

NGU Rapport 2007.050

Ladedeponiet - forprosjekt

Rapport nr.: 2007.050		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Ladedeponiet - forprosjekt			
Forfatter: H. K. B. Jensen		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Trondheim	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetail: 37 Kartbilag: 2	Pris: 105 kr.
Feltarbeid utført: 2005	Rapportdato: 31.07.2007	Prosjektnr.: 310300	Ansvarlig: <i>Roy Tore Øster</i>
<p>Sammendrag: Ladefyllingen er et nedlagt deponi, som eksisterte frem til stengningen av det kommunale deponi i 1970. Før det hadde deponiet eksistert som sådan fra krigens tid brukt av tyskerne i forbindelse med den etablerte militære flyplassen og de militære installasjoner i nærheten. Hovedbruken som deponi var i perioden 1961 – 1970 hvor Trondheim kommune hadde et deponi for mottak av husholdningsavfall, diverse industriavfall, samt avfall fra lokale bedrifter. Avfallsmengdene i deponiet var ca. 500.000 m³. Det totale volumet er på ca. 925 000 m³ – 952 000 m³ avfall og overdekningsmasser, litt avhengig av beregningsmetoder. Det har vært mistanke til forekomst av deponigass i området, på basis av måling av gass og hendelser med antent gass, som er blitt fortalt om men ikke dokumentert med rapporter eller annen form for dokumentasjon.</p> <p><u>Undersøkelser og kartlegging</u> Rapporten er en sammenfatning av flere rapporter og ny undersøkelse, som ble gjennomført på Ladefyllingen i Trondheim kommune i perioden September 2004 – September 2005. De ny undersøkelsene omfattet 21 boringer foretatt i September 2004 i området, hvor den tidligere fyllingen var plassert. De kjemiske resultatene fra denne undersøkelsen ble presentert i studentoppgave i faget "Anvendt Geokjemi" ved NTNU, og finnes tilgjengelig som NGU-rapport nr. 2005.036 (Halkjelsvik m. fl., 2005).</p> <p>I Mai 2005 ble det avdekt deponigass i området, både innendørs og utendørs og det ble registrert eksplosjonsfare. Dette førte til at det ble gjennomført målinger for forekomst av deponigass i samtlige kummer i deponiet i September 2005 gjennomført av Multiconsult på oppdrag fra Trondheim kommune.</p> <p>Det ble i Juli 2005 gjennomført geofysisk måling med 2D resistivitetsmålinger for deler av deponiet for å kartlegge avfallsmasser og vurdere hvorvidt denne type metode er relevant ved undersøkelser av deponier.</p> <p>De samlede undersøkelsene viser, at det forekommer deponigass i flere områder på den nedlagte fylling. Det er imidlertid vanskelig å gi presise råd for hvor deponigass vil forekomme, da det ikke synes å være klar sammenheng mellom mengder av avfallsmasser og registrert forekomst av deponigass. Det er registrert metan i 32 ut av 169 målepunkter viser at det er fare for eksplosjon i flere kummer og i et bygg som i dag fungerer som arbeidsplass for flere personer. Ladefyllingen har potensial for dannelse av deponigass og utgjør dermed også en helsefare i flere år, enten ved eksplosjon eller ved eksponering for gasser og mulige helseskadelige sporstoffer i deponigassen i inneluft i bygg på det nedlagte deponiet eller i nærheten av deponiet.</p> <p>Det bør foretas flere målinger for deponigass i kummer og i bygg utover den enkelte målingen i samtlige kummer i 2005 for i høyere grad å forutsi hvor det kan forventes å være eksplosjonsfare samt risiko for inntrengende gass i bygg. Det bør også vurderes om det skal gjøres aktive tiltak for å ta ut deponigassen, enten til energiformål eller avfakling for å minimere risikoen for eksplosjon eller uheldig eksponering.</p>			
Emneord: deponigass	avfall	forurensing	
arealplanlegging			

INNHold	side
Innledning	4
Tidligere undersøkelser og metoder	4
Resultater	5
Historikk	5
Utgravinger og borehull	6
2D resistivitetsmålinger	7
Glødetapsmålinger	8
Gassmålinger	8
Sammenstilling av data	9
Konklusjoner	9
Referanser	10

FIGURER

Figur 1	Topografisk kart fra 1952.
Figur 2	Flyfoto av Ladedalen 1952.
Figur 3	Flyfoto av Ladedeponiet 1969.
Figur 4	Ladefyllinga med undersøkelsesboringer fra 2004.
Figur 5	Borede masser

VEDLEGG

Vedlegg 1	Vedtak i Trondheim kommune om opprettelse av et kommunalt deponi ved Ladebekken.
Vedlegg 2	2D resistivitetsmålinger ved Lade deponi Juli 2005.
Vedlegg 3	Glødetapsanalyser av masser fra Ladedeponiet (NGU-Lab analyserapport 2005.0218).
Vedlegg 4	Multiconsult deponigassmålinger September 2005.

INNLEDNING

Ladefyllingen gikk fra å være et kommunalt deponi frem til 1970 til å bli utbygd med en del industri og servicenæring. I den forbindelsen ble det bygd ut på deponiet og laget vanlig infrastruktur med vann og avløp, kabelføringer og plassert flere bygg på selve deponiet og i nærheten av deponiet. I dag fungerer den tidligere Ladefyllingen som et viktig område for mange bedrifter. Trondheim kommune har omfattende arealplanlegging for denne del av kommunen. Imidlertid er utbyggingen skjedd uten å ta hensyn til hva det måtte være av miljø- og helsemessige utfordringer fra det nedlagte deponi. Spesielt gjelder det dannelsen av deponigass fra det organiske avfallet fra husholdninger og industri. Deponigassen (metan og kulldioksid er hovedkomponentene) utgjør spesielt et helseproblem ved risiko for eksplosjon ved blanding av metan med luft eller eksponering for CO₂ i deponigassen og mulige helseskadelige sporstoffer, som kan forekomme som gasser eller dampe i deponigass (Jensen, 2005).

Det finnes forskjellige undersøkelser av Ladefyllingen, og disse undersøkelsene er supplert med ny og andre undersøkelser. Prosjektet har således hatt tre mål:

- Hente inn relevant informasjon om området, som hjelp til i vurdering av deponiets utforming, historikk og hva det kan forventes av fremtidige miljø- og helsemessige utfordringer;
- Demonstrere forskjellige geologiske og geofysiske metoders anvendelighet for å kartlegge avfallet i et nedlagt og utbygd område med et nedlagt deponi;
- Påvise sammenheng mellom registreringer av deponigass og fordelingen av avfall i deponiet;

TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG METODER

Det er gjennomført forskjellige typer undersøkelser og innhentet forskjellige typer opplysninger fra området:

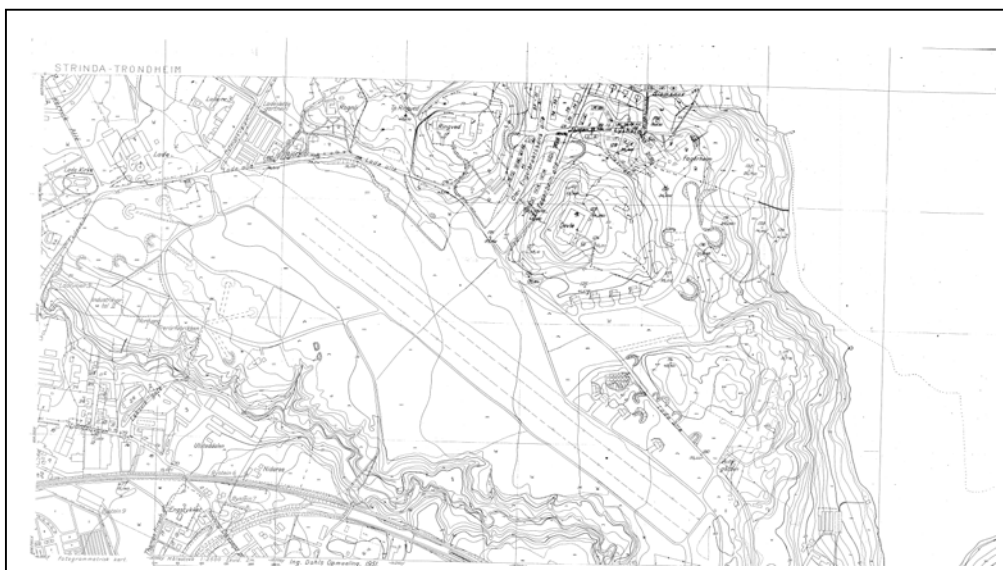
- Referater fra Trondheim kommune byrådsreferater i forbindelse med beslutningen om å vedta etablering av en kommunal fyllplass ved Ladebekken. Referatet angir forventet volum på 500.000 m³ avfall, samt hvilke typer avfall det skal deponeres der.
- Innhenting av opplysninger fra geotekniske boringer i området. De geotekniske boringene ble gjennomført i forbindelse med utbyggingen i løpet av 1970 og 1980-tallet. En enkelt utgraving da det nedlagte deponiet var utbygd er rapportert i Sand (2000). Gjennomgang av logger og rapporter fra de geotekniske rapportene ga blant annet verdifull informasjon om masser (fyllmasser, avfall), vanninnhold og dyp til naturlige masser.
- Det ble gjennomført gassanalyser i et bygg, hvor det var mistanke om gass. Undersøkelsen ble gjennomført av Heie (2000).
- Reite A. J., Sveian H. og Erichsen E., 1999. Trondheim fra istid til nåtid – landskapshistorie og løsmasser er en geologisk gjennomgang av Trondheim, og omfatter også området hvor Ladefyllinga ligger.
- Topografiske kart fra 1952 og topografisk kart med dagens situasjon med full utbygging.
- Innhenting av diverse flyfotos fra området fra tiden før deponiet ble anlagt og imens deponiet var i bruk.
- 21 boringer ble gjennomført i September 2004 i det tidligere deponiområdet og i utkanten av deponiet. Resultatene av undersøkelsen er rapportert i Halkjelsvik m. fl. (2005).

- Det ble gjennomført 2D resistivitetsmålinger sommeren 2005, rapportert av Dalsegg (2005). Resistivitetsmålingene ble som forsøk brukt til å identifisere avfallsmasser fra andre naturlige masser i området.
- Gassmålinger er utført i to omganger i 2005: enkelte målinger ble foretatt mai 2005 i bygg og i en tilfeldig utvalgt kum i forbindelse med et nasjonalt seminar med deponigass som tema. Disse målingene, som ga oppsiktsvekkende høye verdier for CH₄, førte til et kommunalt initiativ til å måle deponigass i samtlige kummer i deponiet og i utkanten av deponiet. De sistnevnte gassmålingene er rapportert i Kvennås (2005).

RESULTATER

Historikk

Den opprinnelige dalen med Ladebekken var en dyp erosjonsdal. Det topografiske kart i Figur 1 og luftfotografiet i Figur 2 viser området slik det så ut i begynnelsen av 1950-tallet. I forbindelse med den tyske besettelsen ble det bygd en del anlegg av besetelsesstyrkene, omfattende en flyplass nord for dalen, en flyhangar øst for dalen og andre anlegg i nærheten. Tyskerne brukte trolig dalen som en plass for deponering av diverse avfall for de nærliggende militære anleggene. Etter krigen ble området brukt som et deponi av den daværende Strinda kommune på 1950-tallet. Lade-bekken ble lagt i kulvert, som fremdeles eksisterer under dagens deponi. Fra 1961 ble området valgt ut som kommunalt deponi for forskjellige typer avfall (usortert) for Trondheim kommune etter sammenslåing med flere nabokommuner blant annet Strinda kommune. Dette deponi på ca 70.000 m² eksisterte frem til 1970. Det ble deponert en blanding av husholdningsavfall, industriell avfall og malingsprodukter. Det var ikke noen sortering av avfallet på den tiden. Det ble vurdert at 500.000 m³ avfall kunne deponeres her. Luftfotografiet fra 1969 (figur 3) viser deponiet i slutten av denne perioden, hvor det allerede var bygd en del næringsbygg på kanten av den tidligere dalen, samtidig som det fant sted deponering. Utbygging i området skjedde på 1970- og 1980-tallet, med etablering av bygg, asfaltering, kloakkering og annen infrastruktur. I dag er store deler av området dekket med bygg og asfalt. Andre arealer på det nedlagte deponi har jord med vegetasjon som overdekke.



