

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Ørland	Sted Brekstad	UTM 05328 70623 (ED50)
Byggherre			
Oppdragsgiver Statsbygg			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse			
Antall sider 16	Antall tabeller 5	Tegn.nr. 101 - 109	Antall figurer 2

Prosjekt-tittel

STATSBYGG - KRIGSETTERLATENSKAPER
Entreprise H006 Brekstad Gård

Rapport-tittel

Miljøtekniske undersøkelser
Diskusjonsrapport

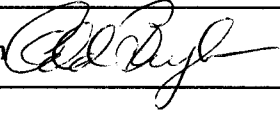
Oppdrag nr.

12012

Rapport nr.2

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 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 tilsvarer delvis fase 3 og delvis fase 6 i SFTs veiledning. De viktigste konklusjoner fra undersøkelsen er:

- En boring utført i et antatt forurenset område av det tidligere deponiet viser at opprensingen på dette stedet er utført tilfredsstillende. Prøveomfanget er imidlertid for lite til å vurdere opprensingen under og omkring hele deponiet.
- Det er funnet betydelige mengder PAH (vesentlig naftalen) i en vannprøve nedstrøms deponiet. Dette grunnvannet kommer delvis fram i en avskjærende grøft. Det er liten sannsynlighet for at barn kan få i seg helseskadelige mengder av dette vannet.
- Oppfylte masser nedenfor 4-mannsboligen viser høye konsentrasjoner av PAH, for det meste fra bek. Det er en relativt liten sannsynlighet for at barn kan få i seg helseskadelige mengder PAH ved dagens bruk. Ved endret arealbruk må tiltak iverksettes.
- Oppfylte masser rundt 4-mannsboligen viser bare mindre forekomster av kadmium og sink, og dette vurderes å medføre liten sannsynlighet for helseskade ved spising av f eks rotfrukter fra hagen.
- Det er ikke funnet konsentrasjoner av benzen, toluen, xylen eller naftalen i luft under eller i huset som kan medføre noen helserisiko for beboere.

INNHold

- 1 FORORD
- 2 SAMMENDRAG
- 3 INNLEDNING
 - 3.1 Områdebeskrivelse
 - 3.2 Problembeskrivelse
 - 3.3 Formål
 - 3.4 Undersøkelser. Strategi og omfang
 - 3.5 Resultatsammendrag
- 4 DISKUSJONSDEL
 - 4.1 Tolking av resultater
 - 4.2 Diskusjon av resultatene
 - 4.3 Vurdering av datagrunnlaget
- 5 RISIKOVURDERING
 - 5.1 Vurdering av spredningsveier og sannsynlighet for konsekvenser
 - 5.2 Vurdering av effekter og konsekvenser - dagens forhold
 - 5.3 Vurdering av effekter og konsekvenser - endrede forhold
 - 5.4 Vurdering av sannsynlighet for uheldige konsekvenser
- 6 KONKLUSJON
- 7 VIDERE ARBEID
- 8 REFERANSER

TABELLER, TEGNINGER OG FIGURER

- Tabell 1 Oppsummering av analyseresultater fra vannprøver
Tabell 2 De viktigste resultater fra prøvetaking av vann
Tabell 3 Beskrivelse av jordprøver og de viktigste analyseresultatene
Tabell 4 Analyse av BTXN i luft
Tabell 5 Fordelingsanalyse av PAH-komponenter i vann og jordprøver
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 106 Høyeste og laveste grunnvannstand. Strømningsretning
Tegning 107 Profil A og B
Tegning 108 Profil C og D
Tegning 109 Profil E
Figur 1 Spredningsmodell, dagens forhold - Lokalitet 1621 002, Deponi - Brekstad Gård
Figur 2 Spredningsmodell, Deponerte forurensede masser, Brekstad Gård

1. FORORD

Rapporten inneholder vurderinger og konklusjoner vedrørende forurensning av jord, grunnvann og luft i området ved det tidligere deponiet ved Brekstad Gård. Vurderingene er basert på data presentert i rapport 12012 nr.1 fra SCC Kummeneje, samt tidligere undersøkelser utført av Noteby /1, 2/ og rapport fra NORSAS /3/.

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.

De viktigste konklusjoner fra undersøkelsen er:

- En boring utført i et antatt forurenset område av det tidligere deponiet viser at opprensingen på dette stedet er utført tilfredsstillende. Prøveomfanget er imidlertid for lite til å vurdere opprensingen under og omkring hele deponiet.
- Det er funnet betydelige mengder PAH (vesentlig naftalen) i en vannprøve nedstrøms deponiet. Dette grunnvannet kommer delvis fram i en avskjærende grøft. Det er liten sannsynlighet for at barn kan få i seg helseskadelige mengder av dette vannet.
- Oppfylte masser nedenfor 4-mannsboligen viser høye konsentrasjoner av PAH, for det meste fra bek. Det er en relativt liten sannsynlighet for at barn kan få i seg helseskadelige mengder PAH ved dagens bruk. Ved endret arealbruk må tiltak iverksettes.

