

Rapport nr.: 2005.036		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Miljøteknisk grunnundersøkelse av Ladedalen deponi, Trondheim				
Forfatter: Anveig Gjerdal Halkjelsvik, Ingeborg Økland, Aase Marie Herslett Holsen, Vivian Ottemo, Lise Støver			Oppdragsgiver: Trondheim kommune	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Trondheim		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1621 IV Trondheim		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 69	Pris:	
Feltarbeid utført: September 2004		Rapportdato: 10. juni 2005	Prosjektnr.: 296000	Ansvarlig:
<p>Sammendrag:</p> <p>Det er gjennomført en miljøteknisk grunnundersøkelse på den nedlagte Ladefyllingen i Trondheim. Gjenfyllingen av Ladedalen startet i 1940 og ble avsluttet i 1970. Mest aktiv periode var fra 1961-70. Det ligger 13 bygg på fyllingen. 77 prøver av avfall, dekkmasser og underliggende silt/leire er samlet inn fra 21 borehull. 33 metaller er bestemt i prøvene. Det er innhentet 16 vannprøver fra Ladekulverten ved fyllingens start og 15 prøver fra fyllingens avslutning. 33 kationer er bestemt i vannprøvene. Det er deponert ca 900 000 m³ avfall og dekkmasser i Ladedalen. Områdene sentralt i fyllingen har det tynneste laget med dekkmasser. Typiske metaller som beskriver Ladefyllingens kjemi er bly, kadmium, kvikksølv og tinn. De høyeste konsentrasjonene er påvist på 10 – 16 meters dyp i fyllingen. Det lekker kadmium, sink, tinn og barium fra fyllingen. Det er indikasjoner på utvikling av H₂S-gass i fyllingen. Det er utført gassmålinger i ett bygg på fyllingen. Det ble påvist til dels meget høyt innhold av metan og karbondioksid.</p> <p>Spredning av forurensning fra Ladefyllingen kan skje på tre måter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utslipp av gass • Spredning via sigevann til Trondheimsfjorden • Graving og flytting av anleggsmasser. <p>Anbefalinger:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Det anbefales å undersøke innholdet av deponigasser i alle bygg og kummer på fyllingen. • Det anbefales ikke å bygge boliger eller kontorbygg før gassundersøkelser er gjennomført. • Ingen tiltak som medfører graving på fyllingen må gjennomføres før det er utført grundige miljøtekniske grunnundersøkelser. • Det bør kontrolleres hvilken betydning kadmiumutslippet i sigevannet har for kvaliteten på kloakkslammet fra Ladehammeren renseanlegg. • Det er tatt ut og lagret (kjølelager) prøver for bestemmelse av organiske miljøgifter. Disse prøvene bør analyseres for innholdet av blant annet PCB. 				
Avfallsfylling		Tungmetaller		Avfall
Dekkmasser		Sigevann		

INNHold

1	INNLEDNING	8
1.1	Bakgrunn	8
1.2	Lokalisering	8
1.3	Registrert informasjon om lokaliteten	9
1.4	Mål for undersøkelsen	10
2	BESKRIVELSE AV LOKALITETEN	10
2.1	Geologi	10
2.2	Grunnforhold under deponiet	10
2.3	Ladebekken	11
2.4	Ladehammeren renseanlegg	11
2.5	Nedbørsdata	11
2.6	Deponigass	12
2.7	Deponiets historie	12
2.8	Bakgrunnsverdier	13
2.9	Tidligere undersøkelser	14
2.10	Miljømål	15
3	METODER	15
3.1	Prøvetaking og preparering	15
3.1.1	Jordprøver	16
3.1.2	Vannprøver	16
3.2	Kjemisk analyse	17
3.2.1	Prøver av fast stoff	17
3.2.2	Vannprøver	17
3.2.3	Analysemetoder	17
3.3	Beregning av areal og volum av Ladefyllingen	17
3.4	Statistiske metoder	18
4	RESULTATER OG KOMMENTARER	18
4.1	Mektighet av dekkmasser og avfall samt volum av Ladefyllingen	18

4.2	Registrering av lukt og måling av gass på Ladefyllingen	18
4.3	Kjemisk sammensetning av jord/dekkmasser og avfall	20
4.4	Geokjemiske kart over Ladefyllingen	23
4.5	Hvilken del av fyllinga er mest metallforurenset?	23
4.6	Kjemisk sammensetning av vann fra Ladebekken under fyllinga	25
5	RISIKOVURDERING	27
5.1	Innledning	27
5.1.1	Spredning via utslipp av gass	27
5.1.2	Spredning via sigevann	28
6	BRUK AV OMRÅDET	28
6.1	Bakgrunn for vurdering	28
6.2	Anbefalinger videre	28
7	KONKLUSJON	29
8	REFERANSER	29

FIGURER

Figur 1. Lokalisering av Ladedalen i Trondheim kommune. Kartet er bearbeidet fra www.ngu.no.

Figur 2. Flyfoto av Ladedalen med Ladebekken. Fyllingen starter ved den store bygningen øverst til høyre i bildet og går i dag ca frem til smelteverket midt på bildet. Bildet er tatt i 1951

Figur 3. Fotografi av Ladefyllingen fra 1969 like før avslutning av deponiet.

Figur 4 Kart fra 1951 som viser Ladebekkens ravinedal. Ravinedalen er nå gjenfylt. Kart fra 1951 og 2000 er brukt som grunnlag for å estimere fyllingens volum.

Figur 5 Kart som viser Ladefyllingens utbredelse og borehullenes plassering. ”Stjernesymbolene” viser prøvestasjonene for innsamling av sigevann.

Figur 6 Eksempel fra prøvetaking ved boring i Ladefyllingen. Foto NGU.

Figur 7. Geografisk fordeling av overdekkemektighet på Ladefyllingen

Figur 8 Registrering av lukt fra borehull og måling av gass (Metan og karbondioksid)

Figur 9 Medianverdier (mg/kg) for arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink og tinn i tre ulike massetyper: 1) jord fra naturlig bakgrunn (4 – 5 meters dyp) på Lade, 2) dekkmasser på Ladefyllingen og 3) avfall fra Ladefyllingen.

Figur 10 Kumulative frekvensfordelinger av Hg, As, Cd, Sn, Cu, Zn, Pb, Ni og Cr

Figur 11 Geokjemisk kart over arsen fordelingen på 3 meters dyp i Ladefyllingen.

Figur 12 Avgrensning av den sterkest metallforurensede delen av Ladefyllingen

Figur 13 Innholdet av metaller og svovel i vann fra Ladebekkens kulvert under fyllinga

Figur 14 Ortofoto av områder ved Ladedalen avfallsfylling

TABELLER

Tabell 1: Gjennomsnitt, maksimum/minimum og median av prøvene tatt i området Lade øst og Lade vest. Resultatene som er tatt ved 0-1 m kommer fra 33 målinger og de dypere prøvene er basert på 27 målinger. Prøver fra undersøkelsen tatt i området der fyllingen ligger er plukket ut av tallgrunnlaget. Utarbeidet fra Ottesen et al 2000. Analyseresultater som er under deteksjonsgrensen er satt til 4 mg/kg

Tabell 2. Analyseresultat fra prøvene som ble tatt under graving for tilkobling av avløpsrør, utført av Statkraft Grøner AS. Resultatene basert på 11 prøver utarbeidet fra analyserapport fra Sintef (deres ref: 00/510 og 536).

Tabell 3. Analyseresultat fra området der Ladefyllingen ligger. Gjennomsnitt, maksimum/minimum og median for prøvene i fyllingen er basert på 5 prøver både for 0-1 meter og for de dypere prøvene. Utarbeidet fra Ottesen et al, 2000.

Tabell 4. Gjennomsnitt, minimum, maksimum og median mektigheten på dekkmassene og på avfallslaget på deponiet i Ladedalen.

Tabell 5 Gjennomsnitt, minimum, maksimum og median av analyseresultat fra prøvene tatt i avfall og fyllmasser på deponiet i Ladedalen. (Ved utrekning i tabellen har verdier som ikke er detekterbare blir tegnet med som første verdi under deteksjonsgrensen; dvs; < 3 mg/kg er regnet som 2 mg/kg).

Tabell 6. Statistiske beregninger (mg/kg) av prøvene fra avfall på Ladefyllingen i forhold til dybde.

Tabell 7. Statistiske beregninger (mg/kg) av prøvene fra jord/fyllmasser på Ladefyllingen i forhold til dybde.

Tabell 8. Gjennomsnitt, minimum, maksimum og median av resultatene fra vannprøvene. Oppstrøms resultat fra kulvert før den går inn i fyllingen, og nedstrøms ved utløpet etter fyllingen.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Feltopplysninger

Vedlegg 2: Koordinater for borehullene

Vedlegg 3: Geokjemiske kart

Vedlegg 4: Kjemiske analyser

Konklusjoner og anbefalinger

Det er gjennomført en miljøteknisk grunnundersøkelse på den nedlagte Ladefyllingen i Trondheim. Det er deponert ca 900 000 m³ avfall og dekkmasser i Ladedalen. Områdene sentralt i fyllingen har det tynneste laget med dekkmasser. Typiske metaller som beskriver Ladefyllingens kjemi er bly, kadmium, kvikksølv og tinn. De høyeste konsentrasjonene er påvist på 10 – 16 meters dyp i fyllingen. Det lekker kadmium, sink, og barium fra fyllingen. Det er indikasjoner på utvikling av H₂S-gass. Det er utført gassmålinger i ett bygg på fyllingen. Det ble påvist til dels meget høyt innhold av metan og karbondioksid.

Spredning av forurensning fra Ladefyllingen kan skje på tre måter:

- Utslipp av gass
- Spredning via sigevann til Trondheimsfjorden
- Graving og flytting av anleggsmasser.

Anbefalinger:

- Det anbefales å undersøke innholdet av deponigasser i alle bygg og kummer på fyllingen.
- Det anbefales ikke å bygge boliger eller kontorbygg før gassundersøkelser er gjennomført.
- Ingen tiltak som medfører graving på fyllingen må gjennomføres før det er utført grundige miljøtekniske grunnundersøkelser.
- Det bør kontrolleres hvilken betydning kadmiumutslippet i sigevannet har for kvaliteten på kloakkslammet fra Ladehammeren renseanlegg.
- Det er tatt ut og lagret (kjølelager) prøver for bestemmelse av organiske miljøgifter. Disse prøvene bør analyseres for innholdet av blant annet PCB.

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Trondheim bystyre har vedtatt ”Plan for forurenset grunn og sedimenter” (Trondheim kommune 2002). Kommunen har utarbeidet en ny kommunedelplan for Lade (Trondheim kommune 2005). Den gamle avfallsfyllingen på Lade ligger innenfor planområdet, og i den forbindelse ønsker Trondheim kommune utredninger om forurensningstilstanden Ladefyllingen.

Kurset i Anvendt geokjemi, KJ 3071, ved Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet (NTNU) gjennomføres som problembasert læring. Høsten 2004 ble det i faget gjennomført en miljøteknisk grunnundersøkelse av Ladefyllingen. I tillegg til en beskrivelse av forurensningssituasjonen i avfall/dekkmasser/jord/sigevannsprøver, er det utført en forenklet risikovurdering. De miljøtekniske undersøkelsene av deponiet startet i september 2004, og ble sluttført januar 2005. Undersøkelsen har vært et samarbeidsprosjekt mellom Trondheim kommune (TK), NTNU og Norges geologiske undersøkelse (NGU).

Ansvarlig for kurset har vært professor II Rolf Tore Ottesen, NGU/NTNU. Han har vært ansvarlig for å lede diskusjonene om utarbeidelsen av prøveprogrammet og gjennomføringen av feltarbeidet. Studentene har hatt ansvaret for bearbeiding av analyseresultatene, utarbeidelse av en forenklet risikovurdering, vurdering av videre bruk av området og sluttstilling av rapporten.

1.2 Lokalisering

Avfallsfyllingen er lokalisert i Ladedalen i Trondheim kommune (Figur 1). På fyllingen ligger det i dag 13 bygg (industribygg, lagerbygg og et kontorbygg). 10 bygg ligger i nærheten av fyllingen (Jensen, H. 2004).



Figur 1. Lokalisering av Ladedalen i Trondheim kommune. Kartet er bearbeidet fra www.ngu.no.

1.3 Registrert informasjon om lokaliteten

All informasjonen i dette avsnittet er hentet fra SFTs database www.sft.no/grunn

Fylke	SØR-TRØNDELAGE
Kommune	TRONDHEIM
Lokalitetsnr	1601003
Lokalitetsnavn	LADEDALEN
Nedbørfelt	123.A2
UTM-Sone	UTM sone 32 (Euref 89)
Ø-V (m)	572450
N-S (m)	7035550
Målemetode	Innmåling på kart i målestokk 1:5000 (nøyaktighet: 5 meter)
Type lokalitet	Kommunalt deponi
Bransje(NACE)	90.020
Bransje(ISIC)	Ukjent verdi : 9211
Areal (m ²)	70000 m ² (Usikkerhet: Høy)
Myndighet	Fylke

Påvirkningsgrad	03 - Mulig/kjent påvirkning og behov for undersøkelse/tiltak
Er saken avsluttet?	Nei
Prioritert sak	Inngår ikke på A- eller B-listen

Stoffgruppe	Mistanke om forurensning	Bekreftet ved analyse	Fjernet ved tiltak
Metallforbindelser	X		
Alifatiske hydrokarboner	X		
Aromatiske hydrokarboner, BTEX	X		
Klororganiske forbindelser, PCB	X		
Klororganiske forbindelser, andre	X		

Gårds- og bruksnummer på eiendommer som ligger på fyllingen:

Gnr/Bnr/Snr	Adresse	Restriksjoner
412/258	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
412/259	Ukjent	Ingen
412/260	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
412/263	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
412/264	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
412/265	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
412/266	Ukjent	Ingen
412/267	Ukjent	Ingen
412/268	Ukjent	Ingen
412/269	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
412/270	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
412/288	Ukjent	Ingen
413/2	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/3	Ukjent	Ingen
413/4	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/6	Ringve, 7041 TRONDHEIM	Ingen
413/7	Ukjent	Ingen
413/13	Ukjent	Ingen

413/14	Ukjent	Ingen
413/128	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/130	Ukjent	Ingen
413/133	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/134	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/135	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/136	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/137	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/138	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/140	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen
413/141	Haakon VII'S gate, 7041 Trondheim	Ingen

1.4 Mål for undersøkelsen

Det skal gjennomføres en miljøteknisk grunnundersøkelse på den nedlagte avfallsfyllingen i Ladedalen i Trondheim kommune. Grunnundersøkelsen skal omfatte:

Beskrivelse av lokaliteten og redegjørelse for nåværende og tidligere aktiviteter på området, miljømål for området og mulige helse- og miljøkonflikter.

Det skal utføres en tilstrekkelig og representativ prøvetaking av avfall/jord og sigevann.

Det skal utarbeides en rapport som dokumenterer metallforurensning på tomten og gir en oversikt over sigevannets kjemiske sammensetning.

Nødvendig dokumentasjon skal vedlegges rapporten.

2 BESKRIVELSE AV LOKALITETEN

2.1 Geologi

Ladedalen i Trondheim kommune er en ravinedal (Figur 2), dannet etter isavsmeltingen under siste istid. Da Trondheimsområdet for 10 000 år siden lå under havnivå, ble marin leire avsatt under vann. Etter isavsmeltingen, hevet landet seg og områdene med marin leire ble avdekket. Bekker begynte å skjære seg ned i leiren, og resultatet ble små daler med V-profil som har smal bunn og bratte sider (Jessing, J., 1979, Reite og medarbeidere 1999).

Den marine leiren er satt sammen av mineraler fra berggrunnen i de områdene som drenerte ut i Trondheimsfjorden. Berggrunnen i Trondheimsområdet består i hovedsak av vulkanske bergarter som grønnstein og gabbro, i tillegg til glimmerskifer og sandstein som er sedimentære bergarter (Reite, A. et al., 1999). De kjemiske kjennetegnene for området er bl.a. forhøyet konsentrasjon av Cr, Ni og noe lavere konsentrasjon av Pb, i forhold til andre bergarter (Ottesen, 2004 pers med).

2.2 Grunnforhold under deponiet

Fyllingens bunn består av leire, som blir sett på som god bunntetting, og har normalt en permeabilitet på $K \leq 6 \cdot 10^{-9} - 10^{-11}$ m/s. Dersom det er farlig avfall i fyllingen skal tykkelsen på bunntettingen være > 5 m (Kiely, G, 1996). Tykkelsen på leirlaget under Ladefyllingen er flere 10-talls meter (Jensen 2004).



