

Bergen kommune

ROS-analyse for Møllendal

Fagrapport

Oktober 2008

Bergen kommune

ROS-analyse for Møllendal

Fagrapport

Oktober 2008

Dokumentnr. 1
Versjon 1
Utgivelsesdato 21.10.08

Utarbeidet Edana Fedje, Ane Gjesdal, Øyvind Weholt, Anita Cemalovic, Eyvind Hellseberg, Oddmund Soldal

Kontrollert Oddmund Soldal
Godkjent Oddmund Soldal

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
1 Innledning	5
2 Metode	5
3 Gjennomføring og organisering	6
4 Systemdefinisjon	6
5 Sårbare objekter	6
6 Kartlegging av uønskede hendelser	7
6.1 Grunnforurensning	7
6.2 Byggegrunn	11
6.3 Vannstand	14
7 Vurderingskriterier	15
7.1 Sannsynlighetsgrad	15
7.2 Konsekvensgrad	15
8 Sammenstilling av analyse	16
9 Resultater	17
10 Kommentarer/Anbefalinger	17
11 Referanser	17

Sammendrag

I forbindelse med utarbeidelse av 2 reguleringsplaner for Møllendalområdet er det gjennomført en ROS-analyse som omfatter 3 tema:

forurensset grunn, byggegrunn og risiko tiknyttet fremtidig økning av vannstand.

Fysiske feltundersøkelser er utført for grunnforurensning og geotekniske forhold på området. Detaljerte resultater og diskusjoner av feltkartleggingen er omtalt i egen rapport.

ROS-analysen har identifisert 8 ”hendelser” som anses å være relevant innenfor de ulike tema.

Følgende ”hendelser” er inkludert:

A. Grunnforurensning

1. Forurensset masse
2. Radon
3. Gass
4. Spredning av forurensning til Store Lungegårdsvannet

B. Byggegrunn

5. Setninger
6. Ras/erosjon
7. Forurensning av badevann etter etablering av badestrand

C. Vannstand

8. Flom forbundet med ekstremvær og økt vannstand.

Resultatet av ROS-analysen er oppsummert i det følgende:

Forurensset masse

Store deler av planområdet er forurensset, og spesielt i område 3, nord for Belsen er det arealer som ikke egner seg for det planlagte arealbruk. Barnehageutbygging er best egnet i området sør for Belsen og på nordsiden av Møllendalselva.

Radon

Det er målt radonnivå i 1.etasje i 3 bygninger på området. Nivået som ble målt var svært lavt og under anbefalte tiltaksgrenser. I ROS-analysen er det valgt å karakterisere risiko som akseptabel hvis tiltaksgrenser ikke er overskredet. Radonstråling anses derfor ikke å utgjøre en risiko ved bygging på området.

Gass

Selv om det ikke er påvist gassdannelse i fyllingen, kan det ikke sees bort fra at det kan foreligge gassdannelse lokalt. Dette anses imidlertid som mindre sannsynlig.

Spredning til Store Lungegårdsvann

Risiko for en forverring av miljøet i Store Lungegårdsvann anses som liten. Det vil muligens kunne bli noe større utlekking ved økt trykk på massene, noe som kan unngås ved peling av byggene.

Setninger

Området er generelt lite egnet som byggegrunn. Det finnes soner med bærende grunn, men som helhet er trolig peling til fjell den sikreste fundamenteringsmetoden. Uten peling til fjell kan derfor faren for setninger anses som stor.

Ras/erosjon

Området ligger slik at det ikke er mulig med ras fra omgivelsen. Rasrisiko vil imidlertid være knyttet til erosjon av elvebredden i flomsituasjoner og ekstremvær.

Forurensning av badevann

Risiko forbundet med bading i Møllendalselven anses som høy, med mindre det ryddes opp og det skjer en opprydding og sanering av utslipp oppstrøms i elva. Risiko er forbundet med helseproblemer som skyldes vannkvalitet i elva. Fremtidig vannstandsøkning vil endre på situasjonen.

Flom

Fare for flom og oversvømmelse av området anses som stor, spesielt sett i lys av fremtidige prognoser om vannstandsøkning og ekstremnedbør. Sett i et lengre tidsperspektiv er risiko er ansett som høy.

Matrisen under viser risiko som er vurdert for de ulike hendelsene.

Risikomatrise					
Sannsynlighet	Konsekvens				
	Ubetydelig	Mindre alvorlig	Betydelig	Alvorlig	Svært alvorlig
Svært sannsynlig			Forurensning av badevann	Forurenset masse Setninger Flom	
Meget sannsynlig					
Sannsynlig			Ras/erosjon		
Mindre sannsynlig		Spredning til Store Lungegårdsvann		Gass	
Lite sannsynlig					

	Lav risiko
	Middels risiko
	Høy risiko

Konklusjon

Det sees at høyest risiko, med mindre det gjøres tiltak, er forbundet med grunnforurensning, bading i Mølendalselven, setninger og flom. De to første hendelser innebærer en helserisiko, mens de andre i første rekke innebærer fare for skader på bygninger og tilhørende økonomisk konsekvenser.

1 Innledning

I forbindelse med utarbeidelsen av to reguleringsplaner i Møllendal ved Store Lungegårds vann skal det gjennomføres en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) som grunnlag for det videre reguleringsarbeid.

Analysen skal gi grunnlag for sikker arealforvaltning i forhold til planlagte utbyggingsområder, og skal avdekke mulige risiko- og sårbarhetsområder som må analyseres nærmere ved utarbeiding av regulerings- eller bebyggelsesplaner eller gjennomføring av KU-pliktige tiltak. Analysen skal også kunne avdekke om det er områder som ikke bør avsettes som utbyggingsområder pga. for høy risiko, eventuelt om det er behov for spesielle avbøtende tiltak.

ROS-analysen er basert på kjent kunnskap samt resultatet av utvalgte oppgaver som inngår i oppdraget. Dette omfatter følgende:

1. **Forurensset grunn.** Utredding av forurensset grunn inklusiv forurensede masser og radon.
2. **Byggegrunn.** Avklaring av områdets egnethet som byggegrunn, bl.a etablering av badestrand på Grønneviksøren.
3. **Vannstand.** Utredding av flom og flo i Møllendalselven og i Store Lungegårds vann.

Analysen bygger på ulike delutredninger. Delutredningene ligger som vedlegg:

Vedlegg 1: Miljøteknisk grunnundersøkelse

Vedlegg 2: Vurdering av fundamenteringsforhold

Vedlegg 3: Vurdering av vannstandsending og flomfare

Vedlegg 4: Vurdering av radonfare

Vedlegg 5: Vurdering av tiltak i strandsone og elv

ROS-analyser er begrenset til endringer/hendelser som vil kunne innebære en risiko for de aktiviteter som omfattes av reguleringsplanen. Risiko forbundet med eksisterende arealbruk er således ikke vurdert.

De ulike tema som er inkludert i ROS-analysen vil kunne ha ulik relevans og konklusjon avhengig av tidsperspektivet. Dette skyldes prognoser for fremtidig vannstandsøking som skyldes en generell stigning av havnivå. Siden det her ligger betydelige usikkerheter, er det ikke funnet hensiktsmessig å legge en slik forutsetning til grunn for hendelsene. Risiko forbundet med vannstandsøkningen er imidlertid behandlet spesielt.

2 Metode

Analysen er utført som en grovanalyse basert på den systematikk som bl.a. er beskrevet i "Veileder i bruk av kommunale Risiko- og Sårbarhetsanalyser", utarbeidet av Direktoratet for sivilt beredskap, 2003 /1/.

Analysen omfatter risiko og sårbarhet for både menneske, miljø og materiell. Analysen omfatter ulike hendelser som kan oppstå i forbindelse med den planlagte utbyggingen, d.v.s sannsynligheten for at hendelser kan oppstå og hvilke konsekvenser dette kan ha for de aktuelle områdene som inngår i analysen.

3 Gjennomføring og organisering

COWI AS har vært ansvarlig for utarbeidelse ROS-analysen.

Analysen er gjennomført ved at resultatet av de ulike oppgaver er analysert og systematisert i en ROS-analyse. COWI har gjennomført et oppstartmøte i Bergen kommune hvor det ble en avklaring om gjennomføringen av de ulike oppgavene. Det har videre vært et møte med kommunen i slutfasen av arbeidet, hvor ulike risikoforhold ble diskutert.

4 Systemdefinisjon

Elementer som skal vurderes i ROS-analysen er bestemt av Bergen kommune i konkurransegrunnlaget for anskaffelsen og omfatter det som er angitt over.

Grunnlaget er hentet fra detaljerte rapporter/notater som er vedlagt denne ROS-analysen.

ROS-analysen er begrenset til de elementer som er etterspurt av kommunen. Analysens detaljeringsnivå er tilpasset at denne skal brukes som et grunnlag for videre reguleringsarbeid, hvor reguleringsplanene gjelder tilrettelegging for utbygging til boliger, næring, barnehage og kunsthøgskole.

For å få en bedre oversikt over hvordan risiko kan være forskjellig innenfor planområdet er det valgt å inndele området i 4 delområder:

Delområde 1: Sør for Belsen

Delområde 2: Belsen

Delområde 3: Nord for Belsen

Delområde 4: Nordsiden av Møllendalselven.

Dette kan være spesielt nyttig i forbindelse med vurdering av risiko forbundet med grunnforurensning, og den betydning denne har for ulikt typer arealbruk.

Kart i Vedlegg A viser en oversikt over området som omfattes av reguleringsplanene.

5 Sårbare objekter

Sårbare objekter som skal inngå i ROS-analysen er begrenset til de funksjoner som inngår eller kan bli berørt av reguleringsplanene. Dette innebærer at ROS-analysen primært vil omfatte risiko forbundet med bygging på området, noe som innebærer risiko tilknyttet bygg i seg selv og mennesker som bor eller oppholder seg i bygningen eller på utearealer tilknyttet aktivitetene. Planen kan dessuten ha betydning for tilstanden i Møllendalselven og Store Lungegårdsvann.

Angitte funksjoner som omfattes av de sårbare objektene er boliger, næringsbygg, barnehager og kunsthøgskole. Det er også aktuelt med etablering av badestrand, badebrygger o.l i strandsonen langs Grønneviksøren. Endringer av situasjonen i Store Lungegårdsvann er også vurdert.

6 Kartlegging av uønskede hendelser

Følgende ”hendelser” er inkludert:

- A. Grunnforurensning
 - 1. Forurensset masse
 - 2. Radon
 - 3. Gass
 - 4. Spredning av forurensning til Store Lungegårdsvannet
- B. Byggegrunn
 - 5. Setninger
 - 6. Ras/erosjon
 - 7. Forurensning av badevann etter etablering av badestrand
- C. Vannstand
 - 8. Flom forbundet med ekstremvær og økt vannstand

6.1 Grunnforurensning

6.1.1 Forurensset masse

I det meste av reguleringsområdet ligger det en nedlagt avfallsplass som er en ukontrollert fylling i perioden 1945-1975. Avfallet er lagt fra strandsonen og ut i Store Lungegårdsvann.

Det er derfor åpenbart at de aktuelle området er forurensset, noe som innebærer at det eksisterer en viss helserisiko ved utbygging på området. Risikoaspektet knyttet til grunnforurensning skal ivaretas i henhold til kapittel 2 i forurensningsforskriften: ”Opprydding i forurensset grunn ved grave- og byggearbeider”. SFT har utarbeidet en egen risikovurdering som skal anvendes for å beregne stedsspesifikke akseptkriterier for ulike typer arealbruk. Ved utbygging av barnehager og lekeplasser finnes det en egen veileder (SFT-2261) som skal benyttes.

Akseptverdier for ulikt arealbruk

I forbindelse med ROS-analysen er det gjennomført en kartlegging av forurensninger i grunnen. Resultatene er beskrevet i egen rapport (Mølledal. Resultater fra den miljøtekniske undersøkelsen. COWI AS, september 2008). Det er utført en risikovurdering basert på SFTs modell, hvor det er beregnet akseptverdier, d.v.s hva som maksimalt kan aksepteres av ulike forurensninger, for ulike arealbrukskategorier.

Akseptverdiene er sett i forhold til forurensningsnivå som er funnet i kartleggingen i ulike delområder. Med bakgrunn planlagt arealbruk er det valgt å beregne akseptverdier for følgende arealkategorier:

- o Barnehager og boligområder og
- o Næringsområder

Akseptverdier for arealer med høgskole er ansett å være de samme som for næringsområder.

Vi har forutsatt at det vil være lekearealer for barn i boligområdene. Det er derfor ikke differensiert på akseptverdier for barnehager og boligområder (unntatt arsenverdier). I forbindelse med utbygging, hvor kap.

2 i forurensningsforskriften må oppfylles, vil det være naturlig å sette akseptverdier for delområder hvor det ikke vil være lekeplasser. For "næringsområder" er det beregnet akseptverdier for både åpne flater og tette flater med bygninger.

I ROS-analysen har vi forutsatt at verdier som er lavere enn akseptverdiene er ensbetydende med at det ikke eksisterer noen risiko.

Tabell 1 viser akseptverdier for de aktuelle arealbrukskategoriene.

For detaljerte beregninger vises til egen rapport fra grunnundersøkelsene.

Tabell 1. Arealbruksrelaterte akseptkriterier (helsebaserte) for aktuelle arealbrukskategorier. Akseptkriteriene er gitt i mg/kg tørrstoff.

