 0,40	S5	Sand og grus, humusholdig, nye fyllmasser
	0,40 - 0,70		Sand og grus, humusholdig, gamle fyllmasser
	0,70 - 0,90		Sand
Sjakt 21	0 - 0,30	S6	Sand og grus, humusholdig, nye fyllmasser
	0,30 - 0,40		
	0,40 - 0,70		Sand og grus, humusholdig, gamle fyllmasser
	0,70 - 0,80		Sand
Sjakt 22	0 - 0,30	S6	Sand og grus, humusholdig, nye fyllmasser
	0,30 - 0,60		Sand og grus, humusholdig, gamle fyllmasser
	0,60 - 0,70		Sand og grus
Sjakt 23	0 - 0,40	S6	Sand og grus, humusholdig, nye fyllmasser
	0,40 - 0,50		
	0,50 - 0,65		Sand og grus, humusholdig, gamle fyllmasser
	0,65 - 0,80		Skjellsand
Sjakt 24	0 - 0,50	S6	Sand og grus, humusholdig, nye fyllmasser
	0,50 - 0,70		Sand og grus, humusholdig, gamle fyllmasser
	0,70 - 0,90		Sand, grus og stein

## Bilag 11

Informasjon om egenskaper til

PAH, kadmium og sink

PAH Polysykliske aromatiske hydrokarboner		
FAKTAOPPLYSNINGER		
<p><b>Kjemisk sammensetning:</b> PAH er bygget opp av fra to til ti benzenringer. Hver ring har felles side med naboring. Et eller flere av hydrogenatomene kan være erstattet av metylgrupper eller av større alkylgrupper. Disse alkylgruppene kan også være ikke-aromatiske femringer. Nedbrytbarhet og toksisitet varierer tildels meget mellom de ulike forbindelser. Benz(a)pyren er en av de giftigste og benyttes gjerne som indikator.</p>		
<p><b>Molvekt:</b> Varierende, avhengig av antall ringer og substituenten. De mest vanlige PAH-komponenter har molvekt mellom 178 (fenantren) og 300 (kronen).</p>		
Fysiske/kjemiske egenskaper	<p><b>Kokepunkt</b>  Fenantren (<math>C_{14}H_{10}</math>) 340 °C  Benzo(a)pyren (<math>C_{20}H_{12}</math>) 495 °C</p> <p><b>Smeltepunkt</b>  Fenantren 100 °C  Benzo(a)pyren 177 °C</p> <p><b>Densitet</b>  Fenantren 1,18 g/cm<sup>3</sup>  Benzo(a)pyren 1,35 g/cm<sup>3</sup></p> <p><b>Vannløselighet</b>  Fenantren Liten  Benzo(a)pyren 0,003 mg/l</p> <p><b>Damptrykk, 25 °C, 1 atm.</b>  Lavt</p> <p><b>Fordelingskoeff., log <math>P_{ow}</math></b>  Benzo(a)pyren (beregnet) 7,23</p>	<p>Handbook ILO 1985</p> <p>ILO 1985</p> <p>ILO 1985</p> <p>ILO 1985</p> <p>Knutzen 1987 EPC 1990</p> <p>Kemikalie-insp. 1989</p>
Produksjon	Hverken PAH eller enkeltkomponenter av PAH fremstilles kommersielt. PAH finnes i stenkulltjære og stenkullbek, i mineralolje og mineraloljeprodukter og i kreosot som fåes ved destillasjon av stenkulltjære.	Kemikalie-insp. 1989
Forbruk		
Bruksområder	Kreosotolje som for en stor del består av PAH-forbindelser, benyttes til treimpregnering.	
Anslåtte utslipp	Utslipp av PAH skjer ved visse industri typer som aluminiumverk med Søderbergelektroder, ved fremstilling av forbrente anoder og ved produksjon av anodemasse til aluminiumverk, ved ferro- og silikomanganproduksjon og ved treimpregneringsverk. Dessuten skjer utslipp ved søl av mineralolje- og mineraloljeprodukter og fra alle forbrenningsprosesser, spesielt vedfyring.	



## PAH

<u>Til atmosfæren, Norge</u>		
Utslipp industri (1985)	110 tonn/år	SFT 1993
Utslipp industri (1992)	58 tonn/år	
Utslipp transport (1985)	11 tonn/år	
Utslipp transport (1992)	12 tonn/år	
Utslipp energiprod. (1985)	3 tonn/år	
Utslipp energiprod. (1992)	3 tonn/år	
Utslipp vedfyring (1985)	56 tonn/år	
Utslipp vedfyring (1992)	60 tonn/år	
Utslipp avfallsforbr. (1985)	0,5 tonn/år	
Utslipp avfallsforbr. (1992)	1 tonn/år	
<u>Til vann, Norge</u>		
Utslipp industri (1985)	103 tonn/år	SFT 92:03
Utslipp industri (1992)	20 tonn/år	SFT 1993
<u>Til jord, Norge</u>		
Langtransport (stabilt i perioden)	ca. 8,5 tonn/år	SFT 1993

ØKOTOKSIKOLOGISKE DATA		
MILJØ/Emne	DATA	REF.
<b>AKVATISK MILJØ</b>		
Bioakkumulerbarhet	Benzo(a)pyren; Biokonsentrasjonfaktor (BCF): <u>Crassostrea virginica</u> , (2d) 190 <u>Crassostrea virginica</u> , (8d) 3.000 <u>Callinectes sapidus</u> , (2d) 242 <u>Salmo salar</u> , (7d) 70,7	EPC 1990 Kemikalie- insp. 1989 EPC 1990
	Halveringstider: <u>Mytilus</u> 16 d <u>Callinectes sapidus</u> < 2 d	Kemikalie- insp. 1989
	Faktor høyere enn naturlig bakgrunn, Norge, nær smelteverk: <u>Mytilus</u> 1.000-2.000 <u>Fisk</u> 2-10	Kemikalie- insp. 1989
Toksisitet : akutt	<b>ALGER</b>	
	Benzo(a)pyren; <u>Selenastrum</u> , EC <sub>50</sub> 0,025 mg/l	Kemikalie- insp. 1989
	<u>Daphnia magna</u> , LC <sub>50</sub> 0,005 mg/l	EEC
	Benzanthracen: <u>Daphnia magna</u> , LC <sub>50</sub> 0,10 mg/l	EEC
	<b>INVERTEBRATA</b>	
	Benzo(a)pyren; <u>Daphnia</u> , LC <sub>50</sub> (96t) 0,05 mg/l <u>Neanthes arenaceodentata</u> , LC <sub>0</sub> (96t) 1,0 mg/l	Kemikalie- insp. 1989
	Fenantren; <u>Daphnia pulex</u> , LC <sub>50</sub> (96t) 0,1 mg/l	
	<b>FISK</b>	
	Høymolekylære PAH (benzo(a)pyren, chrysen) har generelt lav akutt toksisitet, trolig på grunn av deres lave løselighet.	Kemikalie- insp. 1989

Toksisitet : subakutt - kronisk	Benzo(a)pyren; <u>Salmo gairdneri</u> , rogn, gulsekkkyngel 1-2.10 <sup>-4</sup> mg/l Kronisk toksisitet (karsinogenitet, mutagenitet, teratogenitet) forårsakes av reaktive metabolitter av B(a)P gjennom kovalent binding til cellulære makromolekyler.	Kemikalie- insp. 1989
Vannkvalitets- kriterier	Veiledende verdi for drikkevann (B(a)P), WHO, 1984 10 ng/l WHO, 1992 10 <sup>-5</sup> ekstra livstidsrisiko 700 ng/l Drikkevannsnorm i Norge (Kategori - godt drikkevann): < 0,1 µg/l Beskyttelse av akvatisk liv i ferskvann 10 ng/l	SIFF 1987 WHO 1992  SIFF 1987 Kemikalie- insp. 1989
Kriterier for akvatiske sedimenter	Sedimenter fra fjorder og kystfarvann (alle tall på tørrvektsbasis): Tilstandsklasse I PAH - < 300 µg/kg B(a)P - < 10 µg/kg Tilstandsklasse V PAH - > 20000 µg/kg B(a)P - > 500 µg/kg	SFT 93:02
Kriterier for biologisk materiale	Alle tall på friskvektsbasis. Blåskjell : Tilstandsklasse I PAH - < 100 µg/kg B(a)P - < 1 µg/kg Tilstandsklasse V PAH - > 5000 µg/kg B(a)P - > 50 µg/kg	SFT 93:02
Nedbrytbarhet	<u>Abiotisk:</u> De fleste PAH-komponenter nedbrytes ved foto- kjemiske reaksjoner. PAH-forbindelser kan reagere med halogener, nitroser gasser, svovelsyre eller SO <sub>x</sub> . Reaksjonsproduktene kan ha mer skadelige egenskaper enn de opprinnelige stoffene. > 50 % nedbrytning av B(a)P etter 30 min. ved eksponering for ozon og UV-stråling.  <u>Biotisk:</u> B(a)P nedbrytes mikrobielt. Nedbryting i jord: 82 % etter 8 døgn. (jord + adaptert bakterie-stamme. Nedbryting i havvann ved 10 °C: 53 % etter 12 døgn.	ILO 1985       Kemikalie- insp. 1989
<b>TERRESTRISK MILJØ</b>		
Opptak, Metabolisme	B(a)P metaboliseres til ca. 20 primært og sekundært oksiderte metabolitter og konjugater av disse. Flere av disse induserer mutagenitet, celleforandringer og/eller bindes til cellulære makromolekyler.	Kemikalie- insp. 1989

Nedbrytbarhet		
Toksisitet : akutt	B(A)P; Rotte, subkuttant LD <sub>50</sub> 50 mg/kg	Kemikalie- insp. 1989
Toksisitet : subakutt, kronisk	Mus, oral (under grav.) 10 mg/kg Symptomer: Vektminking, gonader Mus, oral (under grav.) 40 mg/kg Symptomer: Sterilitet hos avkom. Embryotoksisk og teratogen i mus.	Kemikalie- insp. 1989
Karsinogenitet	B(a)P er mutagen i <u>Salmonella</u> /testen ved lav konsentrasjon (4 µM). Mutagen mot Drosophila. Gentoksisk i forsøksdyr. Kreftfremkallende i forsøksdyr.	Kemikalie- insp. 1989