Figur 2. Flyfoto av Ladedalen med Ladebekken. Fyllingen starter ved den store bygningen øverst til høyre i bildet og går i dag ca frem til smelteverket midt på bildet. Bildet er tatt i 1951.

2.3 Ladebekken

Ladebekken som renner i bunnen av dalen er lagt i en kulvert, som ble ferdigstilt i 1961 (Trondheim kommune, 1961). Denne kulverten fungerer nå også som avløpsledning og leder kloakken fra hele Moholtområdet (50 000 PE) til Ladehammeren renseanlegg. Sigevannet fra fyllinga renner inn i kulverten. Det finnes ikke en egen oppsamling og rensing av sigevannet. Alt vannet fra kloakkledningen, går inn til kloakkrensianlegget på Ladehammeren.

2.4 Ladehammeren renseanlegg

Det er installert et kjemisk rensetrinn i Ladehammeren renseanlegg., og noen av tungmetallene blir delvis renset ut før vannet slippes ut i resipienten som er Trondheimsfjorden (Wasilewski, J., 2004 pers. med.). For flere av metallene er imidlertid analysemetodene som er benyttet ikke gode nok. De kjemiske analysene er utført av laboratoriet på Næringsmiddelkontrollen i Trondheim. Dekteksjonsgrensene for metallene kadmium ($< 0,19 \mu\text{g/l}$) og kvikksølv ($< 0,08 \mu\text{g/l}$) er for høye. Opplysninger om rensegrad for disse prioriterte miljøgiftene fins derfor ikke.

2.5 Nedbørsdata

Gjennomsnittlig årsnedbør i Trondheim er 1048 mm (Meteorologisk institutt), men vannbalansen til fyllinga er vanskelig å beregne på grunn av de store vannmengdene som renner gjennom fyllingen fra avløpsledningen, og stort omfang av tette flater (bygg og asfaltdekke) som begrenser inntrenging av regnvann.



Figur 3. Fotografi av Ladefyllingen fra 1969 like før avslutning av deponiet.

2.6 Deponigass

I de senere årene er det registrert gassinntrenging i bygg som er bygget på fyllingen eller like ved fyllingen. Gassmålinger er foretatt, og det ble påvist metan og CO₂ (Jensen, K., 2004).

2.7 Deponiets historie

Gjenfyllingen av Ladedalen startet i 1940 og ble avsluttet i 1970. Fyllingens overflateareal er beregnet til å være 70 000 m² (SFTs grunnforurensingsdatabase). Mulig fyllvolum ble anslått til ca 500 000 m³ (Trondheim kommune 1961).

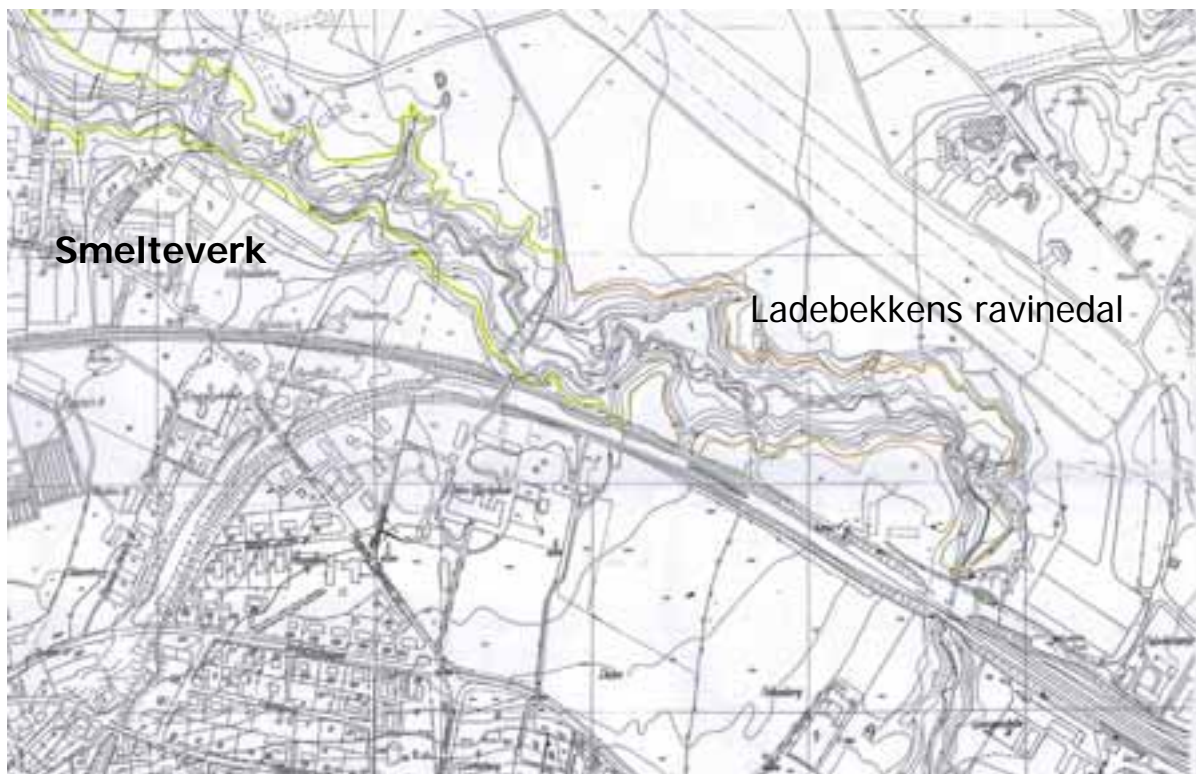
Tyske militære startet oppfylling av Ladedalen i 1940. Fra 1945-1952 ble den brukt som deponi for forbruksavfall fra Strinda kommune. Etter 1952 var det delvis opphold i deponeringen inntil ny oppstart i 1961. Det ble da deponert forbruks- og produksjonsavfall fra Trondheim kommune frem til avslutning av deponiet i 1970 (Trondheim kommune 1961 og Bakkejord 1990). Farlig avfall fra industrien i Trondheim og på Lade er også blitt deponert i Ladefyllingen. En ukjent malerforretning og Norbø Lade AS har i perioden deponert større mengder lakk, maling og løsemidler. Ukontrollert deponering av farlig avfall er sannsynlig (Bakkejord, K. 1990).

I området rundt fyllingen er det hovedsakelig industri- og lageraktivitet. I de senere årene har det også blitt etablert kontorer i området. Den industrielle aktiviteten i området har sannsynligvis vært en viktig avfallsleverandør (Bakkejord, K. 1990).

I løpet av krigsårene ble området brukt som flyoppstillingsplass av tyskerne. Militæraktiviteten ble utført ved to flyhangarer, et verksted og en lagerbygning. Dette har sannsynligvis gitt forurensning av olje, aromater, BTEX, blyorganiske forbindelser, MTBE, PCB, metaller, PAH, glykol, klorerte løsemidler og asbest (Trondheim kommune, Aktsomhetskart 2004).

Omfattende aktivitet innen områder som smelteverk, jernindustri og treimpregnering har sannsynligvis forurenset grunnen med metaller og PAH (Trondheim kommune, Aktsomhetskart 2004).

I området ligger det også mange bilverksteder, en bensinstasjon og en skraphandler som utfører aktiviteter som sannsynligvis fører til forurensning av blant annet olje, metaller, PCB, PAH, BTEX, aromater, klorerte og ikke klorerte løsemidler, fenoler, glykoler, MTBE, blyorganiske stoffer, asbest, cyanider og fluorider (Trondheim kommune, Aktsomhetskart 2004).



Figur 4 Kart fra 1951 som viser Ladebakkens ravinedal. Ravinedalen er nå gjenfylt. Kart fra 1951 og 2000 er brukt som grunnlag for å estimere fyllingens areal og volum.

2.8 Bakgrunnsverdier

Bakgrunnsverdiene som vi legger til grunn i denne rapporten er basert på data fra en grunnundersøkelse av de sentrale bydeler i Trondheim i 2000 (Ottesen et al, 2000). På Lade ble det innsamlet og analysert 33 prøver fra 0-1 meters dyp og 27 prøver fra 4-5 meters dyp. Resultatene er vist Tabell 2.1.

Tabell 1: Gjennomsnitt, maksimum/minimum og median av prøvene tatt i området Lade øst og Lade vest. Resultatene som er tatt ved 0-1 m kommer fra 33 målinger og de dypere prøvene er basert på 27 målinger. Prøver fra undersøkelsen tatt i området der fyllingen ligger er plukket ut av tallgrunnlaget. Utarbeidet fra Ottesen et al 2000. Analyseresultater som er under deteksjonsgrensen er satt til 4 mg/kg

Grunnstoff	0-1 m (mg/Kg)*				Dypere (mg/Kg)*			
	Gjennomsnitt	Median	Min	Maks	Gjennomsnitt	Median	Min	Maks
Cu	47	47	14	127	50	50	23	125
Zn	146	87	39	1770	136	89	54	1390
Pb	15	20	<5	151	< 5	< 5	< 5	< 5
Ni	47	48	17	101	59	60	40	72
Cr	73	64	26	214	81	78	60	110
Hg	0,10	0,04	0	1,3	0,02	0,02	<0,001	0,07
Cd	0,16	0,12	0	1,2	0,12	0,08	0,05	0,8
As	6,0	5,7	2,3	13	6,4	6,6	3,3	9,1

2.9 Tidligere undersøkelser

Statkraft Grøner gjennomførte i 2000 en begrenset prøvetaking av avfallsmasser fra Ladefyllingen i forbindelse med påkopling av et avløp til kulverten (Sand 2000). Det ble tatt 11 prøver som ble analysert hos Sintef. Det ble observert at krom, kvikksølv, kopper og bly alle hadde forhøyet konsentrasjon i en eller flere prøver i forhold til SFT's normverdier (Tabell 2). Det ble også påvist høye konsentrasjoner av PAH og PCB.

Tabell 2. Analyseresultat fra prøvene som ble tatt under graving for tilkobling av avløpsrør, utført av Statkraft Grøner AS. Resultatene basert på 11 prøver utarbeidet fra analyserapport fra Sintef (deres ref: 00/510 og 536).

Grunnstoff	Gjennomsnitt (mg/kg)	Median (mg/kg)	Min (mg/kg)	Maks (mg/kg)	SFTs norm (mg/kg)
Cu	157	85	27	850	100
Pb	265	59	22	1250	60
Cr	39	38	16	84	25
Hg	0,43	0,35	0,14	1,64	1
Cd	0,33	0,31	0,06	0,61	3

I Trondheimsundersøkelsen (Ottesen et al., 2000), ble det tatt fem prøver i området som ligger innenfor fyllingen. Prøvene ble tatt i dekkmassene over selve fyllingen. Resultatene for disse prøvene er vist i tabell 3

Tabell 3. Analyseresultat fra området der Ladefyllingen ligger. Gjennomsnitt, maksimum/minimum og median for prøvene i fyllingen er basert på 5 prøver både for 0-1 meter og for de dypere prøvene. Utarbeidet fra Ottesen et al, 2000.

Grunnstoff	0-1 meter* (mg/Kg)				Dypere* (mg/Kg)			
	Gjennomsnitt	Median	Min	Maks	Gjennomsnitt	Median	Min	Maks
Cu	32	30	28	38	39	38	36	42
Zn	72	64	44	98	125	92	84	260
Pb	14	<5	<5	43	5,5	<5	<5	11
Ni	47	49	37	55	60	65	46	69
Cr	61	60	47	80	81	88	63	93
Hg	0,018	0,018	<0,01	0,026	0,026	0,027	<0,01	0,04
Cd	0,15	0,13	0,08	0,29	0,13	0,11	0,10	0,25
As	6,8	6,8	6,3	7,6	7,2	7,2	6,5	7,8

*For de analyseresultatene som er under deteksjonsgrensen er det regnet med en verdi under ($<5 = 4$)

2.10 Miljøsmål

I dokumentet Ladedalen, Leangen og Rotvoll – forslag til kommunedelplan (Trondheim kommune 2005), heter det i bestemmelsen med hovedmålsettinger, planforutsetninger og retningslinjer for behandling av plan- og byggesaker:

§ 7.3 Forurenset grunn

§ 7.3 – 1 Område med antatt betydelig forurenset grunn som vist på Aktsomhetskart forurenset grunn, skal undersøkes nærmere før eventuelle planvedtak. Før tillatelse til tiltak gis skal det foreligge tillatelse fra forurensningsmyndighet.

§7.3 –2 Bygninger over søppelfylling/deponi må være tette uten innlekkasje av gass fra grunnen. I området over søppelfyllingen tillates ikke etablering av ny bolig for eventuelle forurensede masser er fjernet i henhold til forurensningsloven.

3 METODER

3.1 Prøvetaking og preparering

Feltarbeidet ble gjennomført i september 2004. Det ble boret 21 borehull (Figur 5) og innsamlet 78 prøver av jord og avfall. Det ble også tatt ut 31 vannprøver i kulverten som renner gjennom fyllingen, 16 stikkprøver oppstrøms og 15 blandprøver (med en ISCO-prøvetaker) nedstrøms deponiet (Figur 5).



Figur 5 Kart som viser Ladefyllingens utbredelse og borehullenes plassering. ”Stjernesymbolene” viser prøvestasjonene for innsamling av sigevann.

3.1.1 Jordprøver

Skovlboring ble utført av Trondheim Byteknikk. Fra hvert prøvetakingspunkt, ble det tatt ut 1 meters blandprøve for hver 3. meters dyp ned til underliggende rene masser. Prøvene ble tatt fra : 2-3 m, 5-6 m, 8-9 m, 11-12 m og 14-15 m. Hver prøve ble oppbevart i en plastboks merket med borehullnummer og dybde. Massetype ble notert i feltskjema. Det ble tatt bilde av massetyper. Feltopplysninger fra prøvetakingen er vist i Vedlegg 1. Prøver for bestemmelse av organiske miljøgifter ble tatt ut og lagret i glassemballasje på kjølelager.

Etter prøvetaking ble prøvene satt til tørking, hvor lokkene på prøveboksene ble tatt av, og prøvene ble satt i et rom med temperatur på ca 40°C. Etter at prøvene hadde tørket i to døgn, ble de siktet gjennom en nylonsikt med maskeåpning 2 mm. Etter at prøvene var ferdig siktet, ble de helt over i en ny, ren boks som var merket med borehullnummer og dybde. Siktene ble støvsugd etter hver prøve.

3.1.2 Vannprøver

Vannprøvene nedstrøms fyllingen ble tatt med ISCO – automatisk prøvetaker. Det ble tatt 4 delprøver pr. døgn som ble samlet til en blandprøve, til sammen 15 prøver, over en periode på 15 dager. Det ble tatt 16 stikkprøver (en prøve pr dag) oppstrøms deponiet. Vannprøvene ble surgjort og filtrert før analyse ved NGU-Lab ved hjelp av ICP-AES og GF-AAS.



Figur 6 Eksempel fra prøvetaking ved boring i Ladefyllingen. Foto NGU.

3.2 Kjemisk analyse

3.2.1 Prøver av fast stoff

Etter prøvepreparering ble det veid inn ett gram prøve som ble oppløst i salpetersyre (7M HNO_3), i henhold til NS EN 4770. I prøveløsningen ble 33 ulike kationer bestemt. I denne rapporten er fokuset rettet mot arsen (As), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), og tinn (Sn).

3.2.2 Vannprøver

Vannprøvene ble filtrert og surgjort med salpetersyre (HNO_3 (p.a. kvalitet)) før bestemmelse av 33 kationer, inkludert svovel (S).

3.2.3 Analysemetoder

Kvikksølv (Hg) ble bestemt ved hjelp av Cold Vapour Atomic Absorption Spectrophotometry (CV-AAS), tinn (Sn) ved hjelp av Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry (GFAAS) og 31 ulike kationer ved hjelp av Inductive Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometry (ICP-AES) (se Tabell 3.1).