Figur 1.
Topografisk kart fra 1952 viser Ladedalen med tette konturlinjer sør for flyplassen anlagt av tyskerne under krigen.



Figur 2.
Flyfotografi av Ladebekken fra 1952. Bildet er tatt fra vest mot øst. Flyplassen vist i Figur 1 ses til venstre for dalen, og flyhangaren er rett ovenfor dalen.



Figur 3.
Ladefyllinga sett fra nord. Byggene i forgrunnen er plassert på kanten av den tidligere erosjonsdalene. Overdekningsmasser og veier inn i området ses tydelig på bildet, som er fra 1969.

Utgravinger og borehull

Det ble gjennomført en større utgraving sentralt i fyllingen i forbindelse med legging av nytt kloakk og avløp. Det ble gravd opp 2.200 m³ avfallsmasser, rapportert i Sand (2000).

September 2004 ble det boret 21 borer i deponiet og tilgrensende områder til deponiet (Figur 4). Det ble boret ned til naturlige masser under avfallsmassene. Figur 5 viser typiske masser bestående av avfall blandet med leire. Halkjelsvik m. fl. (2005) går gjennom resultatene av de kjemiske analysene for massene. Flere av boringene viser at det er opp til 12 m masser med avfall i deler av det nedlagte deponiet uten at bunnen i deponiet ble nådd. Flere av boringene viser, at det er 3 m dekkmasser eller mer over avfallet. I et borehull er det avfall helt til toppen. Mektigheten av avfall svarer godt til topografien av den opprinnelige

ravinedalen. Lagtykkelsen av avfall avtar mot den nordlige kanten av den opprinnelige dalen, hvorfra det ble tippet avfall.



Figur 4. Omriss av Ladefyllinga med plasseringen av 21 borehull. Figuren er fra Halkjelsvik m. fl. (2005).



Figur 5. Borede masser med blanding av avfall og leire. Bildet er fra den miljøtekniske undersøkelsen, rapportert av Halkjelsvik m. fl. (2005).

2D Resistivitetsmålinger

Rapporten (Dalsegg, 2005) for 2D-resistivitetsmålingene finnes i Vedlegg 2, inklusive profilene. 2D resistivitetsmålingene ble gjennomført den østlige delen av deponiet, hvor det var mulig å legge ut kablene. Linjen ble lagt opp mot borehull fra den miljøtekniske undersøkelsen 2004 (Halkjelsvik m. fl., 2004), slik at det ville være mulig å sammenligne resistivitetsmålingene med de registrerte massene. Totalt var linjen ca. 700 m lang og nådde ca. 200 m utover den antatte østlige avgrensningen av Ladefyllinga. 2D-resistivitetsmålingen har gjort det enklere å identifisere forskjellige typer av masser. Totalt sett er 2D

resistivitetmålingene nyttige i forhold til å identifisere avfallsmassene. Det er mulig å se dyp til underliggende marine leire og massene i overdekket.

Glødetapsmålinger

Det ble gjennomført glødetapsmålinger av 77 prøver tatt ut av de 21 borerne fra den miljøtekniske undersøkelsen av deponiet fra 2004 (Halkjelsvik m. fl., 2005). Opparbeiding av prøvene har bestått i tørking ved vanlig temperatur, sikting og uttak av < 2 millimeter fraksjon til analyse. Glødetapsresultatene varierer fra minimum 1,07 vektprosent til maksimum 9,59 vektprosent. Gjennomsnittsverdien er 3,57 vektprosent. Glødetapsanalysene gir data om innholdet av organisk materiale i massene i mindre enn 2 millimeter fraksjonen av prøvene, og i dette tilfelle vil det primært være organisk avfall som finnes i massene. Resultatene viser, at det ikke er analysert "rene" avfallsmasser bestående av organisk avfall. Dertil er glødetapsverdiene for lave. En del av avfallsfraksjonen blir ikke med i < 2 millimeter fraksjonen, hvilket betyr at glødetapsverdiene ikke representerer den komplette andel av det organiske avfallet. For å få glødetapsverdier for prøvene i sin helhet bør prøvematerialet til glødetapsanalyse males ned før analyse, for å få et bedre uttrykk for andelen av organisk material i avfallsprøvene. Det må imidlertid også forventes å være noe organisk material i leirmassene, men ikke i samme omfang som i masser med avfall. Resultatene fra analysene er presentert i Vedlegg 3 i NGU-Lab analyserapport nr. 2005.0218.

Gassmålinger

Det ble gjennomført enkelte gassmålinger i en enkel kum og i et enkelt bygg i den vestlige del av Ladefyllinga i Mai 2005. Bygget er bygd direkte på bakken uten fundamentering ved bruk av pilarer ned til stabil grunn for sikre bygget mot ustabile avfallsmasser. Deponier er normalt ikke stabile, og massene vil synke sammen etter hvert. Dette kan føre til revner i fundament og murverk, slik at gasser kan trenge inn i bygget. Det er trolig en slik situasjon som ble observert i ovennevnte bygg i den vestlige delen av Ladefyllingen, hvor det ble målt CH₄ nær eksplosjonsfaren inne i bygget, og CO₂ i et nivå, som regnes som helseskadelig i inneklimate.

Det ble gjennomført gassmåling omfattende CH₄, CO₂ og O₂ i 169 kummer, sluk og drenering langs bygg i området under fallende atmosfærisk trykk fra 1003 mPa – 993 mPa i en 3-dagers periode i September 2005 av Multiconsult på vegne av Trondheim kommune, rapportert i Kvennås (2005) og presentert i Vedlegg 4. De målte CH₄ og CO₂ konsentrasjonene gav en indikasjon på hvor det slipper ut deponigass til avløpssystemet. Vedlegg 4 viser målingene av henholdsvis CH₄ og CO₂. Det var 0,01 – 5,0 % CH₄ i 14 kummer og mer enn 5,0 % CH₄ svarende til over den nedre grense for eksplosjonsfare i blanding med luft i 15 kummer, og 3 kummer med mer enn 15 % CH₄, som er den øvre eksplosjonsgrense. I alt 32 målepunkter med CH₄-registreringer svarer til i underkant av 20 % av de undersøkte målepunkter. De fleste kummer med CH₄ finnes sentralt i deponiet hvor det er registrert de største mengder avfall. Kummene med CH₄ forekommer i primært i to områder: Den vestlige halvdelen av deponiet har CH₄ registreringer i 18 målepunkter. Heretter kommer det et område i den sentrale delen av deponiet, som ikke har noen registrert CH₄ selv om det er betydelige mengder med avfall. I den østligste delen av deponiet er det registrert CH₄ i en del målepunkter. Det er registrert CH₄ i kummer i utkanten av deponiet, hvor det enten er lite avfall eller ingen avfall.

Sammenstilling av data

I dette prosjekt er en sammenstilling av forekomsten av avfall og registrering av deponigass meget relevant.

To hovedtrekk peker seg ut for forekomsten av deponigass:

- Det er registrert deponigass i kummer og i et bygg på Ladefyllinga hvor det i utgangspunktet er store lagtykkelser med avfall. Her er det naturlig å forvente forekomst av deponigass.
- Det er registrert deponigass i kummer i utkanten av deponiet hvor det ikke forekommer store lagtykkelser med avfall eller avfall i det hele tatt. Det betyr, at deponigassen transporteres et stykke fra andre deler av deponiet før det når frem til kummene. Forekomsten av deponigass i ytre kanten av deponiet er spesielt utfordrende, da transport av deponigass til andre områder kan virke noe uforutsigbar. Dermed bør det ikke utelukkes at bygg på deponiet eller i nærheten av deponiet kan være utsatt for inntrengende deponigass.

KONKLUSJONER

Innhenting av data og forskjellige rapporter fra det nedlagte deponi, Ladefyllinga, viser at deponiet har en blanding av forskjellige typer avfall omfattende husholdningsavfall, industriell avfall og annet avfall, i alt ca. 500.000 m³. Totalt er det 925.000 – 952.000 m³ avfall og overdekningsmasser. Det er registrert lagtykkelser opp til 12 m med avfall blandet med leire i sentrale deler av det nedlagte deponiet.

Bruk av 2D-resistivitetsmålinger er nyttig for å kartlegge avfallsmassene, og kan være en metode sammen med boringer for å få et overblikk over fordeling av avfallsmasser og andre typer masser i nedlagte deponier. Begrensningen ved metoden for Ladefyllinga var den vanskelige tilgjengeligheten i området. Begrensningen var sperrende innhegning, asfaltering og bygg. Til tross for disse begrensningene var det likevel mulig å oppnå pålitelige data for forekomst av avfallsmasser med avgrensning mot dekkmasser og underliggende marine leire.

Det ble registrert deponigass i underkant av 20 % av undersøkte kummer, sluk og dren i en 3 dagers periode med fallende atmosfærisk trykk. Det er et relativt stort antall registreringer av deponigass tatt i betraktning at massene har ligget i deponiet minst 35 år, da målingene ble gjennomført. Deponigass må anses som en helse- og miljørisiko i området som utgjorde det nedlagte deponi, og i nærliggende områder som ikke var en del av det nedlagte deponi. Det må forventes dannelse av deponigass i området i mange år fremover. Det bør også i fremtiden være regelmessige målinger av deponigass i området inntil eventuelle større tiltak for å fjerne deponigass blir satt i verk. I tillegg bør det brukes utstyr for måling av deponigass i kummer, sluk og dren i dette område, og det bør merkes av at det kan være fare for eksplosjon og at det kan være forbundet med livsfare å gå ned i disse kummer på grunn av reduserte oksygennivåer. Slik avmerking bør gjelde for samtlige kummer og sluk i området. I den forbindelse kan det vises til Tromsø kommune, som foretok en merking med skilter av samtlige kummer på den kommunale fyllingen i Tromsdalen etter en dødsulykke i Trondheim. Forekomsten av deponigass på Ladefyllinga må tas meget alvorlig i fremtiden ut i fra et helseperspektiv.

REFERANSER

Dalsegg E., 2005. 2D resistivitet Lade deponi. Intern rapport, 7 sider.

Halkjelsvik A. G., Økland I., Holsen Aa. M. H., Ottemo V. and Støver L., 2005. Miljøteknisk undersøkelse av Ladedalen deponi, Trondheim. NGU-rapport 2005.036, 69 sider.

Heie Aa., 2000. Deponigass i bygning – målinger og vurderinger. ICG oppdrag. 8 sider.

Hillestad G., 1966. Seismiske undersøkelser Lade, Trondheim. NGU-rapport nr. 606. 2 sider.

Jensen H. K. B., 2005. Sammenhengen mellom forurenset grunn og inneklima i bygninger. NGU-rapport 2005.049, 101 sider.

Kvennås M., 2005. Måling og vurdering av gassutlekking. Ladefyllinga. Oppdragsgiver: Trondheim kommune. Multiconsult rapport 411382 – 1. 6 sider. Kart og figurer.

Sand K., 2000. Graving i forurenset masse på eiendom GNR/BNR 413/141, Haakon VII GT 17C. Sluttrapport. Statkraft Grøner rapport til Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 4 sider.

Vedlegg 1

Vedtak i Trondheim kommune om
opprettelse av kommunalt deponi ved
Ladebekken.