FOREKOMST I MILJØET PAH		
BESKRIVELSE AV FOREKOMSTER OG FOREKOMSTDATA	REFERANSE	
Forekomst i berggrunn		
Forekomst i jord og løsmasser		
<u>Jord, humus, 0-5 cm:</u> Sørlandet, middelvei intervall Trøndelag, middelvei intervall	490 ng/g 210 - 820 ng/g 30 ng/g 5 - 115 ng/g	Aamot, Steinnes og Schmidt, upub.
Forekomst i luft		
<u>Atmosfære, Verden</u>  <u>Atmosfære, Norge</u> Bakgrunnsområder:  Birkenes, Aust-Agder (1982-83) Døgnmålinger Kårvatn, Møre og Romsdal (1982-83) Døgnmålinger  Spesielle områder:  Oslo (bygate) Vinter 1981 Sommer 1981 Vinter 1990  Øvre Årdal (ved aluminiumverk) Vinter 1991 Sommer 1991 Vinter 1981  Mosjøen (ved aluminiumverk) Vinter 1991 Sommer 1991	5 - 39 ng/m <sup>3</sup> 6 - 78 ng/m <sup>3</sup>          821 ng/m <sup>3</sup> 357 ng/m <sup>3</sup> 153 ng/m <sup>3</sup>   1300 ng/m <sup>3</sup> 731 ng/m <sup>3</sup> 5613 ng/m <sup>3</sup>   378 ng/m <sup>3</sup> 445 ng/m <sup>3</sup>	Mikalsen et al 1983          Larssen og Gustavsen 1991     Hagen 1991 a,b
Forekomst i nedbør		

<b>Forekomst i vann</b>	
<u>Grunnvann</u>	
<u>Drikkevann</u>	
<u>Vassdrag</u>	
<u>Innsjø</u>	
<u>Fjorder</u>	
<u>Ytre kystområder</u>	
<u>Åpent farvann</u>	
<b>Forekomst i sediment</b>	
<b>ALLE TALL PÅ TØRRVEKTSBASIS.</b>	
<u>Vassdrag</u> Øst-Norge (Buskerud, Loselva)	430 - 9100 µg/kg Lingsten 1991
<u>Innsjø</u> Sør-Norge	27 - 2500 µg/g Næs 1992

## PAH

<u>Fiorder</u>		
<b>SVENSKEGRENSSEN - LINDESNES</b>		
Hvaler-/Singlefjorden	0,1 - 0,9 µg/g	Hektoen et al 1992
Oslo havneområde	3,3 - 97,5 µg/g	Konieczny 1992
Gunnekleivfjorden	24 - 44 µg/g	Næs 1991
Frierfjorden	4,2 - 61 µg/g	Næs & Oug 1991
Breviksfjordene	7,8 - 1,4 µg/g	
Tromøysund	2,3 - 13,8 µg/g	Næs et al 1991
Kristiansandsfjorden	3,5 - 156 µg/g	Næs 1992
<b>LINDESNES - BERGEN</b>		
Fedafjorden	0,4 - 150 µg/g	Rygg & Skei 1986
Saudafjorden	0,9 - 543 µg/g	Knutzen & Skei 1988
Karmsundet	9,5 - 96 µg/g	Knutzen et al 1989
Hardangerfjorden	0,4 - 1,1 µg/g	Skei 1992
Sørfjorden	1,5 - 2,5 µg/g	Skei 1992
Sørfjorden	28 - 310 µg/g	Kvalvågnes et al 1986
<b>BERGEN - LOFOTEN</b>		
Årdalsfjorden	3,9 - 822 µg/g	Baalsrud et al 1985
Sunnalsfjorden	1,2 - 799 µg/g	Næs & Rygg 1988
Trondheimsfjorden	0,1 - 6,8 µg/g	Skei 1983
Vefsnfjorden	< 1 - 33,8 µg/g	Helland & Skei 1991
<b>LOFOTEN - RUSSEGRENSSEN</b>		
Tromsøysund	1,3 - 2,6 µg/g	Holte et al 1992
<u>Ytre kystområder</u>		
<b>SVENSKEGRENSSEN - LINDESNES</b>		
Norsk-Svensk grensefarvann	0,97 - 2,4 µg/g	Helland et al 1990
Langesundbukta	0,32 - 1,94 µg/g	Næs & Oug 1991
<u>Åpent farvann</u>		
<b>Forekomst i biota</b>		
<b>ALLE TALL PÅ FRISKVEKTSBASIS.</b>		
<u>Fisk, ferskvann</u>		
<u>Fisk, saltvann</u>		
Tilgjengelige data er upålitelige.		IMRN 1992, Draft

<u>Evertebrater</u>		
<b>SVENSKEGRENSSEN - LINDESNES</b>		
<u>Blåskjell</u>		
Grenlandsfjordene	0,048 - 0,333 µg/g	Knutzen & Green 1991
Tromøysund	220 - 348 µg/g	Næs et al 1991
<b>LINDESNES - BERGEN</b>		
<u>Blåskjell</u>		
Fedafjorden	527 - 5822 µg/g	Knutzen 1986
Saudafj./Sandsfjorden	31 - 4310 µg/g	Knutzen 1991
Sørfjorden	141 - 879 µg/g	Kvalvågnæs et al 1986
<u>O-skjell</u>		
Saudafj./Sandsfjorden	37 - 27811 µg/g	Knutzen 1991
<u>Strandsnegl</u>		
Karmsundet	74 - 25710 µg/g	Knutzen et al 1989
Fedafjorden	381 µg/g	Knutzen 1986
Lista	700 - 57600 µg/g	Knutzen & Berglind 1992
<u>Albusnegl</u>		
Karmsundet	39 - 185 µg/g	Knutzen et al 1989
Fedafjorden	387 - 7001 µg/g	Knutzen 1986
<b>BERGEN - LOFOTEN</b>		
<u>Blåskjell</u>		
Årdalsfjorden	2500 - 31200 µg/g	Knutzen 1991
Sunndalsfj./Tingvollfjorden	153 - 4455 µg/g	Knutzen 1989
Vefsnfjorden (1989)	669 - 3084 µg/g	Knutzen 1991
Vefsnfjorden (1991)	469 - 1136 µg/g	Knutzen 1991
Hommelvik/Størdalsfjorden	40 - 35454 µg/g	Rygg et al 1984
<u>O-skjell</u>		
Sunndalsfj./Tingvollfjorden	183 - 21985 µg/g	Knutzen 1989
<u>Strandsnegl</u>		
Sunndalsfj./Tingvollfjorden	175 - 9988 µg/g	Knutzen 1989
Vefsnfjorden	235 - 1395 µg/g	Knutzen 1991
<b>LOFOTEN - RUSSEGRENSSEN</b>		
<u>Blåskjell</u>		
Tromsøysund	54 - 85 µg/g	Holte et al 1992



LITTERATURHENVISNINGER:

Aamot, E., Steinnes, E. og Schmidt, R. Universitetet i Trondheim, AVH, upubliserte data (1985)

Baalsrud, K., Green, N., Knutzen, J., Næs, K. og Rygg, B. (1985) Overvåking av Årdalsfjorden 1983. En tiltaksorientert undersøkelse av forurensninger fra aluminiumindustri og befolkning. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 228/86, SFT/NIVA.

EEC, EEC-study nr. B6612-90-009307 (Environmental Design Ltd., 1990).

Environmental Properties of Chemicals, Research Report 91 1990, Ministry of the Environment, Finland.

Hagen, L.O. (1991) Kontrollmålinger av PAH i luft ved aluminiumverk vinteren 1991. NILU-rapport OR 42/91.

Hagen, L.O. (1991) Kontrollmålinger av PAH i luft og nyttevekster ved aluminiumverk sommeren 1991. NILU-rapport OR 1/92.

Handbook of Chemistry and Physics.

Hektoen, H., Helland, A., Næs, K. og Rygg, B. (1992) Overvåking av Hvaler-Singlefjorden og munningen av Iddefjorden. Sedimenterende materiale, bunn-sedimenter, bløtbunnsfauna og diagnostisk undersøkelse av skrubbe. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 496/92, TA-871/1992, SFT/NIVA.

Helland, A., Næs, K. og Skei, J. (1990) Undersøkelser av partikler i vannmassen, sedimentasjon og bunn-sedimenter i svensk/norsk grensefarvann. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 432/90, SFT/NIVA.

Helland, A. og Skei, J. (1991) Overvåking i Vefsnfjorden for Mosjøen Aluminiumverk 1989. Delrapport 1. Sedimenter. NIVA-rapport O-84019.

Holte, B., Bahr, G., Gulliksen, B., Jacobsen, T., Knutzen, J. Næs, K. og Oug, E. (1992) Resipientundersøkelser i Tromøysundet og Sandnessundet, Tromsø kommune, 1991-92. Organismesamfunn i bløtbunn, hardbunn, i fjæra, miljøgifter i bunn-sedimenter og organismer, og bakteriologiske undersøkelser. Akvaplan-NIVA rapport nr. 91247.

ILO 1985, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, third ed.

Institute of Marine Research, Draft September 1992, Quality Status Report of the North Sea.

Kemikalieinspektionen 10/89, Miljøfarliga emnen, exempellista och vetenskaplig dokumentation, Sverige, 1989.

Knutzen, J. (1986) Undersøkelse av Fedafjorden 1984-1985. Delrapport 3. Miljøgifter i organismer. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 224/86, SFT/NIVA.

Knutzen, J. (1987) Sources, occurrence and effects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the aquatic environment - a preliminary review, NIVA rapport E-87700.

Knutzen, J. (1989) Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer 1987. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 347/89, SFT/NIVA.

Knutzen, J. (1991) Overvåking av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og metaller i blåskjell og o-skjell fra Saudafjorden/Sandsfjorden 1990. NIVA-rapport O-90168.

Knutzen, J. (1991) Overvåking i Vefsnfjorden for Elkem Aluminium Mosjøen 1989-91. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer. NIVA-rapport O-84019.

Knutzen, J., Næs, K. og Rygg, B. (1989) Tiltaksorientert overvåking av Karmsundet. Undersøkelse av sedimenter, bløtbunnsfauna og miljøgifter i organismer. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 371/89, SFT/NIVA.

Knutzen, J. og Berglind, L. (1992) Utslipp av avløpsvann fra Elkem Aluminium Lista. Kontrollundersøkelser 1991. NIVA-rapport O-68019.

Knutzen, J. og Green, N. (1991) Overvåking av miljøgifter i fisk og blåskjell fra Grenlandsfjordene 1990. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 467/91, , TA-nr. 784/1991, SFT/NIVA.

Knutzen, J. og Skei, J. (1988) Tiltaksorientert overvåking i Saudafjorden 1986-1987. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 309/88, SFT/NIVA.

Konieczny, R.M. (1992) Karlegging og vurdering av forurensningssituasjonen i bunnsedimenter fra Oslo havneområde. NIVA-rapport O-91150.

Kvalvågnes, K., Berglind, L. og Knutzen, J. (1986) Undersøkelser i Sørfjorden i forbindelse med PAH-utslipp fra Odda Smelteverk A/S. NIVA-rapport O-85165.

Larssen, S. og Gustavsen, G.W: (1991) Overvåking av luftforurensninger fra biltrafikk 1990. Målinger i Oslo 1980-90. NILU-rapport OR 59/91 og SFT-rapport nr. 470/91.