Kjemisk forbindelse	SFTs norm (SFT 99:01)*	Næringsområde inkl. høgskole,		Barneha-ger ¹ /Boligområde
		Tette over-flater	Åpne arealer	
Arsen	2	² Ingen norm	20	20/5,3
Bly	60	Ingen norm	3200	100
Kadmium	3	Ingen norm	670	10
Kvikksølv	1	4	1270	1
Kobber	100	Ingen norm	Ingen norm	Ingen norm
Sink	100	Ingen norm	Ingen norm	Ingen norm
Krom totalt (III + VI)	25	Ingen norm	50	25
Nikkel	50	Ingen norm	1580	135
PCB (7)	0,01	184	4	0,5
Heksaklor-bensen	0,03	30	74	10
Triklormetan	0,01	0,016	400	0,017
Triklloreten	0,01	12	Ingen norm ³	12
Tetrakloreten	0,03	0,21	495	0,22
C5-C10	7	33	Ingen norm	35
>C10-C12	30	160	Ingen norm	165
>C12-C35	100	770	Ingen norm	710
Bensen	0,005	0,04	870	0,04
Toluen	0,5	2	Ingen norm	2
Etylbensen	0,5	2,5	Ingen norm	2,6
Xylen	0,5	4	Ingen norm	4
Σ16 PAH	2	4000	40	8

Kjemisk forbindelse	SFTs norm (SFT 99:01)*	Næringsområde inkl. høyskole,		Barnehager ¹ /Boligområde
		Tette overflater	Åpne arealer	
Benso (a)pyren	0,1	250	2,3	0,5
Naftalen	0,8	1175	Ingen norm	570
Fluoren	0,6	Ingen norm	Ingen norm	1900
Fluoranten	0,1	Ingen norm	Ingen norm	2000
Pyren	0,1	Ingen norm	Ingen norm	1500
1,2-dikloreten	0,003	0,012	2400	0,013
1,2-dibrommetan	0,004	0,006	0,3	0,005

* SFTs normverdi for mest følsom arealbruk (SFT, 99:01)

¹ Gjelder normale barnehager, strengere krav til grønne barnehager

² "Ingen norm" betyr enten at forbindelsen ikke er flyktig eller at beregnet helsebasert akseptkriterie >10 000 mg/kg tørrstoff. Helse vil ikke være avgjørende, men man må ta hensyn til spredningsrelaterte akseptkriterier

³ Normverdien er justert opp til SFTs normverdi for følsomt arealbruk (SFT 99:01A). For krom III er det ingen normverdi (> 10 000 mg/kg), mens den for krom VI er 7,3 mg/kg.

I risikovurderingen er det ikke tatt hensyn til om forurensningen ligger i overflaten eller dypere. Begrunnelsen for dette er at det ikke er bestemt om forurensede masser fra dypere lag vil bli berørt i byggprosessen, f.eks ved at det skal etableres kjellere o.l, noe som vil endre risiko sammenlignet med dagens situasjon. En slik vurdering vil først kunne gjøres i forbindelse med en detaljplanlegging av utbyggingen.

Vurdering av risiko for ulike delområder og arealbruk.

Kart i Vedlegg B viser hvilke områder som oppfyller kravet gitt i akseptverdiene utbygging av de tilsvarende kategorier uten at tiltak er påkrevet. Siden det ikke er mulig gjennom kartleggingen å gi en oversikt over alle områder, har vi valgt å angi ett kart som viser tilstand slik vi mener å ha et rimelig sikkert grunnlag for, og et kart som viser sannsynlig tilstand, men med større usikkerhet.

Vurderingen er gjort ut fra dagens situasjon, d.v.s uten at det er forutsatt tiltak som redusere eller eliminere risiko for eksponering. Slike tiltak vil være tildekking/oppfylling med rene masser, eller isolering av de forurensede massene.

Boliger og barnehager

Alle delområder har arealer med høy risiko for etablering av barnehager. Kartleggingen viser også at alle delområder har arealer hvor barnehage kan etableres. Basert på grunnundersøkelsen kan det generelt sies at etablering av barnehage har lavest risiko i delområde 1 og 4, og høyest i delområde 2.

Tette næringsarealer

Denne kategorien omfatter arealer hvor det skal settes opp næringsbygg inklusiv høyskole.

Bygging er akseptabel uten tiltak i delområde 1. Dette er også tilfelle for mesteparten av arealet i område 2, og store deler av område 4. Høyest risiko vil det være å bygge i det nordligste delen av delområde 3, men også her vil det være store deler av arealet hvor risiko kan anses som akseptabel.

Åpne næringsarealer

Denne kategorien omfatter alle utendørsarealer tilknyttet næringsvisksomhet, inklusiv veier og parkeringsplasser som ikke er asfaltert eller har tette dekke.

Så å si hele arealet i delområde 1 og 4 er egnet uten at dette representerer en risiko. Arealene på delområde 2 og 3 utgjør en middels til høy risiko, bortsett fra et mindre område i delområde 3.

Konklusjon

Store deler av planområdet er forurensset, og spesielt i delområde 3, nord for Belsen er det arealer som ikke egner seg for det planlagte arealbruk. Barnehageutbygging er best egnet i delområde 1, sør for Belsen og i delområde 4, på nordsiden av Møllendalselva.

6.1.2 Vurdering av spredning av forurensning til Store Lungegårdsvann

Utbygging av området kan medføre ekstra spredning til Store Lungegårdsvann som følge av økt vektbelastning på avfallsdeponiet og påfølgende utpressing av forurensset porevann. I tillegg vil utbyggingen føre til mobilisering av forurensning under gravearbeid. Begge disse spredningsmekanismene vil være størst i starten på arbeidene, og deretter gradvis avta. Gravearbeid nær strandsonen og i Møllendalselva vil medføre den største faren for spredning av forurensning. Det er mulig å unngå utpressing av forurensset vann ved å redusere vektbelastningen på avfallsdeponiet. Dette kan gjøres ved å fundamenterer bygg på peler og ved å unngå bygging langs den nordlige delen av deponiet. Ved gravearbeid kan vann fra byggegroper pumpes opp og renses før det slippes til Møllendalselva eller Store Lungegårdsvann. Ved anleggsarbeid i åpent vann må det etableres tiltak som hindrer spredning av forurensede partikler. Dette kan gjøres ved etablering av siltgardin rundt anleggsområdet.

Konklusjon

Risiko for en forverring av miljøet i Store Lungegårdsvann anses som liten. Det vil kunne bli noe større utlekking ved økt trykk på massene, noe som kan unngås ved peling av byggene. Anleggsfasen vil være den mest kritiske perioden.

6.1.3 Radon

Radonstråling er forbudet med spesielle bergarter og løsmasser, særlig alunskifter og enkelte granitter. Anbefalt tiltaksgrense for radon i inneluft er 200 Bq/m³. Bygningmessig utførelse skal sikre at mennesker som oppholder seg i et byggverk ikke eksponeres for radonkonsentrasjoner i inneluft som kan gi forhøyet risiko for helseskader. Nye boliger bør konstrueres slik at radonverdien ligger under tiltaksgrensen. Statens strålevern har nylig påpekt at norske kommuner ikke tar hensyn til den farlige og radioaktive radongassen i sine reguleringsplaner (<http://www.nrpa.no/> 7.01.2008). Dermed risikerer nye boligeiere å flytte rett inn i helsefarlige boliger.

Plan- og bygningslovens §68 gir kommunen hjemmel til, om nødvendig, å nedlegge forbud mot bebyggelse eller stille særlige krav til bebyggelse dersom det ikke er tilstrekkelig sikkerhet mot fare ved radonstråling. Radonkartet for Bergen kommune viser at i det aktuelle området er det overveiende radonkonsentrasjoner mellom 0 og 200 Bq/m³ i eksisterende bygninger. Det er ikke påvist bergarter med høyt radonpotensial i området. Grønneviksøren ligger på løsmasser. Mellom grunnvannstand og terreng vil det meste av radonproduksjonen foregå. Denne tørrsonen er liten i området og det er derfor ikke potensial for høy radonkonsentrasjon i fremtidige bygninger. For å kontrollere vurderingene ble det gjort målinger i inneluften i 3 bygninger i området.

Konklusjon

Det er målt radonnivået i 1.etasje i 3 bygninger på området. Nivået som ble målt var svært lavt og under anbefalte tiltaksgrenser. I ROS-analysen er det valgt å karakterisere risiko som akseptabel hvis tiltaksgrenser ikke er overskredet. Radonstråling anses derfor ikke å utgjøre en risiko ved bygging på området.

6.1.4 Gass

For å kartlegge gassfare på området ble det målt laveste eksplosjonsnivå i 14 punkter. Disse er vist på kart i vedlegg C.

Det ble ikke registrert utslag som lå over LEL.

Kartleggingen av forurensningen i området kan også tyde på at det ikke er et spesielt potensial for gassdannelse i den tidligere fyllinga. Det ble ikke påvist CO eller H₂S, noe som indikerer at det ikke er anaerobe forhold over vannspeilet. Gassfaren anses således som liten. Målingene kan imidlertid være påvirket av at løsmassene det ble målt i er luftet ut, dvs at gass som er dannet dypere i løsmassene er tynnet ut og dermed ikke målbar.

Konklusjon

Selv om det ikke er påvist gassdannelse i fyllingen, kan det ikke sees bort fra at det kan foreligge gassdannelse lokalt. Dette anses imidlertid som mindre sannsynlig.

6.2 Byggegrunn

6.2.1 Geotekniske forhold.

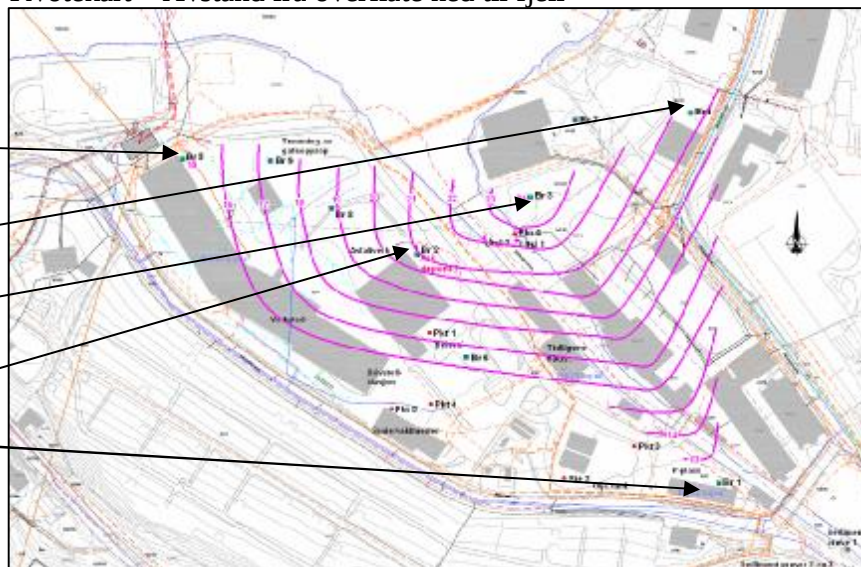
Dybden til fjell (Med "fjell" menes 1 m ned i fast fjell). Denne er sikkert påvist i 5 punkter, se tabell 2. Tidligere undersøkelser sørøst for Br 1 har vist at dybden til fast fjell er 7-8 m. En befaring mot vest, forbi togskinnene og opp mot hovedveien ga visuell informasjon om jordtykkelsen over fjell. De ulike observasjonene viser at løsmassetykkelsen øker i nordvestlig retning.

En sammenstilling av dyp til fjell er vist i kartet under.

Tabell 2

Borepunkt 5 (Br5)	15 m
Borepunkt 4 (Br4)	21 m
Borepunkt 3 (Br3)	24 m
Borepunkt 2 (Br2)	21 m
Borepunkt 1 (Br1)	12 m

Kvotekart – Avstand fra overflate ned til fjell



Delområde 1: Løsmassene sør for ”Belsen” :

På område Belsen er det grove fyllmasser fra terrenget og ned til 1,5 m. Under dette laget er det sandig leire. Leirlaget er til dels svært bløtt. Under leirlaget ligger det 3 m med fast morene over fjell. Fjelloverflaten ligger på 11 dyp.

I sjaktene 2 og 3 og borepunkt 6 var løsmassenes sammensetning relativt like selv om lagdybdene var noe varierte. Fyllmassene (10-20 cm tykkelse) ble etterfulgt av et tynt lag (20 cm) med brun jord og deretter svart, leirete jord (askeholdig) som punktvist hadde betydelige mengder med slagg ned til 120 cm (slagget ble ikke påvist i Br 6). Ved omtrent 130 cm fantes det naturlig, oksidert elvegrus. Sjakt 1 og 4 inneholder kun fyllmasse og viste ingen lagdeling.

Delområde 2: Belsen

Punkt 5 viste tydelig lagdeling, men ingen av massene betraktes som naturlige ettersom historisk avfall ble funnet i alle lagene, også de nederste.

I dette området er det kun Br 1 som gir sikker informasjon om løsmassene helt ned til fjell. Det må derfor antas at det i dette området kan finnes et betydelig lag på omtrent 5 m med bløt siltig leire mellom 1,5 og 8 m dybde. Det er sannsynlig at dette laget finnes på større dybder i nordlig retning.

Delområde 3: Nord for ”Belsen”

Massene nord for ”Belsen” og på vestsiden av elvebredden har en del likhetstrekk. Generelt består de øverste 2,5 m av asfalt, avrenningsmasser, avfall og jord. I Br 5 finner man denne type masse ned til omtrent 5 m dybde. Under disse massene finnes det et lag med oljeholdig gjørme og grus (flytende masse) ned til omtrent 11,5 m dybde. Fra omtrent 11,5 m og ned til fjell finnes det lysere brun og grå sandig silt og leire som er fastere.

I dette området finnes det 3 borepunkter som når fjell. Basert på likheter i jordprofilene fra disse punktene og to tilleggspunkter ser det ut som om det finnes et sammenhengende lag med flytende oljeholdige gjørme som strekker seg fra nordsiden av ”Belsen” og sannsynligvis opp mot den nordvestlige siden av elvemunningen. Mektigheten på dette laget varierer fra 2,5 m ved ”Belsen” til 8,5 m ved Br 8. Disse flytende massene er mektigst ved Br 8 og Br 9.

Område 4: Nordsiden av Møllendalselven

Massene på nordsiden av Møllendalselven var variable. I Br 4 var det kun et tynt lag med grus, ellers bestod massene stort sett av organisk, brun jord og sand ned til 11,5 m. De øverste 5-6 m i Br 3 og Br 7 bestod av fyllmasse, knust teglstein og noen større stein. Mellom 6 og 15 m dybde ble det i Br 3 funnet grov sand og grus og noe mold og plastisk jord. Fra dette punktet og videre ned til fjell var prøvetaking ikke mulig, men i Br 4 ble marin leire med innslag av sand truffet ved 11,5 m dybde. De øverste 1,5-2 m med leire er fast, men under disse finnes det 2,5 m med mett leire (4-4,5 m leire totalt). Under dette laget finnes det et tynt lag (ca. 20 cm) med morene over 1,5 m med fast leire. Fjelloverflaten ble truffet ved 19,5 m.

6.2.2 Setninger som skyldes byggegrunn

I det undersøkte område er det dypt til fjell og løsmasstype/avfall svært varierende. Det er ikke kjent hvordan de geotekniske forholdene i Store Lungegårdsvann er. Disse massene vil danne en motvekt til vektbelastning på Møllendal.

Konklusjon

Området er generelt lite egnet som byggegrunn. Det finnes soner med bærende grunn, men som helhet er trolig peling til fjell den sikreste fundamenteringsmetoden. Uten peling til fjell kan derfor faren for setninger anses som stor.