Tambarskjelves gt. i samsvar med byplanrå-
dets vedtak av 1. desember 1959 og som vist
på kart i mål 1:500, merket Trondheim By-
plankontor, 30. oktober 1959, korrigert 27.
november 1959.

Trondheim, den 23. februar 1960.

Den tekniske rådmann.

O. Skaug.

Aksel Gellein.

Sendes med vedlegg til herr fylkesmannen
i Sør-Trøndelag med anmodning om uttalelse,
idet en viser til konferanse på herr fylkes-
mannens kontor i dag.

Trondheim fiansrådmann, 8. mars 1960.

Leif Hjørnevik.

Tilbakesendes med vedlegg *finansrådmann-*
en i Trondheim.

Plankomiteén for sykepleieropplæring i
Sør-Trøndelag gjorde i går samstemmig ved-
tak i spørsmålet om tomt for ny sykepleie-
skole:

«Plankomiteén slutter seg til byplanrådets
vedtak av 1/12 1959 og 19/1 1960, jfr. tek-
nisk rådmanns innstilling av 23/2 1960 om
reguleringsplan for området Harald Hårdrå-
dets gate—Erling Skjalgssons gate—en linje
i forlengelse av Erling Skjalgssons gate—
Udbyes gate—Einar Tambarskjelves gate.

Plankomiteén finner området meget vel
skikket for sykepleieskole, som en ikke kan
finne tomteplass for noe annet sted.»

Fylkesmannen vil uttale:

Sentralsykehuset synes å ha tomtearealer
nok for dagens behov. Av omsyn til de store
investeringer i Sentralsykehuset og den ri-
vende utvikling sykehusanleggene er inne i,
bør frie arealer i rimelig nærhet av Sentral-
sykehuset så vidt mulig sikres for å kunne
møte framtidige behov og gi sykehuset utvik-
lingsmuligheter.

Sør-Trøndelag fylke, Trondheim,

13. april 1960.

Thor Skrinde.

E. Einarson.

Sendes formannskapet.

Denne regulerings sak er blitt liggende en
tid i påvente av en nærmere avklaring av
området utnyttelse.

Det synes nå som om en del av det areal
kommunen ervervet av A.s Auto-Centralen av
1925 skal brukes til den påtenkte sykepleie-
skole.

Jeg finner etter omstendighetene å kunne
slutte meg til forslaget fra teknisk rådmann.

Trondheim fiansrådmann,

25. september 1961.

Leif Hjørnevik.

B. Tennebø.

Formannskapet behandlet saken i møte i
dag og vedtok å legge den fram for bystyret
med

tilråding

som rådmennenes.

Trondheim formannskap, 26. september 1961.

Olav Gjærevoll,
ordfører.

Solveig Kristiansen.

Sak B nr. 216/1961. Godkjenning av plan om ny fyll- plass for Renholdsverket og bevilg- ning til kjøp av shovel.

J.nr. 1698/1961.

Herr finansrådmannen.

I brev av 17/8 1961 redegjør renholdsver-
kets direktør for fyllplass-spørsmålet og
skriver:

«Forutsetningen for fyllplassen i Fredly-
dalen var at 2. etappe skulle fullføres våren
og sommeren 1961. Anbudsinndeling ble ut-
sendt, og anbudene oversendt den tekniske
rådmann sammen med søknad om bevilgning
til arbeidets utførelse. I påvente av bevilg-
ning er fyllplassen i Fredlydalens nedre del
nyttet, og er utfyllt så meget at søppelfylling-
en kan foregå fra riksvei 50.

Det videre arbeide i Fredlydalen kan en så-
ledes ikke regne med vil komme igang før ut
på vinteren 1961/62, og fylling av søppel til

våren 1962. En har derfor sett seg om etter andre muligheter i mellomtiden, og teknisk rådmann opplyste den 14. d. m. at det i Ladedalen i forbindelse med jernbanefyllingen vil være god anledning til søppelfylling ved den nå igjenlagte del av Ladebekken. Kulverten vil være ferdigstøpt i begynnelsen av oktober 1961, og vil i 1. omgang kunne motta 60—70 000 kbm søppel. Forutsetningen er at den vesentligste del av overdekkingsmassen tas på stedet — da det omliggende terreng allikevel skal senkes et par meter. Likeledes forutsettes at søppelfyllingen foregår så hurtig som mulig.

For i det hele tatt å kunne utnytte denne mulighet, kreves en brukbar maskin som kan ta overdekkingsmasse på stedet og samtidig komprimere massen. En beltetraktor med en vekt på 1400—1500 kg har for liten kapasitet og for liten utbrytningskraft. En må derfor ta sikte på en tyngre maskin — en belteshovel utstyrt med en såkalt «4-1»-skuffe — som både tar massen og fordeler den over det oppfylte område, samtidig som den ved sin tyngde knuser mindre trevirke, kartonger, blikkemballasje m. v.

Byen Lund i Sverige har en slik maskin, International T.D. 14 på ca. 12 tonn, og de er meget godt tilfreds med dens ytelser på fyllplassen. Maskinen vil bli studert nærmere ved den forestående reise til Lund i forbindelse med renholdskongressen i Göteborg først i september.

Det foreligger tilbud fra A/S Autocar på slike maskiner — International Shovel med foran nevnte Drott spesial 4-1 skuffe. Tilbudene omfatter:

7 tons med $\frac{3}{4}$ kbm skuffe,	
50 $\frac{1}{2}$ HK, utbrytn. 6,1 tonn ..	kr. 90 000
10 tons med 1,15 kbm skuffe,	
71 HK, utbrytn. 8,5 tonn	» 155 000
16 tons med 1 $\frac{3}{4}$ kbm skuffe,	
115 HK, utbrytn. 19,2 tonn ..	» 203 000
20 tons med 2,3 kbm skuffe,	
134 HK, utbrytn. 21 tonn	» 266 000

Det bemerkes at 7-tonns maskinen til ca. 90 000 kroner bygges i England og er derfor forholdsvis rimelig i pris. De andre, som er amerikanske, er dyrere og har tendens til stadige prisjusteringer oppover.

Vanlig regnes 2000—3000 effektive kjøretimer mellom hvert hovedettersyn med eventuell utskifting av ruller og belter. Dette vil komme på ca. 20 000—25 000 kroner, altså 10 000—15 000 årlig i vedlikehold. (Ca. 1200 timer pr. år.)

Spørsmålet om fyllplass er aktuelt i	
og vil også bli det i lange tider fremover	
hvert fall for industriavfall. De muligheter	
som en i dag har noenlunde oversikt over	
Fredlydalen, resten av dalen	250 000 kbm
» vest for riksveien	100 000 »
Ladedalen, hel oppfylling ...	500 000 »
Grilstadfjæra	600 000 »

Tils. 1 450 000 kbm

Med en årlig søppelmasse på 80 000—90 000 kbm, vil en således ha fyllplasser i 15—20 fremover. Dette under forutsetning av at søppel leveres på fylling.

Ved å stoppe søppelforbrenningen, vesentlige besparelser oppnås:

Den årlige utgift til forbrenningsovnen (kapasitet 30 000—40 000 kbm søppel) er dag:

12 mann skiftarbeide à 15 000 ..	kr. 180 000
1 mann på transportbåndet	» 15 000
Årlige utgifter til vedlikehold av transportbånd, murverk m. v.	» 15 000
4 arbeidere på fyllplass i Fredlydalen + overtid og ekstraarbeide	» 70 000
1 arbeider på fyllplass Nyhavna	» 14 000
Sosiale utgifter, trygder, arbeidsklær m. v., 18 mann à ca. 5000	» 90 000
	kr. 384 000

Ved å kjøre alt søppel på fylling vil utgiftene bli:

Fyllplassen i Fredlydalen:	
1 tippformann	
1 kjører av dekn.masse	
1 à 2 mann.	

Fyllplassen i Ladedalen antakelig samme.

Tilsammen 6 à 8 mann à 15 000	kr. 120 000
Innkjøp av 1 shovel	kr. 100 000
amortisering (10 år)	kr. 10 000
renter 5 pst.	» 5 000
vedlikehold	» 15 000
	» 30 000

Sosiale utgifter, 8 mann à 5 000

» 40 000

kr. 190 000

Besparelse (kr. 384 000 ÷ 190 000) kr. 194 000

Ved å stoppe forbrenningsovnen i f.eks. foreløpig 2 år, vil en spare ca. 194 000 kroner pr. år, slik at en investering til det nødvendige

maskinelle utstyr vil ikke bli noen belastning for renholdsverkets og kommunens budsjetter. Hvert år imot vil det enda spares betydelige beløp.

Jeg foreslår at styret fatter følgende vedtak:

Forbrenningsovnen på Sluppen stoppes fra den tid fylling i Ladedalen tar til, antagelig oktober—november 1961.

(Det forutsettes at ovnen til enhver tid er i full brukbar stand, slik at den kan settes i drift igjen på kort varsel.)

Det søkes straks om bevilgning av 100 000 kroner til innkjøp av 1 International Shovel Drott BT 6 — B6K3 med «4-1 spesielskuffe».

Renholdsstyret har behandlet saken den 23. august 1961 og gjorde følgende vedtak:

«Forbrenningsovnen på Sluppen stoppes fra den tid fyllingen i Ladedalen tar til, antagelig oktober—november 1961.

(Det forutsettes at ovnen til enhver tid er i full brukbar stand, slik at den kan settes i drift igjen på kort varsel.)

Det søkes straks om bevilgning på 100 000/160 000 kroner til innkjøp av 1 International Shovel m/ nødvendig utstyr.

Skogseth sa seg enig i forslaget under forutsetning av at det ikke medfører innskrenkninger i renholdsverkets faste arbeidsstokk.»

Da det innen styret er delte meninger om en 7 tonns maskin er robust nok til formålet, er opprinnelig søkt om alternativ bevilgning på 100 000 kroner eller 160 000 kroner henholdsvis til 7 tonns eller 10 tonns maskin.

Det er meningen at den nyanskaffede maskin også skal brukes på den planlagte søppelfylling i Grilstadfjæra på Charlottenlund. Dette siste er et prosjekt som utredes av et utvalg av renholdsstyret for tiden, og spørsmålet blir lagt fram i særskilt sak senere.

Etter at Renholdsstyrets innstilling av 23. august forelå, har det vært foretatt prøver både i Grilstadfjæra og i Ladedalen med en 7 tonns maskin hvor medlemmer av renholdsstyret, distriktslege Irgens og havneingeniør Brahrand var til stede.

Ifølge brev av 1. september 1961 fra renholdsverkets direktør er det enighet om at en 7 tonns maskin har tilstrekkelig kapasitet for renholdsverkets behov.

Den planlagte søppelfylling fra østre side av nye jernbanefylling og i retning Leangen stasjon, ca. 250 m, antas å kunne motta

120 000 til 130 000 kbm søppel. Fyllhøyden er 7,5 m.

Renholdsverket kan greie å fylle ca. 60 000 kbm pr. år, hvis forbrenningsovnen settes ut av drift og det vesentligste av søppelmasse blir kjørt til fyllingene i Ladedalen.

Ifølge skrivelse fra Trondheim Helsreråd, datert 29/8 1961, er Ladedalen godkjent som fyllplass for søppel på vanlige betingelser for Bradfordfylling.

Fylling i Ladedalen dekker et behov for fyllplass som Renholdsverket har. Ordningen tjener også det utmerkede formål å få dalen fylt for en rimelig penge, og gjør det mulig om få år å utparsellere til tomter for lettere industri.

Når dertil kommer at stopp av forbrenningsovnene et par år betyr en betydelig besparelse på Renholdsverkets drift, synes saken å være nok så klar.

Etter direktørens beregning vil det spares ca. 194 000 kroner pr. år på driften. Jeg antar at det er grunn til å ta et visst forbehold når det gjelder denne kalkyle. Så vidt jeg forstår av beregningen, vil man spare ca. 10 mann. Man kan neppe regne med en reduksjon av denne størrelse, men innskrenkningen vil i første rekke ramme sesongreserven, slik at det ikke vil gå ut over renholdsverkets faste arbeidsstokk.