- Oppfylte masser rundt 4-mannsbolig viser bare mindre forekomster av kadmium og sink, og dette vurderes å medføre liten sannsynlighet for helseskade ved spising av f eks rotfrukter fra hagen.
- Det er ikke funnet konsentrasjoner av benzen, toluen, xylen eller naftalen i luft under eller i huset som kan medføre noen helserisiko for beboere.

3. INNLEDNING

3.1 Områdebeskrivelse

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

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.

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.

3.2 Problembeskrivelse

3.2.1 Miljømål

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

3.2.2 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 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.

3.2.3 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 og kadmium over dagens foreløpige norske normer for mest følsom arealbruk/5/, 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 tungmetaller og PAH bare på to steder (brønn 3 og brønn 6).

Vannprøvene (tabell 1) viste store mengder naftalen i brønn 6 ved de fleste prøvetakingene, i brønn 5 og 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 gjort i Datarapporten (12012 nr.1, bilag 1).

3.2.4 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/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 urolig 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.

3.2.5 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.

3.3 Formål

Formålet med undersøkelsen er primært å bringe klarhet i om punktene 1 - 4 i kapittel 3.2 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 fase delvis fase 3 og delvis fase 6 i SFTs veiledning /6/.

3.4 Undersøkelser. Strategi og omfang

Strategien for å vurdere spredning fra deponiet (3.2 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 (3.2 punkt 2) har vært

- å måle konsentrasjonen 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 utlufing for å vurdere effekten på innneklimaet.
- å måle bakgrunnsverdien av BTXN for uteluft

Strategien for å undersøke jordet i øst for å bekrefte/avkrefte et ukjent deponi (3.2 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 (3.2 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.

3.5 Resultatsammendrag

Vannprøver fra brønnene er analysert på PAH. Det er bare vannet i brønn 6 som viser naftalen over nederlandsk I-verdi (ca 9x). Brønn 7 og 21 viser et naftaleninnhold på bare 11 % av I-verdi og resten av brønnene viser enda mindre. Brønn 24 viser et høyt innhold av benzo(a)pyren (ca 5x I-verdi), men dette antas i hovedsak å være knyttet til partikler i vannet.

Det er bare brønn 21 som viser forhøyet innhold av PAH i jordprøver fra brønner. Over leira er det funnet PAH ca 2x norsk norm, mest følsom arealbruk, mens det tynne sandlaget i leira er mettet med PAH.

Jordprøver fra plen rundt 4-mannsboligen viser forhøyede verdier av sink og kadmium (inntil 2,5x norsk norm). En prøve viser PAH ca 4x norsk norm.

Jordprøver fra deponerte masser på jordet nedstrøms 4-mannsboligen inneholder blant annet benzo(a)pyren inntil 200x norsk norm, mest følsom arealbruk.

Gassprøver tatt under og inne i huset viser svært lave konsentrasjoner av alle målte stoffer.

4. DISKUSJONSDEL

4.1 Tolking av resultater

På alle PAH-analyser er det utført fordelingsanalyser. Disse benyttes hovedsakelig for å vurdere om PAH i vannprøver er bundet til partikler eller løst i vann. Analysen kan også benyttes ved vurdering av avstand til kilden for jordprøver.

4.1.1 Vann i brønner

Organiske analyser (PAH, fenoler og BTEX) på vannprøver er sammenholdt med de nederlandske STI-verdier:

- S: Referanseverdi
- T: Videre undersøkelse er nødvendig
- I: Tiltaksverdi

Resultatene er vist i tabell 2. I tabellen er resultatene sammenholdt med I-verdi. Analyseresultatene er ikke sammenholdt med de norske drikkevannsforskriftene /7/. Dette er delvis gjort fordi det her er grunnvann som ikke brukes eller representerer noen verdi som drikkevann, og delvis fordi den norske normen bare betrakter partikulært bundne PAH-forbindelser, mens den nederlandske normen også omfatter mer vannløselige

forbindelser. Enkelte av vannprøvene inneholder en del vannløselige og lett transporterbare stoffer som f eks naftalen.

4.1.2 Jord fra boring av brønner

Analyser av PAH og tungmetaller på jordprøver fra boring av brønner er sammenholdt med foreløpig norsk norm for forurenset jord, mest følsom arealbruk /5/. De viktigste resultatene er gitt i tabell 3.

4.1.3 Jord fra sjakter på jorde øst for 4-mannsbolig

Jordprøvene er analysert mhp PAH og sammenholdt med foreløpig norsk norm for forurenset jord, mest følsom arealbruk. De viktigste resultatene er gitt i tabell 3.

4.1.4 Jord fra oppfylte masser rundt 4-mannsbolig

Prøvene er analysert mhp tungmetaller. En enkeltprøve er analysert mhp PAH. Resultatene er sammenholdt med foreløpig norsk norm for forurenset jord, mest følsom arealbruk/5/, og forskrift om avløpsslam /8/. Resultatene er gitt i tabell 3.