3.3 Beregning av areal og volum av Ladefyllingen

Topografiske kart i målestokk M 1:2500 fra 1951 og 2000 ble benyttet for å beregne fyllingens areal og volum. Arealet ble estimert med hjelp av dataprogrammet KARTPROG. Volumet ble beregnet ved to metoder:

a) Området er delt opp i sju delområder og volumet er beregnet for hver enkelt del. Områdene er enten rektangulære eller trapesformede. Videre er delområdene delt i to ut fra elveleiet, og volum er beregnet ut fra høydeforskjell på kotene. Har gått ut i fra snittet til det halve delområdet verken er en trekant eller en kvart ellipse, men noe i mellom. Som trolig er nærmere en ellipse enn en trekant.

b) Ravinedalen ble delt inn i 35 deler; en del i fronten av fyllingen, en del i ”svingen” av ravinedalen og resten ble delt inn i soner, med snitt for hver 1 cm på kartet. Målte så bredden på hvert snitt av ravinedalen fra kartet, og beregnet dypet ut i fra høgdekotene. Beregnet snittet som en ellipse. For hver sone ble det så beregnet areal på begge sideflatene (snittene), og et gjennomsnitt ble funnet. Dette gjennomsnittet ble ganget opp med 25 meter som gir volumet til sonen. Svingen på fyllingen ble beregnet som en pyramide med 3 sider, beregnet arealet på toppen, og brukte høgdekoten til å finne høyden. Fronten ble regnet som en liggende pyramide.

3.4 Statistiske metoder

Det er utført generell beskrivende statistikk på datasettet fra de kjemiske analysene. Det er kjørt t-tester på prøvematerialet for å finne signifikante forskjeller mellom avfall og fyllmasse/jord, samt vann oppstrøms og nedstrøms deponiet. Signifikansnivå er $\alpha=0,05$. Det ble utført tosidige tester. Kumulative frekvensfordelinger for den kjemiske sammensetningen av avfall, dekkmasser og sivevann.

4 RESULTATER OG KOMMENTARER

4.1 Mektighet av dekkmasser og avfall samt volum av Ladefyllingen

Tykkelsen (meter) på lagene av dekkmasser og avfall er vist i Tabell 4. Tykkelse på dekkmassene varierer geografisk (Figur 7). Tynneste dekkmasselag og tykkeste avfallslag finnes i den sentrale delen av fyllinga.

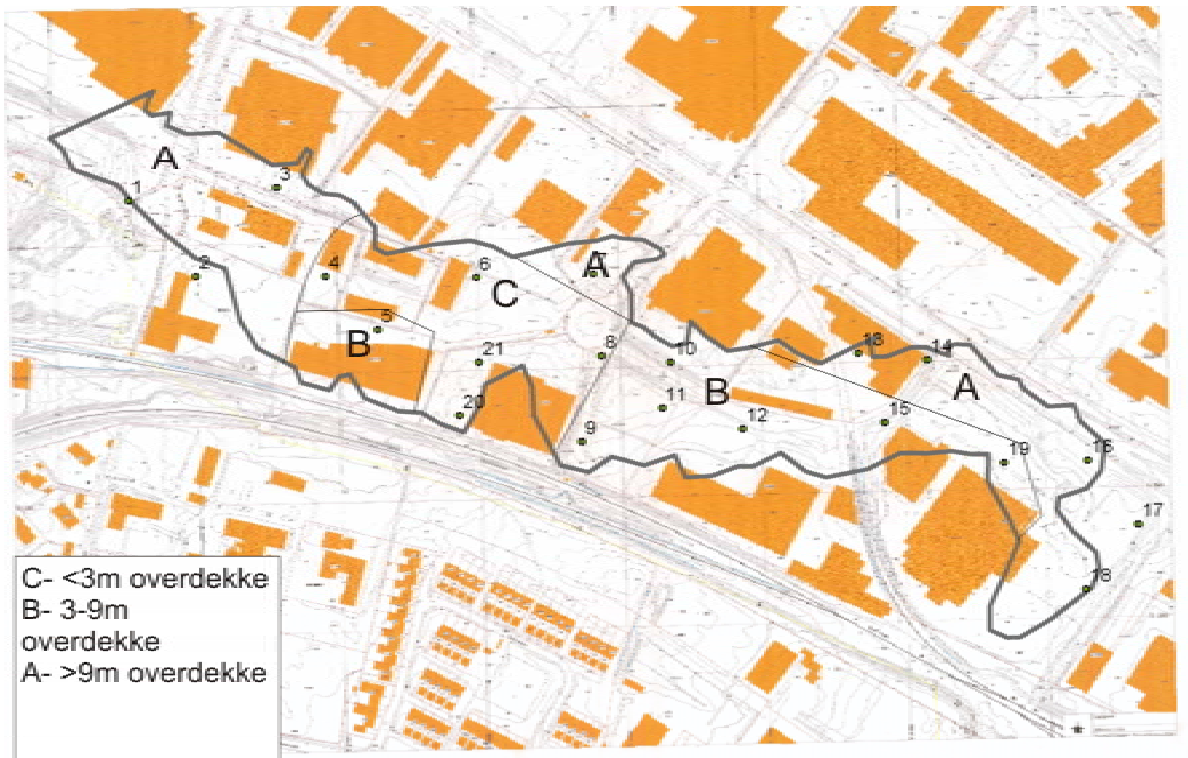
Volumutrekning etter metode 1 ga et volum på **952 750 m³**. Volumutrekning etter metode 2 ga et volum på **925 418 m³**.

4.2 Registrering av lukt og måling av gass på Ladefyllingen

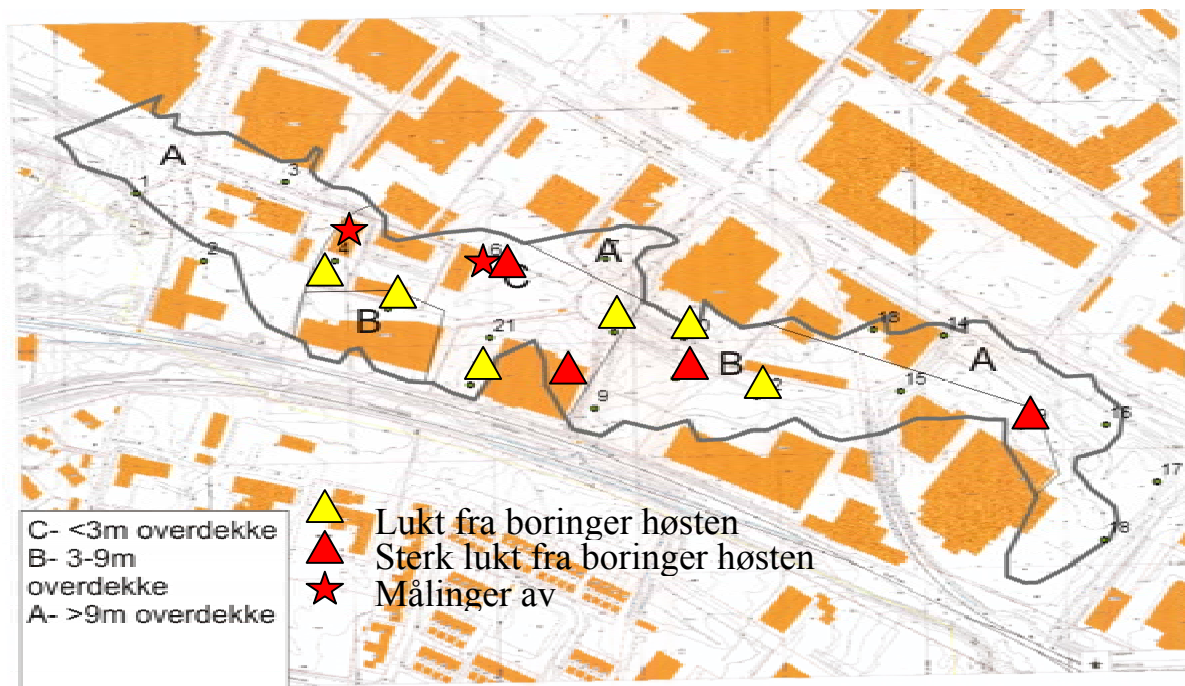
Feltobservasjoner av lukt er kartfremstilt i figur 8. Etter at prosjektet ble avsluttet, ble det utført gassmålinger inn i ett bygg og i en kum.

Tabell 4. Gjennomsnitt, minimum, maksimum og median mektigheten på dekkmassene og på avfallslaget på deponiet i Ladedalen.

Mektighet	Avfall (n=13)				Dekkmasser (n=17)			
	Gjennom- snitt (m)	Median (m)	Min (m)	Maks (m)	Gjennom- snitt (m)	Median (m)	Min (m)	Maks (m)
Meter	10,1	12	6	15	3	4,6	0,3	9



Figur 7. Geografisk fordeling av overdekkemektighet på Ladefyllingen



Figur 8 Registrering av lukt fra borehull og måling av gass (Metan og karbondioksid)

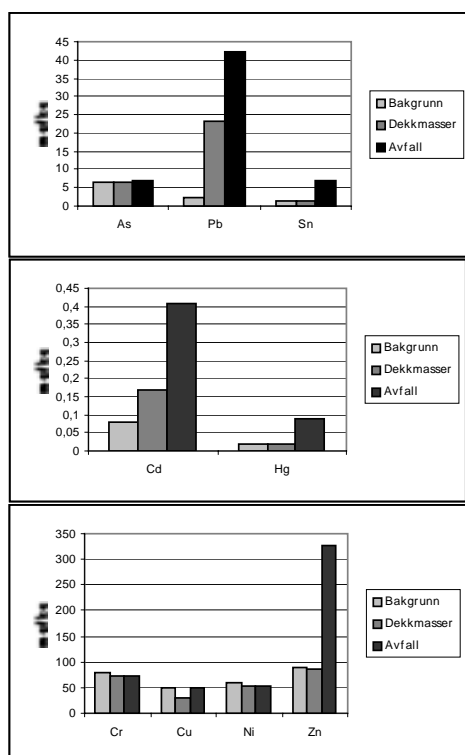
4.3 Kjemisk sammensetning av jord/dekkmasser og avfall

Gjennomsnitt-, median-, minimum- og maksimum-konsentrasjon av arsen, bly, kadmium, kobber, krom kvikksølv, nikkel, sink og tinn i avfall og dekkmasser er vist i Tabell 5. Alle analyseresultatene er vist i vedlegg 3. Figur 9 viser medianverdier for de samme grunnstoffene i naturlig bakgrunn på Lade, innholdet i dekkmasser og avfall i Ladefyllingen.

Typiske metaller som beskriver Ladefyllingen er bly, kadmium, kvikksølv, sink og tinn (Figur 9). Gjennomsnittlig metallinnhold i avfallsmassene er ikke spesielt høyt, mens maksimumsverdiene for bly, kobber og tinn er relativt høye. Innholdet (medianverdi) av arsen, kobber, krom og nikkel tilsvarer det som er observert i dekkmassene og i naturlig bakgrunn (Figur 9).

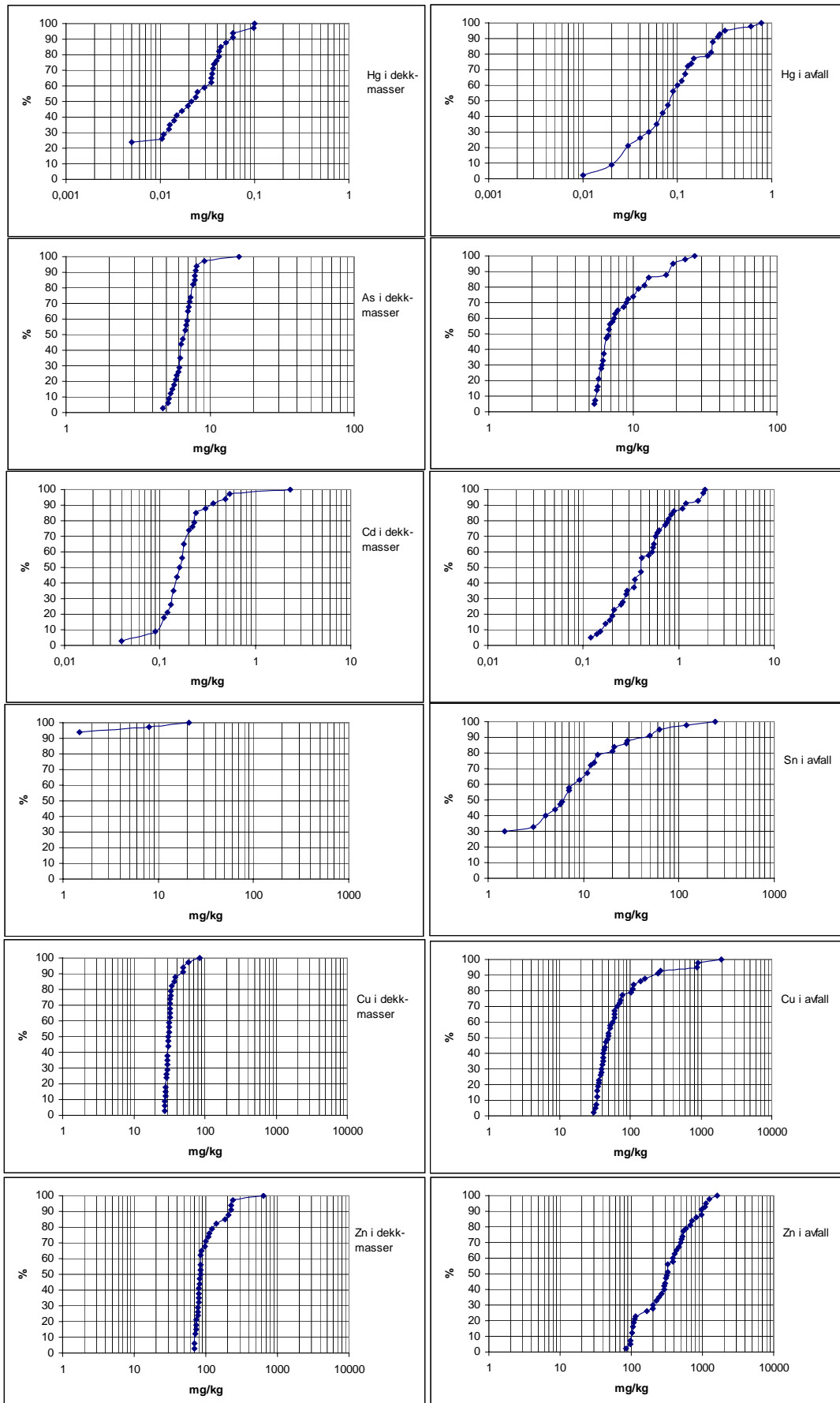
Tabell 5 Gjennomsnitt, minimum, maksimum og median av analyseresultat fra prøvene tatt i avfall og fyllmasser på deponiet i Ladedalen. (Ved utrekning i tabellen har verdier som ikke er detekterbare blir tegnet med som første verdi under deteksjonsgrensen; dvs; < 3 mg/kg er regnet som 2 mg/kg).