Gjennomføring av forslaget krever en bevilgning av 100 000 kroner til anskaffelse av shovel. Etter konferanse med herr finansrådmannen, foreslås bevilgningen på 100 000 kroner dekket på Renholdsverkets budsjett for 1961, og dekkes ved overføring fra bykassens konto 14020. Anskaffelsen blir da med på fordeling med Strinda i henhold til avtale om forrentning av nedlagt kapital og avskrivning over 10 år.

Jeg foreslår at saken legges frem for kommunestyret med slik

tilråding:

1. Kommunestyret godkjenner planen om at Renholdsverket foretar gjenfylling av Ladedalen over kulverten på strekningen mellom jernbanefyllingen og østover til Leangen stasjon etter Bradfordsystemet.
2. Forbrenningsovnen på Sluppen settes ut av drift fra den tid fylling i Ladedalen tar til, men det forutsettes at den til enhver tid holdes i stand og kan settes i drift igjen på kort varsel.
3. Til innkjøp av en International Shovel Drott spesial 4 bevilges inntil 100 000 kro-

ner. Beløpet føres på ny post 10466 på Renholdsverkets budsjett for 1961 og dekkes ved overføring fra konto 14020.

Den tekniske rådmann,
Trondheim, 19. september 1961.

Aksel Gellein,
bem.

Sendes formannskapet.

Med hensyn til spørsmålet om reduksjon i arbeidsstokken opplyser direktør Stenvig at det i den senere tid er falt fra tre arbeidere ved dødsfall, mens to er gått av med pensjon. Renholdsverket har også til stadighet en del vikarer for sykmeldte arbeidere, slik at det ikke blir nødvendig å si opp noen av den faste styrke.

Selv om det på denne måte ikke blir mulig til enhver tid å oppnå en reduksjon på 10 mann, vil besparelsene for kommunen likevel ikke bli ubetydelige, samtidig med at man kommer i gang med oppfyllingen i Ladedalen. Jeg tiltrer derfor forslaget fra den tekniske rådmann.

Trondheim finansrådmann, 25. sept. 1961.

Leif Hjørnevik.

Hans Haugli.

Formannskapet behandlet saken i møte i dag og vedtok å legge den fram for bystyret med

tilråding

som rådmennenes.

Trondheim formannskap, 26. sept. 1961.

Olav Gjærevoll,
ordfører.

Solveig Kristiansen.

Sak B nr. 217/1961. Ervervelse av tomt for brannstasjon øst.

J.nr. 1699/1961.

Formannskapet,
Trondheim.

Under kommunestyrets behandling av den nye brannsløkkingsoverenskomsten med

Strinda, var det en uttrykkelig forutsetning at arbeidet med en ny brannstasjon Øst skulle settes i gang snarest. I henhold hertil har formannskapene i de to kommuner som kjent oppnevnt en plankomité, som den 7/6 1961 fremmet følgende forslag overfor Samarbeidsnemnda:

- «1. Den regulerte tomt erverves straks.
2. Det samlede finansierings spørsmål tas straks opp.
3. Det bevilges omgående 50 000 kroner, slik at komitéen kan engasjere arkitekt og nødvendige rådgivende ingeniører og dermed føre arbeidet videre til anbud etter fornøden fullmakt.

Den regulerte tomt som er omtalt i pkt. 1, ligger på Falkenborg i Strinda, vis å vis Nidar Sjokoladefabrikk. På foranledning av Strinda kommune ble det i fjor holdt forsøksstakst over arealet. Grunnprisen ble fastsatt til 20 kroner pr. kvm, og da arealet er mellom 12 og 12,5 mål, vil prisen bli mellom 240 000 og 250 000 kroner. Hertil kommer en del utgifter i forbindelse med skjønnet, oppmåling, tinglysning o. l., slik at utgiftene i alt vil dreie seg om 260 000 kroner.

Saken ble behandlet i møte i Samarbeidsnemnda den 28. juni 1961, hvor det ble gjort følgende vedtak:

«Samarbeidsnemnda slutter seg til plankomitéens forslag i 3 punkter av 7/6 1961.

Nemnda forutsetter at utgiftene reduseres ytterligere bl. a. ved å redusere gymnastikksalen til 100 kvm og ved å ta sikte på den bemanning som foreslått av rådmann Eggen.

Det henstilles til rådmennene Jørum og Hjørnevik å komme med forslag til finansiering og til fordeling av utgiftene.»

De nevnte spørsmål om gymnastikksalens størrelse og bemanningen på stasjonen finner jeg ikke grunn til å gå nærmere inn på i denne forbindelse. Det som det nå er spørsmål om, er bare den nødvendige bevilgning til ervervelse av tomten og til engasjering av arkitekt og konsulenter for det videre planleggingsarbeid.

Strinda kommune har allerede vedtatt å innløse tomten. Teknisk rådmann Eggen anfører i sin innstilling bl. a. at selv om det ennå ikke er tatt noen bindende avgjørelse om bygging av brannstasjon Øst, er det etter hans mening ikke noe tapt ved å gå til ervervelse av tomten. Tomteprisen er i samsvar med de priser som er fastsatt ellers i strøket,

Vedlegg 2

2D resistivitetsmålinger ved Lade deponi
Juli 2005

2D resistivitet Lade deponi

INNLEDNING

I forbindelse med undersøkelsen av Lade deponi har NGU utført 2 D resistivitet- og magnetiske målinger langs ett profil mellom Haakon VII gate og jernbanelinjen. Det er første gang NGU utfører 2D resistivitetsmålinger over et deponi, men eksempler fra utlandet viser at kartlegging av deponi med resistivitetsmålinger kan være vellykket. Utfordringen med Lade deponi er at deponiet ligger i leire (lav resistivitet) og at området er lite egnet for elektriske målinger (mye asfalt, gjerder og elektriske installasjoner).

Målingene ble utført av Einar Dalsegg den 20.07 2005

MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

De målingene som ble foretatt var måling av 2D resistivitet og Indusert polarisasjon (IP), samt magnetiske gradientmålinger.

2D resistivitet

Måledata ble innsamlet med et kabelsystem utviklet ved den tekniske høgskolen i Lund (LUND-systemet, Dahlin 1993). Systemet består av en releboks (Electrode Selector ES464), to eller fire multi-elektrode kabler og et måleinstrument (ABEM Terrameter SAS 4000, (ABEM 1999)). Ved denne undersøkelsen ble det benyttet fire kabler med 5 meters elektrodeavstand. Dybderekkevidden er med denne elektrodeavstanden 50 til 60 meter, med størst oppløsning i de øverste 30 meterne. Det ble benyttet Wenner elektrodekonfigurasjon som er best egnet for kartlegging av horisontale strukturer.

Profilets beliggenhet er innmålt med GPS (WGS-84 Sone 32).

	Koordinat	UTM- øst	UTM-nord
Profil 1	0	572563	7035516
	100	572650	7035455
	200	572738	7035433
	300	572828	7035418
	400	572916	7035383
	500	573006	7035352
	600	573088	7035299
	700	573168	7035238

Strømstyrke og datakvalitet

Jordingsbetingelsene var sterkt varierende langs profilet, og flere elektroder måtte kuttes ut på grunn av asfaltert dekke. Strømstyrken var noe varierende på grunn av elektrodeforholdene, men mesteparten lå i områdene 100 og 200 mA. Datakvaliteten for resistivitetsmålingene var overraskende god, med bare noen få målinger over akseptabelt støynivå (>20%). For IP-målingene var datakvaliteten betydelig dårligere, noe som skyldes at denne metoden måler på lavere signal og dermed er mere følsom for støy. Alle data over akseptabelt støynivå på 20 % ble slettet før prosessering.

Inversjon.

Ved alle resistivitet- og IP-målinger måles tilsynelatende verdier. Denne representerer et veid middel av alle resistiviteter og IP-effekter som er innenfor målingens influensområde. For å finne den spesifikke resistivitet i ulike deler av undergrunnen må data inverteres. Dette utføres ved at bakken deles opp i blokker som tilordnes en bestemt resistivitetsverdi. Denne blir så justert i flere trinn (iterasjoner) inntil responsen fra den teoretiske modellen blir mest mulig lik de målte data.

Resistivitet- og IP-data ble invertert ved bruk av dataprogrammet RES2DINV (Loke 2001).

Magnetiske gradientmålinger.

De magnetiske gradientmålingene ble utført med Scintrex ENVI-MAG med en nøyaktighet på 1 nT. Målepunktavstanden langs profilene var 1 m.

RESULTATER

2D resistivitet

Lokalisering av det målte profil framgår av kartbilag 1. Det er utført flere boringer i området, men bare de som er i nær tilknytning til profilet er tatt med på kartbilaget. De inverterte resistivitet- og IP-data er vist i figur 2. På den øvre delen av figuren er de borehull som har betydning for tolkningen av måledata inntegnet, i tillegg til det tolkede dyp av deponiet. De viste seksjonene er produsert med standard inversjon. Det er benyttet et vertikal/horisontal- filter på 0.5, noe som til en viss grad favoriserer horisontale strukturer.

Som figur 2 viser er det store variasjoner i resistiviteten langs profilet. Noe av dette skyldes trolig støy fra tekniske anlegg. I tillegg måtte det legges inn knekkpunkt på profilet på grunn av bygninger og asfalterte områder. Dette er ikke ideelt og vil også redusere kvaliteten på måledata.

Grovt sett indikerer måledata ett øvre lag med store variasjoner i resistiviteten (5 – 300 Ωm). Under dette laget er resistiviteten meget lav (1- 25 Ωm), for så å øke igjen mot dypet (> 200 Ωm).

Med støtte i boringene tolkes dette til at det øvre laget, under et tynt topplag, representerer deponiet. De store variasjonene i resistiviteten skyldes at det trolig er store variasjoner i den deponerte massen. Dette støttes av boringene som flere steder indikerer en blanding av deponert masse og leire. Boringene indikerer at dypet av deponiet langs profilet ligger på ca. 15 meter, noe som stemmer godt med det tolkede dyp ut fra resistivitetsmålingene.

Det underliggende laget med lav resistivitet er tolket til marin leire. De variasjonene som opptrer også i dette laget, kan skyldes at leira i de partier med noe høyere resistivitet (20 – 50 Ωm) er utvasket (kvikkleire). En annen årsak kan være at en stedvis har et større innslag av silt/sand.