4.1.5 Jordluftanalyser fra 4-mannsboligen

Analyser av luft (poreluft i jord, inneluft i bolig og uteluft (referanseprøve)) er sammenholdt med tiltaksgrense i anbefalte retningslinjer fra Statens Helsetilsyn /9/ og Arbeidstilsynets administrative normer for arbeidsatmosfære /10/.

4.1.6 Permeabilitet

Permeabiliteten av de ulike prøver er beregnet ut fra kornfordelingsanalyser. Det er benyttet en formel utviklet av Gustafson /11/. Formelen er empirisk, basert på et stort antall kornfordelingsanalyser og permeabilitetsmålinger. Beregningene gir mest sannsynlige permeabilitet ut fra korndiameter ved 60% gjennomgang (d_{60}) og 10% gjennomgang (d_{10}) ved en kornfordelingsanalyse.

4.2 Diskusjon av resultatene

I vurderingene er det i hovedsak lagt vekt på siste års undersøkelser, men også tidligere vannanalyser og analyser av jord fra etablering av brønner samt kornfordelingsanalyser er benyttet. Fordelingsanalyse av PAH-forbindelsene er bare gjennomført på siste års analyser (tabell 5).

I tegning 103 og 104 er det forsøkt å vurdere utbredelsen av PAH-forbindelser i jord og grunnvann. Det er få dokumenterbare målepunkter og dermed usikker utbredelse.

Tegning 107, 108 og 109 viser profiler gjennom området. Analyser av PAH i jordprøver er tatt inn i profilene.

Grunnvannstand og strømningsretning er vist på tegning 105 og 106.

4.2.1 Transport av PAH-forbindelser med grunnvannet

De øvre sand/skjellsandavsetninger er relativt permeable. Beregnet permeabilitet ligger i området 0,4 - 28 m/døgn. Dette gir en «typisk» vanntransporthastighet i sand nedstrøms deponiet i størrelsesorden 0,01 - 1,0 m/døgn. Underliggende leire har mye lavere

permeabilitet, slik at det vesentlige av grunnvannstransport og dermed også spredning av forurensning skjer i sand.

De lettest løselige PAH-komponenter vil vaskes relativt raskt ut, middels løselige komponenter vil henge noe igjen og de tungt løselige vil i all hovedsak være knyttet til massene i eller helt inntil det tidligere deponiet.

Ved jordprøvetaking i brønn 21 ble det som nevnt registrert et tynt sandlag nede i leira. Laget var tilnærmet mettet med tjære med utpreget naftalenlukt. Den høye konsentrasjonen (svart, glinsende farge) indikerer at laget ikke har hatt særlig gjennomstrømning av vann tidligere. Dette sandlaget er ikke registrert i noen av de andre borpunktene, og er heller ikke dokumentert ved noen av Notebys tidligere boringer.

Ved vannprøvetaking 3 uker etter brønninstallasjon var det relativt lite igjen av PAH-forbindelser i brønn 21. Den lave PAH-konsentrasjonen i brønn 21 antas å skyldes at sandlaget nede i leira har begrenset utstrekning, og at det meste av forurensningen nærmest brønnen er vasket ut i løpet av perioden fra laget ble punktert med brønn 21 til vannprøven ble tatt.

Det er bare en av brønnene som regelmessig viser konsentrasjoner over nederlandsk I-verdi (tabell 2). Dette er brønn 6 som vanligvis inneholder emulgert naftalen nesten 10x normen. Bare av og til er det påvist forurensninger (spesielt naftalen) i andre brønner og da først og fremst i brønn 5 som står ganske grunt og brønn 7 som står nedstrøms brønn 5 og 6. Verdiene her ligger godt under I-verdi.

Den høye konsentrasjonen av naftalen i brønn 6 kan skyldes at flytende naftalen fra et mulig sandlag i leira dras inn i brønnen ved vannprøvetakingen.

En annen mulig forklaring på den høye konsentrasjonen i brønn 6 kan være at brønnen ligger i en forsenkning i leira og at konsentrasjonen av PAH-forbindelser er høy i denne forsenkningen (kfr profil D, tegning 108). Hvorvidt PAH har strømmet til brønn 6 i originale sandavsetninger eller f.eks. via ledningsgrøfter i forbindelse med den tidligere bebyggelse i området, er usikkert.

Ut fra kjemiske analyser og vurdering av resultatene (tabell 1, 2, 4, og 5) samt kunnskaper om stoffenes oppførsel ser det ut til at

- brønn 5 fremdeles får tilført i hovedsak tyngre og lite løslige stoffer. Tidligere analyserte jordprøver ligger for høyt i grunnen til å gi riktig bilde av tilstedeværelsen av PAH-komponenter.
- brønn 23 inneholder svært lite PAH i jordprøver, men får likevel tilført mindre mengder lettere PAH-komponenter.
- brønn 22 inneholder noe PAH i jordprøver, men får lite tilførsel gjennom grunnvannet.
- brønn 24 samt den tidligere brønn 3 inneholder noe PAH i jordprøver. Dette stammer fra fyllmassene lokalt, og litt PAH lekker ut i grunnvannet.
- brønn 1 som ligger oppstrøms deponiet, viser tegn som tyder på at det er en annen kilde et stykke unna. Vannprøver fra dette som skulle være en referansebrønn inneholder litt PAH med en spesiell sammensetning med noen få komponenter.
- brønn 21 som ligger midt i deponiet får tilført PAH delvis fra sandavsetningen under deponiet, og delvis fra et dypereliggende sandlag.