	Avfall				Dekkmasser/jord			
	Gjennomsnitt	Median	Min	Maks	Gjennomsnitt	Median	Min	Maks
Cu mg/kg	152	49	31	1950	34	31	27	86
Zn mg/kg	444	326	86	1630	121	87	70	631
Pb mg/kg	277	42	16	8770	28	23	14	130
Ni mg/kg	56	53	35	165	53	53	38	68
Cr mg/kg	75	73	47	206	71	71	57	93
Hg mg/kg	0,14	0,09	0,01	0,78	0,028	0,02	<0,01	0,1
Cd mg/kg	0,57	0,41	0,12	1,9	0,25	0,17	0,04	2,3
As mg/kg	9,3	6,8	5,4	27	6,9	6,7	4,7	16
Sn mg/kg	19,7	7,0	<3	240	< 3	< 3	< 3	21

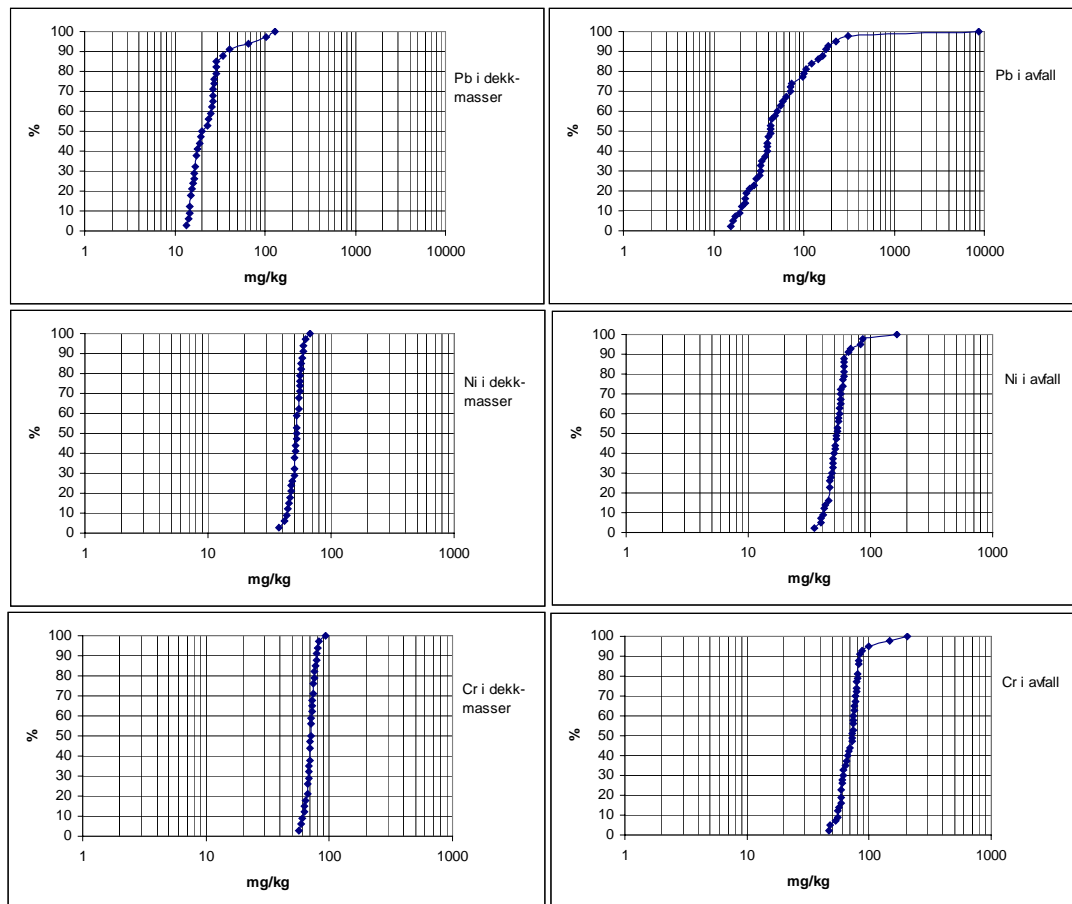


Figur 9 Medianverdier (mg/kg) for arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink og tinn i tre ulike massetyper: 1) jord fra naturlig bakgrunn (4 – 5 meters dyp) på Lade, 2) dekkmasser på Ladefyllingen og 3) avfall fra Ladefyllingen.

Figur 10 Kumulative frekvensfordelinger av Hg, As, Cd, Sn, Cu, Zn, Pb, Ni og Cr



Figur10 Forts.



De kumulative frekvensfordelingene for arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink og tinn i dekkmasser og avfall er vist i figur 10. Markerte knekkpunkt i kurvene indikerer at flere populasjoner (dvs kilder) er tilstede. Med unntak av kurvene for Ni og Cr har alle kurvene for dekkmassene et knekkpunkt ved ca 80 – 90 prosentilen (Figur 4.3). Dette indikerer en innblanding av avfall i dekkmassene.

Avfallsprøvene har jevnt over en større spredning i metallinnhold (Tabell 5 og Figur 10), men også her er det tydelige knekkpunkter i kurvene for As (ved 65 prosentilen), Cu (ved 80 prosentilen), Ni (ved 95 prosentilen) og Cr (ved 95 prosentilen). Dette tyder på at også disse metallene har et bidrag fra avfallskilder.

Jord-, dekkmasse- og avfallsprøvene ble delt inn i tre grupper, < 3 m, 4-9 m og 10-16 m for å undersøke metallinnholdet i relasjon til prøvedyp (Tabell 6 og 7).

Medianverdiene for metallinnholdet i avfallet varierer lite mot dypet i fyllinga (Tabell 6). Maksimumsverdiene er imidlertid høyest ved prøvedyp 10 – 16 m, med unntak for kvikksølv og arsen.

Tabell 6. Statistiske beregninger (mg/kg) av prøvene fra avfall på Ladefyllingen i forhold til dybde.

Avfall	Dybde	n	Cu	Zn	Pb	Ni	Hg	As	Cd	Sn	Cr
Gjennomsnitt	<3	5	113	416	77	44	0,107	7,3	0,53	5,8	62
Gjennomsnitt	4-9	23	64	429	63	51	0,137	9,6	0,53	12	67
Gjennomsnitt	10-16	14	310	480	698	70	0,146	9,6	0,66	37	92
Median	<3	5	73	327	55	43	0,110	6,9	0,60	5,1	55
Median	4-9	23	46	387	43	50	0,091	6,7	0,41	6	65
Median	10-16	14	49	313	42	60	0,082	6,8	0,38	10	79
Maksimum	<3	5	268	983	186	54	0,140	11	0,75	13,0	79
Maksimum	4-9	23	248	1240	175	61	0,782	27	1,80	62	82
Maksimum	10-16	14	1950	1630	8770	165	0,596	23	1,90	240	206
Minimum	<3	5	33	113	37	35	0,055	5,6	0,14	<3	47
Minimum	4-9	23	31	86	16	39	0,011	5,5	0,12	<3	48
Minimum	10-16	14	34	104	25	46	0,022	5,4	0,20	<3	62

Jord på 10-16 meters dyp (dvs under avfallsfyllinga) har et markert høyere innhold av sink og kadmium enn dekkmassene over fyllinga (Tabell 7).

Tabell 7. Statistiske beregninger (mg/kg) av prøvene fra jord/fyllmasser på Ladefyllingen i forhold til dybde.

Jord/fyllmasser	n	Dybde	Cu	Zn	Pb	Ni	Hg	As	Cd	Sn	Cr
Gjennomsnitt	16	<3	34	125	28	52	0,03	7,0	0,285	3	71
Gjennomsnitt	15	4-9	33	97	28	52	0,03	7,1	0,194	< 3	70
Gjennomsnitt	4	10-16	37	191	31	59	0,03	5,8	0,328	4	77
Median	16	<3	30	81	21	53	0,02	6,4	0,15	<3	72
Median	15	4-9	32	85	24	53	0,024	7,0	0,17	< 3	70
Median	4	10-16	34	215	21	60	0,034	5,9	0,31	<3	77
Maksimum	16	<3	86	631	130	68	0,10	16	2,3	21	93
Maksimum	15	4-9	58	186	102	58	0,098	9,1	0,54	< 3	78
Maksimum	4	10-16	49	226	65	62	0,037	6,3	0,49	8	83
Minimum	16	<3	27	70	14	38	<0,01	4,7	0,091	<3	57
Minimum	15	4-9	28	70	15	46	<0,01	6,0	0,039	< 3	65
Minimum	4	10-16	32	109	17	55	0,02	5,2	0,2	<3	72

4.4 Geokjemiske kart over Ladefyllingen

Det er tegnet geokjemiske kart for arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink og tinn for følgende prøvetakingsdyp: 3 meter, 6 meter, 9 meter, 12 meter og 15 meter. De kumulative frekvensfordelingskurvene (Figur10) viser lognormale fordelinger. Dette medfører en 5-delning av 10-er potensen som system for klasseinndeling på de geokjemiske kartene. Figur 11 viser som et eksempel fordelingen av arsen på 3 meters dyp. Resten av kartene er i vedlegg 2. Kart i målestokk 1:1000 er overlevert til Trondheim Byteknikk.

4.5 Hvilken del av fyllinga er mest metallforurenset?

De sentrale delene av Ladefyllingen er mest forurenset med metaller (Figur 12).



Figur 11. Geokjemisk kart over arsen fordelingen på 3 meters dyp i Ladefyllingen.



Figur 12 Avgrensning av den sterkest metallforurensede delen av Ladefyllingen

4.6 Kjemisk sammensetning av vann fra Ladebekken under fyllinga

Innholdet av arsen, kadmium, krom, kobber, sink, nikkel, bly, barium og svovel i vann fra Ladebekken er vist i tabell 8. Alle analyseresultatene er gitt i vedlegg 3.

Konsentrasjon av Ba, Zn og Cd er signifikant høyere nedstrøms fyllinga enn oppstrøms. S og Fe, Mn er signifikant høyere oppstrøms fyllinga enn nedstrøms. Pb har ikke signifikante forskjeller når man sammenlikner resultatene oppstrøms og nedstrøms. Kloakkvann har høyt innhold av organisk karbon, og karbonet er hele tiden under nedbryting. Denne nedbrytingen krever oksygen, og avløpsvannets som dreneres gjennom kulvertens anoksiske forhold påvirker vannets kjemiske sammensetning. I kloakkvann har man mengder av ulike sulfater (SO_4^{2-}), men etter at vannet i kulverten har passert deponiet er svovelmengden betraktelig redusert (Tabell 8 og figur 13).

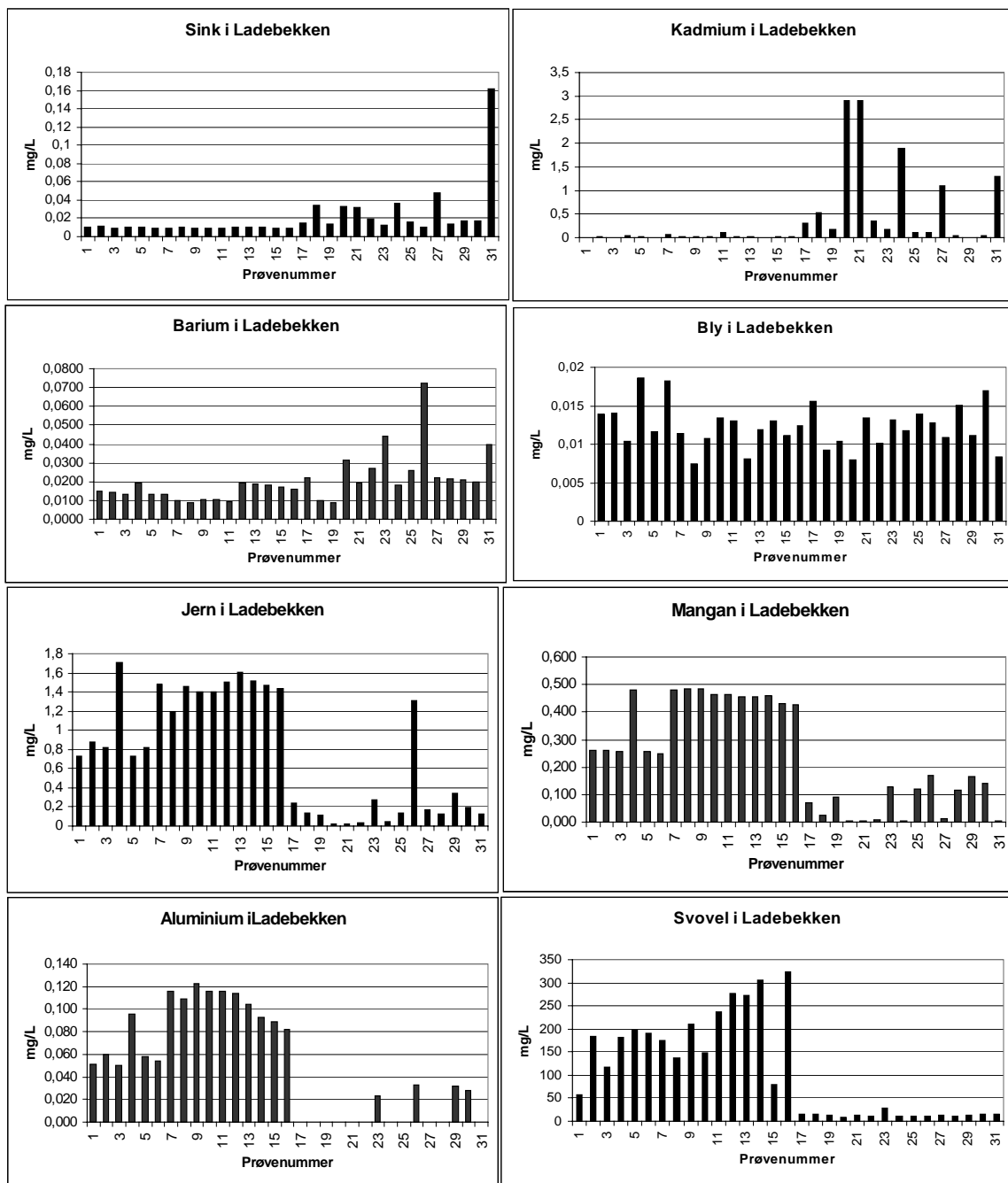
Under anoksiske forhold vil en del stoffer bli redusert, og mange metaller vil danne tungtløselige svovelforbindelser ved overskudd av svovel. Enkelte av forbindelsene kan imidlertid gå i oppløsning igjen ved kontakt med oksygen. Konsentrasjonen av Mn og Fe blir også kraftig redusert på veien gjennom fyllinga. Det er stor sannsynlighet for at disse stoffene er gjenstand for redoksreaksjoner i de anoksiske forholdene i kulverten under fyllinga, og at de reduseres og felles ut. Kadmium, sink og barium har høyere konsentrasjon i vannet etter at det har passert fyllingen, og det er sannsynlig å tro at det foregår en utvasking av disse elementene fra deponiet.

For svovel er konsentrasjonen i avløpsvannet som går inn i fyllingen høyere enn konsentrasjonen ut av fyllingen, det har altså skjedd en fjerning av stoff gjennom fyllingen. Svovel enten kan ha blitt utfelt, eller ha forsvunnet ved omdanning til H_2S gass.

Tabell 8. Gjennomsnitt, minimum, maksimum og median av resultatene fra vannprøvene. Oppstrøms resultat fra kulvert før den går inn i fyllingen, og nedstrøms ved utløpet etter fyllingen.

Mg/l	Oppstrøms (n=16)				Nedstrøms (n= 15)			
	Gjennom- snitt	Min	Maks	Median	Gjennom- snitt	Min	Maks	Median
As	0,032	0,023	0,043	0,034	0,020	< 0,015	0,027	0,022
Cd	0,030	0,01	0,06	0,255	0,79	0,01	2,9	0,31
Cr*	< 0,002	< 0,002	0,0022	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cu	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	0,027	< 0,005
Zn	0,010	0,009	0,011	0,010	0,032	0,010	0,162	0,017
Ni	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Pb	0,0125	0,0075	0,0186	0,0122	0,0121	0,0080	0,0169	0,0118
Ba	0,014	0,009	0,020	0,013	0,026	0,009	0,072	0,022
Al	0,087	0,010	0,123	0,095	0,015	0,010	0,033	0,010
Fe	1,259	0,727	1,710	1,415	0,221	0,020	1,310	0,136
Mn	0,398	0,250	0,486	0,456	0,071	0,003	0,168	0,070
S	193	58	323	188	14	10	28	14

* Cr hadde en prøve over deteksjonsgrensen.



Figur 13 Innholdet av metaller og svovel i vann fra Ladebekkens kulvert under fylling.

5 RISIKOVURDERING

5.1 Innledning

En forenklet risikovurdering er utført av området for Ladedalen avfallsdeponi. Spredning av forurensning fra Ladedalen avfallsdeponi kan skje gjennom tre hovedveier:

Utslipp av gass

Via sigevann

Ved graving og flytting av masse

5.1.1 Spredning via utslipp av gass

Et deponi vil kunne slippe ut en gass, deponigass, som er en blanding av ulike gasser som metan, CO₂, H₂S, i tillegg til avdamping av organiske miljøgifter. Innånding av disse gassene kan føre til helseplager. Det er eksplosjonsfare dersom konsentrasjonen av metan er mellom 5–15 volum %. Figur 14 viser at store deler av fyllingen enten er bebygget eller har tette flater i form av asfalt. Bygg på fyllingen kan derfor virke som skorsteiner for deponigass.

Deponigass i avløpssystemet og kummer kan være omfattende på Ladefyllingen. Problemet med utslipp av deponigass er størst, der tykkelsen av dekkmasser er liten. Figur 7 viser variasjon i tykkelsen av dekkmasser på fyllingen. Figur 8 viser i hvilke borehull det ble registrert deponigass lukt.



Figur 14 Ortofoto av områder ved Ladedalen avfallsfylling

5.1.2 Spredning via sigevann

Den andre spredningsruten er via sigevann. Vann som passerer gjennom fyllingen kan være transportmedium for forurensning, ved at de forurensende stoffene enten går i løsning eller eroderes bort som partikler og forsvinner ut av fyllingen og inn i resipienten. De kjemiske analysene av vann fra kulverter viser spredning av metallene kadmium, sink og barium fra fyllingen og til kloakkrensaneanlegget på Ladehammeren. Betydningen av dette er ikke kjent. De kjemiske bestemmelser som er utført på vann i kloakkrensaneanlegget har for høy dekteksjonsgrense. En vurdering basert på eksisterende resultater er derfor ikke mulig.