Lingsten, L. (1991) Undersøkelse av sedimenter i Loeselva. Tungmetaller, PCB, PAH og dioksiner. NIVA-løpenr. 2662.

## PAH

Mikalsen, A., Joranger, E., Hagen, I., Ramdahl, T. og Becher, G. (1983) Organiske forbindelser i byer og bakgrunnsområder. NILU-rapport OR 65/83 og SFT-rapport nr. 103/83.

Næs, K. (1991) Miljøgifter i Gunnekleivfjorden. Delrapport 1. Konsentrasjon og mengde av miljøgifter i sedimentene. NIVA-rapport O-8806801.

Næs, K. (1992) PAH i sedimenter utenfor Elkem Fiskaa, Kristiansand, 1991. NIVA-rapport O-91149.

Næs, K. (1992) PAH og metaller i bunnsedimenter i Sagevassdraget, Vest-Agder, Løpenummer 2785, NIVA.

Næs, K. og Rygg, B. (1988) Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Mære og Romsdal. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnsfauna 1986. Statlig program for forurensningsovervåkning rapport 306/88, SFT/NIVA.

Næs, K., Oug, E., Knutzen, J. og Moy, F. (1991) Resipientundersøkelser av Tromøysund. Bunnsedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA-rapport O-89170.

Næs, K. og Oug, E. (1991) Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder. Rapport 1. Konsentrasjon og mengder av klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyseolje. NIVA-rapport O-895903/E-90406.

Rygg, B., Knutzen, J., Skei, J., Heie, A., Ramdahl, T., Osvik, A. og Melhuus, A. (1984) Kreosotforurensning i Trøndelag. Miljøvirkninger i Hommelvika, Stjørdalsfjorden, Gudå og Mostadmarka. NIVA-rapport O-83115.

Rygg, B. og Skei, J. (1986) Undersøkelser i Fedafjorden 1984-85. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnsfauna. Statlig program for forurensningsovervåkning rapport 214/86, SFT/NIVA.

Sax, N. Irving, Dangerous Properties of Industrial Materials, sixth edition, 1984.

SFT 92:03, Nasjonale samletall for forurensningsutslipp 1991.

SFT 92:06, Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann kortversjon, TA-905/1992.

SFT 93:02, Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann kortversjon, TA-922/1993.

SFT 1993, Forbruks- og utslippstall.

Skei, J. (1983) Trondheimsfjorden 1981. Delrapport III. Sedimentundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåkning rapport 102/83, SFT/NIVA.

Skei, J. (1992) Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1991. Delrapport 1. Vannkjemi og sedimentundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåkning rapport 500/89, TA 888/1992, SFT/NIVA.

Statens Institutt for Folkehelsen, G 2 Kvalitetsnormer for drikkevann, 1987.

WHO (1992) Revision of the WHO Guidelines for Drinking Water Quality. World Health Organization, Geneva.

CAS 7440-66-6		SINK
FAKTAOPPLYSNINGER		
Kjemisk tegn : Zn		
Molvekt : 65,38		
Fysiske/kjemiske egenskaper	Kokepunkt 908 °C Smeltepunkt 419,5 °C Densitet (20 °C) 7,13 g/cm <sup>3</sup> Vannløselighet, ZnCl <sub>2</sub> , (25 °C) 4320 g/l Vannløselighet, ZnCO <sub>3</sub> , (15 °C) 0,01 g/l	Naturvårdsv. 1988 Handbook Sax 1984 EPC 1990
Produksjon	Verden,(1980) 6.200.000 tonn/år Norge, sink (1989) 120.510 tonn/år Norge, sinkkonsentrat ca. 52 % sink, (1989) ca. 33.000 tonn/år	Naturvårdsv. 1988 SSB 1992 SSB 1992
Forbruk	Omsetning i produkter i Norge (1985) 9250 tonn/år Omsetning i produkter i Norge (1992) 8430 tonn/år	SFT 92:03 SFT 1993
Bruksområder	Varmforsinking, galvanisering Offeranoder Presstøping Messing Bildekk Pigmenter	SFT 92:03 Naturvårdsv. 1988
Anslåtte utslipp	<u>Til atmosfæren, Norge</u>	
	Utslipp industri (1985) 27 tonn/år	SFT 92:03
	Utslipp industri (1992) 31 tonn/år	SFT 1993
	Utslipp bruk av bildekk (1985) 66 tonn/år	SFT 1993
	Utslipp bruk av bildekk (1992) 75 tonn/år	SFT 1993
	Utslipp komm. kilder (1985) 4,3 tonn/år	SFT 1991
	Utslipp komm. kilder (1992) 3 tonn/år	SFT 1993
	<u>Til vann, Norge</u>	
	Utslipp industri (1985) 2234 tonn/år	SFT 92:03
	Utslipp industri (1992) 213 tonn/år	SFT 1993
	Utslipp produkter (offeranoder) (1985) 422 tonn/år	SFT 1993
	Utslipp produkter (offeranoder) (1992) 421 tonn/år	SFT 1993
	<u>Til jord, Norge</u>	
	Langtransport (1990) ca. 400 tonn/år	Steinnes 1993

ØKOTOKSIKOLOGISKE DATA		
MILJØ/Emne	DATA	REF.
<b>AKVATISK MILJØ</b>		
Bioakkumulerbarhet	Biokonsentrasjonfaktor (BCF) :	
Toksisitet : akutt	ALGER	
	<u>Navicula</u> , LC <sub>50</sub> (96t) 10 mg/l	EPC 1990
	INVERTEBRATA	
	<u>Daphnia magna</u> , LC <sub>50</sub> (48t) 0,16 mg/l	EPC 1990
	FISK	
	<u>Salmo gairdneri</u> , LC <sub>50</sub> (96t) 0,8 mg/l	EPC 1990
	<u>Salmo salar</u> , LC <sub>50</sub> (21d) 0,35-1,6 mg/l	
	<u>Lepomis macrochirus</u> , LC <sub>50</sub> (96t) 2,86-3,78 mg/l	
Toksisitet : subakutt - kronisk	Reproduksjonsforstyrrelser:	
	<u>Selenastrum capricornutum</u> , LOEC (16d) 0,03 mg/l	EPC 1990
	<u>Daphnia magna</u> , LOEC (21d) 0,07 mg/l	
	<u>Pimephales promelas</u> , LOEC 0,18 mg/l	
	<u>Pimephales promelas</u> , NOEC 0,03 mg/l	
	Vekst, semikronisk:	
	<u>Salmo gairdneri</u> , LOEC 0,26 mg/l	
Vannkvalitets- kriterier	Veiledende verdi for drikkevann:	
	WHO, 1984 5,0 mg/l	SIFF 1987
	Drikkevannsnorm i Norge (Kategori godt drikkevann): < 0,3 mg/l	SIFF 1987
	Nivå for klager fra forbruker (utseende, smak)	
	WHO, 1992 3 mg/l	WHO 1992
	Kriterier for ferskvann :	
	Tilstandsklasse I - < 10 µg/l	SFT 92:06
	Tilstandsklasse V - > 110 µg/l	
	Kriterier for fjorder og kystfarvann:	
	Tilstandsklasse I - < 1,5 µg/l	SFT 93:02
	Tilstandsklasse V - > 20 µg/l	
Kriterier for akvatiske sedimenter	Sedimenter fra fjorder og kystfarvann (alle tall på tørrvektsbasis):	
	Tilstandsklasse I - < 150 mg/kg	SFT 93:02
	Tilstandsklasse V - > 10000 mg/kg	

Kriterier for biologisk materiale	<p>Alle tall på tørrvektsbasis.</p> <p>Blæretang og grisetang:</p> <p>Tilstandsklasse I - &lt; 200 mg/kg</p> <p>Tilstandsklasse V - &gt; 3000 mg/kg</p> <p>Blåskjell:</p> <p>Tilstandsklasse I - &lt; 200 mg/kg</p> <p>Tilstandsklasse V - &gt; 2500 mg/kg</p> <p>Vanlig strandsnegl:</p> <p>Tilstandsklasse I - &lt; 100 mg/kg</p> <p>Tilstandsklasse V - &gt; 2000 mg/kg</p>	SFT 93:02
<b>TERRESTRISK MILJØ</b>		
Opptak, Metabolisme		
Nedbrytbarhet		
Toksisitet : akutt		
Toksisitet : subakutt, kronisk		
Karsinogenitet		

FOREKOMST I MILJØET		
BESKRIVELSE AV FOREKOMSTER OG FOREKOMSTDATA		REFERANSE
Forekomst i berggrunn		
Forekomst i jord og løsmasser		
<u>Jordsmonn (humus):</u>		
Sør-Norge, 0-60 km fra kysten, middelverdi	77,0 mg/kg	Allen and Steinnes 1980
Sør-Norge, 60-120 km fra kysten, middelverdi	71,2 mg/kg	
Øst-Norge, sentrale deler, middelverdi	57,2 mg/kg	
Øst-Norge, nordlig del, middelverdi	51,9 mg/kg	
Vest-Norge, kyst, middelverdi	53,3 mg/kg	
Vest-Norge, innland, middelverdi	59,4 mg/kg	
Troms/Finnmark, kyst, middelverdi	33,9 mg/kg	
Troms/Finnmark, innland, middelverdi	46,6 mg/kg	
Sør-Norge, 0-50 km fra kysten, middelverdi	104 mg/kg	Steinnes et al 1989
Sør-Norge, 50-100 km fra kysten, middelverdi	93 mg/kg	
Sør-Norge, > 100 km fra kysten, middelverdi	64 mg/kg	
<u>Jordsmonn og løsmasser :</u>		
500 lokaliteter, hele landet :		
O-sjikt (humus)	41 mg/kg	Bølviken og Steinnes 1987
B-sjikt	25 mg/kg	
C-sjikt	40 mg/kg	



Forekomst i luft		
<u>Atmosfære, Verden</u>		
<u>Atmosfære, Norge</u>		
Bakgrunnsområder:		
Birkenes, Aust-Agder (1985-86)		
Døgnmålinger	< 0,4 - 114 ng/m <sup>3</sup>	Amundsen et al 1992
Gjennomsnitt	15 ng/m <sup>3</sup>	
Spesielle områder:		
Oslo, St. Olavs plass		
Februar 1988	45 ng/m <sup>3</sup>	Hagen et al 1989
Maksimal døgnverdi	760 ng/m <sup>3</sup>	
Bergen, Chr. Michelsens inst.		
Februar 1988	460 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	1100 ng/m <sup>3</sup>	
Kristiansand, Festningsgata		
Februar 1988	93 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	1000 ng/m <sup>3</sup>	
Mo i Rana, Mo		
Februar 1988	1000 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	3200 ng/m <sup>3</sup>	
Stavanger, Handelens hus		
Februar 1988	120 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	280 ng/m <sup>3</sup>	
Holmfoss, Sør-Varanger		
Januar 1990 - mars 1991	17,7 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	386,7 ng/m <sup>3</sup>	
Viksfjell, Sør-Varanger		Hagen et al 1991
Januar 1990 - mars 1991	8,6 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	48,4 ng/m <sup>3</sup>	