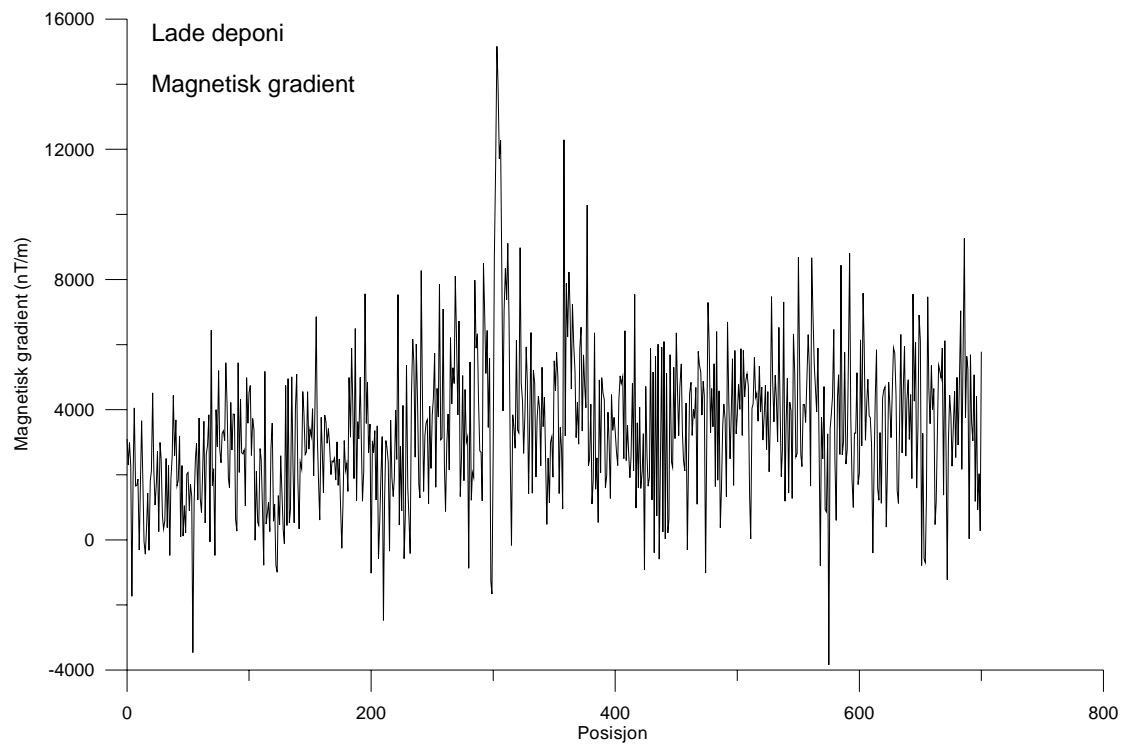
Den økende resistiviteten i den nedre delen av pseudoseksjonen, skyldes enten grovere masser eller fjell.

IP- målingene (nedre del av figuren) viser store variasjoner i IP-effekten. Dette gjelder både deponiet og den underliggende leira. Noe av dette kan skyldes at datakvaliteten var vesentlig redusert på grunn av mye støy. Måledata gir ikke grunnlag for å skille de forskjellige avsetningene, og IP-målingene har derfor ikke i dette tilfellet gitt noe bidrag til kartleggingen av deponiet.

Magnetisk gradient

Ut fra tidligere undersøkelser over deponi kan magnetiske målinger være egnet til å kartlegge deponiets utstrekning. Grunnen er at skrot (metall) gir magnetisk respons og en vil i et deponi få ustabile verdier, mens en utenom deponiet vil forvente mer stabile verdier.

De magnetiske målingene (figur 1) viser at måledata stort sett består av teknisk støy langs hele profilet. Det er ikke mulig å skille måleverdier fra forventede magnetiske gjenstander i deponiet og den generelle støyen. Den forventede deponigrensen ved koordinat 445 lar seg derfor ikke påvise. Ut fra dette kan en si at i dette tilfellet er metoden uegnet. Dette vil trolig også gjelde andre deponi i så sterkt urbane strøk, da måledata i alt for stor grad vil bli påvirket av støy fra tekniske anlegg.



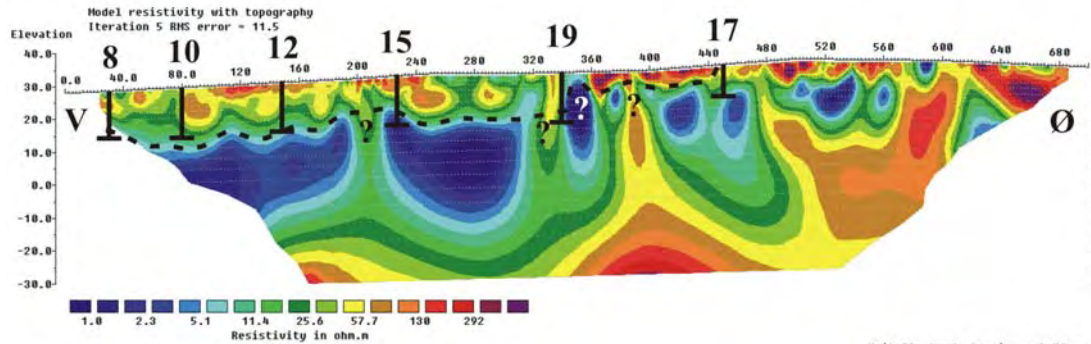
Figur 1 Magnetisk gradient profil 1.

Lade deponi

Profil 1

Resistivitet
Wenner
Standard inversjon
Vert./Hor. Filter=0.5

┆ Borehull
- - - Tolket dyp av deponi

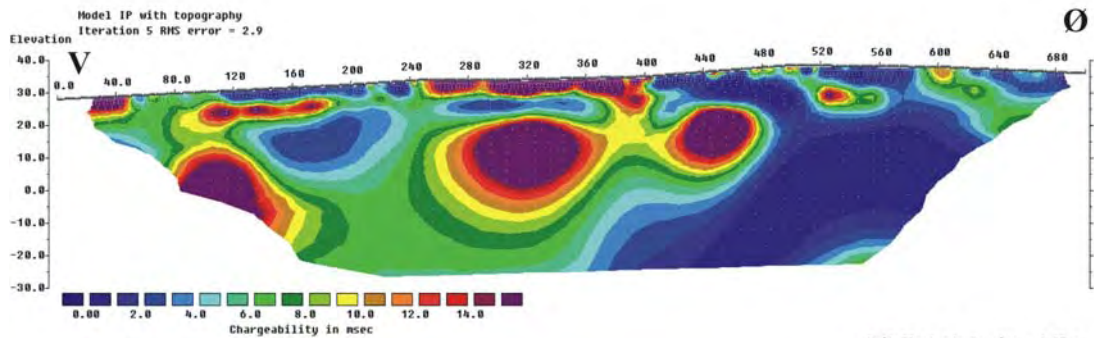


Horizontal scale is 4.28 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 2.25
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 700.0 m.

Unit Electrode Spacing = 2.50 m.

Profil 1

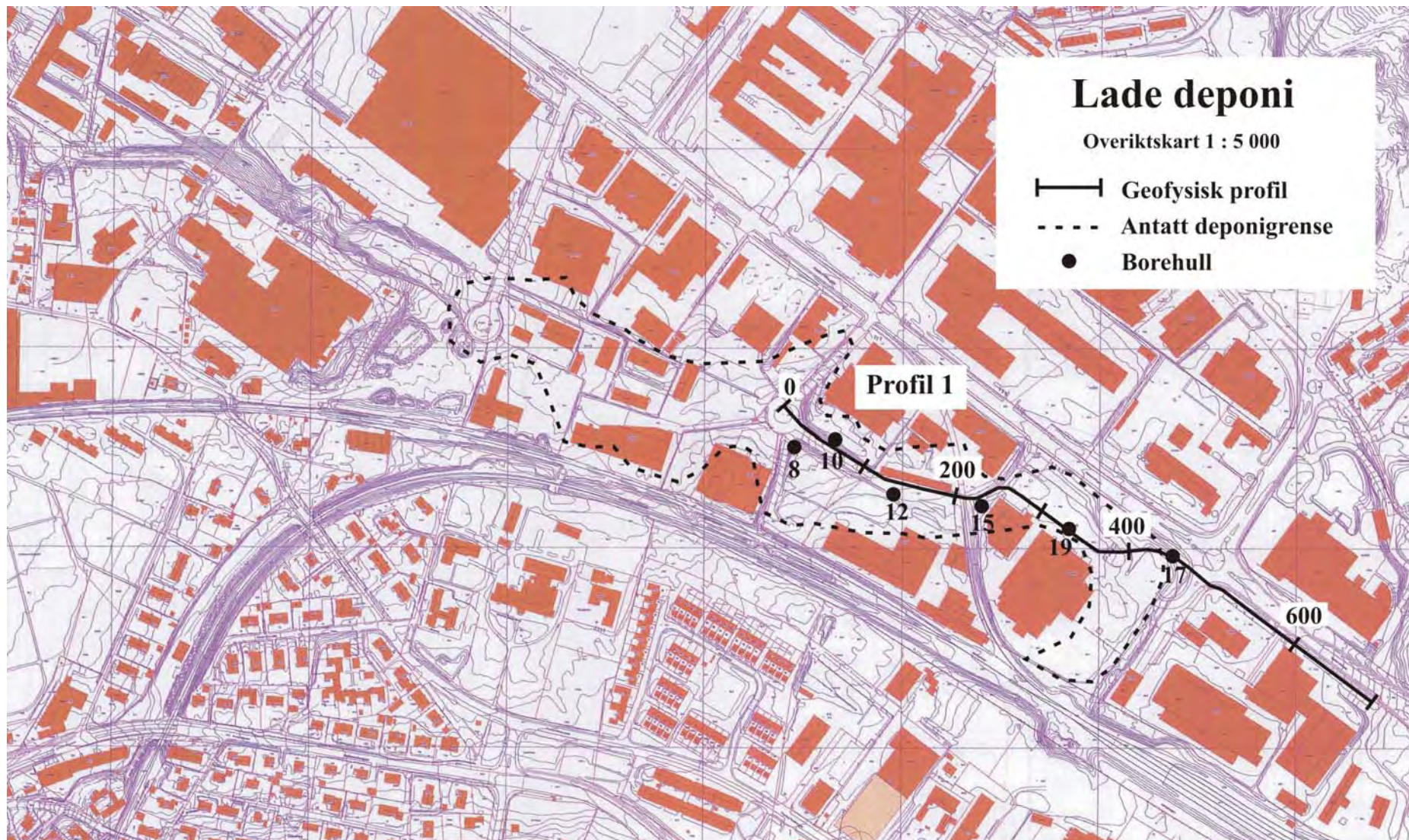
Indusert Polarisasjon (IP)
Wenner
Standard inversjon
Vert./Hor. Filter=0.5



Horizontal scale is 2.14 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 2.22
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 700.0 m.

Unit Electrode Spacing = 1.25 m.

Figur 2. Modellert resistivitet og IP Profil 1.



REFERANSER

ABEM 1999: ABEM Terrameter SAS 4000/SAS 1000. Instruction Manual. ABEM Printed Matter 93101. ABEM, Sverige.

Dahlin, T. 1993: On the Automation of 2D Resistivity Surveying for Engineering and Environmental Applications. Dr. Thesis, Department of Engineering Geology, Lund Institute of Technology, Lund University. ISBN 91-628-1032-4.

Loke, M.H. 2001: RES2INV ver. 3.4. Geoelectrical Imaging 2D & 3D. Instruction manual. www.geoelectrical.com.

Vedlegg 3

Glødetapsanalyser av masser fra
Ladedeponiet
(NGU-Lab analyserapport 2005.0218).