- brønn 6 som nevnt har høy konsentrasjon av naftalen som enten stammer fra det nevnte tynde sandlaget som her trolig har mindre overdekking med leire, eller som ligger i en forsenkning i sanden over leira. Brønnens sump er sannsynligvis plassert gjennom sandlaget i leira.
- brønn 7 muligens mottar litt naftalen fra sandlaget i leira. Den vesentligste PAH her er imidlertid middels løselige komponenter som er blitt transportert gjennom sand over leira.
- brønnen til Vikestad, hvor det er tatt vannprøver nær overflaten, har vist lavt PAH-innhold begge gangene den har vært analysert. Dette til tross for at det strømmer grunnvann fra området ved deponiet mot Vikestads brønn i perioder med høy grunnvannstand.

Alt i alt vurderer vi det som mest sannsynlig at brønn 6 får tilført PAH, i hovedsak naftalen via et sandlag nede i leira, mens de andre brønnene får PAH via sanden over leira.

4.2.2 Deponerte masser nedstrøms 4-mannsboligen

I dette området er det tidligere fjernet grus og gjenfylt med uspesifiserte fyllmasser. Dette ser ut til å være stedlige masser innblandet med matjord. Rivningsavfall eller andre typer avfall er det lite av. Enkelte steder ble det funnet bek-klumper spredt i massene. Kjemiske analyser viser at forekomsten av PAH var større enn det prøvebeskrivelse og lukt ga inntrykk av. Den øverste rekken med sjakt 2 - 8 hadde lavt innhold av svært mange PAH-komponenter. De to nedre radene, sjakt 10 - 16 og 18 - 24 lengst i øst hadde mye høyere konsentrasjoner av et tyngre produkt eller en blanding av lite vannløselig produkt (bek) og et noe lettere løselig produkt. Konsentrasjonene er høye (opptil 60x norsk norm), og selv med en liten del lettere løselige stoffer vil det være mulighet for utvasking av målbare mengder av disse.

4.2.3 Oppfylte masser rundt 4-mannsboligen

Av tungmetallene er det bare funnet sink og kadmium opp til 2,5x norsk norm i prøvene fra plena ved 4-mannsboligen. En prøve som ble analysert på PAH viste 4x norsk norm. Det er ikke funnet andre indikatorer på at disse massene kan inneholde miljøgifter ut over det som er påvist ved analysene.

4.2.4 Avgassing fra forurensninger under 4-mannsboligen

Undersøkelsen viser konsentrasjoner av (BTXN) langt under både Arbeidstilsynets normer og Statens Helsetilsyns tiltaksgrense, og det var liten forskjell på luft under huset og inne på kjøkkenet.

4.2.5 Grunnvann

Laveste grunnvannstand i denne måleperioden, ca 1,5 - 2,5 meter under terreng ble målt ved installasjon av brønner og poretrykksmålere 16 - 18.09.97. Høyeste grunnvannstand ble målt 13.10.97 eller 24.10.97, og lå ca 0,5 - 1,2 meter høyere. Hovedstrømningsretningen er fra vest mot øst (tegning 106). Ved laveste grunnvannstand bøyer grunnvannsstrømmen fra nordre del av deponiet litt nordøstover, mens den ved høyeste grunnvannstand dreier litt mot sørøst nede ved det østre jordet.

4.3 Vurdering av datagrunnlaget

4.3.1 Representativitet

Prøvetakingsfrekvens: Det er tatt mange vannanalyser fra mange brønner fordelt over store deler av året gjennom 5 år. De fleste situasjoner skulle derfor være godt dekket og utvalget representativt.

Prøvetakingsstrategi: Brønnene er satt ut etter skjønn ut fra at man skulle få oversikt over bakgrunnsnivå, sideveis spredning og utstrekning nedstrøms. Prøvetakingen gir god oversikt over problemet, men området kunne i ettertid vært snevret inn til området rundt brønn 5, 6, 7 og poretrykksmåler 28.

Statistisk fordeling av prøvetakinger vil normalt være mest representativt for området som helhet. Prøvetaking av oppfylte masser rundt og nedenfor 4-mannsboligen er utført i rutenett og gir derfor et bedre statistisk grunnlag for vurderingene. Gassanalysene er også godt fordelt, og vi mener derfor at disse er representative.

Blandprøver: Analyse av blandprøver gir ikke maksimums- og minimumsverdier, men et uttrykk for en slags gjennomsnittsverdi. Det er analysert på blandprøver både rundt 4-mannsboligen og på jordet nedenfor. Forurensningsnivået her kan etter vår vurdering bestemmes med relativt stor sikkerhet.