6.2.3 Erosjon/ras

Langs Møllendalselven er det områder med dels mektige avsetninger av løsmasser. I flomsituasjoner kan vannet grave i disse og føre til at løsmasser glir ut i elven. Det er også infrastruktur, bygningsmasse, skog etc som kan tilføres elven i ekstresituasjoner. Større gjenstander kan tette igjen lysåpninger under broer og ellers endre elveløpet. Dette kan føre til at vannet tar nye veier. For det aktuelle området vil dette føre til at løsmasser eller div. gjenstander kan føres inn over det planlagte bebygde området.

Konklusjon

Området ligger slik at det ikke er mulig med ras fra omgivelsene som kan påvirke bygninger. Rasrisiko vil imidlertid være knyttet til erosjon av elvebredden i flomsituasjoner og ekstremvær.

6.2.4 Muligheter for badestrand i strandsonen langs Grønneviksøren

I vurderingen av etablering av badestrand i strandsonen er det ikke vurdert situasjonen med en fremtidig økning av vannstand som skyldes havnivå.

Det er påvist mye søppel i elv og strandkant. Dette må ryddes opp. I tillegg må strandsonen dekkes til. I Store Lungegårdsvann er store deler av sedimentene forurenset, men dette synes å være i bedring etter omlegging av kloakken. Det er påvist en "hotspot" av PCB i vannet på nordsida av elva. Møllendalselva er også under vurdering for eventuell rehabilitering. Et alternativ er å grave ut i elveløpet og å påføre rene masser. Det er trolig ikke tilrådelig å bare legge på rene masser for å bedre sedimentkvaliteten fordi dette vil øke flomfaren.

Langs strandsonen mot vannet vil det være aktuelt å plastre strandsonen for å forhindre kontakt med avfall og forurenset sediment. I tillegg er det tømning av sandfangmasser som drenerer ut i elva. Dette er et konkret punkt for tiltak.

Ved etablering av badestrand er det viktig at badevannskvaliteten ikke blir påvirket av forurensende utslipp oppstrøms, verken regulære utslipp eller uhellsutslipp. Dette gjelder avløpsvann fra både husholdninger og industri.

Badevannskvaliteten vil kunne bli påvirket av lekkasjer på avløpsledninger og overløp i flomsituasjoner. Det er påvist at det er noen påslipp til Møllendalselven oppstrøms det vurderte området. Det er ikke dokumentert hva type utslipp dette er. Store Lungegårdsvann er relativt inntengt og lekkasjer rundt hele vannet

vil kunne påvirke badevannskvaliteten. Det pågår kontinuerlige forbedringer av disse forholdene og det ansees ikke for å utgjøre en vesentlig trussel mot badevannskvaliteten.

Konklusjon

Risiko forbundet med bading i Møllendalselven anses som høy, med mindre det ryddes opp og det skjer en opprydding og sanering av utslipp oppstrøms i elva. Risiko er forbundet med helseproblemer som skyldes vannkvalitet i elva. Fremtidig vannstandsøkning vil endre på situasjonen.

6.3 Vannstand

Vannstandsøkning skyldes 2 hovedfaktorer:

- o Generell og permanent vannstandsøkning av havnivå som skyldes fremtidige klimaendringer.
- o Fremtidig økning i vannføring i Møllendalselva som skyldes mer intens og hyppig nedbør.

Denne situasjonen vil videre forsterkes av perioder med springflo.

6.3.1 Flom/oversvømmelse

Ekstremvær anses i første omgang å omfatte sterk vind og nedbør. Det må forutsettes at global oppvarming vil medføre at ekstremværsituasjoner vil kunne opptre mer hyppig i fremtiden (jmfr. RegClim). Dette er ofte forbundet med flom og høyt vann i området som ligger nær sjø eller tilknyttet elver og større bekkesystemer. Utløsning av jord- og steinras vil også kunne opptre hyppigere.

Det er ulike modeller for forventet stigning i havnivå som følge av klimaendringer. DMNI, (2006) refererer en maksimal estimert stigning i havnivå på 0,88 m frem til år 2100. Bjerknessenteret ved Helge Drange oppgir at de er relativt sikre på en havnivåstigning på 1 m de neste 100 år. Estimaten for de neste 100 år er betydelig mer usikre. Drange oppgir et estimat på 1 m havnivåstigning fra 100 til 200 år frem i tid.

DMNI (2006) forventer et mulig havnivå på 2 m over kartnull ved dagens klima.

Det er usikkerheter ved disse estimatene og Bergen kommune må avgjøre hva som skal legges til grunn for planene. Det anbefales å planlegge videre i et 100 års perspektiv.

Det er mulig å grave ut større løp i Møllendalselven for å redusere flomfaren. Om dette er et aktuelt alternativ må sees i lys av bl.a. om rehabilitering av elven for å bedre forholdene for fiskebestanden. Et annet alternativ er å lage elveforbygninger langs elven og la dagens elvebunn være uforandret.

Konklusjon

Fare for flom og oversvømmelse av området anses som stor, spesielt sett i lys av fremtidige prognoser om vannstandsøkning og ekstremnedbør. Sett i et lengre tidsperspektiv er risiko ansett som høy.

7 Vurderingskriterier

De følgende kriterier er anvendt som et grunnlag for risikoanalysen. Da mange hendelser er faktiske, som radonstråling, vil sannsynligheten måtte henføres til konsekvens, og ikke til selve hendelsen.

7.1 Sannsynlighetsgrad

Lite sannsynlig	Sjeldnere enn en hendelse pr. 100.år
Mindre sannsynlig	1 gang mellom hvert 50. og 100 år
Sannsynlig	Minst 1 gang mellom hvert 10. og 50.år
Meget sannsynlig	Minst 1 gang mellom hvert år og 10.år
Svært sannsynlig	Minst 1 gang pr. år

7.2 Konsekvensgrad

Betegnelser	Personer	Miljø	Materielle verdier/økonomiske tap
Ubetydelig	Ingen personskade	Ingen skade på miljøet / omgivelsene	Ingen skade på materiell Driftsstans / reparasjoner < 1 uke
Mindre alvorlig	Få og små personskader	Ubetydelige miljøskader som ikke krever spesielle tiltak og trolig heller ikke medfører medieoppmerksomhet	Mindre lokal skade på materiell og ikke umiddelbart behov for reparasjoner, eventuelt mulig utbedring på kort tid. Driftsstans / reparasjoner < 3 uker
Betydelig	Få, men alvorlige personskader	Utslipp til vann, luft eller jord som kan forårsake lokale forstyrrelser og som krever tiltak. Trolig medføre medieoppmerksomhet	Betydelig materielle skader Driftsstans / reparasjoner > 3 uker
Alvorlig	Ett dødsfall	Utslipp til vann, luft eller jord som kan skade på miljøet. Medfører medieoppmerksomhet	Alvorlige skader på materiell. Driftsstans / reparasjoner > 3 mnd.
Svært alvorlig	Mer enn 1 dødsfall	Utslipp til vann, luft eller jord som kan forårsake varige skader på miljøet. Medfører betydelig medieoppmerksomhet	Fullstendig materielle skader Driftsstans / reparasjoner > 1 år

8 Sammenstilling av analyse

Analysen som er vist i tabell 3 beskriver konsekvensgrad og sannsynlighetsgrad for de identifiserte hendelsene hvor det er funnet av en viss interesse å illustrere dette i denne type tabell. Risiko er vurdert ut fra en situasjon der det ikke er fortatt risikoreduserende tiltak. Vurderingen i tabellen samsvarer de konklusjoner som er angitt i kapittel 6. Når det gjelder risiko forbundet med grunnforurensning vil denne variere avhengig av arealbruk på de ulike delområdene, men tatt i betraktning de beregnede akseptverdier, må risiko generelt anses som høy for området. Detaljerte vurderinger er gjort i kap. 6.1 og illustrert på kart i vedlegg B. Analysen gir et grovt bilde av situasjonen, og at det kan være behov for spesielle ROS-analyser senere i forbindelse med mer detaljerte plannivå.

Tabell 3. Risikoanalyse

Hendelse	Komm.	Konsekvens	Sannsynlighetsgrad	Konsekvensgrad	Mulige risikoreduserende tiltak	Delområde med høyest risiko
Grunnforurensning						
1. Forurensset masse	- o Barnehage - o Næring - o Bolig - o (Skole)	Helseskader	Svært sannsynlig	Avhengig av lokalisering av aktuelle tiltak, alvorlig hvis barn eksponeres direkte.	Fjerning/Isolering av forurensede masser	Alle delområder. Se kap. 6.1 og kart i vedlegg B
2. Radon	Målinger under grenseverdi	Ikke relevant	Ikke sannsynlig	Ingen konsekvens	Ikke behov	
3. Gass/metan	Ikke påvist, men kan forekomme lokalt	Materielle skader/personskader	Mindre sannsynlig	Alvorlig	Fjerning av masser Ventilasjon Styrt gassavlufting	Alle delområder
4. Utlekking til Store Lungegårdsvann	Økt avrenning avhengig av byggetode	Øket forurensning i Store Lungegårdsvann, miljøskade	Mindre sannsynlig	Mindre alvorlig	Peling til fjell	-
Byggegrunn						
5. Setninger	Store deler avfallsfylling	Materielle skader	Svært sannsynlig	Alvorlig	Peling til fjell	Alle delområder
6. Ras/erosjon	Utglijning i elvekant	Materielle skader	Sannsynlig	Betydelig	Plastring	Alle delområder langs elva
7. Forurensning badestrand	Utslipp oppstrøms	Helseskader	Svært sannsynlig	Betydelig	Sanering utslipp FDV-rutiner Kontroll badevann	-
Vannstand						
8. Flom	Fremtidig ekstremvær	Materielle skader/personskader	Svært sannsynlig	Alvorlig	Heving av terreng Flomvoll	Alle delområder

9 Resultater

Risikomatrisen illustrerer resultatet fremkommet som risiko basert på analysen i tabell 3. Tabellen viser 8 ”hendelser”. En av disse, radonstråling (2), er ansett som ikke relevant siden de målte verdiene ligger lavere enn tiltaksgrensen. Fare forbundet med grunnforurensning er angitt som et ”worst case”, d.v.s bygging av barnehage/bolig på område med flyktige forbindelser i grunnen eller muligheter for at barn eksponeres direkte for forurenset jord.

Risikomatrise					
Sannsynlighet	Konsekvens				
	Ubetydelig	Mindre alvorlig	Betydelig	Alvorlig	Svært alvorlig
Svært sannsynlig			7	1, 5, 8	
Meget sannsynlig					
Sannsynlig			6		
Mindre sannsynlig		4		3	
Lite sannsynlig					

	Lav risiko
	Middels risiko
	Høy risiko

10 Kommentarer/Anbefalinger

Risikomatrisen viser 4 ”hendelser” som faller i kategorien ”høy risiko”. Høy risiko er identifisert i forbindelse med forurensede masser i grunnen (1), bygging som kan medføre setninger (5), bading i Møllendalselva, samt flom ved ekstremvær (7) og fremtidig vannstandsøkning (8).

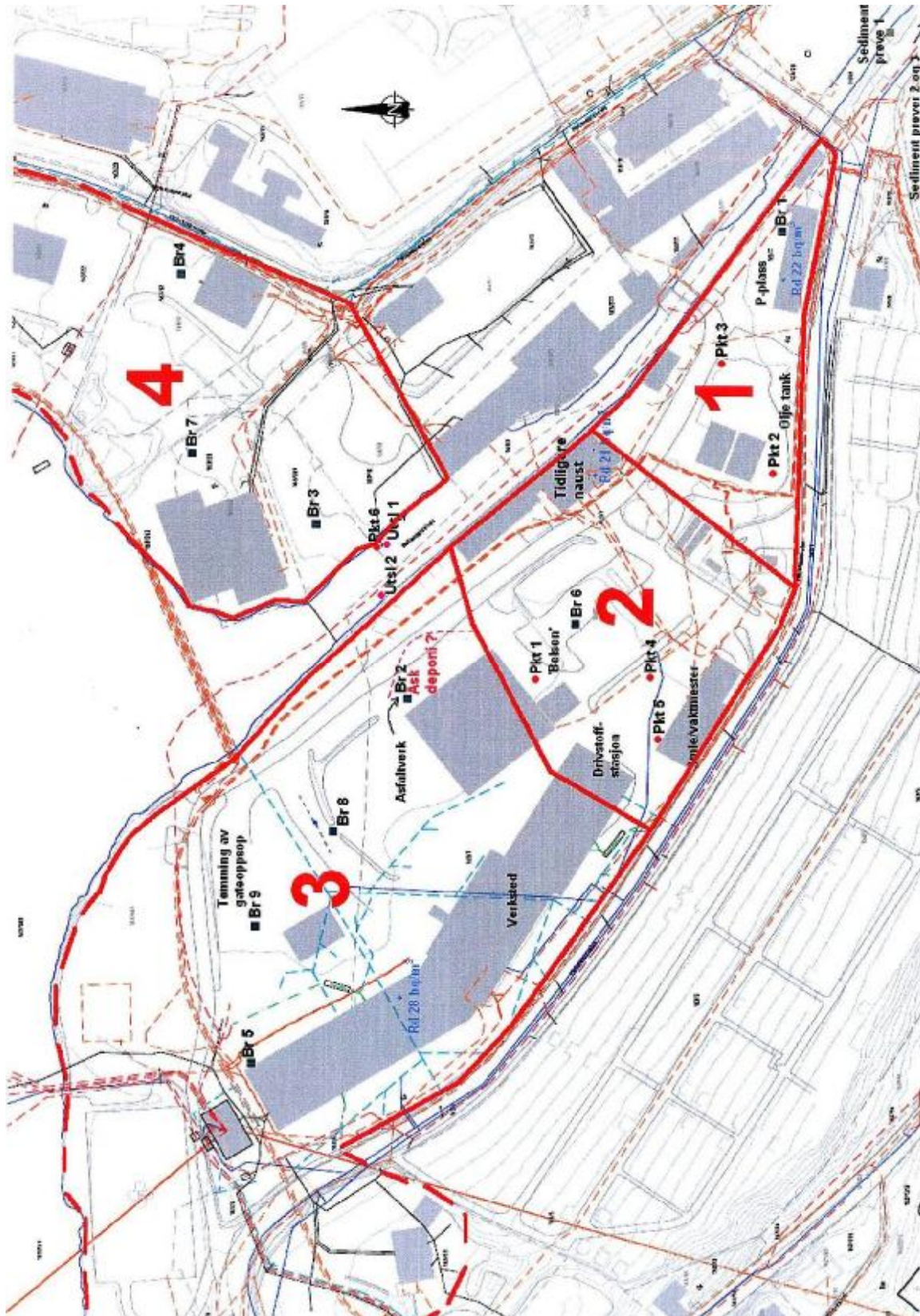
”Hendelser” med ”middels risiko” er identifisert som fare forbundet med isolerte gasslommer i fyllinga (3), samt utrasing langs Møllendalselven (6), noe som skyldes erosjon under sterk vannføring.