5.1.3 Spredning via graving og masseforflytting

Den tredje spredningsruten for forurensning er ved oppgraving og eventuell flytting av forurensede masser. Graving gjør at de forurensede massene blir eksponert for omgivelsene, og de kan bli spredt til andre områder dersom de blir flyttet. Problemstillingene knyttet til graving er godt ivaretatt i dokumenter "Kommunedelplan for Lade, Leangen og Rotvoll (Trondheim kommune 2004).

6 BRUK AV OMRÅDET

6.1 Bakgrunn for vurdering

Gassfaren, fra H₂S, metan og CO₂ på deponiet er stor på grunn av tynt overdekke og mye svovel som forsvinner fra avløpsvannet på turen gjennom deponiet.

6.2 Anbefalinger videre

Anbefalinger:

Det anbefales å undersøke innholdet av deponigasser i alle bygg og kummer på fyllingen. Det anbefales ikke å bygge boliger eller kontorbygg før gassundersøkelser er gjennomført. Ingen tiltak som medfører graving på fyllingen må gjennomføres før det er utført grundige miljøtekniske grunnundersøkelser.

Det bør kontrolleres hvilken betydning kadmiumutslippet i sigevannet har for kvaliteten på kloakkslammet fra Ladehammeren rensanlegg.

Det er tatt ut og lagret (kjølelager) prøver for bestemmelse av organiske miljøgifter. Disse prøvene bør analyseres for innholdet av blant annet PCB.

7 KONKLUSJON

Det er gjennomført en miljøteknisk grunnundersøkelse på den nedlagte Ladeyllingen i Trondheim. 77 prøver av avfall, dekkmasser og underliggende silt/leire er samlet inn fra 21 borehull. 33 metaller er bestemt i prøvene. Det er innhentet 16 vannprøver fra Ladekulverten ved fyllingens start og 15 prøver fra fyllingens avslutning. 33 kationer er bestemt i vannprøvene.

Det er deponert ca 900 000 m³ avfall og dekkmasser i Ladedalen. Områdene sentral i fyllingen har det tynneste lag med dekkmasser. Typiske metaller som beskriver Ladeyllingens kjemi er bly, kadmium, kvikksølv og tinn. De høyeste konsentrasjonene er påvist på 10 – 16 meters dyp i fyllingen. Det lekker kadmium, sink og barium fra fyllingen.

Det er indikasjoner på utvikling av H₂S-gass i fyllingen. Det er utført gassmålinger i ett bygg på fyllingen. Her ble det påvist metan og karbondioksid.

Spredning av forurensning fra Ladeyllingen kan skje på tre måter:

Utslipp av gass

Spredning via sigevann til Trondheimsfjorden

Graving og flytting av anleggsmasser.

Det anbefales å undersøke innholdet av deponigasser i alle bygg og kummer på fyllingen.

8 REFERANSER

Alexander, J. 2002, Forslag til akseptkriterier av forurenset grunn basert på helsevurderinger, Notat fra Nasjonalt folkehelseinstitutt.

Bystyresak 0118/ 02 99/13598 Plan for forurenset grunn og sedimenter i Trondheim Vedtak lest 10.01.2005 fra:

<http://www.trondheim.kommune.no/arkiv/2002/09/1007367927/020829bysp.html>

Gjessing, J. 1995 : Norges landformer. Universitetsforlaget, 5 utgave

Jensen, H. 2004. Municipal waste disposal in the past: Potensial health risk from landfill gas and VOC. An example from Trondheim, Norway. NGU-notat, 14 sider

Kiely, G., 1996. Environmental engineering. 1th ed. Sidene 202 og 676. 964 sider.

Ladedalen 1951 er lastet ned 07.01.04 fra:

<http://www.ub.ntnu.no/baser/spessaml/fw/data/fw-top-main.htm>

Langedal, M. 2003: Forslag til grenseverdier for forurenset grunn i Trondheim Notat Trondheim kommune 04.09.03

Ottesen, R., 2000 Forurenset grunn og sediment i Trondheim kommune; NGU-rapport 2000.119.

Ottesen, R., 2005: Personlig meddelese

Reite, A., Sveian, H., Erichsen, E., 1999 Trondheim fra istid til nåtid – landskapshistorie og løsmasser. Gråstein 5, 40 sider.

Trondheim kommune, 1961: Sak B nr. 216/1961: Godkjenning av plan om ny fyllplass for Renholdsverket og bevilgning til kjøp av shovel.

Trondheim kommune, 2002: Plan for forurenset grunn og forurensete sedimenter. Bystyresak 0118/02, arkivsak 99/13598.

Trondheim kommune, 2005: Lade, Leangen og Rotvoll – forslag til kommunedelplan – sluttbehandling, Saksfremlegg – arkivsak 99/21439

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.

SFT's Veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved Deponier.

Vik, E. Breedveld, G. 1999: SFT's Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn, Veileder 99:01a

Wasilewski, J., 2004: Personlig meddelese .2004

Årsnedbør: Meteorologisk institutt: lastet ned 10.januar 2005
http://met.no/observasjoner/sor-trondelag/normaler_for_kommune_1621.html

Vedlegg 1 Feltopplysninger

Borhull nr	Prøvedyp	Jord/avfall	Grunnvann	Lukt	Kommentarer
1	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Dekkmasser			
	8-9	Dekkmasser	Grunnvann		
2	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Dekkmasser			
	8-9	Dekkmasser			
3	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Dekkmasser			
	8-9	Dekkmasser			
4	2-3	Avfall		Lukt	
	5-6	Avfall			
	6-7	Leire			
5	2-3	Dekkmasser	Grunnvann	Lukt	
	5-6	Avfall	Grunnvann	Lukt	
	8-9	Avfall	Grunnvann	Lukt	
	12-13	Leire	Grunnvann		
6	2-3	Avfall		Sterkt lukt	
	5-6	Avfall		Sterkt lukt	
	8-9	Avfall		Sterkt lukt	
7	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Dekkmasser			
	8-9	Dekkmasser			
	2-3	Avfall		Lukt	1,4 m dekkmasser
	5-6	Avfall		Lukt	Oljeholdig
8	8-9	Avfall		Lukt	
	11-12	Avfall		Lukt	
	13-14	Leire			
	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Avfall			
9	8-9	Avfall			
	11-12	Avfall			
	14-15	Leire			
	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Avfall	Grunnvann	Lukt	
10	8-9	Avfall	Grunnvann	Lukt	metall og plast
	11-12	Avfall	Grunnvann	Lukt	
	14-15	Avfall	Grunnvann	Lukt	
	2-3	Dekkmasser		Sterkt lukt	
	5-6	Avfall		Sterkt lukt	
11	8-9	Avfall	Grunnvann	Sterkt lukt	metall og olje
	11-12	Avfall	Grunnvann	Sterkt lukt	
	14-15	Avfall	Grunnvann	Sterkt lukt	

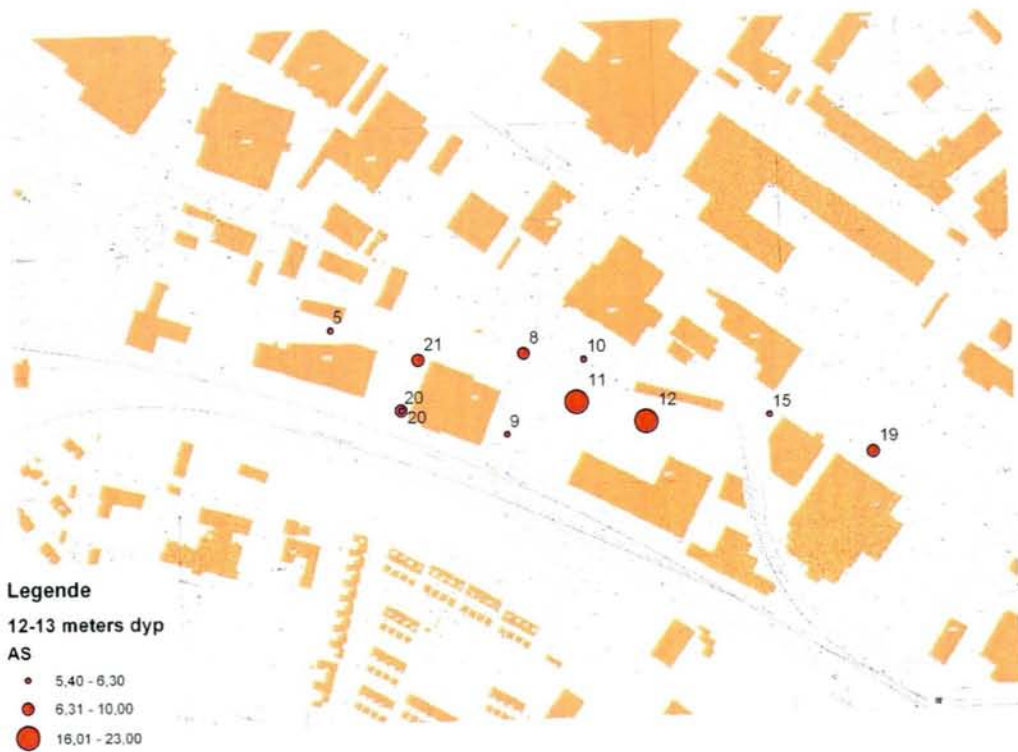
Borhull nr	Prøvedyp	Jord/avfall	Grunnvann	Lukt	Kommentarer
12	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Avfall		Lukt	
	8-9	Avfall	Grunnvann	Lukt	
	11-12	Avfall	Grunnvann	Lukt	
	14-15	Avfall	Grunnvann	Lukt	
13	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Dekkmasser			
	8-9	Dekkmasser	Grunnvann		
14	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Dekkmasser			
15	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Avfall			
	8-9	Avfall			
	11-12	Leire			
16	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Jord			
	8-9	Jord			
17	2-3	Lerie			
	5-6	Lerie			
18	2-3	Leire			
19	2-3	Dekkmasser			
	5-6	Avfall		Sterk lukt	
	8-9	Avfall		Sterk lukt	
	11-12	Avfall	Grunnvann	Sterk lukt	Metall og olje
	14-15	Avfall	Grunnvann	Sterk lukt	
	16	Avfall/jord	Grunnvann		
20	2-3	Avfall	Grunnvann	Lukt	0,7 m dekkmasser
	5-6	Avfall		Sterk lukt	
	8-9	Avfall	Grunnvann	Lukt	
	11-12	Avfall		Lukt	
	12,5	Leire			
21	2-3	Avfall			0,3 m dekkmasser
	5-6	Avfall	Grunnvann		
	8-9	Avfall	Grunnvann		Olje
	11-12	Avfall	Grunnvann		Leire på 11,5 m

Vedlegg 2 Koordinater til borehullene

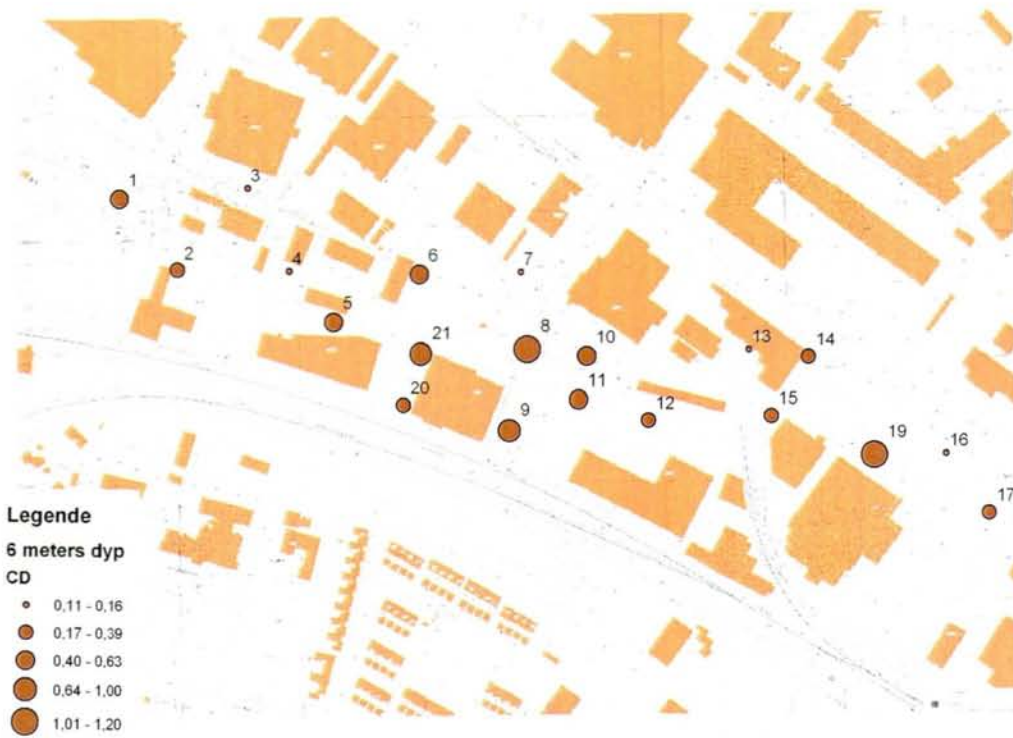
HULL_NR	UTM_X	UTM_Y
1	572235	7035605
2	572283	7035547
3	572340	7035615
4	572375	7035547
5	572412	7035506
6	572482	7035546
7	572565	7035549
8	572571	7035486
9	572557	7035420
10	572620	7035481
11	572614	7035446
12	572671	7035430
13	572753	7035488
14	572802	7035483
15	572772	7035435
16	572916	7035406
17	572952	7035357
18	572915	7035307
19	572857	7035404
20	572470	7035440
21	572484	7035481