# SINK

Forekomst i nedbør			
Birkenes, Aust-Agder			SFT 1991
Årsmiddel 1980	15,7 µg/l		
Årsmiddel 1990	9,5 µg/l		
Nordmoen, Akershus			
Årsmiddel 1990	5,6 µg/l		
Osen, Hedmark			
Årsmiddel 1990	5,6 µg/l		
Kårvatn, Møre og Romsdal			
Årsmiddel 1980	4,2 µg/l		
Årsmiddel 1990	1,0 µg/l		
Jergul, Finnmark (Sør-Varanger)			
Årsmiddel 1980	4,5 µg/l		
Årsmiddel 1990	2,7 µg/l		
Noatun, Finnmark (Sør-Varanger)			
Årsmiddel 1990	14,5 µg/l		
Forekomst i vann			
<u>Grunnvann</u>			
Flatanger - løsmassebrønn	< 5 - 16 µg/l		NGU 1992
Nord-Trøndelag - fjellbrønn	< 5 - 149 µg/l		
Hvaler, Iddefjord - granitt	< 5 - 4940 µg/l		
Ø-Oslofjord - granitt	< 5 - 28 µg/l		

<u>Drikkevann - overflatekilder</u>			Flaten 1985 og 1990
Øst-Norge			
Typisk verdi (median)	18,0 µg/l		
Lav verdi (5 prosentil)	2,9 µg/l		
Høy verdi (95 prosentil)	259,1 µg/l		
Sør-Norge			
Typisk verdi (median)	31,0 µg/l		
Lav verdi (5 prosentil)	4,0 µg/l		
Høy verdi (95 prosentil)	383,4 µg/l		
Vest-Norge			
Typisk verdi (median)	14,2 µg/l		
Lav verdi (5 prosentil)	2,3 µg/l		
Høy verdi (95 prosentil)	229,5 µg/l		
Midt-Norge			
Typisk verdi (median)	18,6 µg/l		
Lav verdi (5 prosentil)	2,1 µg/l		
Høy verdi (95 prosentil)	202,0 µg/l		
Nord-Norge			
Typisk verdi (median)	12,9 µg/l		
Lav verdi (5 prosentil)	3,0 µg/l		
Høy verdi (95 prosentil)	155,3 µg/l		
<u>Kloakkslam</u>			Østlands-konsult 1992
198 norske renseanlegg 1991,			
middelverdi	376 mg/kg TS		
intervall	1500-15 mg/kg TS		
standardavvik			208 mg/kg TS
<u>Vassdrag</u>			Holtan et al 1991
Data fra 1990.			
Glomma, gjennomsnitt	5,9 µg/l		
intervall	1,5 - 20,0 µg/l		
Drammenselva, gjennomsnitt	4,3 µg/l		
intervall	2,0 - 6,4 µg/l		
Otra, gjennomsnitt	7,5 µg/l		
intervall	5,0 - 13,4 µg/l		
Orkla, gjennomsnitt	30,8 µg/l		
intervall	10,0 - 70,0 µg/l		
Vefsna, gjennomsnitt	4,91 µg/l		
intervall	1,2 - 16,6 µg/l		
Altaelva, gjennomsnitt	2,4 µg/l		
intervall	1,2 - 4,3 µg/l		

# SINK

<u>Innsjø</u>		
Brukt som drikkevannskilde:		
Øst-Norge (Mjøsa)	7 - 11 µg/l	Weideborg et al 1988
Sør-Norge (Liansvannet - Lindesnes)	5 - 15 µg/l	
Vest-Norge (Storevatnet - Øygarden)	8 µg/l	
Midt-Norge (Snåsavatnet - Steinkjer)	2 - 5 µg/l	
Nord-Norge (Porsvann - Porsanger)	4 - 7 µg/l	
Påvirket av gruveavrenning:		
Midt-Norge (Djupsjøen 1971-1989), middelverdi	190,00 µg/l	Grande 1991
Øst-Norge (Sørsjøen, Hedmark), middelverdi	18,00 µg/l	
<u>Fjorder</u>		
Nordgulen (Bremanger) 1987-88	< 1 - 13,4 µg/l	Miljøplan 1988
<u>Ytre kystområder</u>		
<u>Åpent farvann</u>		
<b>Forekomst i sediment</b>		
ALLE TALL PÅ TØRRVEKTSBASIS.		
<u>Vassdrag</u>		
Flomsediment,		
(S = syreløselig del, T = totalinnhold)		
Alle tall i mg/kg.		
Øst-Norge		Ottesen et al 1993
Typisk verdi (median)	43,1 (S), 72 (T)	
Lav verdi (5 prosentil)	11,5 (S), 19 (T)	
Høy verdi (95 prosentil)	129,9 (S), 168 (T)	
Sør-Norge		
Typisk verdi (median)	46,2 (S), 75 (T)	
Lav verdi (5 prosentil)	18,6 (S), 34 (T)	
Høy verdi (95 prosentil)	131,1 (S), 193 (T)	
Vest-Norge		
Typisk verdi (median)	53,7 (S), 82 (T)	
Lav verdi (5 prosentil)	23,8 (S), 39 (T)	
Høy verdi (95 prosentil)	116,4 (S), 156 (T)	
Midt-Norge		
Typisk verdi (median)	39,3 (S), 68 (T)	
Lav verdi (5 prosentil)	20,4 (S), 39 (T)	
Høy verdi (95 prosentil)	90,6 (S), 117 (T)	
Nord-Norge		
Typisk verdi (median)	45,4 (S), 77 (T)	
Lav verdi (5 prosentil)	18 (S), 34 (T)	
Høy verdi (95 prosentil)	84,9 (S), 138 (T)	

<u>Innsjø</u>		
Finnmark, intervall	27 - 272 µg/g	Rognerud og Boye 1992
Øst-Norge (Buskerud, 5 vann), intervall	80 - 1000 µg/g	
<u>Fjorder</u>		
Fjordområdene rundt Jæren, ekstraherbart Zn middel for 6 områder intervall	38 µg/g 1 - 100 µg/g	Dahle 1984
<b>SVENSKEGRENSEN - LINDESNES</b>		
Hvaler-/Singlefjorden	83 - 262 µg/g	Hektoen et al 1992
Iddefjorden	39 - 54 µg/g	Hektoen et al 1992
Drammensfjorden	121 - 175 µg/g	Næs 1984
Tromøysund	90 - 295 µg/g	Næs et al 1991
Kristiansandsfjorden	86 - 481 µg/g	Knutzen et al 1991
<b>LINDESNES - BERGEN</b>		
Fedafjorden	62 - 1250 µg/g	Rygg & Skei 1986
Saudafjorden	171 - 2600 µg/g	Knutzen & Skei 1988 Knutzen et al 1989
Karmsundet	88 - 439 µg/g	Skei 1992
Hardangerfjorden	170 - 610 µg/g	Skei 1992
Sørfjorden	280 - 940 µg/g	
<b>BERGEN - LOFOTEN</b>		
Årdalsfjorden	83 - 228 µg/g	Baalsrud et al 1985
Sunnalsfjorden	65 - 157 µg/g	Næs & Rygg 1988
Trondheimsfjorden	70 - 7878 µg/g	Skei 1983
<b>LOFOTEN - RUSSEGRENSEN</b>		
Ballangfjorden	47 - 1900 µg/g	Helland & Rygg 1991
<u>Ytre kystområder</u>		
Nordsjøen (Norskerenna - område 6)	60 - 120 mg/kg	IMRN 1992, Draft
<u>Åpent farvann</u>		
Atlanterhavsvann (Nordsjøen - område 1)	10 - 40 mg/kg	IMRN 1992, Draft
<b>Forekomst i biota</b>		
ALLE TALL PÅ VÅTVEKTSBASIS MED MINDRE ANNET ER SKREVET.		
<u>Fisk, ferskvann</u>		
Fiskekjøtt, Midt-Norge	0,4 - 19 mg/kg	Grande 1991

# SINK

<u>Fisk, saltvann</u> Nordsjøen - område 6 Torskelever, gjennomsnitt intervall		27 mg/kg 9 - 52 mg/kg	IMRN 1992, Draft
Nordsjøen - område 1 Torskelever, gjennomsnitt intervall		26 mg/kg 12 - 41 mg/kg	
SVENSKEGRENSEN - LINDESNES <u>Skrubbe (lever)</u> Tromøysund		28,9 - 29,5 µg/g	
<u>Sandflyndre (lever)</u> Tromøysund		17,6 - 24,6 µg/g	
LINDESNES - BERGEN <u>Torsk (filet)</u> Fedafjorden		2,7 µg/g	Knutzen 1986
<u>Evertebrater</u> SVENSKEGRENSEN - LINDESNES <u>O-skjell</u> Drammensfjorden, tørrvekt <u>Blåskjell</u> Drammensfjorden, tørrvekt Tromøysund		2700 µg/g 120 µg/g 22 - 30,8 µg/g	Knutzen et al 1986 Knutzen et al 1986 Næs et al 1991
LINDESNES - BERGEN <u>Blåskjell</u> Fedafjorden, tørrvekt Saudafjorden, tørrvekt Sørfjorden, tørrvekt		151 - 291 µg/g 180 - 661 µg/g 670 - 1060 µg/g	Knutzen 1986 Knutzen 1991 Knutzen & Skei 1991
BERGEN - LOFOTEN <u>Blåskjell</u> Sunndalsfj./Tingvollfjorden, tørrvekt		57,8 - 86,8 µg/g	Knutzen 1989
<u>Fugl</u> ALLE TALL FOR FUGL PÅ TØRRVEKT BASIS. Lirype, voksen (> 12 mnd), lever. Hele landet, intervall		45 - 168 mg/kg	Kålås og Lierhagen 1992
Orrfugl, voksen/ung (< > 12 mnd), lever Hele landet, intervall		44 - 297 mg/kg	

<u>Pattedyr</u> <b>TALL PÅ VÅTVEKTSBASIS.</b>		
Reinsdyr, lever		
Sør-Varanger		
middelvei	40 mg/kg	DN 1991
intervall	19 - 190 mg/kg	
Vest-Finnmark		
middelvei	27 mg/kg	
intervall	19 - 47 mg/kg	
Elg, lever		
Finnmark		
middelvei	25 mg/kg	
intervall	13 - 110 mg/kg	
Sau, lever		
Finnmark		
middelvei	41 mg/kg	
intervall	30 - 70 mg/kg	
<b>TALL PÅ TØRRVEKTSBASIS.</b>		
Hare, ung/voksen (> < 12 mnd), lever.		
Hele landet, intervall	61 - 270 mg/kg	Kålås og Lierhagen 1992
<b>TALL PÅ VÅTVEKTSBASIS.</b>		
Steinkobber ( <i>Phoca vitulina</i> ), død eller døende 1988.		
Oslofjord, middelvei	47 mg/kg	Skaare et al 1990
intervall	23 - 99 mg/kg	
Sør-Norge, middelvei	46 mg/kg	
intervall	19 - 84 mg/kg	
Vest-/Midt-Norge, middelvei	60 mg/kg	
intervall	33 - 95 mg/kg	
<u>Vegetasjon - terrestrisk</u>		
Forekomst i etasjemose (biomonitor for atmosfærisk nedfall) :		
500 lokaliteter, hele landet 1985		
Median	35 mg/kg	Rühling et al 1987
Intervall	8 - 780 mg/kg	Steinnes et al, in press
(samme nivå som 1977)		
500 lokaliteter, hele landet 1990		
Median	36 mg/kg	Rühling et al 1992
Intervall	4 - 580 mg/kg	Steinnes et al 1993