Risikoreduserende tiltak må vurderes nærmere, og endelige løsninger vil måtte detaljutredes i forbindelse med den videre planleggingen. Mulige overordnede tiltak er angitt i Tabell 3.

11 Referanser

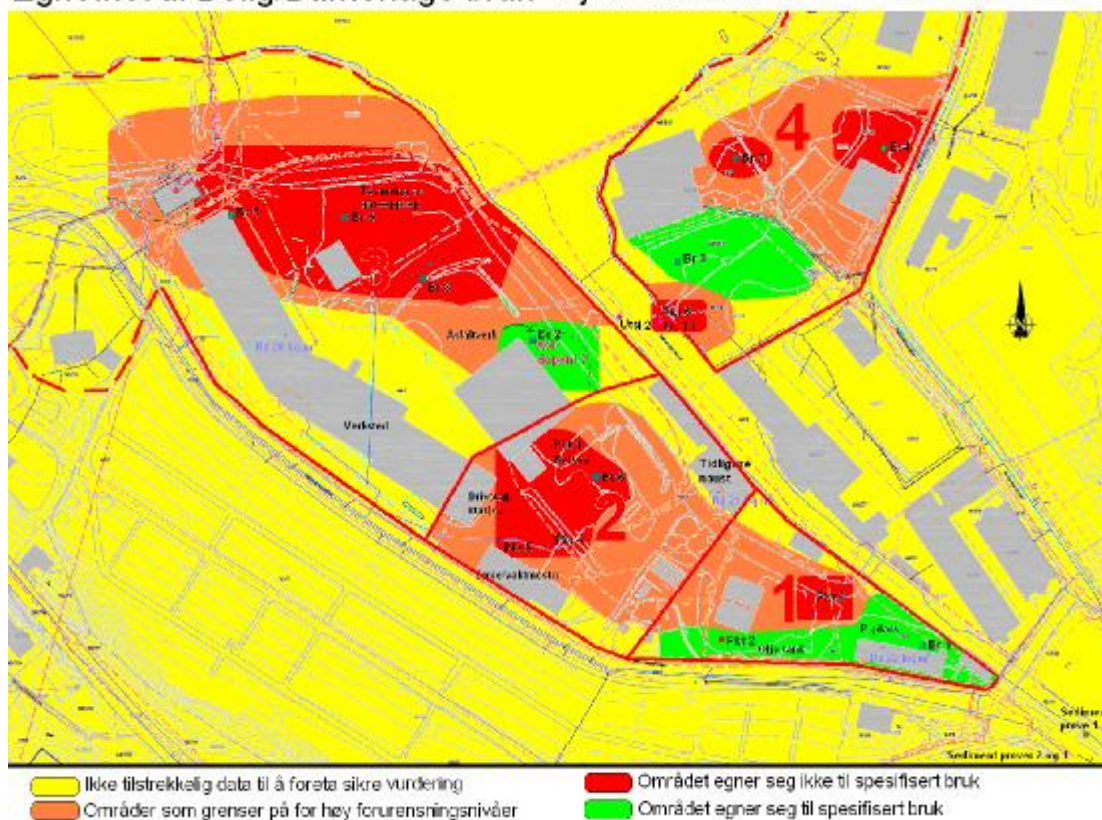
/1/ Veileder i bruk av kommunale risiko- og sårbarhetsanalyser. Direktoratet for sivil beredskap. 200

VEDLEGG A. Kart over delområder og prøvepunkter

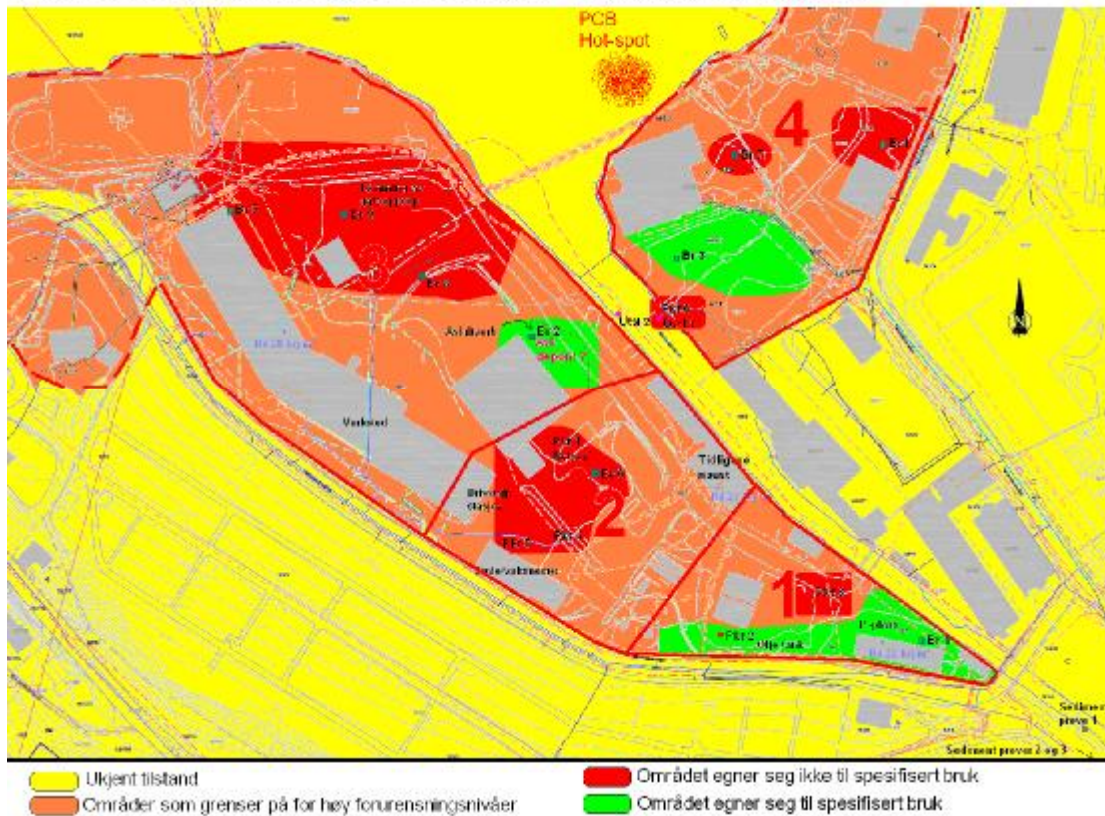


VEDLEGG B. Kart som angir antatt egnethet for ulikt arealbruk

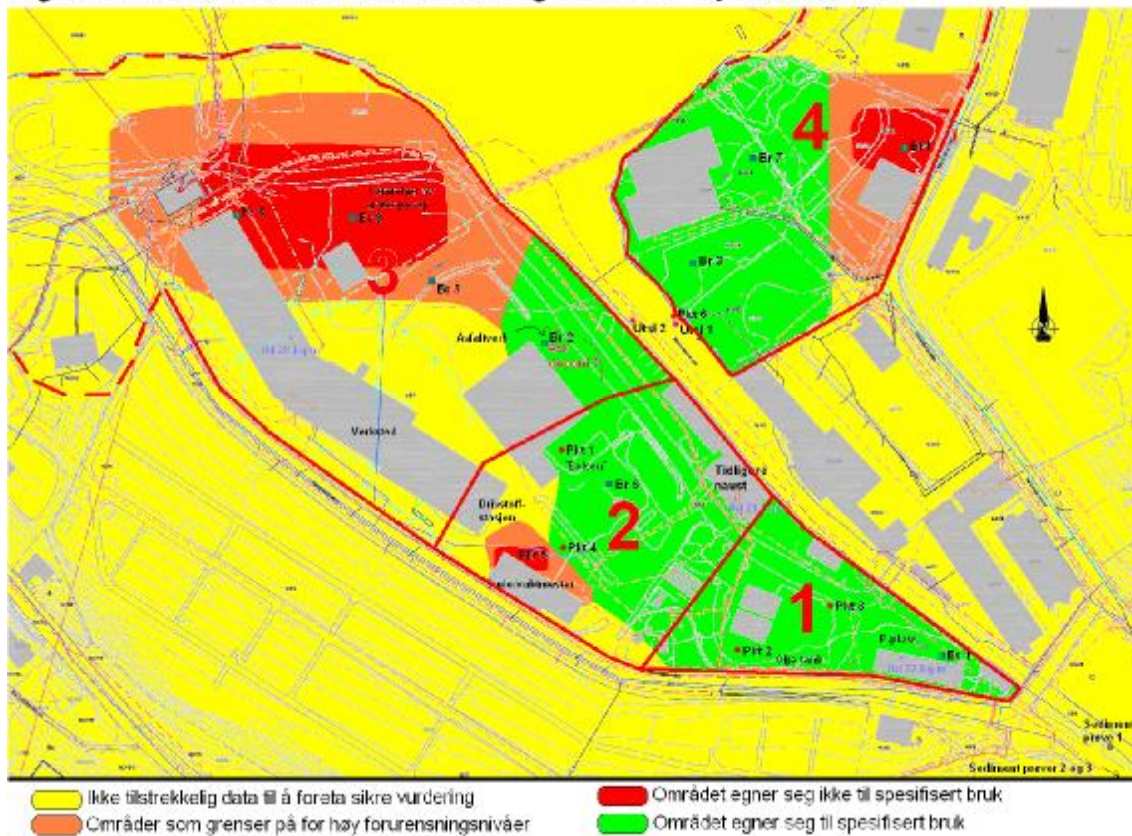
Egnethet til Bolig/Barnehage bruk- Kjent tilstand



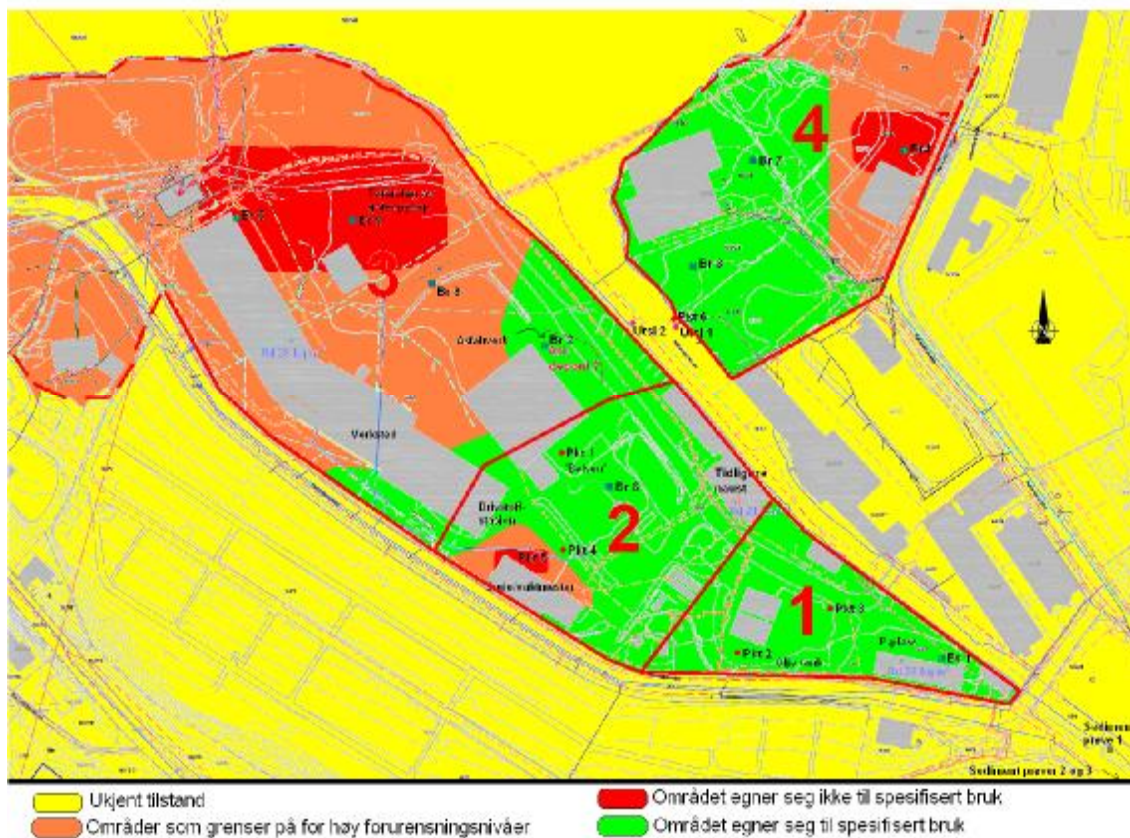
Egnethet til Bolig/Barnehage bruk - Sannsynlig tilstand