4.3.2 Analysemetodikk

Kvantifiseringsnivå på analysene er i de fleste tilfellene tilfredsstillende. Ved eventuell sammenlikning med norske drikkevannsnormer er det enkelte parametre som ikke har tilfredsstillende kvantifiseringsnivå, men dette har liten betydning fordi normen er vesentlig lavere enn det forventede akseptnivået for området.

5.6. RISIKOVURDERING

Området har ingen uttalte miljømål slik at reguleringsplanen er givende for etablering av akseptkriterier.

5.1 Vurdering av spredningsveier og sannsynlighet for eksponering

5.1.1 For PAH fra deponiet.

PAH-forbindelser ansees som de mest risikofylte miljøgifter i området. De mest sannsynlige spredningsveiene forurensningene kan ta er illustrert i figur 1.

Det er tatt utgangspunkt i at all PAH har opphav i organisk fase med PAH inne i det gamle deponiet. Forflytningen ut i grunnen (a2 - a1) skjedde før oppgraving og fjerning av deponiet.

I dag er det sannsynligvis fremdeles litt PAH under og nedstrøms deponiet som kan gi opphav til forurensninger i vannfasen. Det er to viktige utløsningsmekanismer:

I sandlaget over leira er sannsynligvis den viktigste mekanismen oppløsning av PAH-komponenter i grunnvannet (a1 - b2 - c3). Dette kan bringe enkelte lett løselige komponenter (som f.eks. naftalen) langt. Stoffene vil kunne nå avskjærende grøft ved

parkeringsplassen på jorden nedstrøms og både bli drukket av og komme i kontakt med barn som leker, hunder, katter etc som liker åpent stillestående vann (c3 - c6 - d2 - e1/e2) eller (c3 - c6 - d3 - e1/e2).

Den andre utløsningsmekanismen skjer i det tynne sandlaget nede i leira. Avhengig av lagets utstrekning vil flytende PAH kunne bevege seg sakte nedover i retning resipienten (a1 - b4 - c5 - c6). I resipienten vil den samme eksponeringen skje som nevnt ovenfor.

Vannet vil til slutt nå Trondheimsfjorden enten gjennom drenerør eller som grunnvann. Bunnlevende organismer i umiddelbar nærhet av der grunnvannet siver ut vil kunne eksponeres.

Mye av PAH fra deponiet vil aldri nå resipienten. Dette skyldes at mye av PAH-forbindelsene bruker lang tid og utsettes for bionedbryting i bakken.

5.1.2 For PAH på jorden i østlig del

På området er det deponert PAH med relativt lite vannløselige komponenter. Noen steder er det også funnet litt lettere løselige komponenter. Disse vil spre seg som vist i figur 2.

Spredningsanalysen tar utgangspunkt i at reguleringsplanen skal gjennomføres med bygging av boliger og forretningslokaler på området. Dette innebærer at drenergrøfta som nå er åpen, lukkes igjen. Den eneste resipienten i denne spredningsmodellen er derfor Trondheimsfjorden.

Spredningen skjer ved at PAH-komponenter løses i vann i fyllmasser og sand over leire for så å transporteres til sjø (a1 - b2 - c3 - c5).

PAH-komponentene kan også sette seg fast i jorda og vil sammen med uløst PAH (i klumper) kunne bli spist av barn eller dyr eller komme i hudkontakt med de samme (a1 - b2 - c3 - c4 - d4/d5 - e1/e2). Dette gjelder spesielt i en anleggsfase, ved fundamenteringsarbeider, opparbeidelse av tomter og grøntarealer osv, men også i en permanent situasjon hvis ikke området dekkes til med rene masser.

PAH-komponentene som ligger opp mot jordoverflaten utsettes for bionedbryting på partikkeloverflaten, særlig av de lettest løselige komponentene. Erfaring viser en kraftig reduksjon av både avgivelse og nedbryting av stoffer etter få år. Sluttproduktet blir bek som kan bli liggende i flere hundre år, og fra denne vil det da ikke være noen fare for spredning.

5.1.3 For tungmetaller i oppfylt jord rundt 4-mannsboligen

Det er ingen kunnskap om tungmetallenes kjemiske tilstand. Som oksider vil de bli liggende, som organiske komplekser vil de kunne bli transportert med vann ned mot grunnvannet. Konsentrasjonene er i utgangspunktet lave og bare i få tilfelle over norsk norm for mest følsom arealbruk. Metallene vil neppe bli funnet igjen i målbare konsentrasjoner om de transporteres til grunnvannet og videre mot drenergrøfta.

5.2 Vurdering av effekter og konsekvenser - dagens forhold

5.2.1 PAH-eksponering i resipient.

Det er vurdert at de lettest løselige PAH-komponenter som f.eks. naftalen kan nå den øverste resipienten (drenergrøfta). Her leker barn, og siden det er lite med åpent vann på

Brekstad er det trolig at også hunder, katter og andre dyr søker hit. Vannet i grøfta er ikke analysert mhp på PAH, og dette bør gjøres. Det kan ikke utelukkes at drikkevannsnormer overskrides/7/.