# SINK

<u>Alger</u>		
TALL PÅ TØRRVEKTSBASIS.		
SVENSKEGRENSSEN - LINDESNES		
<u>Blæretang</u>		
Drammensfjorden	116 µg/g	Knutzen et al 1986
LINDESNES - BERGEN		
<u>Grisetang</u>		
Karmsundet	28 - 51 µg/g	Knutzen et al 1989
Fedafjorden	59 - 100 µg/g	
Sørfjorden/Hardangerfjorden	480 - 1120 µg/g	Knutzen 1986
<u>Blæretang</u>		
Fedafjorden	78 - 193 µg/g	Knutzen & Skei 1991
Sørfjorden/Hardangerfjorden	1000 - 3230 µg/g	
<u>Spiraltang</u>		
Fedafjorden	57 µg/g	Knutzen 1986
BERGEN - LOFOTEN		
<u>Grisetang</u>		
Sunnalsfj./Tingvollfjorden	32 - 232 µg/g	Knutzen 1989
<u>Blæretang</u>		
Sunnalsfj./Tingvollfjorden	33 - 92 µg/g	
LOFOTEN - RUSSEGRENSSEN		
<u>Grisetang</u>		
Tromsøysund	23,6 - 30,1 µg/g	Holte et al 1992



## LITTERATURHENVISNINGER:

Allen, R.O. and Steinnes, E., Proc., Int. conf. ecol. impact acid precip., Norway 1980, SNSF project.

Amundsen, C.E., Hanssen, J.E., Semb, A. og Steinnes, E. (1992) Long-range atmospheric transport of trace elements to southern Norway. *Atmospheric Environment*, Vol. 26A, No. 7.

B. Bølviken, E. Steinnes: (1987) Heavy metal contamination of natural surface soils in Norway from long-range atmospheric transport, Proc. Int. Conf. Heavy Metals in the Environment, New Orleans, Vol. 1, 291-293.

Baalsrud, K., Green, N., Knutzen, J., Næs, K. og Rygg, B. (1985) Overvåking av Årdalsfjorden 1983. En tiltaksorientert undersøkelse av forurensninger fra aluminiumindustri og befolkning. Statlig program for forurensningsovervåkning rapport 228/86, SFT/NIVA.

Dahle, A.B., (1984) Resipientundersøkelser i fjordområdene rundt Jæren. T27/84, Rogalandsforskning.

Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1991-15, Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger.

Environmental Properties of Chemicals, Research Report 91 1990, Ministry of the Environment, Finland.

Flaten, T.P. (1985) Drikkevann i Norge - en landsomfattende undersøkelse av geografiske variasjoner i kjemisk sammensetning, NGU Rapport 85.207.

Flaten, T.P., (1990) Kjemisk sammensetning av drikkevannet i Norge- dokumentasjon av analysedata, NGU Rapport 90.044.

Grande, M. (1991) Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger, NIVA-løpenr. 2562.

Hagen, L.O., Aarnes, M.J., Henriksen, J.F. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Fremdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991. NILU-rapport OR 67/91.

Hagen, L.O., Bartonova, A., Berg, T., Røyset, O. og Vadset, M. (1989) Kartlegging av konsentrasjoner av tungmetaller i luft i tettsteder. (NILU-rapport OR 30/89).

Handbook of Chemistry and Physics.

## SINK

- Holtan, G., Berge, D., Holtan, H. og Hopen, T. (1991) Paris Convention Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1990, B Data report, Statlig program for forurensningsovervåking rapport 452B/91, TA 755B/1991, SFT/NIVA.
- Hektoen, H., Helland, A., Næs, K. og Rygg, B. (1992) Overvåking av Hvaler-Singlefjorden og munningen av Iddefjorden. Sedimenterende materiale, bunnsedimenter, bløtbunnsfauna og diagnostisk undersøkelse av skrubbe. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 496/92, TA-871/1992, SFT/NIVA.
- Helland, A. og Rygg, B. (1991) Måleprogram i Ballangfjorden. Vannkvalitet, bunnsedimenter, bløtbunnfauna og metaller i tang. NIVA-rapport O-89070.
- Holte, B., Bahr, G., Gulliksen, B., Jacobsen, T., Knutzen, J. Næs, K. og Oug, E. (1992) Resipientundersøkelser i Tromøysundet og Sandnessundet, Tromsø kommune, 1991-92. Organismesamfunn i bløtbunn, hardbunn, i fjæra, miljøgifter i bunnsedimenter og organismer, og bakteriologiske undersøkelser. Akvaplan-NIVA rapport nr. 91247.
- Institute of Marine Research, Draft September 1992, Quality Status Report of the North Sea, Subregion 1.
- Institute of Marine Research, Draft September 1992, Quality Status Report of the North Sea, Subregion 6.
- Kemikalieinspektionen 10/89, Miljöfarliga emnen, exempellista och vetenskaplig dokumentation, Sverige, 1989.
- Knutzen, J. (1986) Undersøkelse i Fedafjorden 1984-1985. Delrapport 3. Miljøgifter i organismer. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 224/86, SFT/NIVA.
- Knutzen, J. (1989) Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 2. Miljøgifter i organismer 1987. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 347/89, SFT/NIVA.
- Knutzen, J. (1991) Overvåking av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og metaller i blåskjell og o-skjell fra Saudafjorden/Sandsfjorden 1990. NIVA-rapport O-90168.
- Knutzen, J., Hvoslef, S. og Kirkerud, L. (1986) Basisundersøkelse i Drammensfjorden. Delrapport 5. Miljøgifter i organismer. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 219/86, SFT/NIVA.
- Knutzen, J., Martinsen, K., Næs, K., Oehme, M. og Oug, E. (1991) Tiltaksorientert overvåking av miljøgifter i organismer og sedimenter fra Kristiansandsfjorden 1988 og 1990. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 443/91, SFT/NIVA.

Knutzen, J., Næs, K. og Rygg, B. (1989) Tiltaksorientert overvåking av Karmsundet. Undersøkelse av sedimenter, bløtbunnsfauna og miljøgifter i organismer. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 371/89, SFT/NIVA.

Knutzen, J. og Skei, J. (1988) Tiltaksorientert overvåking i Saudafjorden 1986-1987. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 309/88, SFT/NIVA.

Knutzen, J. og Skei, J. (1991) Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1990. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 467/91, TA-nr. 784/1991, SFT/NIVA.

Kålås, J.A. og Lierhagen, S. (1992) Terrestrisk naturovervåking. Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge. NINA Oppdragsmelding 137: 1-72.

Miljøplan 1988, Undersøkelse av det marine miljø i Nord-Gulen 1987-1988.

Naturvårdsverket, Rapport 3429, Zink i miljøen, 1988.

Norges Geologiske Undersøkelser, Upubliserte analyseresultater, 1992.

Næs, K. (1984) Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982/83. Delrapport: Sedimenter. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 158/84, SFT/NIVA.

Næs, K. og Rygg, B. (1988) Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Mære og Romsdal. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnsfauna 1986. Statlig program for forurensningsovervåking rapport 306/88, SFT/NIVA.

Næs, K., Oug, E., Knutzen, J. og Moy, F. (1991) Resipientundersøkelser av Tromøysund. Bunnsedimenter, organismer på bløt- og hardbunn, miljøgifter i organismer. NIVA-rapport O-89170.

Ottesen, R.T., Bølviken, B. og Volden, T., (1993) Geokjemisk atlas for Norge. Manuskript for trykking i NGU-serien.

Rognerud, S. (NIVA) og Boye, B. (DKØ) (1992) Vannforurensning fra skytefelt. Del 3. Forurensning av aktuelle tungmetaller fra 10 av Forsvarets skytefelt. NIVA løpenr. 2699.

Rognerud, S. og Fjeld, E. (1990) Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk, Statlig program for forurensningsovervåking rapport 426/90, TA 714/1990, SFT/SNT/NIVA.

Rühling, Å. m.fl. Atmospheric heavy metal deposition in Northern Europe 1990. Report NORD 1992:12, Nordisk Ministerråd.

Rühling, Å. m.fl. (1987) Survey of atmospheric heavy metal deposition in Nordic countries in 1985, Report NORD 1987:21, Nordisk Ministerråd.

## SINK

Rygg, B. og Skei, J. (1986) Undersøkelser i Fedafjorden 1984-85. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnsfauna. Statlig program for forurensningsovervåkning rapport 214/86, SFT/NIVA.

Sax, N. Irving, Dangerous Properties of Industrial Materials, sixth edition, 1984.

SFT 92:03, Nasjonale samletall for forurensningsutslipp 1991.

SFT 92:06, Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann kortversjon, 1992.

SFT 93:02, Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann kortversjon, 1993.

SFT 1991, Forurensning i Norge, TA-831/1992.

SFT 1993, Forbruks- og utslippstall.

Skaare, J.U., Markussen, N.H., Norheim, G., Haugen, S. og Holt, G. (1990) Levels of Polychlorinated Biphenyls, Organochlorine Pesticides, Mercury, Cadmium, Copper, Selenium, Arsenic, and Zinc in the Harbour Seal, *Phoca vitulina*, in Norwegian Waters, Environmental Pollution 66 (1990).

Skei, J. (1992) Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1991. Delrapport 1. Vannkjemi og sedimentundersøkelser. Statlig program for forurensningsovervåkning rapport 500/89, TA 888/1992, SFT/NIVA.

Skei, J. (1983) Trondheimsfjorden 1981. Delrapport III. Sedimentundersøkelser. Statlig Program for forurensningsovervåkning rapport 102/83, SFT/NIVA.

Statens Institutt for Folkehelsen, G 2 Kvalitetsnormer for drikkevann, 1987.

Statens forurensningstilsyn (1991) Overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Oslo (SFT-rapport 466/91).

Statistisk Sentralbyrå, Statistisk årbok 1992.

Steinnes, E., Røyset, O., Vadset, M. og Johansen, O., Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelser 1990. SFT-rapport 523/93, TA-947/1993.