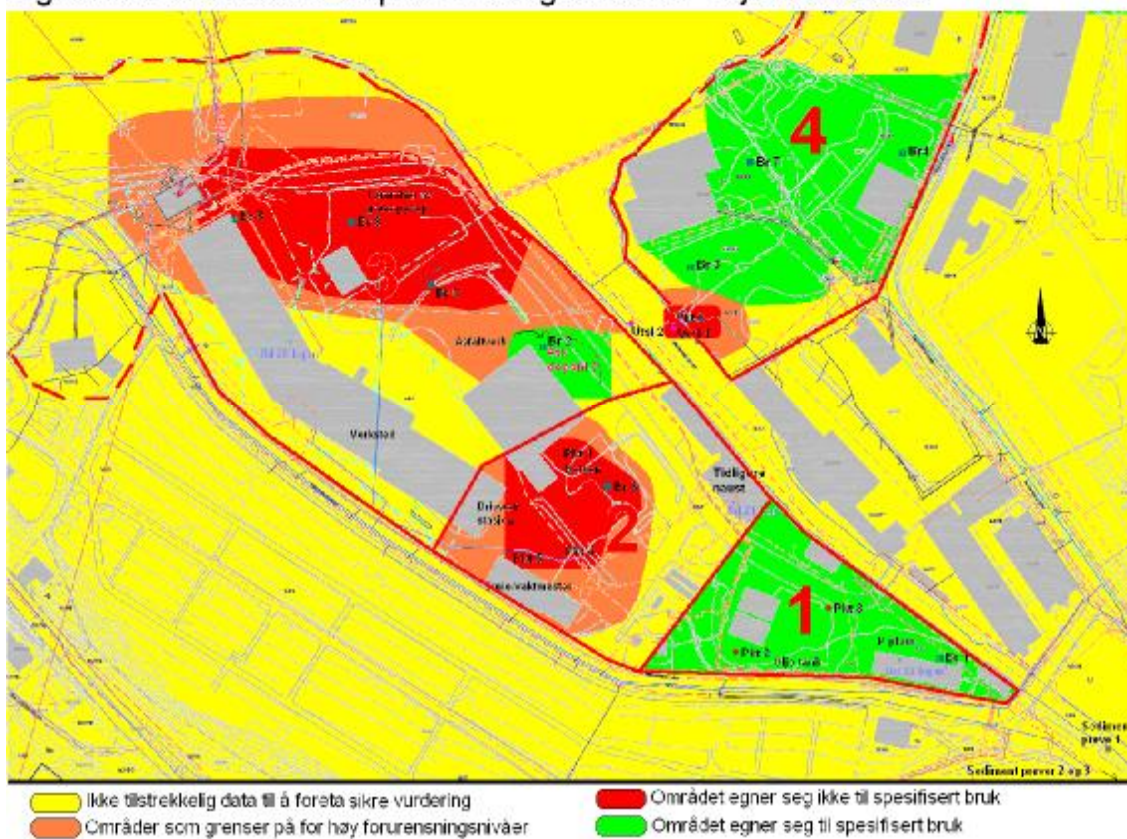
Egnethet til bruk som tette næringsarealer-Kjent tilstand



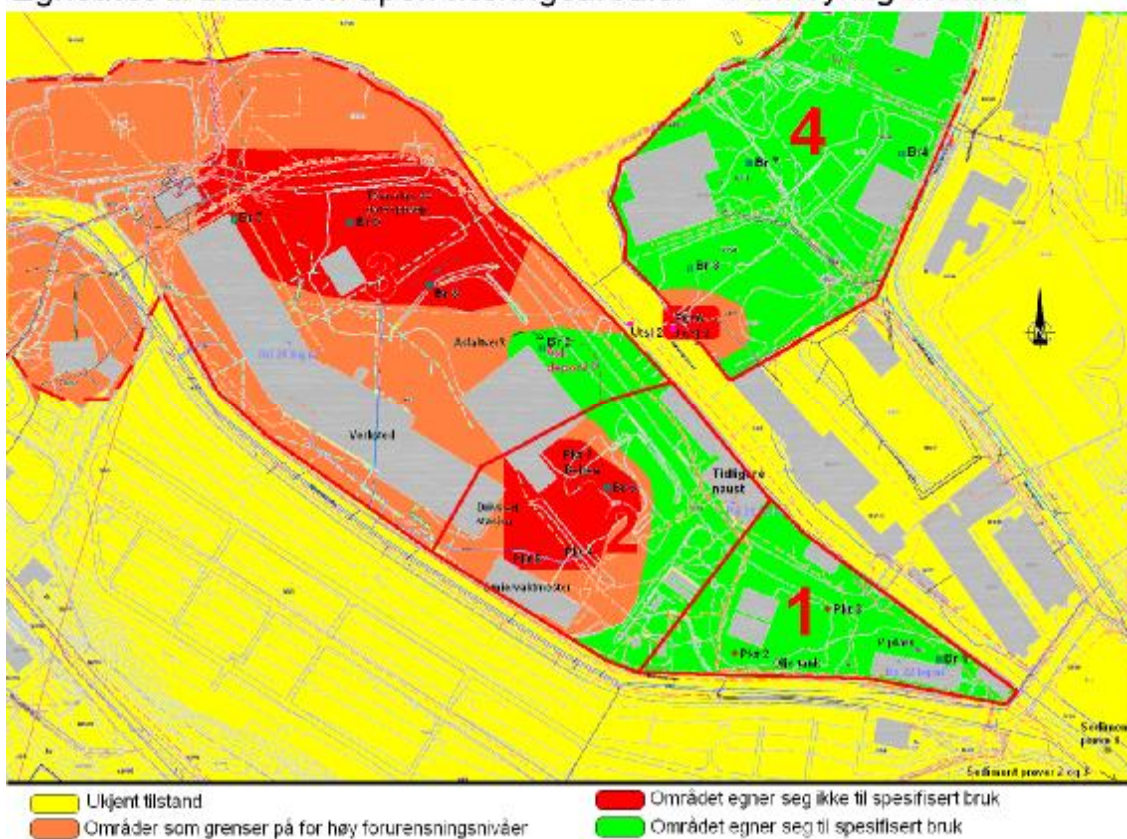
Egnethet til bruk som tette næringsarealer - Sannsynlig tilstand



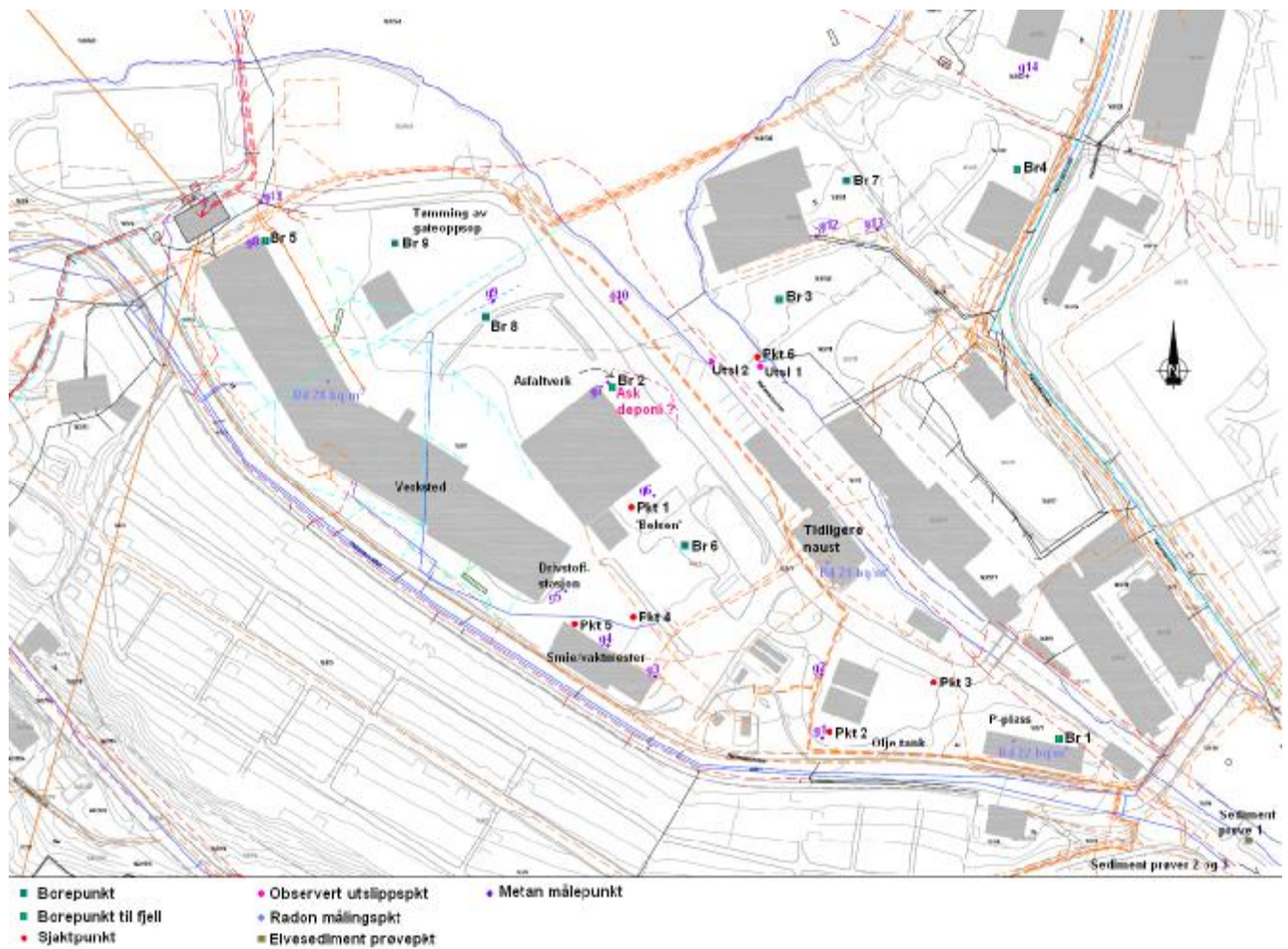
Egnethet til bruk som åpen næringsarealer - Kjent tilstand



Egnethet til bruk som åpen næringsarealer - Sannsynlig tilstand



VEDLEGG C. Kart over metan gass prøvepunkter



Bergen Kommune

Miljøteknisk grunnundersøkelse på Møllendal

Rapport

COWI AS
Solheimsgt. 13
Postboks 6051 Postterminalen
5892 Bergen

Telefon 02694
www.cowi.no

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	2
2	Innledning	3
2.1	Tidligere undersøkelser	3
3	Utført arbeid	5
4	Resultater	6
4.1	Beskrivelse av grunnforhold	7
4.2	Analyseresultater – Fase 1	23
4.3	Miljøteknisk undersøkelse - fase 2	26
4.4	Analyseresultater	43
4.5	Vurdering av analyseresultatene	50
5	Risikovurdering	52
5.1	Miljømål	52
5.2	Planlagt arealbruk	53
5.3	Forurensninger	53
5.4	Stedsspesifikk risikovurdering	53
6	Avbøtende tiltak	66
7	Konklusjoner	67
8	Referanser	68

Dokument nr.
Versjonsnr. 2
Utgivelsesdato 23.03.09

Utarbeidet Edana Fedje
Kontrollert Oddmund Soldal
Godkjent Oddmund Soldal

1 Sammen drag

Det skal utarbeides reguleringsplaner for Møllendalsområdet i Bergen. Det er utført grunnundersøkelser for å vurdere forurensingsgrad og grunnforhold i de aktuelle områdene.

Undersøkelsene viser at:

- De fleste av løsmasseprøvene er forurensset i forhold til normverdier for mest følsom arealbruk.
- I den sørlige enden av anleggsplassen ligger forurensningene forholdsvis grunt (0 til 3- m). I den nordlige enden ligger forurensningen noe dypere (0 til 11-14 m).
- Risikoen med spredning av forurensingen slik den ligger i dag er særlig knyttet til støvtransport, overflateavrenning og spredning via biologisk materiale i Møllendalselven.
- Ved utbygging kan spredning av gass være en viktig miljøproblem om ikke tiltak iverksettes.
- Det er sannsynlig at inngrep i og langs bredden av Møllendalselven kan føre til videre forurensning av Store Lungegårdsvann i anleggsperioden om ikke avbøtende tiltak iverksettes.
- Det anbefales tiltak for å hindre spredning av forurensing både mot ytre miljø og mot innklima.

2 Innledning

I forbindelse med utarbeidelse av nye reguleringsplaner for Møllendalsområdet er det gjennomført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse). Som en del av denne analysen er det blitt gjort miljøtekniske og geologiske vurderinger av grunnforholdene. Formålet med undersøkelsene var å kunne dokumentere forurensingsgraden i ulike deler av områdene og å vurdere aktuelle funamenteringsløsninger.

Det undersøkte området var tidligere brukt som åpent og ukontrollert deponi fra 1945 til 1975. I dag er området benyttet til ulik næringsvirksomhet med verksted, lager og kontorer. En oversikt over undersøkt område er vist i fig. 1.



Figur 1. Oversiktsbilde over undersøkt område.

2.1 Tidligere undersøkelser

I området har det vært bebyggelse og næringsvirksomhet i lang tid. Store Lungegårdsvann er forurensset av den aktiviteten som har foregått rundt vannet tidligere. Spesielt utslipp av kloakk avrenning fra det nedlagte avfallsdeponiet på Grønneviksøren ventes å ha hatt stor betydning for forurensingstilstanden i vannet og sedimentene. Lokaliteten er registrert som forurensset grunn i SFT's database (fig. 2).

s
ft:

Grunnforurensning

Søk Veiviser Tilbakemelding English

- ⊕ Utvidet søk
- ⊕ Søk på kart
- ⊕ Veiviser
- ⊕ Informer oss om forurenset grunn
- ⊕ Lenker
- ⊕ Administrasjon
- ⊕ Hovedsiden
- ⊕ Eiendommer ryddet opp og undersøkt

Fylke	HORDALAND
Kommune	BERGEN
Lokalitetsnr	1201018
Lokalitetsnavn	GRØNNEVIKSØREN
Nedbørfelt	056.5
UTM sone	UTM sone 32 (Euref 89)
Ø-V koordinat (m)	298750
N-S koordinat (m)	6699250
Målemetode	Innmåling på kart i målestokk 1:5000 (nøyaktighet: 5 meter)
Lokalitetstype	Kommunalt deponi
Bransje(NACE)	Ukjent verdi : 90.020
Areal (m²)	0 m² (Usikkerhet: Lav)
Myndighet	Fylke
Seksjon i SFT	Ukjent

Datamateriale

Vedtak

Forurensning

Gård- og bruksnummer

Linker

Påvirkningsgrad	02 - Lite/Ingen kjent påvirkning med dagens areal/resipientbruk
Er saken avsluttet?	Nei
Omfattes av G2005	Inngår ikke på A- eller B-listen

Figur 2: Utskrift fra SFTs database over undersøkt område.

3 Utført arbeid

Undersøkelsen ble utført i to faser. I den første delen av prosjektet ble det gravd sjakter på 6 punkter til et dyp på 2,5 m. I den andre fasen ble det boret i 9 punkter. I 5 av disse borpunktene ble det boret ned til fjell. I begge faser ble det tatt jordprøver.

Plassering av prøvepunkter fremgår av fig. 3

Feltarbeidet ble påbegynt den 07.05.08 og avsluttet 01.07.08. Grunnforholdene er dokumentert med bilder og kart. Det ble gravd 6 sjakter, arbeidet er utført under tørre værforhold. Nivåbestemt¹ prøvetaking ble foretatt i sjakt 2, 3 og 5, mens i sjaktene 1, 4 og 6 ble det tatt blandete prøver². I alt ble 13 jordprøver samlet inn. Prøveseriene begynte under dagens asfalt og fyllmasse (20-40 cm). Prøvene ble innsamlet for å kunne gi et representativt bilde av grunnforholdene.