5.2.2 PAH-eksponering innendørs.

Mulighetene for å transportere naftalen, som er PAH-komponenten med høyest damptrykk, gjennom 1,5 m vann og 2 m grus og sand mot stoffets egen gravitasjon vurderes som liten. Undersøkelsene som er gjort på jordluft viser naftalennivåer under kvantifiseringsgrensen. Heller ikke aromatiske løsemidler viser konsentrasjoner så høyt som noen grenseverdi /10/. Eksponering for naftalen og andre aromatiske løsemidler innendørs vurderes derfor ikke å gi noen helseeffekt.

5.2.3 PAH-eksponering av planter på landbruksarealet nedstrøms bebyggelsen.

Planter vil i liten grad ta opp lite vannløselige PAH-komponenter. Området brukes i dag til dyrking av fôr (havre). Gress er den plantegruppen som lettest til å ta opp lettløselige organiske stoffer. Det er soppceller på røttene som bryter ned de tunge PAH-komponentene til lettere utenfor organismen. De lette stoffene er mer vannløselige og kan tas opp i soppcellen og fungerer som cellenes energiforsyning. På grunn av omsetningshastigheten inneholder planter derfor bare lave konsentrasjoner PAH-komponenter, og vil neppe gi noen helseeffekt av PAH /13/.

5.2.4 Tungmetalleksponering fra jord i hage rundt 4-mannsboligen

Sink og kadmium forekommer spredt og tilfeldig i litt forhøyede konsentrasjoner i forhold til norsk norm for forurenset jord, mest følsom arealbruk. Verdiene ligger i grenseland mellom akseptabelt og ikke akseptabelt med hensyn på hagebruk, særlig dyrking av rotfrukter, som kan være aktuelt i en hage. I forhold til forskrift om avløpsslam /8/ ligger alle analyseresultatene på eller godt under normen. Det er neppe trolig at så lave konsentrasjoner som er funnet her vil gi helseeffekter.

5.3 Vurdering av effekter og konsekvenser - endrede forhold

5.3.1 Bruk av grunnvannet som drikkevannsressurs

På bakgrunn av den ene prøven tatt i brønnen til Vikestad, mener vi at det sannsynligvis ikke vil medføre fare å benytte etablerte grunnvannsbrønner til drikkevann. Nye brønner andre steder vil imidlertid kunne inneholde forhøyede verdier av PAH som kan overskride drikkevannsnormene.

5.3.2 Graving rundt 4-mannsboligen og i deponiområdet

Ved dyp graving vil man sannsynligvis påtreffe verdier av PAH over norsk norm for forurenset jord. Det antas at eksponeringstiden er så kort at ingen vil ta helsemessig skade av gassene. Det kan imidlertid være nødvendig å pålegge deponering av massene på godkjent lokalitet.

5.3.3 Graving på områder som er regulert til bolig og forretningsvirksomhet

Vi antar at drengrofta lukkes ved bebygging av området. Det er påvist relativt høye konsentrasjoner av PAH i fyllmassene. Graving på området vil eksponere forurensningen. Barn vil kunne spise dette, og barn og dyr kan få det på hud. Det er mulig at barn kan få kreft ved inntak av 15 mg/kg kroppsvekt (for benzo(a)pyren) selv om andre forsøk viser noe høyere verdier. Hudkontakt med benzo(a)pyren, 30 mg/kg kroppsvekt fordelt jevnlig over flere måneder kan også gi kreft. Ellers er det rapportert om forplantningsskader og fosterskader ved tilsvarende dose fordelt over få uker. Mindre alvorligere hendelser som hodepine, oppkast osv er ikke angitt. Naftalen forekommer i mindre mengder og er mindre giftig enn benzo(a)pyren og gir ikke relevante effekter /12/.

Ved graving i disse massene bør det legges begrensninger på tilgang til området og på anvendelse / deponering, slik at andre områder ikke blir eksponert på samme måte.

5.4 Vurdering av sannsynlighet for uheldige konsekvenser

Ut fra både dagens forhold og endrede forhold er det etter det vi kan se bare to begrensede situasjoner som kan føre til uheldige konsekvenser for dyr og mennesker.

Barn og dyr kan drikke vann fra drengroften, men det er lite trolig at dette representerer et så stort volum pr dag at helseskader kan oppstå.

Barn kan også spise jord fra østre jorde som inneholder tjære/bek. Det er fullt mulig at et enkelt barn kan tygge på bekkklumper og dermed få i seg nok PAH til at kreft kan utvikles. Sannsynligheten for at dette skal skje vurderes som liten ved dagens bruk, men vil øke i forbindelse med en utbygging ihht reguleringsplanen.

6. KONKLUSJON

En boring i et antatt forurensset område av det tidligere deponiet indikerer at oppryddingsarbeidet i deponiet sannsynligvis er utført på en tilfredsstillende måte. En sikrere bestemmelse av kvaliteten på oppryddingsarbeidet vil kreve undersøkelser i flere punkter.

Grunnvannet strømmer i hovedsak rett østover fra deponiet, med nordlig avvik ved høy grunnvannstand og sørlig avvik ved lav grunnvannstand. Horisontal strømningshastighet er beregnet å ligge i området 0,01 - 1,0 m/døgn. Årstidsvariasjonene i grunnvannsnivå kan være betydelige, med målt forskjell i grunnvannstand i måleperioden på mer enn 1,25 m.