Steinnes, E., Hanssen, J.E., Rambæk, J.P. og Vogt, N.B. Atmospheric deposition of trace elements: Temporal and spatial trend studied by moss analysis. Water, Air Soil Pollution, in press.

Steinnes, E., pers. med., 1993.

Steinnes, E., Solberg, W., Petersen, H.M. and Wren, C.D., Heavy metal pollution by long range atmospheric transport in natural soils of Southern Norway, Water, Air and Soil Pollution 45, 1989.

Weideborg, M., Hongve, D. og Andruchow, E. (1988) Spormetaller i norske drikkevannskilder: Aust- og Vest-Agder. SIFF-vann rapport nr. 69.

-- (1990) Spormetaller i Norske drikkevannskilder: Rogaland. SIFF vann rapport nr. 76.

-- (1990) Spormetaller i norske drikkevannskilder: Telemark. SIFF vann rapport nr. 77.

Forøvrig under rapportering.

WHO (1992) Revision of the WHO Guidelines for Drinking Water Quality. World Health Organization, Geneva.

Østlandskonsult (1992) Rapport til SFT.

CAS 7440-43-9		KADMIUM
FAKTAOPPLYSNINGER		
Kjemisk tegn : Cd		
Molvekt : 112.41 (elementært kadmium)		
Fysiske/kjemiske egenskaper	Kokepunkt 767,0 °C Smeltepunkt 321,1 °C Smeltevarme 6,2 kJ/mol Fordampningsvarme 99,7 kJ/mol Densitet (26 °C) 8,642 kg/dm <sup>3</sup> Damptrykk (382 °C) 0,1013 kPa Damptrykk (473 °C) 1,013 kPa Vannløselighet (20 °C) Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1500 g/l CdCl <sub>2</sub> 1400 g/l	Handbook Sax 1984 EPC 1990 Kemikalie-insp. 1989
Produksjon	Verden, totalt ca. 20.000 tonn/år Norge totalt ca. 150 tonn/år Verden, kadmumpigment ca. 8.500 tonn/år	Kemikalie-insp. 1989
Forbruk	Verden tot. (1986) ca. 18.000 tonn/år Sverige (1986) ca. 150 tonn/år Omsetning i Norge i produkter (1985) 38 tonn/år Omsetning i Norge i produkter (1992) 32 tonn/år	Kemikalie-insp. 1989 SFT 91:15 SFT 1993
Bruksområder	Forbruk i % i viktige forbruksområder i Norge og verden fra henholdsvis 1991 og 1984: Korrosjonsbeskyttelse (kadmiering) 3 % og 25 % Batterier 66 % og 27 % Pigment 2 % og 22 % Stabilisator i plast 2 % og 17 % Ulike legeringer og offeranoder 22 % og 9 %	SFT 91:15
Anslåtte utslipp	<u>Til atmosfæren</u>	
	Hele verden ca. 7.000 tonn/år	Kemikalie-insp. 1989
	<u>Til atmosfæren, Norge</u>	
	Utslipp avfallsforbrenning (stabilt i perioden 1985-1992) 0,13 - 0,14 tonn/år Utslipp industri (1985) 0,7 tonn/år Utslipp industri (1992) 0,4 tonn/år Utslipp forbrenning av olje m.v. (stabilt i perioden 1985-1992) 0,7 tonn/år	SFT 91:15 SFT 91:15 SFT 1993 SFT 91:15/SFT 1993

# KADMIUM

<u>Til vann, Norge</u>		
Utslipp kommunale kilder (stabilt i perioden 1985-1992)	0,5 tonn/år	SFT 91:15
Utslipp industri (1985)	25 tonn/år	SFT 1993
Utslipp industri (1992)	0,3 tonn/år	SFT 91:15
Utslipp produkter (1985)	0,2 tonn/år	SFT 1993
Utslipp produkter (1992)	0,2 tonn/år	SFT 91:15
Overflateavrenning	15 tonn/år	SFT 91:15
<u>Til jord, Norge</u>		
Tilførsler med kunstgjødsel (1985)	1,5 tonn/år	SFT 91:15
Tilførsler med kunstgjødsel (1992)	0,2 tonn/år	SFT 1993
Tilførsler med kloakkslam (stabilt i perioden 1985-1992)	< 0,4 tonn/år	SFT 91:15/SFT 1993
Atmosfærisk nedfall over Norge (1990)	3 tonn/år	Steinnes 1993

ØKOTOKSIKOLOGISKE DATA		
MILJØ/Emne	DATA	REF.
<b>AKVATISK MILJØ</b>		
Bioakkumulerbarhet	Cd akkumuleres i gjeller, nyrer og tarm på fisk. Cd akkumulering er mindre med stigende salinitet i både invertebrater og fisk.	Kemikalie- insp. 1989
Toksisitet : akutt	<b>ALGER</b>  <u>Cylindrotheca closterium</u> , LC <sub>50</sub> 0,05 mg/l (Cd <sup>2+</sup> ) <u>Selenastrum</u> , LEOC 0,05 mg/l (CdCl <sub>2</sub> ) Dinoflagellat - hemmet tilvekst 0,001 mg/l (Cd <sup>2+</sup> ) <u>Acetabularia</u> , (marin) - hemmet cellevekst 0,001 mg/l (CdCl <sup>+</sup> + Cd <sup>2+</sup> )	Kemikalie- insp. 1989
	<b>INVERTEBRATA</b>  (CdCl <sub>2</sub> ): <u>Daphnia</u> , LC <sub>50</sub> (48 t) 0,065 mg/l <u>Crangon</u> , LC <sub>50</sub> (48 t) (sjøvann) 3,3 - 10 mg/l <u>Crangon</u> , LC <sub>50</sub> (48 t) (brakkvann) 1,2 mg/l	Kemikalie- insp. 1989
	<b>FISK</b>  <u>Salmo gairdneri</u> , LC <sub>50</sub> (96 t) Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> gjennomstrømming 0,0066 mg/l Laks LC <sub>50</sub> (25 d) 0,005 mg/l	Kemikalie- insp. 1989
Toksisitet : subakutt - kronisk	<u>Capitella capitata</u> , LC <sub>50</sub> (28 uker) 0,43 mg/l (CdCl <sub>2</sub> ) <u>Daphnia</u> , inhib. av ALA-D aktivitet 0,0001 mg/l <u>Daphnia</u> , reprod. forstyrrelse (3 uker) 0,010 mg/l (CdCl <sub>2</sub> ) <u>Daphnia magna</u> , "kronisk" EC <sub>50</sub> (14 d) 0,0035 mg/l <u>Pimephales promelas</u> , reprod. forstyrrelse 0,014 mg/l (CdSO <sub>4</sub> ) <u>Salmo gairdneri</u> , reprod. forstyr. (CdCl <sub>2</sub> ) 0,001 - 0,002 mg/l	Kemikalie- insp. 1989



# KADMIUM

Vannkvalitets- kriterier	<p>Veiledende verdi for drikkevann: WHO, 1992 3 µg/l</p> <p>Drikkevannsnorm i Norge (Kategori - godt drikkevann): &lt; 1 µg/l</p> <p>Kriterier for ferskvann: Tilstandsklasse I - &lt; 0,04 µg/l Tilstandsklasse V - &gt; 0,5 µg/l</p> <p>Kriterier for fjorder og kystfarvann : Tilstandsklasse I - &lt; 0,03 µg/l Tilstandsklasse V - &gt; 0,5 µg/l</p>	<p>WHO 1992</p> <p>SIFF 1987</p> <p>SFT 92:06</p> <p>SFT 93:02</p>
Kriterier for akvatiske sedimenter	<p>Sedimenter fra fjorder og kystfarvann (alle tall på tørrvektsbasis):</p> <p>Tilstandsklasse I - &lt; 0,25 mg/kg Tilstandsklasse V - &gt; 10 mg/kg</p>	<p>SFT 93:02</p>
Kriterier for biologisk materiale	<p>Alle tall på tørrvektsbasis.</p> <p>Blæretang og grisetang: Tilstandsklasse I - &lt; 1,5 mg/kg Tilstandsklasse V - &gt; 40 mg/kg</p> <p>Blåskjell: Tilstandsklasse I - &lt; 2 mg/kg Tilstandsklasse V - &gt; 40 mg/kg</p> <p>Vanlig strandsnegl: Tilstandsklasse I - &lt; 5 mg/kg Tilstandsklasse V - &gt; 60 mg/kg</p>	<p>SFT 93:02</p>
<b>TERRESTRISK MILJØ</b>		
Opptak, Metabolisme	<p>Biologisk halveringstid:</p> <p>Rotte 200 døgn Mus 25 - 100 døgn Hund 260 - 500 døgn</p>	<p>Kemikalie- insp. 1989</p>
Toksisitet : akutt	<p>Rotte engangsdose, oral LC<sub>50</sub> 88 mg/kg (CdCl<sub>2</sub>) Rotte engangsdose, oral LD<sub>50</sub> 72 mg/kg (CdO) Rotte innånding, LC<sub>50</sub> min. 500 mg/m<sup>3</sup></p>	<p>Kemikalie- insp. 1989</p>
Toksisitet : subakutt, kronisk	<p>Nyreskader i pattedyr konstatert.</p>	<p>Kemikalie- insp. 1989</p>
Karsinogenitet	<p>Kadmiumsalter er kreftfremkallende hos rotter og gir kromosomskader i pattedyrceller.</p>	<p>SFT Krit.dok 52.</p>

FOREKOMST I MILJØET		
BESKRIVELSE AV FOREKOMSTER OG FOREKOMSTDATA		REFERANSE
Forekomst i berggrunn		
Forekomst i jord og løsmasser		
<u>Jordsmonn (humus):</u>		
Sør-Norge, 0-60 km fra kysten, middelvei	1,07 mg/kg	Allen og Steinnes
Sør-Norge, 60-120 km fra kysten, middelvei	0,77 mg/kg	
Øst-Norge, sentrale deler , middelvei	0,47 mg/kg	
Øst-Norge, nordlig del, middelvei	0,35 mg/kg	
Vest-Norge, kyst, middelvei	0,61 mg/kg	
Vest-Norge, innland, middelvei	0,35 mg/kg	
Troms/Finnmark, kyst, middelvei	0,21 mg/kg	
Troms/Finnmark, innland, middelvei	0,17 mg/kg	
Sør-Norge, 0-50 km fra kysten, middelvei	1,7 mg/kg	Steinnes et al 1989
Sør-Norge, 50-100 km fra kysten, middelvei	1,5 mg/kg	
Sør-Norge, > 100 km fra kysten, middelvei	1,5 mg/kg	
<u>Jordsmonn og løsmasser:</u>		
500 lokaliteter, hele landet:		
O-sjikt (humus)	0,8 mg/kg	Bølviken og Steinnes 1987
B-sjikt	< 0,5 mg/kg	
C-sjikt	< 0,5 mg/kg	