OPPDRAKSGIVER:

NGU PROSJEKT :

ANTALL PRØVER: 77

PRØVETYPE :

GLØDETAP 1 (Temperatur: 480°C i 20 timer)

Beregninger

$$\Delta X_{G1} = B - C \Rightarrow Y_{G1} = \frac{B - C}{A} \cdot 100 = \frac{\Delta X_{G1}}{A} \cdot 100$$

A: Innvekt prøve B: Vekt av prøve+digel C: Vekt av digel+prøve etter varming ΔX_{G1} : Vekttap (Glødetap) Y_{G1} : % Vekttap (%Glødetap)

Analyseusikkerhet : 8 % rel. (1 σ -nivå)

ANMERKNINGER: Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	6. jul. 2005	Frank Berge
	Dato	OPERATØR

Løpenr	Prøve navn	Vekt Skål [g]	Vekt prøve(A) [g]	Vekt digel+prøve(B) [g]	Vekt etter 480°C(C) [g]	Gl.tap [%]		
1	1-3	2,2239	5,0245	7,2484	7,0441	4,1	minimum	1,07
2	1-6	2,2170	5,0350	7,2520	7,1436	2,2	25 % kvartil	2,30
3	1-9	2,2106	5,1321	7,3427	7,2355	2,1	median	2,79
4	2-3	2,2121	5,0012	7,2133	7,0229	3,8	75 % kvartil	4,28
5	2-6	2,2236	5,0425	7,2661	7,1393	2,5	gjennomsnit	3,57
6	2-9	2,2239	4,9860	7,2099	7,1198	1,8	maksimum	9,59
7	3-3	2,1841	5,1534	7,3375	7,2298	2,1		
8	3-6	2,2173	5,1195	7,3368	7,2233	2,2		
9	3-7	2,2045	5,1557	7,3602	7,2547	2,1		
10	4-3	2,2008	5,0213	7,2221	7,0741	3,0		
11	4-6	2,1996	5,0560	7,2556	7,1391	2,3		
12	4-9	2,2023	5,0197	7,2220	7,1245	1,9		
13	5-3	2,2067	5,0528	7,2595	7,1470	2,2		
14	5-6	2,2212	5,0188	7,2400	7,1006	2,8		
15	5-9	2,2169	5,1354	7,3523	7,1443	4,1		
16	5-13	2,2088	5,0679	7,2767	7,1276	2,9		
17	6-3	2,2084	5,1525	7,3609	7,1606	3,9		
18	6-6	2,2140	5,0244	7,2384	6,9167	6,4		
19	6-9	2,2011	5,0601	7,2612	7,1233	2,7		
20	7-3	2,1881	5,1065	7,2946	7,1772	2,3		
21	7-6	2,2011	5,0047	7,2058	7,0809	2,5		
22	7-9	2,2135	5,1304	7,3439	7,2131	2,6		
23	8-3	2,2077	5,0625	7,2702	6,8548	8,2		
24	8-6	2,1984	5,0229	7,2213	6,8169	8,1		
25	8-9	2,1940	4,9213	7,1153	6,8709	5,0		
26	8-12	2,2063	5,0568	7,2631	7,0615	4,0		
27	8-14	2,2188	4,9797	7,1985	7,0700	2,6		
28	9-3	2,2085	5,0800	7,2885	7,1820	2,1		
29	9-6	2,1962	5,1052	7,3014	7,0478	5,0		
30	9-9	2,1905	5,1564	7,3469	7,2462	2,0		
31	9-12	2,1962	5,1691	7,3653	7,2195	2,8		
32	9-15	2,1986	4,9670	7,1656	7,0491	2,4		
33	10-3	2,2029	4,9624	7,1653	7,0474	2,4		
34	10-6	2,2046	4,9944	7,1990	6,8774	6,4		
35	10-9	2,2021	4,9318	7,1339	6,8284	6,2		

Løpenr	Prøve navn	Vekt Skål [g]	Vekt prøve(A) [g]	Vekt digel+prøve(B) [g]	Vekt etter 480°C(C) [g]	Gl.tap [%]
36	10-12	2,1982	5,0427	7,2409	7,0144	4,5
37	10-15	2,1943	5,1561	7,3504	7,1286	4,3
38	11-3	2,1962	5,0667	7,2629	7,1592	2,1
39	11-6	2,1986	4,9535	7,1521	6,9681	3,7
40	11-9	2,2054	5,1608	7,3662	7,1527	4,1
41	11-12	2,2007	5,0430	7,2437	6,7601	9,6
42	11-15	2,1960	5,1061	7,3021	7,1327	3,3
43	12-3	2,2091	5,1271	7,3362	7,1950	2,8
44	12-6	2,2211	5,1546	7,3757	7,1679	4,0
45	12-9	2,2060	5,0551	7,2611	7,0445	4,3
46	12-12	2,1839	5,0529	7,2368	6,9279	6,1
47	12-15	2,1788	5,0546	7,2334	7,0049	4,5
48	13-3	2,1942	5,0680	7,2622	7,1604	2,0
49	13-6	2,1961	5,0478	7,2439	7,1094	2,7
50	13-9	2,1850	5,0964	7,2814	7,1391	2,8
51	14-3	2,1693	5,1478	7,3171	7,1638	3,0
52	14-6	2,1632	5,0789	7,2421	7,1253	2,3
53	15-3	2,1721	5,0915	7,2636	7,1332	2,6
54	15-6	2,1851	5,0626	7,2477	7,1142	2,6
55	15-9	2,1867	5,0041	7,1908	7,0674	2,5
56	15-12	2,1837	5,0124	7,1961	7,1005	1,9
57	16-3	2,1862	5,0299	7,2161	7,1622	1,1
58	16-6	2,1836	4,9912	7,1748	7,0929	1,6
59	16-9	2,1805	4,9672	7,1477	6,9854	3,3
60	17-3	2,1776	5,0401	7,2177	7,1014	2,3
61	17-6	2,1820	5,0780	7,2600	7,1233	2,7
62	18-3	2,1772	5,0339	7,2111	7,1561	1,1
63	19-3	2,1730	5,0931	7,2661	7,1513	2,3
64	19-6	2,1596	5,0467	7,2063	6,9834	4,4
65	19-9	2,1559	5,0698	7,2257	6,9643	5,2
66	19-12	2,1599	5,0491	7,2090	6,8113	7,9
67	19-15	2,1576	5,1929	7,3505	7,2322	2,3
68	19-16	2,1462	4,9941	7,1403	6,9607	3,6
69	20-3	2,1413	5,1085	7,2498	6,8330	8,2
70	20-6	2,1559	5,0979	7,2538	7,1129	2,8

Løpenr	Prøve navn	Vekt Skål [g]	Vekt prøve(A) [g]	Vekt digel+prøve(B) [g]	Vekt etter 480°C(C) [g]	Gl.tap [%]
71	20-9	2,1739	5,1669	7,3408	7,2061	2,6
72	20-12	2,1685	5,1088	7,2773	7,0883	3,7
73	20-12,5	2,1527	5,0825	7,2352	7,0680	3,3
74	21-3	2,1533	5,0267	7,1800	6,9574	4,4
75	21-6	2,1748	5,0369	7,2117	6,9467	5,3
76	21-9	2,1889	5,0276	7,2165	6,8029	8,2
77	21-12	2,1840	5,0697	7,2537	7,0675	3,7

Vedlegg 4

Multiconsult deponigassmålinger
September 2005.

Rapport

Oppdragsgiver: **Trondheim kommune**

Oppdrag: **Ladefyllinga - Trondheim**

Emne: **Måling og vurdering av gassutlekking**

Dato: **27. september 2005**

Rev. - Dato

Oppdrag- / Rapportnr. **411382 - 1**

Oppdragsleder: **Marianne Kvennås** Sign.:

Saksbehandler: **Marianne Kvennås** Sign.:

Kontaktperson hos Oppdragsgiver: **Marianne Langedal**

Sammendrag:

Det er tidligere registrert høyt innhold av metangass og karbondioksid i enkelte kummer og bygninger på Ladefyllinga. Ny kommunedelplan for Lade setter krav til arealbruk og tekniske løsninger på bakgrunn av potensielle problemer med deponigass.

På bakgrunn av dette fikk Multiconsult i oppdrag av Trondheim kommune å måle innhold av metan og karbondioksid i samtlige tilgjengelige kummer på Ladefyllinga ved en ugunstig meteorologisk situasjon. Hensikten er å identifisere eventuelle problemområder innenfor det berørte arealet. Det er ikke foretatt målinger inne i bygninger.

Det ble målt i 169 punkt (sluk, kummer og drenering langs bygg). Det er påvist metan i 32 punkt hvorav 15 punkt overstiger nedre eksplosjonsgrense (5 vol%). I 3 målepunkter er det registrert eksplosjonsfarlige forhold (>5 vol% og <15 vol%). Det er målt karbondioksid over normen for arbeidsmiljø (0,5 vol%) i 37 punkt, hvorav 11 punkt har over 5 vol% karbondioksid. De høyeste konsentrasjonene er målt i tette kummer, mens sluk, som luftes ut, generelt hadde lavere konsentrasjoner.

I mange kummer er konsentrasjonene av metan og karbondioksid er så høye, og konsentrasjonen av oksygen så lav, at det kan medføre helsefare å bevege seg ned disse. Det er også et visst potensial for at flere bygg har innendørs forhøyede konsentrasjoner av metan og karbondioksid, som kan være helse- og eksplosjonsfarlige.

Forslag til tiltak:

Når det gjelder bygninger som potensielt har problemer med inntregning av gass, anbefales det at det gjøres en byggeteknisk gjennomgang av bygningene, som inkluderer innendørs gassmålinger, før en eventuelt etablerer vifter som suger gass ut fra under bygget og ut i friluft.

På lukkede kummer kan en, der det er mulig, etablere svanehalser som sikrer utlufting.

Det er også mulig å etablere gassbrønner på utendørsområder, for uttrekking av metangass.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
2.	Utførte målinger	3
2.1	Vurdering av meteorologiske forhold	3
2.2	Måleresultater	4
3.	Risikovurdering	4
4.	Forslag til tiltak	6
4.1	Tiltak bygg	6
4.2	Tiltak ledningsnett	6
4.3	Måling av andre gasser	6
4.4	Eablering av gassbrønner	6

Tegninger

411382 0:	Oversiktskart M 1:50.000
1:	Målepunkter M 1:1.000
2:	Gasskonsentrasjoner av metan (vol%) M 1:1.000
3:	Gasskonsentrasjoner av karbondioksid (vol%) M 1:1.000

Vedlegg

411382 1:	Tabell med måleresultater
-----------	---------------------------

1. Innledning

Det er tidligere registrert høyt innhold av metangass og karbondioksid i enkelte kummer og bygninger på Ladefyllinga (for område, se vedlagte kart, tegning nr. -0). Ny kommunedelplan for Lade setter krav til arealbruk og tekniske løsninger på bakgrunn av potensielle problemer med deponigass.

På bakgrunn av dette fikk Multiconsult i oppdrag av Trondheim kommune å måle innhold av metan og karbondioksid i samtlige tilgjengelige kummer på Ladefyllinga ved en ugunstig meteorologisk situasjon. Hensikten er å identifisere eventuelle problemområder innenfor det berørte arealet. Det er ikke foretatt målinger inne i bygninger.

Basert på måleresultatene og møte med arbeidsgruppa i Trondheim kommune 21.09.05, er de målte gasskonsentrasjonene vurdert ut i fra eksplosjons- og helsefare, og aktuelle tiltak for å avhjelpe situasjonen er foreslått.

2. Utførte målinger

Det er utført målinger av metan, karbondioksid og oksygen i samtlige tilgjengelige kummer, sluk og andre hulrom i bakken. Målingene er utført ved hjelp av instrumentet Multiwarn, og samtlige resultater er oppgitt i volum%.

Samtlige målepunkter er innmålt ved hjelp av DGPS (UTM-koordinater), med en nøyaktighet i horisontalplanet på ca. 0,3 m. Målepunktene er vist på vedlagte kart (tegning nr. 411382-1). Enkelte av punktene ble ikke innmålt ved hjelp av DGPS, på grunn av dårlige måleforhold. Det ble da utført innmåling i forhold til nærliggende bygninger.

Målingene ble utført 6.-8. september 2005, i en periode med lavtrykk (synkende i perioden fra 1003 til 993 hPa). Temperaturen i måleperioden varierte fra 12-14 °C, og maksimal nedbør var ca. 1,5 mm (8. september).

Meteogram fra Storm Weather Center ble brukt for å predikere vær-situasjonen, og data fra Trondheim Havns værstasjon ved Pirsenteret ble brukt for å angi meteorologiske data de aktuelle måledagene.

2.1 Vurdering av meteorologiske forhold

Måleresultatene er vist i vedlagte tabell (vedlegg 1), samt på kart (tegning nr. -2, metan, og nr. -3, karbondioksid). I tabellen er det angitt hvilken type kum det er målt i (sluk, avløpskum). Der det er usikkert hvilken type kum det var, er det skrevet VA-kum. Det er også, der det var tilgjengelig, utført målinger i drenerør (spyleoppstikk) eller pukke langs byggenes grunnmur.

Av meteorologiske forhold er det trykket som har mest å si for migrasjon av gass ut av fyllinga. Nedbør og temperatur er av mindre betydning.