Det er funnet betydelige mengder PAH (vesentlig naftalen) i en vannprøve nedstrøms deponiet. Dette grunnvannet kommer delvis fram i en avskjærende grøft. Det er liten sannsynlighet for at barn kan få i seg helseskadelige mengder av dette vannet.

Oppfylte masser nedenfor 4-mannsboligen viser høye konsentrasjoner av PAH, for det meste fra bek. Det er en relativt liten sannsynlighet for at barn kan få i seg helseskadelige mengder PAH ved dagens bruk. Ved endret arealbruk må tiltak iverksettes.

Oppfylte masser rundt 4-mannsboligen viser bare mindre forekomster av kadmium og sink, og dette vurderes å medføre liten sannsynlighet for helseskade ved spising av f eks rotfrukter fra hagen.

Det er ikke funnet konsentrasjoner av benzen, toluen, xylen eller naftalen i luft under eller i huset som kan medføre noen helserisiko for beboere.

7. VIDERE ARBEID

7.1.1 Tiltak

1. Uansett framtidig utnyttelse av området bør drenggrøfta ved parkeringsplassen legges i rør, og det bør fylle tilbake med grove masser. På denne måten vil ikke grunnvannet komme i kontakt med noen organismer før Trondheimsfjorden.
2. Det bør legges restriksjoner på flytting og disponering av masser fra området for å forhindre at PAH blir eksponert mot overflaten eller blir transportert til et annet sted hvor det er ute av kontroll.
3. Ved utbygging av området i henhold til reguleringsplanen bør det iverksettes tiltak for å forhindre barns tilgang på jord både under anleggsarbeidet og for det ferdig opparbeidete området

7.1.2 Supplerende undersøkelser

- Dersom man ønsker bedre sikkerhet for at det er ryddet godt nok opp i deponiet, må det utføres supplerende undersøkelser. Det foreslås derfor å ta 4 nye prøveserier i deponiet og 2 i veien rett nedstrøms deponiet for bedre å kunne vurdere kvaliteten på oppryddingen.
- For å avklare om vannkvaliteten i brønn 6 påvirkes av et sandlag med flytende PAH nede i leira, bør brønnen prøvetas med svært lav pumpehastighet, uten forutgående rensepumping. I Vikeestads brønn, som ikke lenger er i bruk og derfor har liten vanngjennomstrømming, bør det tas en vannprøve nær bunnen av brønnen for å se om det er høyere innhold av PAH her.
- For å avklare nærmere innholdet av PAH i vannet i grøfta bør det tas vannprøver her. Det bør tas prøver på to steder i grøfta både etter en lengre tørkeperiode og etter en nedbørrik periode. Prøvene bør fortrinnsvis tas i oppholdsvær for å redusere påvirkning (fortynning) av overflatevann.
- Det bør gjennomføres rutinemessig overvåking av grunnvannet hvert år i brønn 5,6,7 21,22 og hos Vikestad. Dette for å ha kontroll med mulig spredning av PAH mot grunnvannsbrønner og bebyggelse.

Tabell over forslag til supplerende undersøkelser.

Supplerende prøvetaking		Årlig oppfølging
Jordprøver	Vannprøver	Vannprøver
I og omkring deponi 6 stk.	Brønn 6 med sakte pumping: 1 stk.	1 gang pr år i 6 brønner
	Brønn Vikestad: 1 prøve	
	Grøft ved P-plass: 2x2 stk.	

8. 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-rapport 95-09, Håndtering av grunnforurensningssaker.
- /6/ SFT Veileder 91:01: Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser. TA-720/1991. ISBN 82-90031-64-5.
- /7/ Sosial og helsedepartementet. Forskrift om vannforsyning og drikkevann mm. Oslo 4. juli 1996
- /8/ Miljøverndepartementet T-1152. Forskrift om avløpsslam, 1996.
- /9/ Statens Helsetilsyn. Normer for inneluftkvalitet, Rapport 6-90
- /10/ Arbeidstilsynets veiledning nr 361. Administrative normer for arbeidsatmosfære, 1996
- /11/ Anderson, Anderson og Gustafson. Brunnar. Byggforskningsrådet R42. 1984.
- /12/ SAX's Dangerous Properties of Industrial Materials. Van Nostrand Reinhold, 1996.
- /13/ Klaus Høyland, UiO, Biol inst., pers. meddelelse, 1997

TABELLER, TEGNINGER OG FIGURER

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>I	Hg>I									
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	<			<	<	<	<

Resultatene er sammenliknet med nederlandske STI-verdier: I står for tiltak er nødvendig, T for videre undersøkelse er nødvendig. For naftalen er verdiene 70 hhv 35 µg/l. For kvikksølv er I-verdi 0,18 µg/l. < 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.