## KADMIUM

Forekomst i luft		
<u>Atmosfære, Verden</u>		
<u>Atmosfære, Norge</u>		
Bakgrunnsområder:		
Birkenes, Aust-Agder (1985-86)		
Døgnmålinger, intervall	< 0,004 - 1,38 ng/m <sup>3</sup>	Amundsen et al 1992
gjennomsnitt	0,096 ng/m <sup>3</sup>	
Spesielle områder:		
Bergen, Chr. Michelsens inst.		
Februar 1988	6 ng/m <sup>3</sup>	Hagen et al 1989
Maksimal døgnverdi	10 ng/m <sup>3</sup>	
Odda, Brannstasjonen		
Februar 1988	11 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	76 ng/m <sup>3</sup>	
Mo i Rana, Mo		
Februar 1988	< 4 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	10 ng/m <sup>3</sup>	
Kirkenes		
Januar 1990 - mars 1991	2,1 ng/m <sup>3</sup>	Hagen et al 1991
Maksimal døgnverdi	16,7 ng/m <sup>3</sup>	
Holmfoss, Sør-Varanger		
Januar 1990 - mars 1991	5,8 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	13 ng/m <sup>3</sup>	
Viksøfjell, Sør-Varanger		
Januar 1990 - mars 1991	0,08 ng/m <sup>3</sup>	
Maksimal døgnverdi	3,1 ng/m <sup>3</sup>	

## KADMIUM

Forekomst i nedbør			
Birkenes, Aust-Agder		SFT 1991	
Årsmiddel 1980	0,34 µg/l		
Årsmiddel 1990	0,12 µg/l		
Nordmoen, Akershus			
Årsmiddel 1990	0,14 µg/l		
Osen, Hedmark			
Årsmiddel 1990	0,09 µg/l		
Kårvatn, Møre og Romsdal			
Årsmiddel 1980	0,06 µg/l		
Årsmiddel 1990	0,06 µg/l		
Jergul, Finnmark (Sør-Varanger)		NGU 1992	
Årsmiddel 1980	0,08 µg/l		
Årsmiddel 1990	0,16 µg/l		
Noatun, Finnmark (Sør-Varanger)			
Årsmiddel 1990	0,18 µg/l		
Forekomst i vann			
<u>Grunnvann</u>			
Flatanger - løsmassebrønn	< 10 µg/l		
Nord-Trøndelag - fjellbrønn	< 10 µg/l		
Hvaler, Iddefjord - granitt	< 10 µg/l		
Ø-Oslofjord - granitt	< 10 µg/l		

# KADMIUM

<u>Drikkevann - overflatekilder</u>			Flaten 1985 og 1990
Øst-Norge			
Typisk verdi (median)		1,9 µg/l	
Lav verdi (5 prosentil)		0,5 µg/l	
Høy verdi (95 prosentil)		3,7 µg/l	
Sør-Norge			
Typisk verdi (median)		2,2 µg/l	
Lav verdi (5 prosentil)		0,9 µg/l	
Høy verdi (95 prosentil)		4,1 µg/l	
Vest-Norge			
Typisk verdi (median)		2,1 µg/l	
Lav verdi (5 prosentil)		0,8 µg/l	
Høy verdi (95 prosentil)		3,5 µg/l	
Midt-Norge			
Typisk verdi (median)		1,9 µg/l	
Lav verdi (5 prosentil)		0,4 µg/l	
Høy verdi (95 prosentil)		3,6 µg/l	
Nord-Norge			
Typisk verdi (median)		1,8 µg/l	
Lav verdi (5 prosentil)		0,4 µg/l	
Høy verdi (95 prosentil)		3,5 µg/l	
<u>Kloakkslam</u>			Østlands-konsult 1992
197 norske renseanlegg 1991,			
middelverdi		1,7 mg/kg TS	
intervall		26,8 - 0,2 mg/kg TS	
standardavvik		2,4 mg/kg TS	
<u>Vassdrag</u>			Holtan et al 1991
Tall fra 1990.			
Glomma			
		< 0,1 µg/l	
Drammenselva, gjennomsnitt		0,17 µg/l	
intervall		0,1 - 0,66 µg/l	
Otra, gjennomsnitt		0,33 µg/l	
intervall		0,1 - 2,8 µg/l	
Orkla, gjennomsnitt		0,13 µg/l	
intervall		0,1 - 0,3 µg/l	
Vefsna, gjennomsnitt		0,1 µg/l	
intervall		0 - 0,13 µg/l	
Altaelva, gjennomsnitt		0,11 µg/l	
intervall		0,1 - 0,13 µg/l	

## KADMIUM

<u>Innsjø</u>		
Brukt som drikkevannskilde:		
Øst-Norge (Mjøsa)	< 0,1 µg/l	Weideborg et al 1988
Sør-Norge (Liansvannet - Lindesnes)	< 0,2 µg/l	
Vest-Norge (Storevatnet - Øygarden)	< 0,1 µg/l	
Midt-Norge (Snåsavatnet - Steinkjer)	< 0,1 µg/l	
Nord-Norge (Porsvann - Porsanger)	< 0,1 µg/l	
Påvirket av gruveavrenning:		
Midt-Norge (Djupsjøen 1971-89), middelverdi	0,34 µg/l	Grande 1991 <sup>2</sup>
Øst-Norge (Sørsjøen, Hedmark), middelverdi	0,16 µg/l	
<u>Fjorder</u>		
Nordgulen (Bremanger) 1987-88	< 0,2 µg/l	Miljøplan 1988
<u>Ytre kystområder</u>		
Norsk kystvann, gjennomsnitt	14 ng/l	IMRN 1992, Draft
standardavvik	7 ng/l	
Sørlige Nordsjøen, intervall	30 - 50 ng/l	
<u>Åpent farvann</u>		
Atlantehavsvann, gjennomsnitt	6 ng/l	IMRN 1992, Draft
standardavvik	3 ng/l	
Åpent hav, intervall	5 - 10 ng/l	Fowler 1990
<b>Forekomst i sediment</b>		
<b>ALLE TALL PÅ TØRRVEKTSBASIS.</b>		
<u>Vassdrag</u>		
Flomsediment, syreløselig del		Ottesen et al 1993
Øst-Norge		
Typisk verdi (median)	0,6 mg/kg	
Lav verdi (5 prosentil)	0,2 mg/kg	
Høy verdi (95 prosentil)	1,0 mg/kg	
Sør-Norge		
Typisk verdi (median)	0,7 mg/kg	
Lav verdi (5 prosentil)	0,3 mg/kg	
Høy verdi (95 prosentil)	2,0 mg/kg	
Vest-Norge		
Typisk verdi (median)	0,6 mg/kg	
Lav verdi (5 prosentil)	0,3 mg/kg	
Høy verdi (95 prosentil)	1,0 mg/kg	
Midt-Norge		
Typisk verdi (median)	0,5 mg/kg	
Lav verdi (5 prosentil)	0,3 mg/kg	
Høy verdi (95 prosentil)	0,8 mg/kg	
Nord-Norge		
Typisk verdi (median)	0,6 mg/kg	
Lav verdi (5 prosentil)	0,2 mg/kg	
Høy verdi (95 prosentil)	0,9 mg/kg	

# KADMIUM

<u>Innsjø</u>		
Tall fra 1986-90.		
Finnmark, intervall	220 - 400 ng/g	Rognerud og Fjeld 1990
Midt-Norge, intervall	200 - 400 ng/g	
Sør-Norge, intervall	200 - 320 ng/g	
Vest-Norge, intervall	250 - 500 ng/g	
Øst-Norge, intervall	800 - 1100 ng/g	
<u>Fjorder</u>		
Fjordområdene rundt Jæren, ekstraherbart Cd	< 1,2 µg/g	Dahle 1984 Knutzen & Skei 1991
Sørfjord - Ytre Hardangerfjord (gradient)	8,2 - 0,11 mg/kg	
<b>SVENSKEGRENSEN - LINDESNES</b>		
Hvaler-/Singlefjorden	0,04 - 0,18 µg/g	Hektoen et al 1992
Iddefjorden	0,06 - 1,07 µg/g	Hektoen et al 1992
Oslo havneområde	0,28 - 5,11 µg/g	Konieczny 1992
Drammensfjorden	0,09 - 0,99 µg/g	Næs 1984
Tromøysund	0,09 - 0,25 µg/g	Næs et al 1991
Kristiansandsfjorden	0,04 - 2,77 µg/g	Knutzen et al 1991
<b>LINDESNES - BERGEN</b>		
Fedafjorden	0,01 - 16 µg/g	Rygg & Skei 1986
Saudafjorden	1 - 1000 µg/g	Knutzen & Skei 1988
Karmsundet	0,22 - 1,09 µg/g	Knutzen et al 1989
Hardangerfjorden	0,1 - 0,45 µg/g	Skei 1992
Sørfjorden	0,26 - 1,65 µg/g	Skei 1992
<b>BERGEN - LOFOTEN</b>		
Årdalsfjorden	0,18 - 4,72 µg/g	Baalsrud et al 1985
Sunnalsfjorden	0,07 - 0,92 µg/g	Næs & Rygg 1988
Trondheimsfjorden	0,03 - 18,7 µg/g	Skei 1983
Vefsnfjorden	0,04 - 2,16 µg/g	Helland & Skei 1991
<b>LOFOTEN - RUSSEGRENSEN</b>		
Varangerfjorden	0,05 µg/g	Skei & Rygg 1989
<u>Ytre kystområder</u>		
Nordsjøen (Norskerenna - område 6)	0,04 - 0,11 mg/kg	IMRN 1992, Draft
<u>Åpent farvann</u>		
Atlanterhavsvann (Nordsjøen - område 1)	< 0,02 - 0,04 mg/kg	IMRN 1992, Draft
<b>Forekomst i biota</b>		
ALLE TALL PÅ VÅTVEKTSBASIS MED MINDRE ANNET ER SKREVET.		
<u>Fisk, ferskvann</u>		
Telemark, Aust-Agder		
Abbor, lever	0,42 - 6,91 mg/kg	Berg 1987
Øvrevatn, Sulitjelma		
Ørret, lever	0,19 mg/kg	Vet. høgskolen 1992
Røye, lever, gjennomsnitt	0,11 mg/kg	
Fiskekjøtt		
Midt-Norge	0,002 - 0,02 mg/kg	Grande 1991
Nord-Norge	< 0,01 mg/kg	Holtan et al 1991a