Under den andre fasen ble det boret på 9 lokaliteter, arbeidet er utført under varierende værforhold. I alt ble 46 jordprøver tatt av materiale fra ulike dybder i borpunktene. Prøvene ble blandet til 18 blandeprøver som ble sendt til analyse. Prøvematerialet ble samlet inn i rilsanposer.

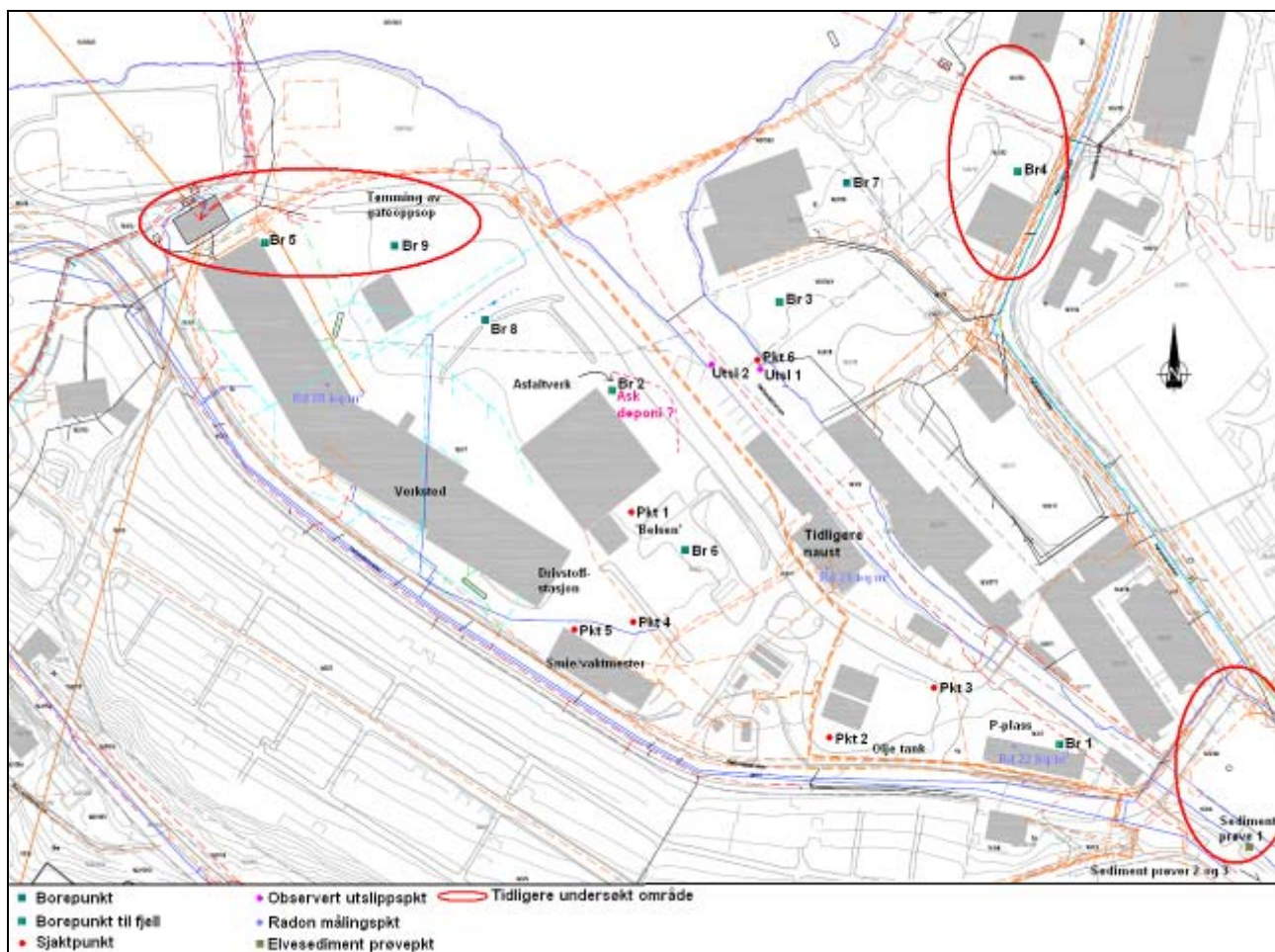
Prøvene er vurdert til å være representative for forholdene i hvert borepunkt og besto av fin-kornet materiale som egnet seg til analyse³. Analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet AnalyCen AS. Prøvene ble analysert etter SFT's standard analyseparametrene for forurenset jord (veileder 99:01).

Analyseresultatene er satt i system etter SFT 99:01. Resultatene er sammenlignet med normverdier for norsk jord, trinn 1, og deretter med hensyn til helsemessige grenser for stedspesifikk arealbruk, trinn 2.

¹ Kan brukes til å bestemme om forurensninger er begrenset til et eller flere lag eller jevnfordelt i profilet.

² En grovere form for analyse som brukes til klassifisering av grunnforurensning i et område.

³ Forurensningen er knyttet til finpartikulært materiale. Masser med kornstørrelse fra grus og oppover kan betraktes som rene.



Figur 3. Kart over Møllendalsområdet med prøvepunkt. Pkt # markerer sjakter, Br # markerer borepunkter. De røde ringene markerer områder der tidligere miljøtekniske undersøkelser er blitt utført av COWI AS.

4 Resultater

Prøvepunktene både for sjaktene og borepunktene (fig.3) ble valgt med hensyn til informasjonsbehov, fremkommelighet og trafikk. I den sørlige delen av området ble det gravd flere sjakter. Informasjon om områdets historiske bruk og resultater fra tidligere undersøkelser tydet på at man i dette området kan forvente forholdsvis overflatenær forurensing. Plassering av sjaktene 1-5 ble forsøkt fordelt over området sør for "Belsen" (fig. 3). I sjakt 6 ble det innsamlet sediment fra Møllendaselven.

Borepunktene ble fordelt i området nord for "Belsen" og på nordsiden av Møllendaselven. To kontrollpunkter ble også boret sør for "Belsen" for å kontrollere om dypere liggende forurensninger forekom på området. Plasseringen av borepunktene ble gjort i forhold til informasjon om historiske aktiviteter på anleggsplassen og for å få en generell oversikt over området.

4.1 Beskrivelse av grunnforhold

Miljøteknisk undersøkelse - fase 1

Sjakt 1(Pkt 1)

Sjakt 1 ble gravd på et område som viste seg å være en del av en tidligere Tysk konstruksjon "Belsen". Sjakten som ble 120 cm dyp og 100 cm bredde inneholdt fyllmasse som bestod i stor grad av større stein (20 x 20 x 10 cm), grus og sand. Det mest egnete materiale til prøvetaking lå i de øverste 30 cm (sand), men massene ble også skrappt opp fra betonggulvet (5-120 cm blandet). Sjakten var støpt på begge sider (20 cm tykk) og i gulv. Det var ingen tegn til søppel eller annet deponert materiale utenom noen armeringsstenger som lå mellom steinene. Her var det ingen lukt og grunnvann ble ikke nådd, men de nederste massene var fuktige. Bilder av sjakten er vist i fig. 4.



Figur 4. Bilder fra sjakt 1.

Sjakt 2 (Pkt 2)

I toppen av denne sjakten var det et tynt asfaltbelegg og grus de første 10-15 cm fulgt av et lag med lysebrun jord og større stein ned til 40 cm. Fra 40 til 100 cm var det svart, leirete jord med mye slagg. Dette materialet ble prøvetatt og er på lager. Ved 130 cm dyp ble massene rødligere og bestod av sand og grus. I dette laget ble det også funnet en del keramikk av terrakotta type. De siste 40 cm ble prøvetatt med grabb siden sjakten ble vannfylt. Massene bestod av sand, grus og rullestein (10 cm diameter). Sjakten lukket sterkt av drivstoff/parafin, og det var dannet et tydelig sjikt på vannflate som dannet seg ved 190 cm dyp. Bilder fra sjakt 2 er vist i fig. 5 og 6.



Figur 5. Bilder med plassering av prøveuttak av sjakt 2.

Sjakt 2 (Pkt 2) forts.

Figur 6. Prøve 40-100 cm fra sjakt 2 i skålen og et eksempel på slagg.



Figur 7. Rullestein og jord, fra 180-240 cm dyp.

I området ved sjakt 2 er det synlig forurensing på overflaten (fig. 8 og 9).



Figur 8. Dagens aktiviteter omtrent 20 m fra sjakt 2. Den hvite pilen viser drivstoffsøl. Området er ellers preget av flekker på bakken (grå pil) og lokalt søl (under).



Figur 9. Dagens aktiviteter i ved sjakt 2. Flytende, oljete gul væske som har en sterk kjemisk lukt (som en acetone) lekker ut av en umerket beholder.

Sjakt 3 (Pkt 3)

Ved sjakt 3 var det et tynt asfaltbelegg og grus de første 20 cm. Mellom 20 og 90 cm var jorden svart og leirete, søppel eller glass (slag) ble ikke observert. Fra 90 til 120 cm var jorden rustfarget og inneholdt mye stein og sand. Vannspeilet ligger 130 cm under bakken. De siste 80 cm ble prøvetatt med grabb siden sjakten ble vannfylt. Sjakten lukket parafin. Bilder fra sjakten er vist i fig. 10.



Figur 10. Bilder fra sjakt 3 med plassering av prøvepunkter.

Sjakt 4 (Pkt 4)

Sjakt 4 ble gravd på et område der den tidligere bruken er ukjent. Sjakten ble kun 110 cm dyp og 100 cm bred fordi gravemaskinen traff et støpt område som kan se ut som en skjøl med dimensjoner som ligner strukturen observert i sjakt 1. Konstruksjonens funksjon kan ha vært å øke stabiliteten og bæreevnen til underlaget som er leirholdig. Sjakten inneholdt fyllmasse (større stein og sand). Prøven ble tatt fra 5 til 110 cm. Det var ingen tegn til søppel eller annet deponert materiale. Her var det ingen lukt og grunnvann ble ikke nådd. Bilder fra sjakt 4 er vist i fig. 11.



Figur 11. Bilder fra sjakt 11.

Sjakt 5 (Pkt 5)

Sjakt 5 er gravd 10 m fra et verksted/driftsanlegg og foran en gammel smie. De første 70 cm under asfalten bestod massene i hovedsak av grus, noe sand og stein. Det ble tatt en prøve mellom 20 og 70 cm. Disse massene inneholdt noe jernskrot. Mellom 70 og 110 cm fantes det et svært hardt lag av slagg (glass) der noen biter var flere titals cm tykke og opp til 50 cm i diameter. Laget mellom 110 og 170 cm bestod av svart jord som luktet kalsiumkarbid. Fra 170 til 240 cm fantes det stein, sand og aske. Det var også noe historisk søppel, blant annet glassflasker, murstein og spiker. Grunnvannsspeilet ble ikke nådd.

Det er tatt prøver av denne karakteristiske avfallstypen og disse ligger på lager hos COWI AS.

Bilder fra sjakt 5 er vist i fig. 12. Arealbruken ved sjakt 5 er vist i fig. 13.



Figur 12. Bilder fra sjakt 5.



Figur 13. Bildene viser dagens bruk av området på nord-enden av smie og bort mot verkstedet.

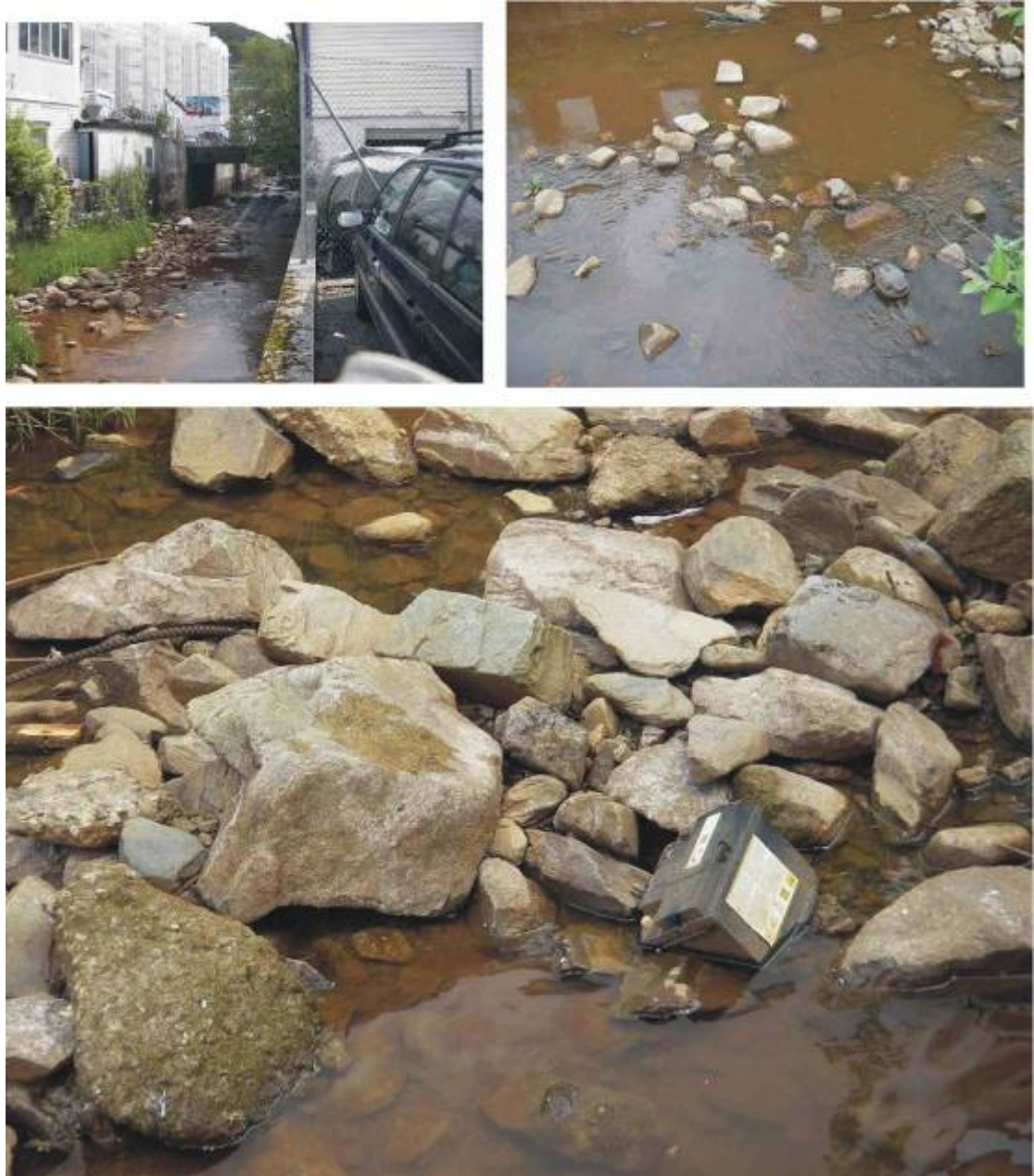
Sjakt 6 (Pkt 6)

Sjakt 6 ligger i Møllendalselva. En blandet prøve ble tatt fra massene som ble gravd opp på nordsiden av elven. Dybden var vanskelig å kontrollere, men antatt dybde for sjakt 6 er mellom 110 til 120 cm. Vanddybden varierte fra 50 til 80 cm. Ved 120 cm traff gravmaskinen store steiner, og det var ikke mulig å grave dypere. Sedimentene luktet svært dårlig (organisk lukt). Bilder fra områder ved sjakt 6 er vist i fig.14.