Vedlegg 3 Geokjemiske kart



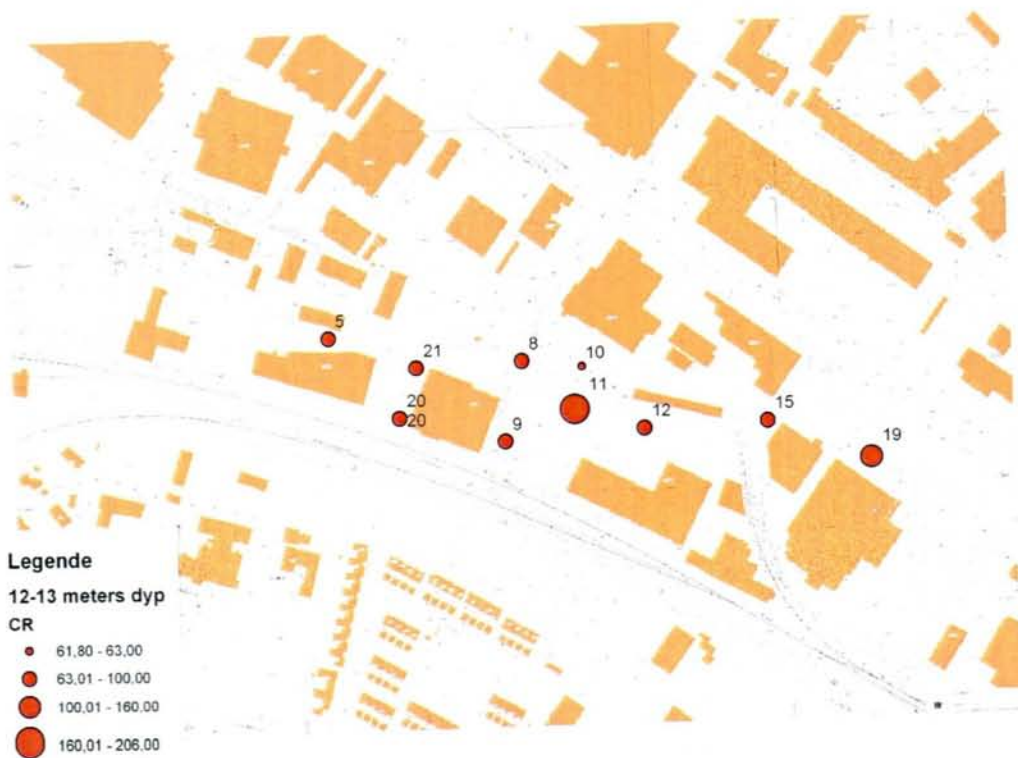


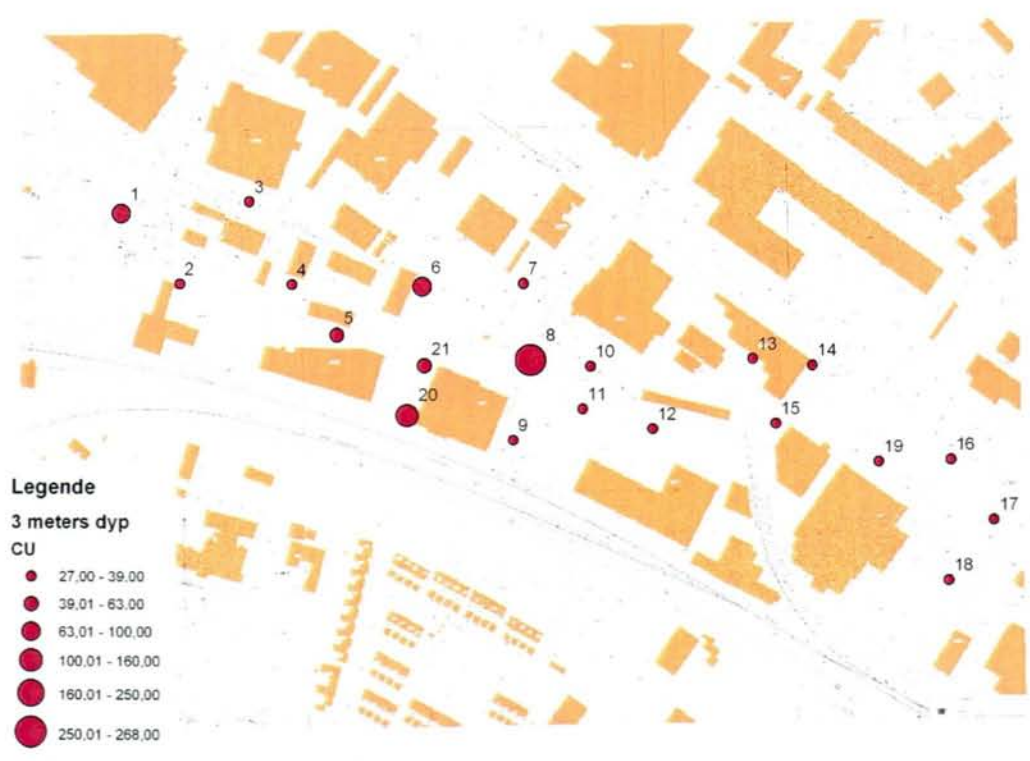


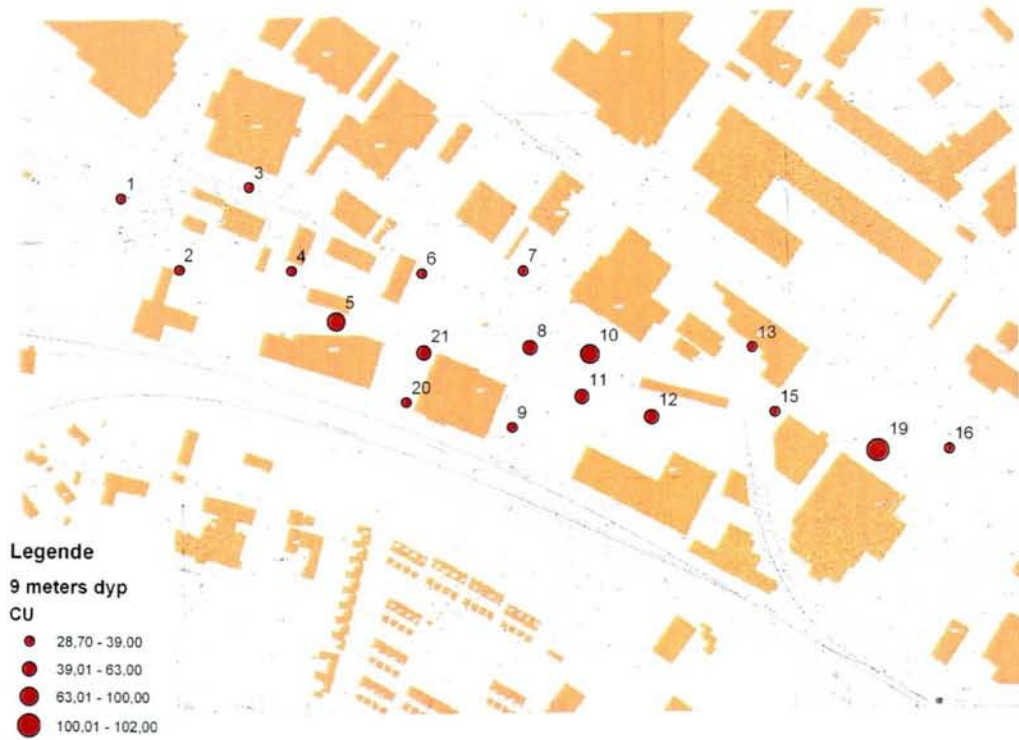




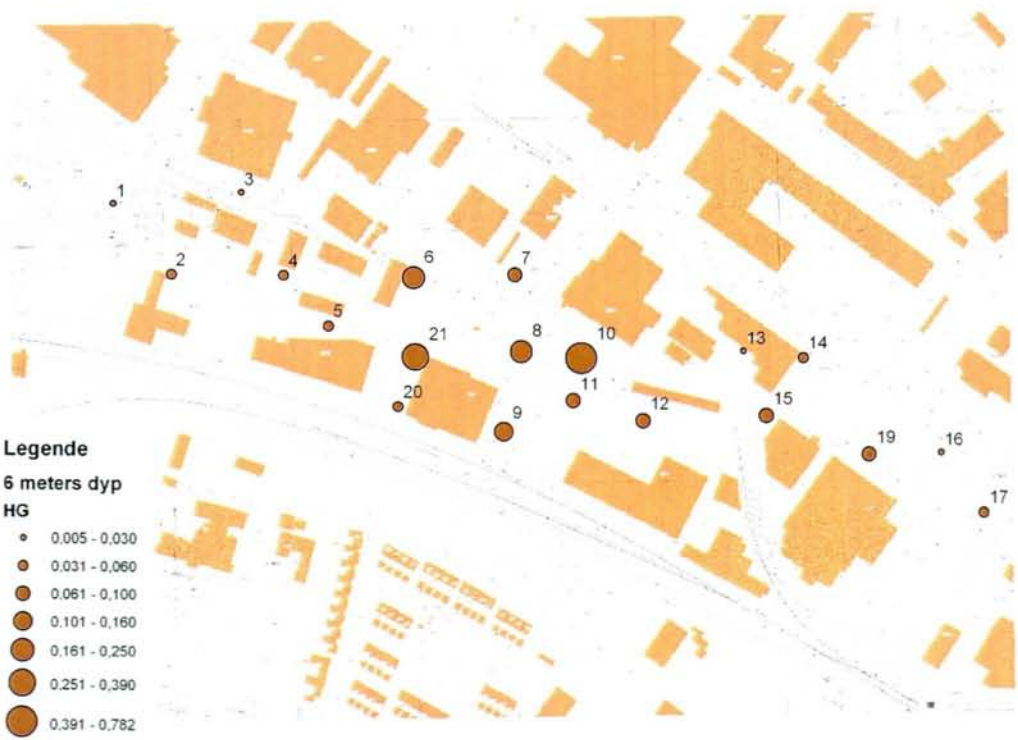






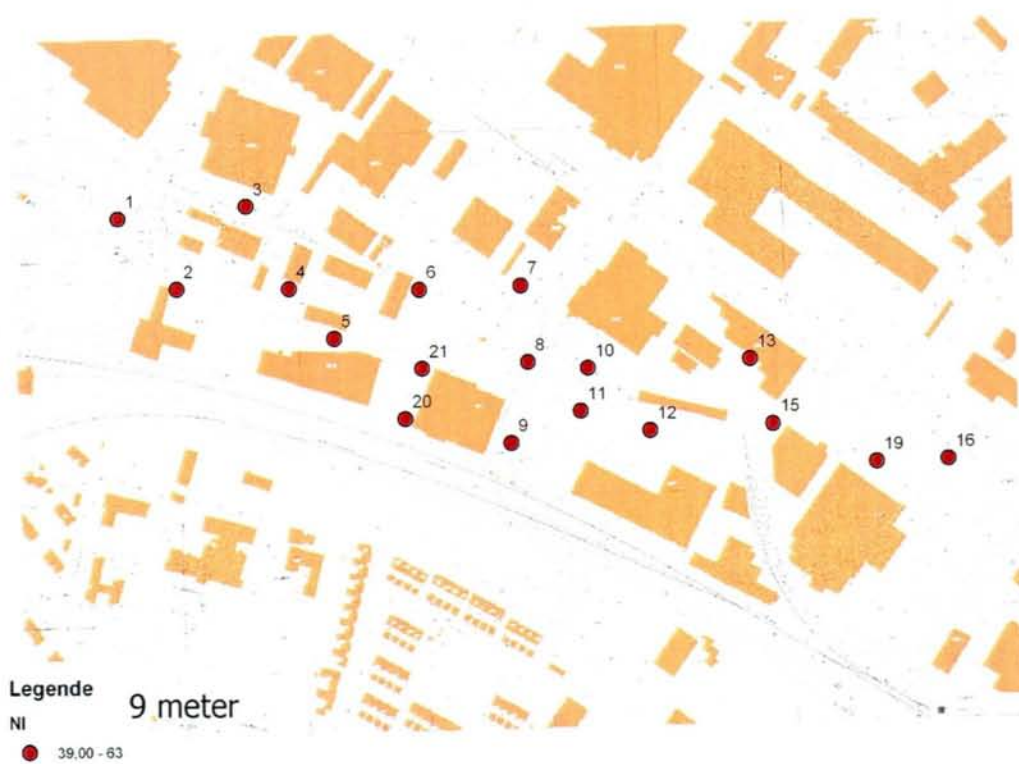
















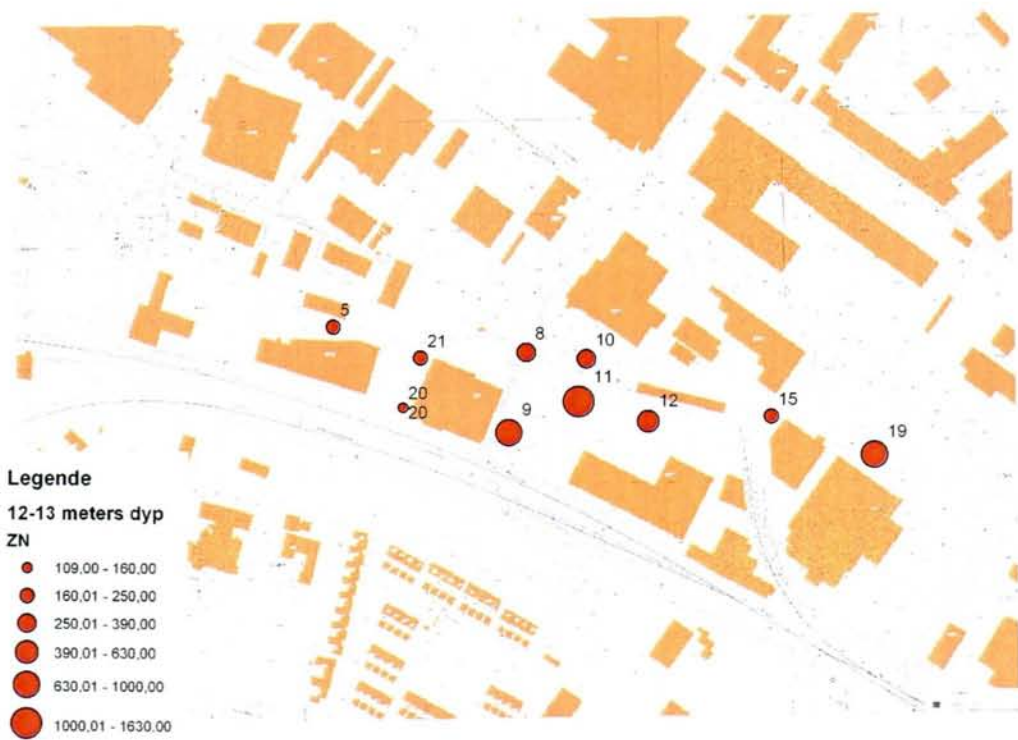














Vedlegg 4 Kjemiske analyser

Prøve id.	Si* [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
1-3	229	18000	25400	1300	10700	11900	450	3110	429	726	85,5	631	130	42,1	9,96
1-6	117	24900	31300	1670	15500	17400	754	6260	465	577	57,7	186	40,8	48,7	12,5
1-9	104	29400	35100	1900	19500	18800	1580	8120	483	564	38,1	140	28,7	58,0	13,7
2-3	<100	29900	35600	1860	16500	6870	581	5480	526	477	28,2	74,1	27,4	47,4	14,2
2-6	<100	28600	33900	1860	17600	17300	1040	6930	470	564	37,7	109	102	50,0	13,2
2-9	<100	31300	36700	2000	20200	20800	1780	8900	506	565	31,9	83,6	26,5	57,5	14,1
3-3	<100	32300	37800	2030	18600	23600	752	8570	547	596	29,7	73,0	14,4	53,1	14,1
3-6	<100	29600	35100	1860	17800	16700	739	7370	540	568	28,4	69,5	15,1	52,6	13,6
3-7	<100	30400	35800	1950	18700	20800	1260	8180	541	596	28,7	72,2	14,6	51,7	14,2
4-3	133	19000	24800	1260	11900	13800	646	4600	404	1560	32,8	113	54,5	39,1	9,72
4-6	<100	27300	33300	1790	16700	17500	854	7140	475	623	38,9	97,7	20,5	52,6	12,8
4-9	<100	31600	37800	1970	19500	15700	1080	8640	519	623	31,7	80,8	16,0	56,1	14,2
5-3	<100	24100	31100	1810	16200	9340	454	4740	518	508	48,8	236	28,6	56,5	14,7
5-6	126	22100	28700	1530	14400	9460	527	5140	385	598	108	583	39,7	48,7	11,7
5-9	<100	19100	26600	1260	11800	12800	583	4220	369	604	72,1	305	98,3	51,7	10,8
5-13	102	25700	32000	1650	16600	12500	808	6770	421	575	49,0	226	64,9	59,2	12,7
6-3	131	17900	25100	1200	11400	12900	573	4510	365	719	73,2	388	42,8	43,0	10,1
6-6	272	17400	34600	1260	11100	13000	829	3790	384	587	65,6	402	106	50,2	15,0
6-9	337	31300	36900	1950	20100	21100	1400	8960	525	591	36,5	107	16,5	57,7	14,5
7-3	114	32700	38900	2000	19000	12500	707	8220	527	587	30,9	76,7	15,1	55,3	14,9
7-6	126	28800	35400	1780	17200	13600	608	6760	500	554	31,8	85,4	23,6	52,9	13,6
7-9	101	29500	36800	1770	17400	10700	642	6910	444	651	33,1	96,9	26,9	53,0	13,8
8-3	107	19200	41300	1220	10400	6600	577	4090	571	744	268	983	186	51,5	12,4
8-6	208	12600	37100	900	8660	19300	505	2630	519	870	111	1240	123	46,8	11,3
8-9	339	23500	33500	1570	14000	12000	743	5350	541	694	45,8	320	39,2	47,0	13,3
8-12	121	26200	34400	1640	16700	14400	1200	7010	493	612	48,8	324	39,6	54,9	13,3
8-14	126	27900	33700	1660	18600	15100	1830	7850	458	566	32,2	225	19,7	55,1	12,7
9-3	106	33600	40400	2040	20900	10500	626	8320	608	582	34,5	79,8	14,7	67,9	16,6
9-6	1120	24400	37000	1660	15300	10300	811	4760	468	623	41,5	244	59,0	49,1	13,6
9-9	221	31500	37400	1910	20500	14700	1250	8730	492	554	34,3	107	19,7	61,1	14,4
9-12	175	28200	43200	1790	18300	16500	1190	7490	516	543	35,9	961	44,1	56,8	13,9
9-15	133	29800	37500	1840	19500	15200	1640	8310	490	545	50,0	164	32,9	59,7	14,0
10-3	<100	26200	31600	1710	16100	13400	619	6290	430	546	27,0	86,6	22,7	50,6	12,4
10-6	127	18300	41200	1080	10200	11800	600	3700	487	818	248	1110	71,8	46,4	12,9
10-9	124	21100	36500	1360	12800	11400	566	4650	436	642	78,1	494	145	53,9	12,9