## KADMIUM

<u>Fisk, saltvann</u>		
Nordsjøen - område 6		
Sørfjorden, torskelever, gjennomsnitt	0,17 mg/kg	IMRN 1992, Draft
intervall	< 0,07 - 0,26 mg/kg	
Andre stasjoner, torskelever		
gjennomsnitt	0,06 mg/kg	
intervall	0,003 - 0,64 mg/kg	
Nordsjøen - område 1		
Torskelever, gjennomsnitt	0,13 mg/kg	
intervall	0,04 - 0,36 mg/kg	
<u>Evertebrater</u>		
Nordsjøen - område 6		
Sørfjorden		Knutzen & Skei 1991
Blåskjell (gradient fra innerste stasjon)	7,0 - 3,6 mg/kg	
Andre stasjoner, blåskjell	0,12 mg/kg	
SVENSKEGRENSEN - LINDESNES		
<u>O-skjell</u>		
Drammensfjorden, tørrvekt	6,2 µg/g	Knutsen et al 1986
<u>Blåskjell</u>		
Drammensfjorden, tørrvekt	1,6 µg/g	Knutsen et al 1986
Tromøysund	0,09 - 0,13 µg/g	Næs et al 1991
LINDESNES - BERGEN		
<u>Blåskjell</u>		
Fedafjorden, tørrvekt	1,1 - 2,1 µg/g	Knutsen 1986
Saudafjorden, tørrvekt	1,1 - 5,2 µg/g	Knutsen 1991
Sørfjorden, tørrvekt	19 - 76,1 µg/g	Knutsen & Skei 1991
BERGEN - LOFOTEN		
<u>Blåskjell</u>		
Sunddalsfj./Tingvollfjorden, tørrvekt	0,3 - 1,01 µg/g	Knutsen 1989



# KADMIUM

<u>Fugl</u>			
ALLE TALL FOR FUGL PÅ TØRRVEKTSBASIS			
Lirype, voksen (> 12 mnd), lever.			
Nord-Norge, middelvei	9,3 mg/kg		Kålås og Lierhagen 1992
intervall	0,6 - 35,5 mg/kg		
Midt-Norge, middelvei	7,2 mg/kg		
intervall	2,9 - 14 mg/kg		
Vest-Norge, middelvei	7,7 mg/kg		
intervall	1,6 - 26,4 mg/kg		
Sør-Norge, middelvei	7,9 mg/kg		
intervall	5,6 - 12,8 mg/kg		
Øst-Norge, middelvei	12,3 mg/kg		
intervall	5,0 - 44,5 mg/kg		
Storfugl, voksen (> 12 mnd), nyre			
Nord-Norge, middelvei	29,9 mg/kg		Kålås et al 1992b
Orrfugl, voksen (> 12 mnd), lever			
Nord-Norge, middelvei	0,6 mg/kg		Kålås og Lierhagen 1992
Midt-Norge, middelvei	1,8 mg/kg		
Vest-Norge, middel	3,0 mg/kg		
Sør-Norge, middelvei	6,3 mg/kg		
intervall	3,4 - 12,5 mg/kg		
Øst-Norge, middelvei	4,8 mg/kg		
intervall	2,8 - 7,7 mg/kg		
Orrfugl, ung (< 12 mnd), lever			
Nord-Norge, middelvei	1,2 mg/kg		
Midt-Norge, middelvei	1,6 mg/kg		
Vest-Norge, middelvei	2,1 mg/kg		
Sør-Norge, middelvei	2,9 mg/kg		
intervall	1,8 - 7,9 mg/kg		
Øst-Norge, middelvei	2,8 mg/kg		
intervall	0,9 - 4,8 mg/kg		

Pattedyr

TALL PÅ TØRRVEKTSBASIS.

Reinsdyr, lever		
Hardangervidda 87/88, middelverdi	5,6 mg/kg	Skogland og Strand 1991
standardavvik	2,6 mg/kg	
Setesdalsheiene 87-90, middelverdi	3,0 mg/kg	Skogland et al, in prep.
standardavvik	1,8 mg/kg	
Rondane/Knutshø 87-90, middelverdi	3,9 mg/kg	
standardavvik	2,3 mg/kg	

TALL PÅ VÅTVEKTSBASIS.

Sør-Varanger		
middelverdi	0,5 mg/kg	DN 1991
intervall	< 0,1 - 1,1 mg/kg	
Vest-Finnmark		
middelverdi	0,6 mg/kg	
intervall	0,3 - 1,8 mg/kg	
Elg, lever		
Finnmark		
middelverdi	0,2 mg/kg	
intervall	< 0,1 - 1,7 mg/kg	
Sau, lever		
Finnmark		
middelverdi	0,2 mg/kg	
intervall	0,1 - 0,7 mg/kg	

TALL PÅ TØRRVEKTSBASIS.

Hare, ung (< 12 mnd), lever.			
Nord-Norge, middelverdi	0,3 mg/kg	Kålås og Lierhagen 1992	
intervall	0,1 - 0,7 mg/kg		
Midt-Norge, middelverdi	0,3 mg/kg		
intervall	0,1 - 0,5 mg/kg		
Vest-Norge, middelverdi	0,4 mg/kg		
intervall	0,1 - 0,7 mg/kg		
Sør-Norge, middelverdi	0,8 mg/kg		
intervall	0,2 - 1,8 mg/kg		
Øst-Norge, middelverdi	0,6 mg/kg		
intervall	0,1 - 1,9 mg/kg		
Hare, voksen (> 12 mnd), lever.			
Nord-Norge, middelverdi	1,7 mg/kg		
intervall	0,2 - 4,1 mg/kg		
Midt-Norge, middelverdi	2,1 mg/kg		
intervall	2,0 - 2,3 mg/kg		
Vest-Norge, middelverdi	0,7 mg/kg		
intervall	0,2 - 1,6 mg/kg		
Sør-Norge, middelverdi	2,1 mg/kg		
intervall	0,3 - 5,3 mg/kg		
Øst-Norge, middelverdi	1,9 mg/kg		
intervall	0,4 - 7,4 mg/kg		

## KADMIUM

<u>Vegetasjon - terrestrisk</u>		
Forekomst i etasjemose (biomonitor for atmosfærisk nedfall) :		
500 lokaliteter, hele landet, 1985		
Median	0,17 mg/kg	Rühling et al 1987
Intervall	0,03 - 1,64 mg/kg	Steinnes et al, in press
(nedgang fra 1977)		
500 lokaliteter, hele landet, 1990		
Median	0,13 mg/kg	Rühling et al 1992
Intervall	< 0,02 - 3,4 mg/kg	Steinnes et al 1993
Reinlav ( <i>Cladonia sp.</i> ) tørrvekt		
Midt-Norge, middelvei	0,041 mg/kg	Kålås et al 1991
standardavvik	0,018 mg/kg	Kålås et al 1992a
Sør-Norge, middelvei	0,366 mg/kg	
standardavvik	0,062 mg/kg	
Furumose		
Midt-Norge, middelvei	0,062 mg/kg	
standardavvik	0,020 mg/kg	
Sør-Norge, middelvei	0,320 mg/kg	
standardavvik	0,042 mg/kg	
Blåbær, stilk		
Midt-Norge, middelvei	< 0,015 mg/kg	
Sør-Norge, middelvei	0,035 mg/kg	
Blåbær, blad		
Midt-Norge, middelvei	< 0,015 mg/kg	
Sør-Norge, middelvei	< 0,015 mg/kg	
Bjork, stilk		
Midt-Norge, middelvei	0,236 mg/kg	
Sør-Norge, middelvei	0,282 mg/kg	
Bjork, blad		
Midt-Norge, middelvei	0,153 mg/kg	
Sør-Norge, middelvei	0,126 mg/kg	

## KADMIUM

<u>Alger</u>		
ALLE TALL PÅ TØRRVEKTSBASIS.		
SVENSKEGRENSEN - LINDESNES		
<u>Blæretang</u>		
Drammensfjorden	0,9 µg/g	Knutzen et al 1986
LINDESNES - BERGEN		
<u>Grisetang</u>		
Karmsundet	0,15 - 0,29 µg/g	Knutzen et al 1989 Knutzen 1986 Knutzen & Skei 1991
Fedafjorden	0,3 - 0,4 µg/g	
Sørfjorden/Hardangerfjorden	2,1 - 5,3 µg/g	
<u>Blæretang</u>		
Fedafjorden	0,5 - 1,4 µg/g	Knutsen 1986 Knutsen & Skei 1991
Sørfjorden/Hardangerfjorden	5,1 - 23,4 µg/g	
<u>Spiraltang</u>		
Fedafjorden	0,6 µg/g	Knutsen 1986
BERGEN - LOFOTEN		
<u>Grisetang</u>		
Sunndalsfj./Tingvollfjorden	0,27 - 0,94 µg/g	Knutsen 1989
<u>Blæretang</u>		
Sunndalsfj./Tingvollfjorden	0,18 - 0,90 µg/g	
LOFOTEN - RUSSEGRNSEN		
<u>Grisetang</u>		
Tromsøysund	0,08 - 0,12 µg/g	Holte et al 1992

## KADMIUM

### LITTERATURHENVISNINGER:

- Allen, R.O. and Steinnes, E., Ecological impact of acid precipitation, Proceedings of an international conference, Sandefjord, Norway, March 11-14, 1980.
- Amundsen, C.E., Hanssen, J.E., Semb, A. og Steinnes, E. (1992) Long-range atmospheric transport of trace elements to southern Norway. *Atmospheric Environment*, Vol. 26A, No. 7.
- B. Bølviken, E. Steinnes: (1987) Heavy metal contamination of natural surface soils in Norway from long-range atmospheric transport, *Proc. Int. Conf. Heavy Metals in the Environment*, New Orleans, Vol. 1, 291-293.
- Baalsrud, K., Green, N., Knutzen, J., Næs, K. og Rygg, B. (1985) Overvåking av Årdalsfjorden 1983. En tiltaksorientert undersøkelse av forurensninger fra aluminiumindustri og befolkning. Statlig program for forurensningsovervåkning rapport 228/86, SFT/NIVA.
- Berg, Torunn (1987) Kvikksølv og kadmium i fisk fra små sjøer på Sørlandet. Hovedoppgave, Universitetet i Trondheim, AVH.
- Dahle, A.B., (1984) Resipientundersøkelser i fjordområdene rundt Jæren. T27/84, Rogalandsforskning.
- Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1991-15, Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger.
- Environmental Properties of Chemicals, Research Report 91 1990, Ministry of the Environment, Finland.
- Flaten, T.P., (1985) Drikkevann i Norge - en landsomfattende undersøkelse av geografiske variasjoner i kjemisk sammensetning, NGU Rapport 85.207.
- Flaten, T.P., (1990) Kjemisk sammensetning av drikkevannet i Norge- dokumentasjon av analysedata, NGU Rapport 90.044.
- Fowler, S.W. (1990) Critical review of selected heavy metal and chlorinated hydrocarbon concentrations in the marine environment. *Mar. Environ. Res.*, 29: 1-64.
- Grande, M. (1991) Biologiske undersøkelser av gruveindustriens metallforurensninger, Løpenummer 2562, NIVA.
- Hagen, L.O., Bartonova, A., Berg, T., Røyset, O. og Vadset, M. (1989) Kartlegging av konsentrasjoner av tungmetaller i luft i tettsteder. (NILU-rapport OR 30/89).