Figur 14. Prøvepunkt i Møllendalselva, sjakt 6.

Dagens bruk og tilstand i elven og elvebredden er vist i fig.15.



Figur 15. Bildene er tatt mot sør i oppstrømsretning og viser forurensning og forurensing av Møllendalselva.

Pågående aktiviteter på det kommunale driftsanlegget påvirker trolig vannkvaliteten i elven (fig. 16 og 17).

Langs Møllendalselven er det mange utslippskilder. Mange av disse ser ut til å være utløpsrør for overvann som f.eks. der sedimentprøve #3 ble tatt. Der var det en firkantet åpning på 50x50 cm. Fra denne åpningen kom store mengder finkornet hvit sand med svarte asfaltflekker. På sørsiden av jernbaneskinnene og frem til tunnelåpningen finnes det toalettpapir i vannet, som lukter kloakk. Her finnes også store mengder med hvitt pulveraktig utfelling/sediment. Det finnes trolig minst en utslippskilde inni tunnelen.

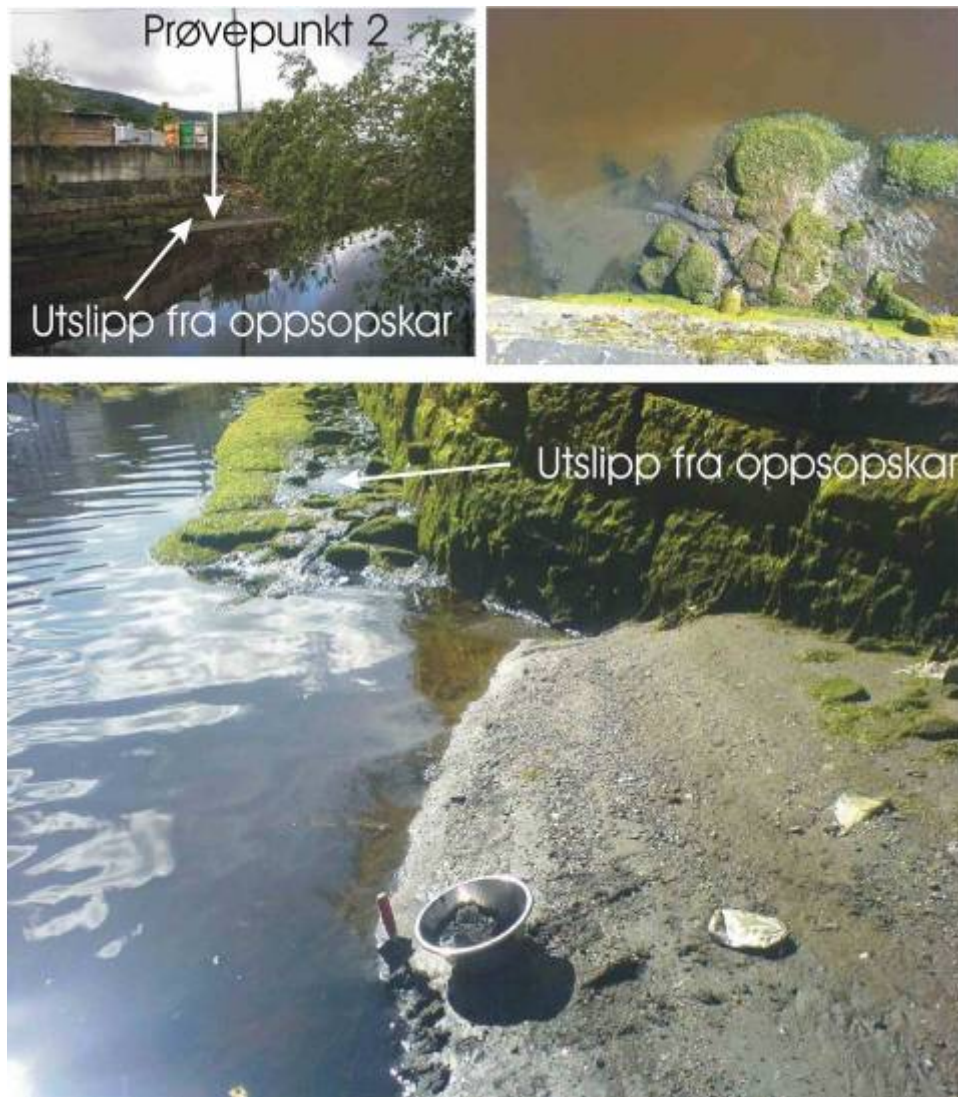
Det er ikke analysert prøver av utslippene, men det er sannsynlig at utslippene vil påvirke vannkvaliteten i elva. Bilder av utslippene er vist i fig. 18-20.



Figur 16. Masser som er kostet opp av bydrift eller kommer fra vaskestasjonen for kjøretøy slippes ned i et kar. Karet har direkte forbindelse med elven som er tidevannspåvirket. På disse bildene foregår tømming ved lavt tidevann.



Figur 17. Ved høy vannstand fylles karet. Ved fjære vann dreneres vann fra oppsamlingskarene direkte ut i Møllendalselven.



Figur 18. Uslipp langs Møllendalselva.



Figur 19. Uslipp langs Møllendalselva.



Figur 20. Uslipp langs Møllendalselva.

Elvesedimentene ble prøvetatt på 3 punkter oppstrøms for anleggsplassen og nedenfor jernbanen (fig. 21 og 22).



Figur 21. Byggetreprenøren på nordøst-siden av Møllendalselven har trykkspylt større deler av murveggen og muligens også elvebunnen. Sedimentprøve #1 er tatt nedstrøms for denne aktiviteten.



Figur 22. Sedimentprøve 2 og 3.

Prøvene av materiale tatt ved utslippskildene og sedimentprøvene fra Møllendalselven (Møllendalselven pkt 1, 2 og 3) er ikke analysert og ligg på lager hos COWI AS inntil videre.

4.2 Analyseresultater – Fase 1

Analyseresultater fra fase 1 er vist i vedlegg 1. I tabell 1 og 2 vises de samlede analyseresultater i forhold til normverdier for ren jord. Oransje felter viser overskridelser av normverdien, mens gule felter (kun arsen) viser overskridelser i henhold til dagens grenser, men ikke i henhold til de nye grenseverdiene som snart skal utgis.

SFT reviderer normverdiene brukt i veiledende materiale (15.08.08). Stoffene som vil få nye normverdier er fremhevet med grå. Der analyseresultatene vil komme under nye normverdier er rutene merket med gult. Der nye normverdier øker og fører til overskridelse er rutene merket med mørk oransje. Oransje ruter viser overskridelser av normverdiene.

Tabell 1. Analyseresultatene i forhold til norske normverdier.

Stoff	Antall prøver	Max C _{s,max} (mg/kg)	Middel C _{s,middel} (mg/kg)	Pkt 1 Blandet pr.	Pkt 2 40- 100cm	Pkt 2 100- 200cm	Pkt 2 200- 240cm	Pkt 3 20- 90cm	Pkt 3 90- 120cm	Pkt 3 120- 200cm	Pkt 4 Blandet	Pkt 5 20- 70cm	Pkt 5 70- 110cm	Pkt 5 110- 170cm	Pkt 5 170- 240cm	Pkt 6 Blandet	Norm- verdi jord (mg/ kg)
1,1,1-trikloreten	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,1
1,2,4,5-tetraklorbensen	13	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3/0,5
1,2,4-triklorbensen	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,2/0,5
1,2-dibrometen	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,004
1,2-diklorbensen	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,5/0,1
1,2-dikloroeten	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,003/0,01
1,4-diklorbensen	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,5
Alifater > C6-C8	13	16	5,846154	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	16	
Alifater > C8-C10	13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Alifater > C10-C12	13	7,5	5,192308	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7,5	30/50
Alifater > C12-C35	13	345	72,92308	87	25	25	25	79	25	25	165	57	38	25	27	345	100
Arsen	13	63	9,938462	4,4	5,9	2,1	1,7	5,1	1,7	1,1	5,9	3,5	10	63	18	6,8	28
Bensen	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,005/0,009
Benso(a)pyren	13	4,9	1,489231	3,3	0,04	0,01	0,01	0,87	0,03	0,01	3,8	4,9	1,1	0,12	0,67	4,5	0,1
Bly	13	370	98,96923	8,8	33	50	16	85	6,2	2,6	59	56	210	260	370	130	60
Cyanid fri	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DDT	13	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,04
Diklormetan	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,06
Etylbenzen	13	0,0033	0,002562	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0033	0,5/0,2
Fluoranten	13	9,1	2,708462	8	0,08	0,01	0,01	2,5	0,03	0,01	5	9,1	1,6	0,27	1,5	7,1	0,1/1
Fluoren	13	0,78	0,129231	0,5	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,09	0,13	0,04	0,01	0,06	0,78	0,6/0,8
Heksaklorbensen	13	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03/0,01
Kadmium	13	1,8	0,276538	0,13	0,06	0,057	0,11	0,06	0,053	0,057	0,12	0,057	0,061	0,75	1,8	0,28	3/1,5
Kobber	13	410	91,86154	10	39	6,3	18	37	5,1	4,8	33	51	100	350	410	130	100
Krom totalt (III + VI)	13	58	20,87692	23	25	6,5	4,8	15	7,6	5,5	13	34	58	25	33	21	25/50
Kvikksølv	13	0,43	0,097385	0,017	0,049	0,11	0,022	0,23	0,019	0,008	0,055	0,1	0,089	0,43	0,12	0,017	1
Lindan	13	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Naftalen	13	6,1	0,489231	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,06	6,1	0,8
Nikkel	13	73	22,69231	16	26	6,4	5,3	12	5,9	4,4	12	73	28	57	36	13	50/60
PAH totalt	13	60	18,34308	47	0,48	0,2	0,12	12	0,28	0,08	40	60	11	1,6	8,7	57	2
PCB CAS(336-36-3)	13	0,0403	0,005215	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0005	0,002	0,002	0,007	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0403	0,01
Pentaklorbensen	13	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pentaklorfenol	13	0,0215	0,006289	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0215	0,005
Pyrene	13	10	2,565385	6,2	0,07	0,01	0,01	3,3	0,03	0,01	4,5	10	1,6	0,22	1,2	6,2	0,19/1
Sink	13	950	181,5385	71	59	74	44	120	37	35	140	130	210	290	950	200	100/200
Tetrakloreten	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,03/0,01
Toluen	13	0,0128	0,003808	0,0062	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0026	0,0128	0,0025	0,0052	0,0025	0,0027	0,5/0,3
Trikloreten	13	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,01/0,1
Triklormetan	13	0,0182	0,005589	0,0025	0,0025	0,0115	0,0025	0,0133	0,0025	0,0025	0,0041	0,0182	0,0025	0,0053	0,0025	0,0025	0,01/0,02
Xylen	13	0,0107	0,007962	0,0075	0,0075	0,0091	0,0075	0,0107	0,0075	0,0075	0,0075	0,0077	0,0075	0,0084	0,0076	0,0075	0,5/0,2

Tabell 2. Stoff som overskrider normverdiene.

Stoff	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Pkt 1 Blandet pr.	Pkt 2 40- 100cm	Pkt 2 100- 200cm	Pkt 2 200- 240cm	Pkt 3 20- 90cm	Pkt 3 90- 120cm	Pkt 3 120- 200cm	Pkt 4 Blandet	Pkt 5 20- 70cm	Pkt 5 70- 110cm	Pkt 5 110- 170cm	Pkt 5 170- 240cm	Pkt 6 Blandet	Norm- verdi jord (mg/kg)
Altforer >C12-C35	13	345	72,92308	87	25	25	25	79	25	25	165	57	38	25	27	345	100
Arsen	13	63	9,938462	4,4	5,9	2,1	1,7	5,1	1,7	1,1	5,9	3,5	10	63	18	6,8	0
Benso(a)pyren	13	4,9	1,489231	3,3	0,04	0,01	0,01	0,87	0,03	0,01	3,8	4,9	1,1	0,12	0,67	4,5	0,1
Bly	13	370	98,96923	8,8	33	50	16	85	6,2	2,6	59	56	210	260	370	130	60
Fluoranten	13	9,1	2,708462	8	0,08	0,01	0,01	2,5	0,03	0,01	5	9,1	1,6	0,27	1,5	7,1	0,1
Fluoren	13	0,78	0,129231	0,5	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,09	0,13	0,04	0,01	0,06	0,78	0,6
Kadmium	13	1,8	0,276538	0,13	0,06	0,057	0,11	0,06	0,053	0,057	0,12	0,057	0,061	0,75	1,8	0,28	3
Kobber	13	410	91,86154	10	39	6,3	18	37	5,1	4,8	33	51	100	350	410	130	100
Krom totalt (III + VI)	13	58	20,87692	23	25	6,5	4,8	15	7,6	5,5	13	34	58	25	33	21	25
Naftalen	13	6,1	0,489231	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,06	6,1	0,8
Nikkel	13	73	22,69231	16	26	6,4	5,3	12	5,9	4,4	12	73	28	57	36	13	50
PAH totalt	13	60	18,34308	47	0,48	0,2	0,12	12	0,28	0,08	40	60	11	1,6	8,7	57	2
PCB CAS1336-36-3	13	0,0403	0,005215	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0005	0,002	0,002	0,007	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0403	0,01
Pentaklorfenol	13	0,0215	0,006269	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0215	0,005
Pyrene	13	10	2,565385	6,2	0,07	0,01	0,01	3,3	0,03	0,01	4,5	10	1,6	0,22	1,2	6,2	0,19
Sink	13	950	181,5385	71	59	74	44	120	37	35	140	130	210	290	950	200	100
Triklormetan	13	0,0182	0,005569	0,0025	0,0025	0,0115	0,0025	0,0133	0,0025	0,0025	0,041	0,0182	0,0025	0,0053	0,0025	0,0025	0,01

4.3 Miljøteknisk undersøkelse - fase 2

På bakgrunn av resultatene i fase 1 ble undersøkelsene videreført.