Prøve id.	V	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	Ag	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As*
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
1-3	46,3	<0,5	2,02	59,9	140	44,8	11,9	<2	11,4	<0,2	17,3	3,88	29,1	13,4	9,21	10,9
1-6	59,3	<0,5	0,24	67,4	105	57,7	20,1	<2	10,7	<0,2	24,9	5,44	42,5	20,2	11,8	6,5
1-9	67,3	<0,5	<0,1	75,5	122	65,3	25,8	<2	15,8	<0,2	30,3	6,43	49,5	23,5	13,4	3,6
2-3	65,3	<0,5	<0,1	68,0	106	36,2	17,0	<2	8,8	<0,2	28,5	6,36	53,2	24,3	13,0	3,4
2-6	65,0	<0,5	<0,1	68,3	108	59,8	20,1	<2	8,9	<0,2	29,0	6,06	47,0	22,0	12,5	2,7
2-9	69,1	<0,5	<0,1	74,4	121	69,9	27,0	<2	11,5	<0,2	31,9	6,79	53,8	25,7	14,3	4,0
3-3	71,1	<0,5	<0,1	70,9	122	75,2	29,3	<2	9,6	<0,2	31,2	6,96	57,3	27,0	15,1	4,6
3-6	65,3	<0,5	<0,1	69,8	111	58,4	23,3	<2	8,6	<0,2	30,0	6,39	52,5	24,5	13,8	3,1
3-7	68,2	<0,5	<0,1	69,8	114	68,9	26,1	<2	10,6	<0,2	31,2	6,62	54,1	25,6	14,1	3,9
4-3	49,3	<0,5	<0,1	55,0	732	94,3	16,2	<2	5,7	<0,2	19,1	4,54	42,8	21,2	10,7	3,2
4-6	62,8	<0,5	<0,1	66,5	206	65,1	25,2	<2	9,0	<0,2	28,4	6,03	50,6	23,8	13,7	4,0
4-9	68,8	<0,5	<0,1	71,8	236	64,3	28,1	<2	10,3	<0,2	31,7	6,76	57,8	27,5	15,0	3,5
5-3	60,6	<0,5	<0,1	81,2	85,6	29,5	15,9	<2	<5	<0,2	23,9	5,23	38,4	17,8	10,8	3,7
5-6	53,9	<0,5	<0,1	68,5	109	38,3	17,9	<2	5,1	<0,2	22,7	5,11	42,1	19,4	10,8	2,7
5-9	49,4	<0,5	1,54	59,3	109	58,1	15,8	<2	8,6	<0,2	19,3	4,32	35,1	16,6	9,89	4,8
5-13	58,6	<0,5	0,14	72,3	122	51,5	21,0	<2	9,5	<0,2	26,0	5,52	46,2	22,1	12,2	3,4
6-3	43,4	<0,5	0,32	55,2	157	46,7	16,2	<2	5,4	<0,2	18,6	4,16	40,0	18,9	10,1	3,7
6-6	43,3	<0,5	<0,1	59,9	270	49,8	15,7	<2	11,5	<0,2	18,2	3,98	34,6	16,2	9,13	7,7
6-9	68,5	<0,5	<0,1	74,7	124	73,1	27,5	<2	12,9	<0,2	32,8	6,78	55,0	26,6	14,5	3,9
7-3	69,5	<0,5	<0,1	73,7	123	52,2	28,6	<2	8,0	<0,2	32,3	6,84	59,5	28,0	15,2	2,9
7-6	62,7	<0,5	<0,1	70,0	110	54,8	24,3	<2	6,3	<0,2	29,0	6,05	50,0	23,4	13,1	<2
7-9	64,3	<0,5	<0,1	70,7	115	46,3	26,0	<2	7,7	<0,2	28,5	6,11	49,5	23,6	13,0	4,9
8-3	48,2	<0,5	0,26	79,1	148	74,1	20,9	<2	8,1	0,23	17,6	4,28	37,5	18,0	10,3	7,7
8-6	42,3	<0,5	0,71	59,5	164	61,4	10,6	<2	5,2	<0,2	13,8	2,78	24,9	11,6	6,59	13,4
8-9	57,0	<0,5	0,24	63,8	111	50,2	19,8	<2	11,7	<0,2	24,0	5,22	48,6	21,8	12,3	5,6
8-12	61,4	<0,5	0,47	74,0	138	55,6	22,8	<2	8,4	<0,2	26,7	5,58	47,4	22,4	12,1	5,5
8-14	59,3	<0,5	<0,1	73,1	120	54,5	23,7	<2	9,8	<0,2	29,2	5,73	50,6	23,7	12,8	3,2
9-3	75,0	<0,5	<0,1	92,5	122	42,1	27,7	<2	6,8	<0,2	31,4	7,24	56,1	26,6	14,9	2,4
9-6	60,1	<0,5	0,41	74,2	120	43,1	16,0	<2	65,7	<0,2	21,9	5,63	40,4	18,6	10,6	3,5
9-9	68,4	<0,5	<0,1	82,0	128	53,4	28,0	<2	13,0	<0,2	31,5	6,72	55,1	26,2	14,3	4,0
9-12	64,1	<0,5	<0,1	78,9	121	54,5	24,4	<2	18,3	<0,2	27,5	6,15	49,1	23,3	12,7	2,1
9-15	64,6	<0,5	1,52	79,7	129	53,2	25,8	<2	19,8	<0,2	29,3	6,28	51,6	24,4	13,3	3,2
10-3	57,1	<0,5	<0,1	67,5	106	48,6	21,0	<2	7,8	<0,2	26,6	5,54	45,9	21,9	12,1	4,4
10-6	45,1	<0,5	0,14	59,4	175	85,8	14,3	<2	12,4	0,27	18,2	3,85	33,6	15,8	9,07	16,1
10-9	54,4	<0,5	<0,1	73,9	171	66,7	17,0	<2	8,9	<0,2	21,8	4,48	38,6	18,0	10,2	13,3

Prøve id.	As mg/kg	Cd mg/kg	Sn mg/kg	Hg [mg/kg]
1-3	16	2,3	21	0,1
1-6	9,1	0,54	< 3	0,02
1-9	7,9	0,3	< 3	< 0,01
2-3	7,1	0,09	< 3	0,04
2-6	6,7	0,2	< 3	0,04
2-9	6,7	0,14	< 3	0,01
3-3	8	0,12	< 3	< 0,01
3-6	7,2	0,11	< 3	< 0,01
3-7	7	0,13	< 3	< 0,01
4-3	5,8	0,14	5	0,14
4-6	7,4	0,12	< 3	0,04
4-9	7,6	0,04	< 3	0,01
5-3	6,3	0,18	< 3	0,02
5-6	6,6	0,41	4	0,04
5-9	6,6	1,8	62	0,09
5-13	6,3	0,49	8	0,04
6-3	6,9	0,55	7	0,13
6-6	13	0,49	11	0,23
6-9	6,7	0,12	< 3	0,01
7-3	6,9	0,14	< 3	< 0,01
7-6	7,3	0,15	< 3	0,1
7-9	8,1	0,23	< 3	0,04
8-3	11	0,62	13	0,05
8-6	19	1,1	29	0,21
8-9	7,8	0,53	5	0,06
8-12	8,7	0,79	7	0,09
8-14	5,2	0,2	< 3	0,02
9-3	5,6	0,16	< 3	< 0,01
9-6	6,3	0,72	< 3	0,13
9-9	5,7	0,17	< 3	0,02
9-12	5,8	0,41	9	0,03
9-15	5,6	1,8	< 3	0,03
10-3	7	0,24	< 3	0,01
10-6	19	0,54	6	0,78
10-9	17	0,29	4	0,24

Prøve id.	Si* [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
10-12	116	21200	27400	1320	13400	11900	691	5390	385	611	41,4	292	31,9	46,4	10,8
10-15	151	26400	36300	1610	16700	14200	1540	7160	445	630	60,4	327	71,4	60,6	13,4
11-3	114	31200	37500	1890	18800	12600	667	7960	520	564	32,0	83,8	18,8	59,1	14,4
11-6	108	21300	29400	1390	13500	13000	584	5390	422	617	40,5	225	29,5	60,2	11,6
11-9	115	17700	44000	1180	11100	13900	530	4270	444	577	42,1	1080	50,4	52,4	14,2
11-12	1260	13000	67800	814	8160	12700	937	2660	573	822	902	1630	314	87,1	16,2
11-15	117	27400	35400	1680	16800	11400	1090	7240	452	565	34,3	301	27,9	55,6	13,3
12-3	128	19800	25800	1230	12300	9940	483	4280	386	553	27,4	113	34,3	37,9	10,5
12-6	161	17800	22600	1130	10800	11600	540	3830	288	1000	42,9	541	42,9	39,0	9,61
12-9	116	21500	29400	1350	13300	12500	734	5470	398	601	60,5	513	34,1	49,6	11,2
12-12	146	22800	38600	1410	14300	13900	949	5560	457	888	163	464	228	82,3	13,9
12-15	100	23100	31200	1410	14600	13000	889	6100	435	666	52,7	294	41,0	57,2	12,3
13-3	110	22000	27500	1530	13900	7330	527	4970	371	620	27,3	79,7	26,2	43,4	12,0
13-6	121	24800	31800	1640	14900	8760	582	5610	440	663	32,4	85,4	19,9	47,8	13,1
13-9	100	28700	34400	1770	18200	9570	645	6980	489	544	29,1	78,0	17,0	55,4	14,0
14-3	<100	24100	29100	1550	14000	7820	538	5160	393	569	29,4	83,4	25,9	44,2	11,4
14-6	109	24500	29800	1550	15300	13300	629	5980	409	657	29,9	99,2	26,3	45,6	11,8
15-3	100	29400	35100	1900	18600	13000	644	6860	571	569	28,3	81,5	25,0	51,9	13,7
15-6	<100	24100	29600	1580	14600	10400	571	5470	385	658	52,1	200	22,5	49,7	12,2
15-9	251	29600	35700	1950	18100	11900	674	6230	521	553	30,7	104	15,5	57,4	14,6
15-12	100	32400	38200	2100	20500	19000	1120	8520	530	597	33,0	205	17,3	62,0	14,9
16-3	<100	18900	24500	1320	13100	12200	499	4150	423	412	31,3	82,0	16,6	46,8	11,2
16-6	<100	27000	33100	1710	16400	14300	676	6850	508	557	30,1	79,0	16,3	53,1	13,5
16-9	272	28900	34700	1800	16300	10100	638	6560	538	633	32,6	122	29,2	50,6	13,4
17-3	123	31700	37100	1970	19200	18400	709	8300	555	599	30,5	76,9	17,8	56,0	14,2
17-6	117	29800	34800	1860	17000	13700	660	7060	481	567	28,7	73,4	17,3	50,2	12,8
18-3	105	33400	38400	2010	21700	23800	965	9680	520	565	30,1	69,8	13,6	55,3	13,6
19-3	128	33900	40300	2000	18800	9300	696	7870	547	558	29,6	72,2	15,6	56,8	14,4
19-6	111	16400	22400	1010	9010	10800	657	3400	323	742	59,3	387	48,5	41,0	10,3
19-9	283	22300	29200	1200	12800	14200	954	4930	371	1850	102	519	175	45,0	10,7
19-12	823	16700	182000	1110	9530	13100	765	3830	1240	1520	1950	819	8770	165	36,5
19-15	127	33200	39100	1910	22100	17800	1990	10500	478	575	39,4	104	42,4	66,0	13,8
19-16	217	30500	53000	1770	19200	20700	1820	8760	571	739	886	723	73,1	68,6	14,4
20-3	119	29400	40100	1880	16400	14100	814	6690	436	642	142	267	63,8	53,8	12,3
20-6	118	33300	38000	2030	20100	20800	962	8940	517	579	34,5	98,0	22,1	56,3	13,4

Prøve id.	V	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	Ag	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As*
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
10-12	59,6	<0,5	<0,1	61,8	110	44,9	16,1	<2	6,5	<0,2	22,1	4,64	39,2	18,5	10,2	<2
10-15	59,1	<0,5	<0,1	77,6	160	63,9	23,0	<2	12,7	<0,2	26,6	5,44	47,2	22,3	12,0	9,0
11-3	66,2	<0,5	<0,1	78,3	116	50,0	26,5	<2	7,6	<0,2	30,9	6,50	52,8	25,4	14,1	2,5
11-6	49,6	<0,5	<0,1	76,8	118	60,5	19,3	<2	6,4	<0,2	21,7	4,82	40,3	19,2	11,0	3,4
11-9	44,9	<0,5	<0,1	59,5	129	57,4	16,6	<2	7,1	<0,2	18,5	4,11	35,8	17,1	9,98	20,3
11-12	89,5	39,4	1,37	206	316	52,8	9,6	<2	12,8	0,20	14,1	3,02	26,5	13,1	6,86	8,8
11-15	60,1	<0,5	<0,1	72,6	191	47,6	25,5	<2	8,4	<0,2	27,7	5,84	54,0	25,4	13,5	3,8
12-3	47,1	<0,5	<0,1	57,2	81,8	36,1	13,5	<2	6,8	<0,2	21,8	4,41	36,6	17,4	9,69	2,2
12-6	43,3	<0,5	0,13	56,8	134	59,1	11,4	<2	6,4	0,24	18,5	4,10	35,7	16,9	9,56	3,6
12-9	61,3	<0,5	<0,1	61,6	118	46,8	17,6	<2	7,2	<0,2	22,2	4,81	41,3	19,7	10,8	4,3
12-12	56,4	<0,5	<0,1	98,9	173	68,0	19,1	<2	11,2	0,21	22,9	4,77	40,9	19,2	10,7	10,9
12-15	71,1	<0,5	<0,1	69,4	123	50,7	19,7	<2	10,6	<0,2	23,6	5,21	44,1	20,7	11,6	3,6
13-3	52,4	<0,5	<0,1	62,6	86,1	31,2	17,7	<2	5,5	<0,2	22,3	4,91	41,1	19,5	10,9	4,8
13-6	58,5	<0,5	<0,1	69,1	95,1	35,9	20,0	<2	6,0	<0,2	24,3	5,46	44,8	21,1	11,6	2,5
13-9	63,4	<0,5	<0,1	77,9	112	39,6	23,5	<2	5,7	<0,2	28,8	6,17	53,6	25,3	13,3	<2
14-3	53,8	<0,5	<0,1	63,4	95,9	35,6	17,6	<2	5,4	<0,2	24,2	5,12	40,8	19,6	10,7	3,6
14-6	53,8	<0,5	<0,1	64,7	109	51,9	19,9	<2	6,3	<0,2	26,3	5,22	42,2	20,1	11,5	3,2
15-3	67,2	<0,5	<0,1	78,4	110	48,3	20,2	<2	7,8	<0,2	28,3	6,11	47,6	23,0	15,4	2,3
15-6	56,5	<0,5	<0,1	65,2	109	43,7	18,1	<2	8,4	<0,2	23,4	5,20	41,2	19,5	11,4	2,8
15-9	66,1	<0,5	<0,1	82,0	107	44,1	20,8	<2	6,6	<0,2	27,7	6,03	46,5	21,8	13,1	2,8
15-12	71,5	<0,5	<0,1	82,7	124	64,1	25,6	<2	9,3	<0,2	31,3	6,80	53,7	25,6	14,5	2,9
16-3	44,7	<0,5	<0,1	58,6	63,7	41,2	16,3	<2	5,6	<0,2	19,7	4,61	36,0	18,0	10,7	3,5
16-6	60,9	<0,5	<0,1	67,5	101	55,2	24,6	<2	8,8	<0,2	26,8	5,99	50,3	24,0	13,5	3,3
16-9	64,4	<0,5	<0,1	70,9	120	45,8	22,5	<2	7,5	<0,2	29,0	6,30	49,8	23,4	13,1	2,4
17-3	70,0	<0,5	<0,1	76,3	124	63,0	25,6	<2	8,3	<0,2	31,1	6,94	55,4	26,5	14,6	<2
17-6	62,9	<0,5	<0,1	68,2	114	53,4	22,2	<2	8,3	<0,2	28,7	6,19	52,9	25,1	13,5	3,0
18-3	67,1	<0,5	<0,1	74,4	126	78,1	28,0	<2	13,1	<0,2	33,7	6,69	55,5	26,8	14,6	3,8
19-3	69,2	<0,5	<0,1	72,2	119	45,1	27,7	<2	8,6	<0,2	33,1	6,89	59,9	28,7	15,5	4,6
19-6	54,6	<0,5	1,06	48,0	221	57,2	13,9	<2	9,1	0,74	18,1	4,24	37,4	18,2	11,1	5,6
19-9	54,9	<0,5	0,54	59,8	233	63,1	17,0	<2	11,6	0,49	22,7	4,81	38,4	18,8	10,8	6,0
19-12	271	<0,5	<0,1	149	172	46,7	14,3	<2	11,1	<0,2	17,1	3,31	36,6	20,4	7,71	58,2
19-15	71,0	<0,5	<0,1	87,4	153	62,5	27,9	<2	11,6	<0,2	34,1	6,76	54,1	26,1	14,2	2,8
19-16	76,3	<0,5	<0,1	83,6	157	68,8	25,1	<2	10,9	<0,2	30,2	6,23	49,1	23,8	13,1	5,6
20-3	60,6	<0,5	<0,1	72,4	121	50,6	21,7	<2	8,6	<0,2	26,8	5,69	45,3	22,0	12,2	4,2
20-6	67,2	<0,5	<0,1	76,0	131	67,6	28,6	<2	9,2	<0,2	31,6	6,73	55,8	26,6	14,5	2,9