Tabell 2. De viktigste resultatene fra prøvetaking av vann

Prøve nr	vann- dybde (prøve)	temp.	pH	Lednings- evne	PAH (EPA ₁₆)	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)/7/:							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	
Brønn 6	3,2	9,6	7,40	1,00	695	612	<0,1	<4	<0,2/2,4	svak lys brun, klar
Brønn 7	2,3	9,2	7,09	1,03	30	7,67	<0,1	-	<0,2/1,8	lys brun, sterk tjærelukt
Brønn 21	3,1	9,4	6,94	0,96	15,9	8,11	<0,1	-	<0,2	klar, få svarte partikler
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/<0,2	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 dimetylphenoler, 3 etylphenoler 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 ₁₆)	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			
Sjakt 2-5, 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

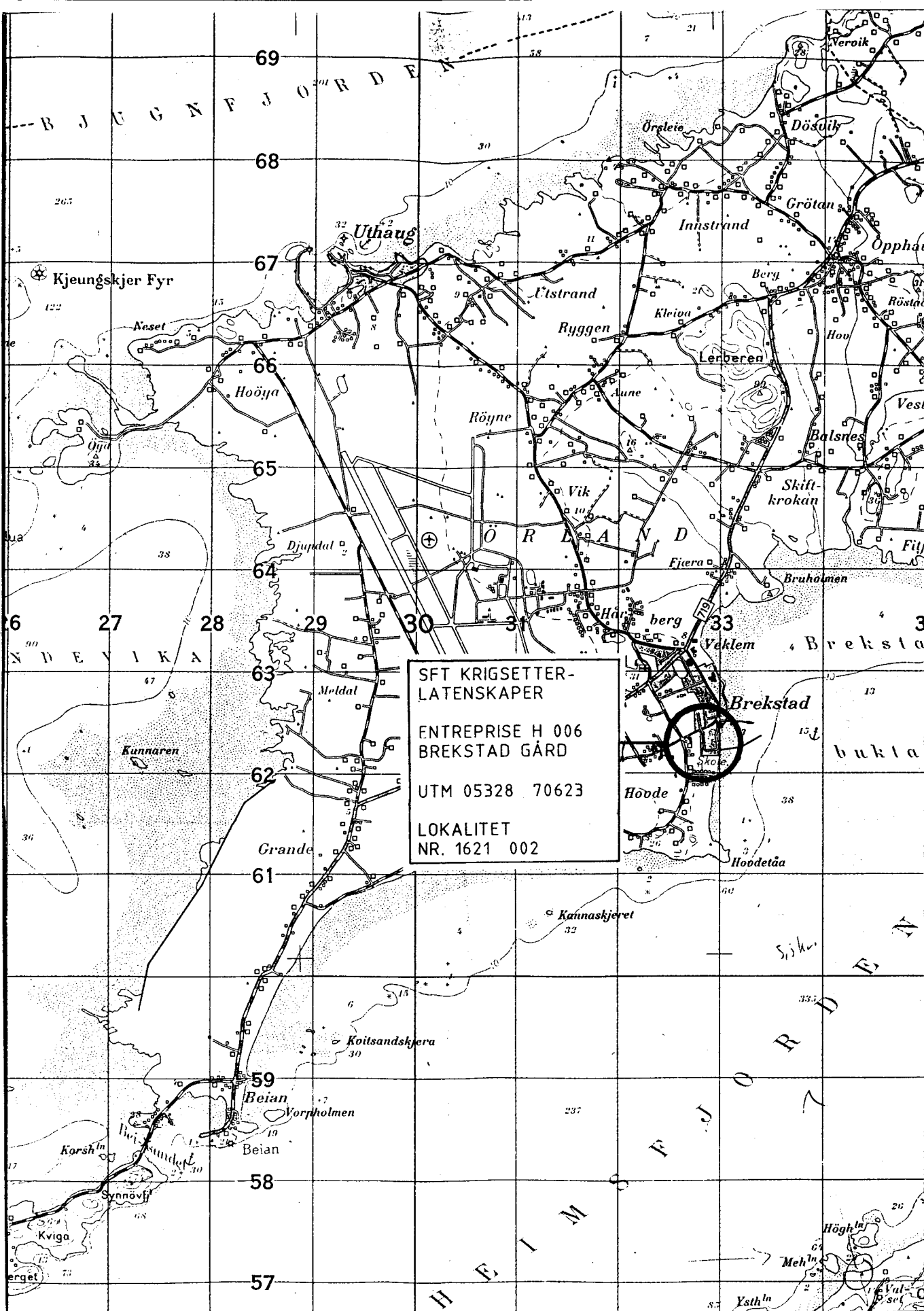
Lys grå skravur: høyere enn norsk norm for mest følsom arealbruk

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

Tabell 4. Analyse av BTXN i luft

	Benzen µg/m ³	Toluen µg/m ³	Xylener µg/m ³	Naftalen µg/m ³
Administrativ norm for arbeidsatmosfære /10/:	3000	94000	108000	
Statens Helsetilsyns anbefalte tiltaksgrenser / 9/ 1)	400			
Prøve nr. ↓	Deteksjonsgrense:			
1 jordluft undersøveværelse	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



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/

06.11.97

OPPDRAG

12012

BILAG

TEGN NR

101