Migrasjon av gass ut av fyllinga vil være størst i en periode med lavtrykk, og spesielt når trykkfallet varer mer enn 2 døgn og er større enn 15 hPa (Teknologiprogrammet jord og grundvandsforurening, Miljøprosjekt N648 2001). Våre målinger ble utført i en periode med synkende lavtrykk, som er gunstig for migrasjon av gass ut av fyllinga. I løpet av perioden som var tilgjengelig for måling (uke 35 og 36, 2005), ble det på dagtid ikke registrert lavere trykk

enn 993 hPa. Mer ugunstige situasjoner kan forekomme som kan gi høyere konsentrasjoner og påvist gass i flere kummer.

Det var lite nedbør i løpet av de tre dagene målingene ble utført. Det er ingen entydig oppfatning om hvordan nedbør påvirker gassmigrasjonen ut av fyllinga. Det en kan si er at ved nedbør kan den horisontale gassmigrasjonen øke på grunn av at permeabiliteten i øvre jordlag minker. Samtidig kan vanninnhold i dypere lag stige noe, som reduserer den vertikale migrasjonen. Stigende innhold av vann i porene kan også fortrenge gass slik at migrasjonen øker. I og med at vi ikke har foretatt nærmere undersøkelser av selve fyllinga, kan vi ikke si noe sikkert om hvordan nedbør her vil påvirke gassmigrasjonen. Det ble imidlertid opplyst om, fra folk som arbeider på området, at det er en tendens til økende lukt inne i bygg ved nedbør.

Temperaturen i måleperioden var relativt stabil. Gassmigrasjon vil kunne øke med økende lufttemperatur.

2.2 Måleresultater

Det ble målt i 169 punkter (sluk, kummer og drenering langs bygg). Analyseresultatene for metan og karbondioksid er vist fargelagt i vedlagte tabell og på kart.

For metan er resultatet fargelagt blått dersom verdien er > 0 vol% men < 5 vol%, som er nedre eksplosjonsgrense (LEL). Verdi > 5 vol% er fargelagt rødt.

For karbondioksid er resultatet fargelagt blått dersom verdien er $> 0,5$ vol% og < 5 vol%. $0,5$ vol% er Arbeidstilsynets administrative norm for forurensning i arbeidsatmosfære. Verdier > 5 vol% er fargelagt rødt.

Det er påvist metan i 32 punkt hvorav 15 punkt overstiger nedre eksplosjonsgrense (5 vol%). I tre målepunkter (27, 92 og 169) er det registrert eksplosjonsfarlige forhold (> 5 vol% og < 15 vol%). Pkt. 169 er i dreneringen langs et bygg.

Det er målt karbondioksid over normen for arbeidsmiljø (0,5 vol%) i 37 punkt, hvorav 11 punkt har over 5 vol% karbondioksid.

De høyeste konsentrasjonene er målt i tette kummer, mens sluk, som luftes ut, generelt hadde lavere konsentrasjoner.

I kum 55, 56 og 77 er det til sammen påvist mer enn 100 vol % gass. Dette skyldes sannsynligvis unøyaktigheter i instrumentet ved høye måleverdier.

Det bemerkes at metan og karbondioksid kan registreres i avløpskummer på grunn av innhold av kloakk. Det er vanskelig å skille dette og utslipp fra fyllinga fra hverandre. Ved høye verdier, kan en imidlertid være forholdsvis sikker på at det er metangass fra fyllinga som er årsaken.

3. Risikovurdering

Risiko i forbindelse med deponigass kan oppdeles i en brann/eksplosjonsrisiko, som hovedsakelig skyldes gassens innhold av metan, og en kjemisk helsefare, som til dels skyldes gassens høye innhold av karbondioksid og til dels gassens lave innhold av oksygen.

Det er tre hovedrisikotilfeller som er aktuelle ut i fra de måleresultatet som er påvist ved Ladefyllinga:

1. Migrasjon av gass inn i bygg. Kan skape eksplosjonsfare og kjemisk helsefare. Dette er ikke påvist, men er sannsynlig tilfelle i enkelte bygg.

2. Deponigass i sluk og kummer. Eksplosjonsfare og kjemisk helsefare for de som arbeider i kummer.
3. Spredning av brann gjennom ledningsnettets dersom én kum blir påtent.

Metan er brennbar i gassblandinger hvor metan utgjør mellom 5 og 15 vol%, og hvor det samtidig er konsentrasjoner av oksygen over 13 vol%.

Dette er kun registrert tre steder; i avløpslum 27, øst for Franzefoss sitt område, i sluk 92, som ligger i en rundkjøring nordøst for Ahlsell-bygget og i pukklaget ved østre hjørne av bygget hvor Sport Extreme holder til.

Ellers ligger konsentrasjonene av metan under eller over eksplosjonsgrensa. Men også i kummer der metankonsentrasjonene ligger over denne grensa, må det i perioder påregnes at metankonsentrasjonene er innenfor eksplosjonsintervallet.

Karbondioksid er en kvelende gass, som ved høye konsentrasjoner kan være livstruende og i lavere konsentrasjoner kan gi utilpasshet og synsforstyrrelser. 9 vol% er laveste dødelige konsentrasjon for mennesker ved 5 min utsettelse. Ved 1 vol% kan bevisstløshet inntreffe. Arbeidstilsynets grenseverdi er 0,5 vol%.

Det er registrert høye konsentrasjoner (> 5 vol%) av karbondioksid i 11 punkt.

Det bemerkes at det i drenerørret rundt Optoplan-bygget (pkt. 39), er registrert over 25 vol% med karbondioksid og 61 % med metan. I pukklaget ved østre hjørne av bygget hvor Sport Extreme holder til (pkt. 167), er det registrert 2,1 vol% karbondioksid og 9 vol% med metan. Dette tyder på at det er et visst potensial for at metan og karbondioksid kan migrere inn i bygg.

I flere av kummene hvor det ble registrert høyt innhold av metan og karbondioksid, ble det registrert lukt ved åpning av kummen. Metan og karbondioksid er luktfrie gasser, så det tyder på at det kan være andre gasser tilstede, som foreksempel flyktige fettsyrer og svovelholdige forbindelser, som er vanlige i gasser fra avfallsplasser. Andre gasser enn metan og karbondioksid vil imidlertid forekomme i lavere konsentrasjoner, som kan være vanskelig å måle.

Konklusjonen er at i enkelte av kummene hvor det er målt, er det registrert brann/eksplosjonsfare på grunn av konsentrasjon av metan. Konsentrasjonene av metan og karbondioksid er så høye og konsentrasjonen av oksygen så lav i mange kummer, at en ikke skal bevege seg ned disse, da det kan medføre helsefare. Det er også et visst potensial for at flere bygg har innendørs forhøyede konsentrasjoner av metan og karbondioksid, som kan være helse- og eksplosjonsfarlige.

Uti fra dette, anser vi ikke at det vil være hensiktsmessig med ytterligere overvåking av kummene med hensyn på innhold av deponigass, da det er slått fast at deponigass utgjør et problem i området. Det bør heller vurderes avbøtende tiltak rettet mot ledningsnett og bygninger som potensielt kan ha problemer med gassinntregning.

4. Forslag til tiltak

4.1 Tiltak bygg

For bygninger hvor det er problemer med gassinntregning, er det et effektivt og forholdsvis rimelig tiltak å etablere vifter som skaper et undertrykk under bygget, slik at gassen ikke trekkes inn i bygget. Det bores da et hull i gulvet, slik at det dannes et hulrom på ca 30-50 cm. På den måten dannes det en gassbrønn under gulvet. Det kobles opp rør og vifte som trekker ut luft fra under gulvet og slipper det ut i friskluft.

På den måten hindrer en gassen i å migrere inn i bygget, samtidig som gass fjernes fra grunnen under bygget.

På forhånd bør en imidlertid gjøre en byggteknisk gjennomgang av bygningene og områdene rundt bygget, som også inkluderer innendørs gassmålinger av metan og karbondioksid, for å velge ut de områdene hvor tiltaket vil ha mest effekt.

I bygninger med effektiv mekanisk ventilasjon, kan ventilasjonen hindre gassen i å nå høye konsentrasjoner innendørs, ved normal drift. Det hindrer imidlertid ikke inntregning av gass inn i bygget, og uheldige gasskonsentrasjoner kan fortsatt oppstå i gitte situasjoner.

4.2 Tiltak ledningsnett

For sluk tilknyttet overvannsnett, er det rikelig med oksygen tilstede, som bryter ned metan. Det er derfor i de fleste sluk registrert mindre konsentrasjoner av metan (dvs. < LEL). I disse slukene er det ikke behov for tiltak. I sluk 92 ble det registrert eksplosjonsfarlige forhold, og en bør her vurdere en annen utforming på sluket.

I avløpsnett er det stort sett tette kumløkk, hvor det er mindre muligheter til å kaste ned materialer som skaper eksplosjon. Eneste mulighet for å redusere metankonsentrasjonene i avløpsnett, er å tilføre oksygen, slik at metan luftes ut. Dette kan gjøres ved å etablere svanehalser i tilknytning til kummene. Dette bør etableres på flere kummer på samme ledningstrasé, slik at en får en gjennomlufting av ledningstraséen. Dette egner seg imidlertid best i områder uten trafikk.

En bør uansett informere om at det kan foreligge helsefare ved å bevege seg ned i sluk innenfor avfallsfyllingas område.

4.3 Måling av andre gasser

Måling av andre giftige gasser enn metan og karbondioksid er tidkrevende og kostbart, da de vanligvis finnes i svært små konsentrasjoner.

Ved å installere vifter inne i bygningene, vil en også kunne fjerne disse gassene.

4.4 Etablering av gassbrønner

I utendørs områder hvor det er registrert høye konsentrasjoner og det er vanskelig å utføre tiltak på ledningsnett, kan en etablere gassbrønner for å trekke gass ut av grunnen. Disse kan også tilkobles en vifte, slik at uttrekking av gass blir mer effektiv. Effekten blir størst dersom brønnene etableres i områder med forholdsvis drenerende masser.

Arkivreferanser:

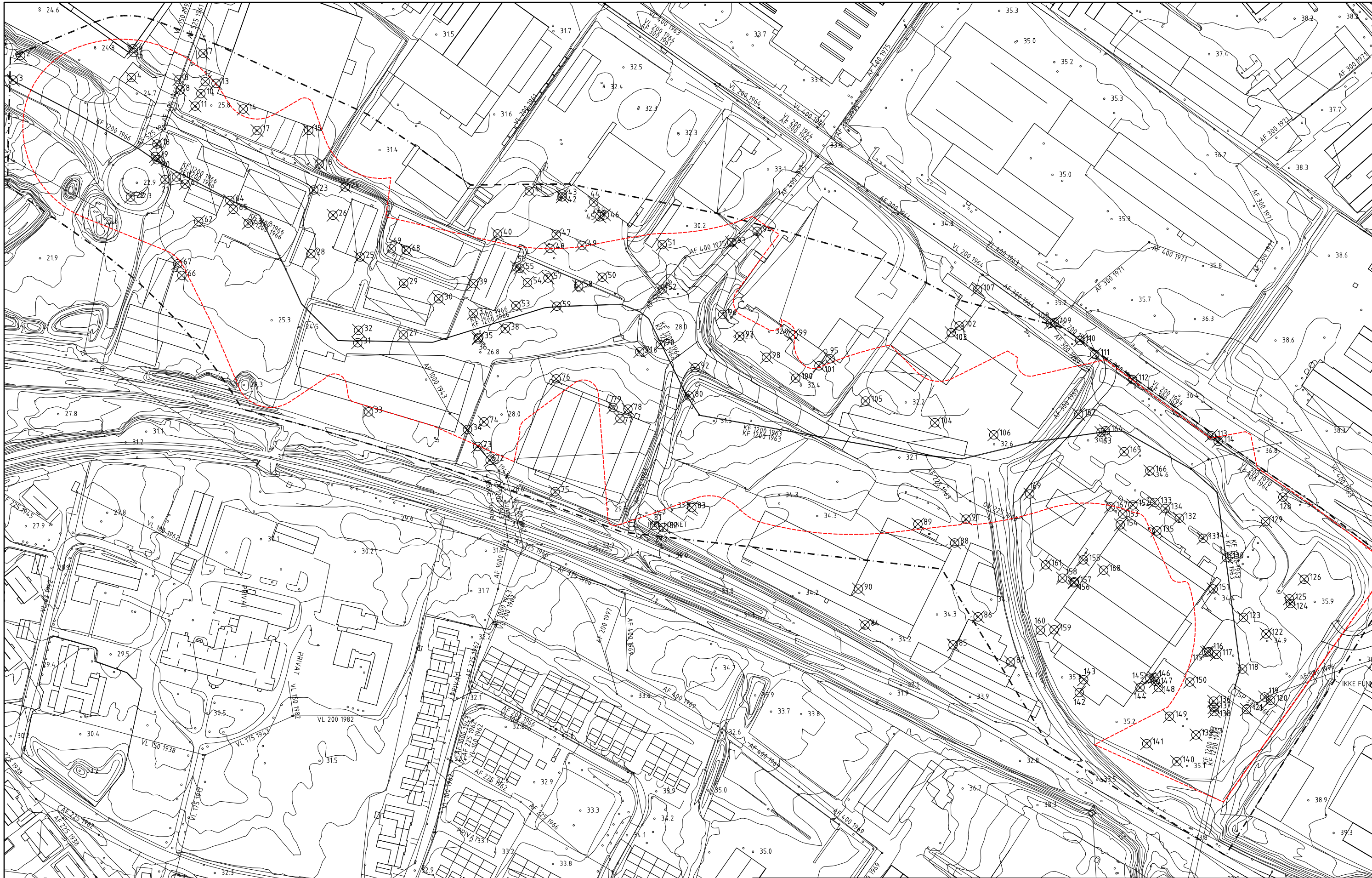
Fagområde:	miljøgeologi		
Stikkord:	metan, karbondioksid, kum, vol%, risiko		
Land/Fylke:	Sør-Trøndelag	Kartblad:	1621 IV
Kommune:	Trondheim	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Lade	Øst: 5723	Nord: 70357

Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 27. september 2005		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet								
	Kontrollert								
Grunnlagsdata	Utarbeidet								
	Kontrollert								
Teknisk innhold	Utarbeidet								
	Kontrollert								
Format	Utarbeidet								
	Kontrollert								
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Seksjonsleder/Avdelingsleder)				Dato:		Sign.:			



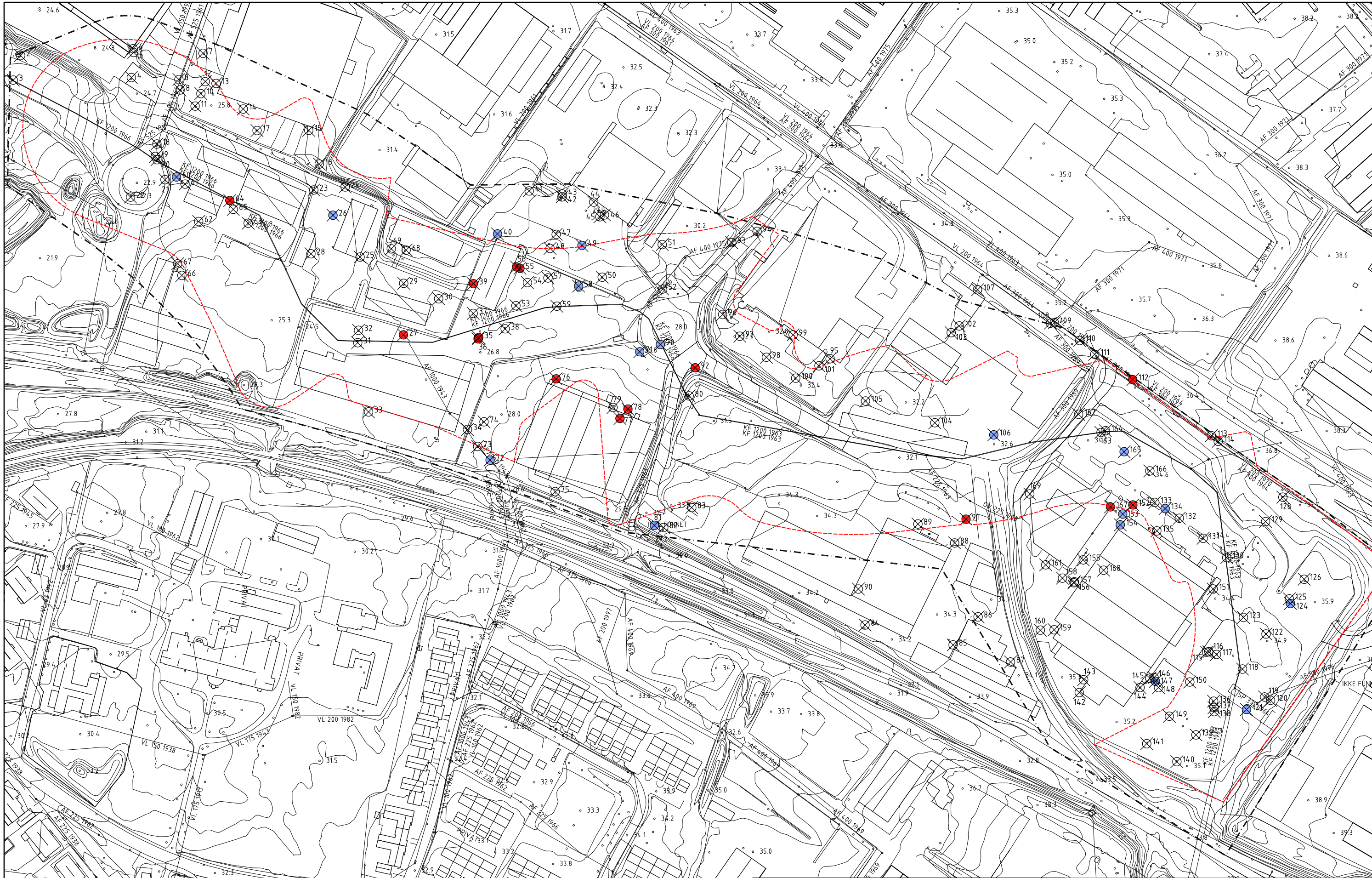
Tegnforklaring

- Undersøelsesområde
- Fylling
- + Borpunkt

Trondheim kommune Gassmålinger - Ladefyllingen	Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godt.
Målepunkter						
MULTICONSULT			13.09.05			
Oppdragsnr. 4.11382				Konstr./Tegnet MK/BN	Kontrollert	Godkjent
				Tegningen.	01	Rev.



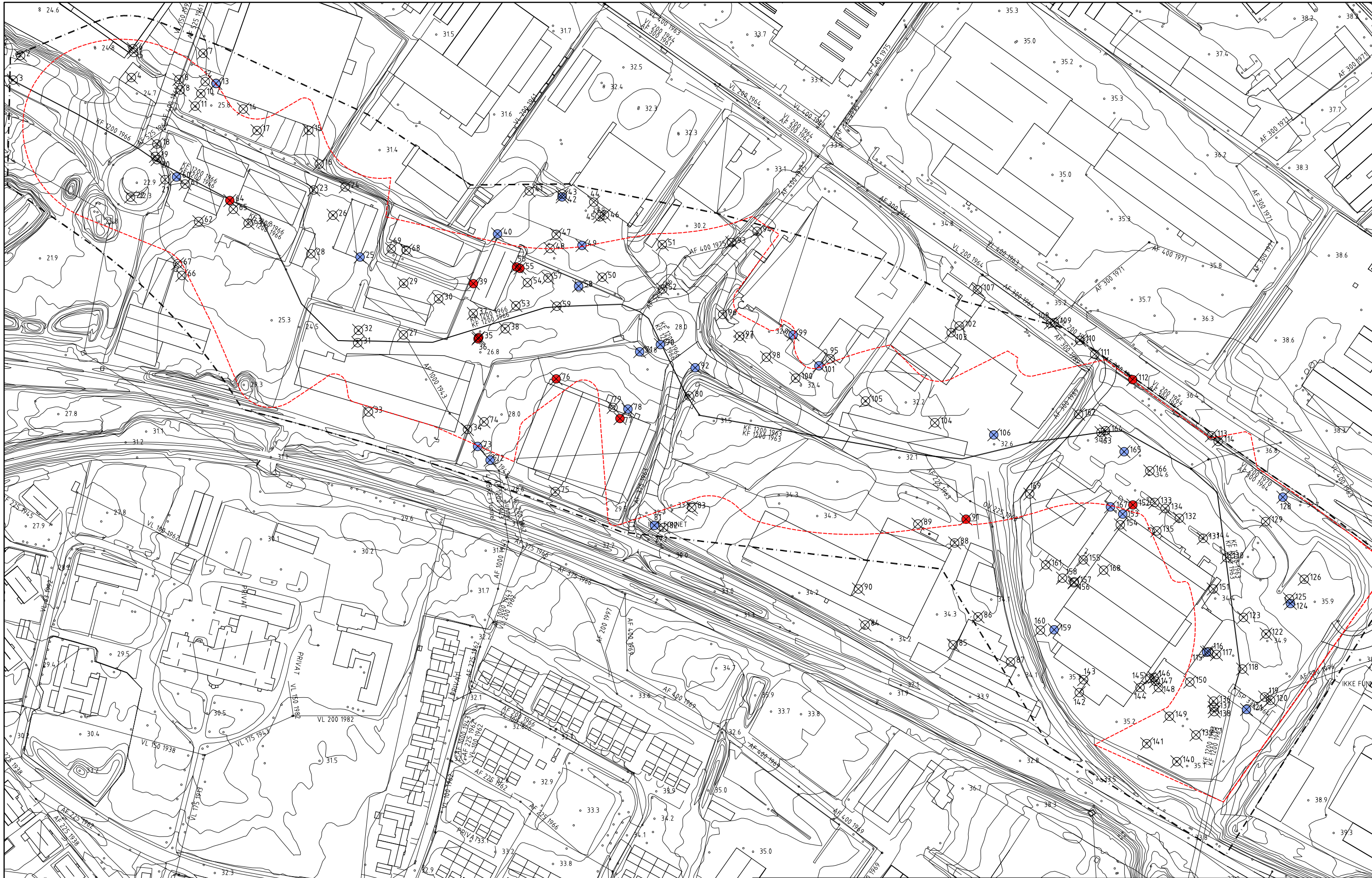
1:2 000



Tegnforklaring

- Undersøkelingsområde
- Fylling
- X 135
Borpunkt
- 0,01 - 5 vol %
- >5 vol %

Trondheim kommune	Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
Gassmålinger - Ladefyllingen				Original format A1	Tegn.	Miljøgeo
Gasskonsentrasjoner av metan (vol %)			Målestokk	1:2 000		
MULTICONSULT			Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Gedjent
Skjervevegen 23, 7488 Trondheim Tlf. 73 10 02 00 - Fax: 73 10 02 30			Oppdragsnr. 4.11382	MK/BN Tegninger.	02	Rev.



Tegnforklaring

- Undersøelsesområde
- Fylling
- X 135 Borpunkt
- 0,5 - 5 vol %
- >5 vol %

Trondheim kommune Gassmålinger - Ladefyllingen	Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
Gasskonsentrasjoner av karbondioksid (vol %)						
MULTICONSULT			13.09.05			
Oppdragsnr. 4.11382				Konstr./Tegnet MK/BN	Kontrollert	Godkjent
				Tegningens 03		
Skjervevegen 23, 7488 Trondheim Tlf. 73 10 02 00 - Fax: 73 10 02 30						