Prøve id.	As mg/kg	Cd mg/kg	Sn mg/kg	Hg [mg/kg]
10-12	5,4	0,4	14	0,1
10-15	12	0,28	4	0,6
11-3	6,5	0,11	< 3	0,01
11-6	6,1	0,41	7	0,06
11-9	27	0,57	9	0,24
11-12	23	1,9	120	0,27
11-15	6,8	0,2	50	0,07
12-3	4,7	0,17	< 3	0,04
12-6	5,6	0,35	7,1	0,09
12-9	6	0,41	21	0,09
12-12	19	0,35	11	0,24
12-15	6,6	0,34	28	0,12
13-3	7,8	0,13	< 3	0,04
13-6	7,6	0,15	< 3	0,03
13-9	6,2	0,17	< 3	0,02
14-3	5,3	0,18	< 3	0,06
14-6	6,2	0,2	< 3	0,05
15-3	5,5	0,14	< 3	0,04
15-6	6,2	0,17	< 3	0,07
15-9	6	0,15	< 3	0,03
15-12	5,8	0,36	< 3	0,04
16-3	5,1	0,24	< 3	< 0,01
16-6	6,8	0,15	< 3	0,01
16-9	6,3	0,22	< 3	0,06
17-3	5,9	0,11	< 3	0,02
17-6	6	0,18	< 3	0,04
18-3	6,1	0,09	< 3	< 0,01
19-3	7,6	0,16	< 3	0,01
19-6	11	1,2	12	0,07
19-9	10	0,83	62	0,15
19-12	9	1,6	240	0,28
19-15	5,4	0,25	5,7	0,02
19-16	13	0,4	20	0,08
20-3	7,2	0,6	< 3	0,11
20-6	6,3	0,19	< 3	0,03

Prøve id.	Si* [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
20-9	<100	32100	36300	1950	21100	18800	1540	9560	481	566	32,4	85,6	17,3	61,0	13,5
20-12	102	31800	37600	2010	20200	16900	1560	8900	491	648	38,0	116	25,1	61,2	14,0
20-12,5	<100	31900	37000	1940	20600	18600	2430	9370	496	584	35,5	109	22,9	59,8	13,8
21-3	126	15600	24000	1120	9610	10700	581	3600	323	567	48,1	327	37,1	34,8	8,38
21-6	172	15300	24700	1080	9120	28100	663	3510	573	621	57,3	667	99,5	42,1	8,39
21-9	168	18900	31800	1290	11400	12100	708	4460	373	587	44,6	436	161	46,4	10,7
21-12	133	29700	37700	1890	18700	20500	1550	8220	499	612	34,5	203	32,8	54,4	13,0

Prøve id.	V	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	Ag	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As*
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
20-9	66,1	<0.5	<0.1	82,2	135	63,2	27,9	<2	10,6	<0.2	32,1	6,55	53,8	26,1	14,2	<2
20-12	68,4	<0.5	<0.1	80,1	134	58,7	27,6	<2	10,4	<0.2	31,3	6,62	53,4	25,7	14,4	2,8
20-12,5	67,7	<0.5	<0.1	80,4	136	65,1	28,2	<2	10,4	<0.2	32,0	6,63	55,3	26,7	14,5	4,2
21-3	37,6	<0.5	0,48	46,6	88,5	39,2	12,7	<2	8,3	<0.2	15,2	3,51	32,7	15,1	8,69	2,8
21-6	36,8	<0.5	0,63	53,2	115	121	13,5	<2	10,3	<0.2	14,8	3,29	29,8	14,0	8,14	5,7
21-9	43,9	<0.5	0,22	75,0	105	49,1	14,2	<2	11,3	<0.2	18,8	4,05	33,5	16,1	9,08	3,6
21-12	62,6	<0.5	<0.1	72,3	132	69,8	25,2	<2	14,4	<0.2	28,9	6,10	50,0	24,0	13,1	3,4

Prøve id.	As mg/kg	Cd mg/kg	Sn mg/kg	Hg [mg/kg]
20-9	5,5	0,21	< 3	0,02
20-12	6,6	0,21	< 3	0,05
20-12,5	6	0,26	< 3	0,03
21-3	5,6	0,75	< 3	0,1
21-6	9,3	0,88	14	0,32
21-9	7,5	0,57	12	0,12
21-12	6,8	0,28	3	0,08

Prøve id.	Si [mg/L]	Al [mg/L]	Fe [mg/L]	Ti [mg/L]	Mg [mg/L]	Ca [mg/L]	Na [mg/L]	K [mg/L]	Mn [mg/L]	P [mg/L]	Cu [mg/L]	Zn [mg/L]	Pb [mg/L]
Oppstrøms	3,71	0,051	0,727	0,0012	12,1	64,1	48,6	17,7	0,261	2,83	<0,005	0,0104	0,0139
Oppstrøms	3,79	0,060	0,879	0,0012	12,3	64,2	48,7	18,0	0,260	2,93	<0,005	0,0110	0,0140
Oppstrøms	3,79	0,050	0,815	0,0014	11,7	60,7	46,4	17,4	0,257	3,22	<0,005	0,0091	0,0104
Oppstrøms	3,97	0,096	1,71	0,0011	9,87	58,3	54,2	17,8	0,481	3,84	<0,005	0,0103	0,0186
Oppstrøms	3,70	0,058	0,731	0,0012	11,7	62,0	47,1	17,0	0,257	3,02	<0,005	0,0097	0,0117
Oppstrøms	3,66	0,054	0,823	0,0011	11,1	59,5	45,0	15,9	0,250	2,70	<0,005	0,0091	0,0182
Oppstrøms	3,67	0,116	1,48	0,0010	7,97	47,1	61,9	23,7	0,478	6,12	<0,005	0,0088	0,0114
Oppstrøms	3,51	0,109	1,20	0,0011	8,06	48,9	63,1	23,6	0,485	5,55	<0,005	0,0101	0,0075
Oppstrøms	3,66	0,123	1,46	<0,001	7,92	49,6	63,5	24,7	0,486	6,15	<0,005	0,0088	0,0108
Oppstrøms	3,72	0,116	1,40	0,0010	7,72	46,4	59,8	22,2	0,463	6,28	<0,005	0,0089	0,0134
Oppstrøms	3,57	0,116	1,40	0,0011	7,73	47,4	60,2	22,8	0,465	6,04	<0,005	0,0092	0,0130
Oppstrøms	3,90	0,114	1,50	0,0012	9,35	55,7	52,3	17,1	0,454	4,08	<0,005	0,0098	0,0081
Oppstrøms	3,96	0,104	1,61	0,0011	9,48	55,8	52,4	17,3	0,457	4,03	<0,005	0,0097	0,0119
Oppstrøms	3,83	0,093	1,51	0,0012	9,56	55,3	52,2	17,3	0,460	3,99	<0,005	0,0098	0,0131
Oppstrøms	4,02	0,089	1,47	0,0011	8,94	51,6	49,3	16,1	0,431	4,43	<0,005	0,0093	0,0111
Oppstrøms	3,79	0,082	1,43	<0,001	8,85	51,9	49,8	16,2	0,425	4,04	<0,005	0,0094	0,0124
Nedstrøms	2,58	<0,02	0,237	<0,001	17,2	52,5	114	14,9	0,0701	2,89	<0,005	0,0149	0,0156
Nedstrøms	3,05	<0,02	0,141	0,0011	12,5	54,8	67,2	10,4	0,0259	1,56	<0,005	0,0337	0,0092
Nedstrøms	2,88	<0,02	0,115	<0,001	11,9	50,9	68,0	12,0	0,0897	1,55	<0,005	0,0135	0,0104
Nedstrøms	2,07	<0,02	0,0203	<0,001	7,33	35,2	32,8	5,61	0,0047	0,448	<0,005	0,0325	0,0080
Nedstrøms	3,19	<0,02	0,0214	0,0011	10,5	55,7	50,5	8,79	0,0056	0,923	0,0083	0,0324	0,0134
Nedstrøms	2,39	<0,02	0,0334	<0,001	7,92	42,4	31,7	6,77	0,0074	0,613	<0,005	0,0189	0,0101
Nedstrøms	3,23	0,023	0,277	0,0012	9,19	53,7	42,8	9,46	0,129	1,50	<0,005	0,0124	0,0132
Nedstrøms	3,10	<0,02	0,0509	<0,001	10,4	57,0	34,7	9,02	0,0051	0,792	<0,005	0,0368	0,0118
Nedstrøms	3,60	<0,02	0,136	0,0012	10,3	59,5	40,9	9,30	0,121	1,35	<0,005	0,0155	0,0139
Nedstrøms	1,10	0,033	1,31	0,0015	12,0	61,3	50,5	11,7	0,168	2,13	<0,005	0,0103	0,0128
Nedstrøms	3,43	<0,02	0,176	0,0011	9,70	56,4	42,8	10,4	0,0121	1,20	<0,005	0,0475	0,0109
Nedstrøms	3,34	<0,02	0,131	<0,001	14,0	59,5	67,1	12,2	0,115	1,57	<0,005	0,0132	0,0151
Nedstrøms	2,95	0,032	0,342	0,0011	15,2	59,1	113	14,2	0,165	2,23	<0,005	0,0172	0,0112
Nedstrøms	3,69	0,028	0,196	<0,001	11,2	54,2	57,1	13,1	0,139	2,78	<0,005	0,0170	0,0169
Nedstrøms	2,67	<0,02	0,131	<0,001	13,7	52,9	92,7	12,7	0,0032	2,13	0,0271	0,162	0,0083

Prøve id.	Ni [mg/L.]	Co [mg/L.]	V [mg/L.]	Mo [mg/L.]	Cd [mg/L.]	Cr [mg/L.]	Ba [mg/L.]	Sr [mg/L.]	Zr [mg/L.]	Ag [mg/L.]	B [mg/L.]	Be [mg/L.]	Li [mg/L.]	Sc [mg/L.]	Ce [mg/L.]
1	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0147	0,204	<0.002	<0.005	0,073	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
2	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0145	0,203	<0.002	<0.005	0,103	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
3	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0132	0,196	<0.002	<0.005	0,078	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
4	<0.005	0,0014	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0195	0,179	<0.002	<0.005	0,084	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
5	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0132	0,197	<0.002	<0.005	0,088	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
6	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0131	0,188	<0.002	<0.005	0,085	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
7	<0.005	0,0017	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0099	0,157	<0.002	<0.005	0,071	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
8	<0.005	0,0015	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0090	0,160	<0.002	<0.005	0,071	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
9	<0.005	0,0019	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0103	0,161	<0.002	<0.005	0,072	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
10	<0.005	0,0013	<0.005	<0.005	<0.0005	0,0022	0,0103	0,150	<0.002	<0.005	0,073	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
11	<0.005	0,0019	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0095	0,153	<0.002	<0.005	0,071	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
12	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0192	0,172	<0.002	<0.005	0,081	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
13	<0.005	0,0010	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0185	0,172	<0.002	<0.005	0,081	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
14	<0.005	0,0014	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0181	0,170	<0.002	<0.005	0,080	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
15	<0.005	0,0013	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0173	0,159	<0.002	<0.005	0,080	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
16	<0.005	0,0013	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0158	0,161	<0.002	<0.005	0,079	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
101	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0222	0,216	<0.002	<0.005	0,080	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
102	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0097	0,160	<0.002	<0.005	0,066	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
103	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0089	0,135	<0.002	<0.005	0,083	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
104	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	0,00293	<0.002	0,0316	0,106	<0.002	<0.005	0,046	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
105	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	0,00266	<0.002	0,0192	0,176	<0.002	<0.005	0,054	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
106	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0268	0,132	<0.002	<0.005	0,049	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
107	<0.005	0,0011	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0444	0,177	<0.002	<0.005	0,053	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
108	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	0,00200	<0.002	0,0184	0,168	<0.002	<0.005	0,048	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
109	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0259	0,190	<0.002	<0.005	0,051	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
110	<0.005	0,0011	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0723	0,207	<0.002	<0.005	0,055	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
111	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	0,00111	<0.002	0,0221	0,172	<0.002	<0.005	0,054	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
112	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0217	0,212	<0.002	<0.005	0,066	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
113	<0.005	0,0011	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0211	0,213	<0.002	<0.005	0,081	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
114	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.002	0,0201	0,176	<0.002	<0.005	0,069	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02
115	<0.005	<0.001	<0.005	<0.005	0,00177	<0.002	0,0396	0,190	<0.002	<0.005	0,086	<0.001	<0.005	<0.001	<0.02

Prøve id.	La [mg/L]	Y [mg/L]	As* [mg/L]	Sb* [mg/L]	S* [mg/L]	Cd µg/L	Sn µg/L	Hg [µg/l]
1	<0.005	<0.001	0,031	<0.005	58,3	< 0.02	< 2	< 0.01
2	<0.005	<0.001	0,034	<0.005	184	0,02	< 2	0,02
3	<0.005	<0.001	0,043	<0.005	117	< 0.02	< 2	< 0.01
4	<0.005	<0.001	0,028	<0.005	182	0,05	< 2	< 0.01
5	<0.005	<0.001	0,030	<0.005	197	0,03	< 2	< 0.01
6	<0.005	<0.001	0,037	<0.005	191	< 0.02	< 2	< 0.01
7	<0.005	<0.001	0,035	<0.005	176	0,06	< 2	< 0.01
8	<0.005	<0.001	0,034	<0.005	137	0,02	< 2	< 0.01
9	<0.005	<0.001	0,035	<0.005	210	0,03	< 2	< 0.01
10	<0.005	<0.001	0,025	<0.005	148	0,03	< 2	< 0.01
11	<0.005	<0.001	0,036	<0.005	236	0,1	< 2	< 0.01
12	<0.005	<0.001	0,033	<0.005	276	0,03	< 2	< 0.01
13	<0.005	<0.001	0,027	<0.005	272	0,03	< 2	0,09
14	<0.005	<0.001	0,036	<0.005	306	< 0.02	< 2	< 0.01
15	<0.005	<0.001	0,023	<0.005	79,8	0,03	< 2	< 0.01
16	<0.005	<0.001	0,030	<0.005	323	0,02	< 2	< 0.01
101	<0.005	<0.001	0,027	<0.005	15,2	0,31	< 2	< 0.01
102	<0.005	<0.001	<0.015	<0.005	15,7	0,52	< 2	< 0.01
103	<0.005	<0.001	0,026	<0.005	13,9	0,17	< 2	< 0.01
104	<0.005	<0.001	<0.015	<0.005	9,68	2,9	< 2	< 0.01
105	<0.005	<0.001	<0.015	<0.005	13,5	2,9	< 2	< 0.01
106	<0.005	<0.001	<0.015	<0.005	9,98	0,36	< 2	< 0.01
107	<0.005	<0.001	0,022	<0.005	28,0	0,17	< 2	< 0.01
108	<0.005	<0.001	0,024	<0.005	11,1	1,9	< 2	< 0.01
109	<0.005	<0.001	0,020	<0.005	11,6	0,11	< 2	< 0.01
110	<0.005	<0.001	0,025	<0.005	10,1	0,1	< 2	< 0.01
111	<0.005	<0.001	<0.015	<0.005	12,8	1,1	< 2	< 0.01
112	<0.005	<0.001	0,023	<0.005	11,8	0,04	< 2	< 0.01
113	<0.005	<0.001	0,027	<0.005	13,8	< 0.02	< 2	< 0.01
114	<0.005	<0.001	0,024	<0.005	16,6	0,05	2,3	< 0.01
115	<0.005	<0.001	<0.015	<0.005	14,6	1,3	< 2	< 0.01