Borepunkt 1

Borepunktet er plassert i østlige del av området (fig. 3).

To blandprøver ble tatt fra Br 1, BIPr 1 fra 0-3 m og BIPr 14 fra 3-6 m. Prøvene ble avgrenset til disse dybder på bakgrunn av resultatene fra nærliggende sjakt 3 og 2. Mens sjakt 3 var forurensset kun i de øvre 90 cm hadde sjakt 2 for høye triklormetan mengder mellom 100 og 200 cm dybde. I sjakt 2 var de øvre masser ikke forurensset. Det var ønskelig å lokalisere overgangen til naturlige, ikke-forurensede masser. Derfor ble grenseområdet mellom de blandete prøvene satt til 3 m. Fordi dette området, i følge områdets historikk, er stort sett urørt ble ikke dypereliggende sedimenter sendt til analyse. Tre prøver tatt fra 6 til 12 m dybde er lagret hos COWI AS. Området for boring er vist i fig. 23.



Figur 23. Borepunkt 1: Br 1 ble boret til 12 m dyp. Fjell ble truffet ved 11 m.

Boreloggen for borpunkt 1 er vist på neste side.

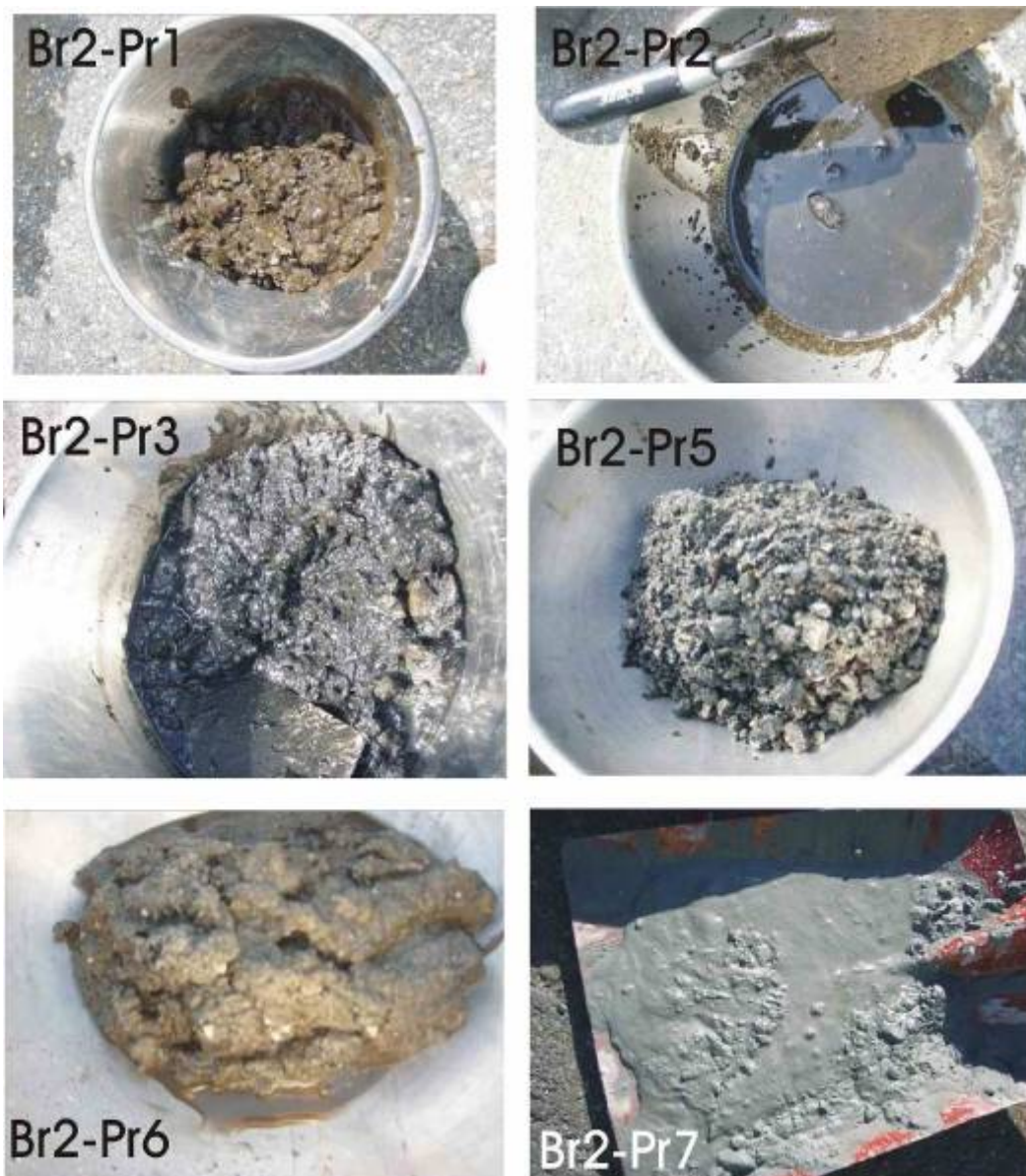
Logg, Borepunkt 1 (v/ P-plassen mot den sørlige delen av anleggsplassen)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr 1	1	0-3	Br1-pr1	0-3 m. Asfalt, pukk. Traff store steinlag etter den første meteren. Steinlaget var 50 cm tykt. Den siste 1,5 m bestod av leire og sand. Traff vannholdige sedimenter mellom 2,5 og 3 m.
BIPr 14	2	3-6	Br1-pr2	3-6 m. 3 m med bløt silt, sand og leireblanding
	3	6-9	Br1-pr3	6-8 m. De første 2 m det samme som Br1-pr2, leira har kvikkleire-egenskaper. Traff et stort steinlag på 8 m antatt morene.
	4	9-12	Br1-pr4	8-11 m. Fast morene bestående av grus, sand og leire.
	5		Br2-pr6	11-12 m. Traff fjell på 11 m og boret 1 m inn.

Borepunkt 2

Borepunktet ligger ved Belsen (fig. 3). Borepunkt ble 21 m dypt. Fjell ble først truffet ved 20 m. To blandete prøver ble tatt fra Br 2, BlPr 2 fra 2-5,5 m og BlPr 3 fra 5,5-9 m. De øverste 2 m ble ikke analysert på bakgrunn av resultatene fra de nærliggende sjaktene 1 og 4 der forurensning ble påvist i de øverste 1,2 m. På bakgrunn av boreloggrapporten fantes det en øvre grense til et avfallsholdig lag ved 2 m dybde. Derfor ble den første blandete prøven tatt fra dette laget og ned til 5,5 m der egenskapene til massene endret seg til et mer naturlig og muligens stedeget masse. Det var ønskelig å lokalisere overgangen til naturlig, ikke-forurensede masser. Derfor ble grenseområdet mellom de blandete prøvene satt til 5,5 m. Tre prøver tatt fra 12 til 18 m dybde er på lagring hos COWI AS.

Oppsamlet materiale er vist i fig. 24.



Figur 24. Bilder av masseprøver fra borpunkt 2.

Borelogg fra boring 2 er vist på neste side.

Logg, borepunkt 2

(v/ "Belsen" mot elva)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
		0-3		Asfalt, avrettingsmasser etc. Glass fra 1-1,5 m
BIPr 2	6		Br2-pr1	2 m, brunt, store glassbiter, grov sand og grus, ingen lukt (bakke)
	7		Br2-pr2	Fra 3 m svartere, oljeholdig, oljelukt, mer finstoff, vått (spade)
	8	3-6	Br2-pr3	3-5,5 m svart, oljeholdig "asfalt", noe glass, grov blandet fraksjoner, våt (bakke)
BIPr 3	9		Br2-pr4	5,5-6 m grå, sand, grus, småstein, noe tørrere, stedegent? (Kjent diesel lukt under ompakning før prøveavsendelse)
	10	6-9	Br2-pr5	Grå, sand, grus, småstein, vått, stedegent?
		9-12		Som 6-9m, men fra 11-12 m skjellrester (større fragmenter, se egen pose), mer rått lukt
	11	12-15	Br2-pr6	12-13m mørk grå, litt skjellrester (småbiter), ikke lukt, finsand og silt
	12	15-18	Br2-pr7	15 m lysere grå, silt og leire med litt sand, som sement i konsistens og farge
	13		Br2-18	15-18m silt/leire med litt sand, fast, lett å forme, plastisk, tung
		19-21		Ca 20 m fast fjell, hardt (se fragmenter i egen pose). Boret ca 1 m ned i fjell

Borepunkt 3

Plassering av borpunktet fremgår av fig. 3 Under boring ble fjell ble truffet på 23 m dyp. To blandete prøver ble tatt fra Br 3, BlPr 4 fra 0-5 m og BlPr 5 fra 7-12 m. Overgangen til naturlig, ikke-forurensede masser er antatt å være på ca. 5 m dyp. En prøve tatt fra 12 til 15 m dybde er på lagring hos COWI AS. I figur 25 er det vist området ved borpunktet og masseprøver som er tatt ut.



Figur 25. Prøvemateriale fra borpunkt 3

Logg, borepkt 3 (v/ Møllendalsveien 64)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
		0-3		0-1,5 m Grus, sprengstein og en del treflis. Lukter treflis,
				1,5-2,5 Ukjent. Kom ikke noe opp. Kanskje stor stein? Vann v/2,5 m
				2,5-3 Grus, flerfarga små stein, røde teglrester
BIPr 4	42	3-6	Br3-pr1	Blandeprøve 0-3 m. Brunt + flerfarga småstein, deler av sprengstein ellers finstoff, sand, grus, småstein, flis.
				Fortsatt grov grus, småstein til 4,5-5 m
	43		Br3-pr2	Fra 4,5-5 m Mørk grå, grov sand og grus, tørre, ingen lukt, grynede, lite finstoff
		6-9		Overgang til nytt rør: mye vann, rått lukt (kullbit, nøtteskall) grov sand og grus. Lite finstoff. Mørk grå. "stedegent"?, brakkvann
BIPr 5	44		Br3-pr3	7-9 m: Ikke "sikker" prøve. Tok fra haug rundt bor.
	45		Br3-pr4	Som 6-9 men noe grovere, mer småstein. Grå, men noe brunere enn pr 3 ved overgang til nytt rør (innslag av mold/organisk materiale)
	46	12-15	Br3-pr5	Brunt, mye organisk med litt sand, plastisk, fast, klumpvis, formbar, lukter sterkt (planterester, skjellrester, kullbit, nøtteskall, trebit)
		15-18		Måtte stoppe på 16 m pga knekt skjøte og stein mellom borestreng og foringsrør. Brunt gjørmete – som 12-15 blandet med vann
		18-24		Fjell nådd på andre forsøk uten foringsrør og derfor uten prøvetaking/beskrivelse. Fjell nådd på 23 m dyp + 1 m inn i "godt fjell".

Borepunkt 4

Borepunkt 4 ble boret til 20,5 m dyp. Fjell ble truffet ved 19,5 m. Tre blandete prøver ble tatt fra Br 4, BlPr 15 fra 0-2,5 m, BlPr 6 fra 2,5-6 m og BlPr 11 fra 6-9 m. Prøvene ble avgrenset til disse dybder for å kunne danne et nyansert bilde av underlaget i samsvar med andre blandete prøver fra Br 3 og Br 7. En prøve tatt fra 9 til 12 m dybde er på lagring hos COWI AS. Borepunktets plassering er vist i fig. 26.



Figur 26. Plassering av borpunkt 4.

Logg, borepkt 4 (øst for Falk bil oppsamling, sør for Falk hovedbygg)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr 15	14	0-3	Br4-pr1	0-2,5 m Asfalt, grus og mørke brun, organisk humusaktig jord. Ved 2 m var det en overgang til lyse brun/grå sand. Ingen lukt
BIPr 6	15	3-6	Br4-pr2	2,5-5,5 m Svart jord ned til 5 m så grus og noe tre spon. Ingen lukt. Traff vann ved 3,5 m. (Kjent diesel lukt under ompakning og prøveavsendelse)
BIPr 11	16	6-9	Br4-pr3	6-9 m Homogent mørkbrun jord og middels sand. Ingen lukt
	17	9-12	Br4-pr4	9-12 m Mørke brun jord ned til 11,5 m. Traff marine leir med sand innslag. Sterk metan lukt (i forbindelse med leire – naturlig). Prøvetaking avsluttet
		12-15		Traff store stein ved 13,5 m, under dette var det 1,5 m med bløt leire
		15-18		Leire som i 12-15 m ned til 16 m så finnes det store stein (blokk) mellom 16 og omtrent 17,8 m så et tynt morene lag ned til 18 m.
		18-21		Fra 18 til 19,5 m fantes et lag med fast leir. Ved 19,5 m traff vi fastfjell og boret 1 m ned i den.

Borepunkt 5

Det ble boret 15 m, fjell ble funnet på 14 m dyp. To blandete prøver ble tatt fra Br 5, BIPr 7 fra 2-11,5 m og BIPr 8 fra 11,5-13,5 m. Prøvene ble avgrenset til disse dybder for å kunne danne et nyansert bilde av underlaget i samsvar med andre blandete prøver fra Br- 2, 8, og 9. Av spesiell interesse var en tynnflytende oljeholdig jord som hadde veldig klare øvre og nedre grenser. Den øvre grensen var ved 5 m dybde og den nedre grensen var på 11 m. En prøve tatt fra 13 til 15 m dybde i tillegg til to overflateprøver fra 0-1 m og 1-2 m dybde er på lagring hos COWI AS. Bilder fra borpunkt og masseprøver er vist i fig. 27.



Figur 27. Plassering og masseprøver fra borpunkt 5.

Logg, Borepkt 5 (v/ den nordøst hjørne av verkstedbygget)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
	18	0-3	Br5-pr1	0-1 m Asfalt, sand og grus. (Mye støvdannelse, lite prøvemateriale)
	19		Br5-pr2	1-2 m Sand og grus, økende grusstørrelse nedover i profilen og mindre sand. Det var trespon i grus ved 1,5 m.
BIPr 7	20	3-6	Br5-pr3	2-5,5 m Brun/svart jord v/2 m. Veldig lite jord kom opp. Traff vann ved 2,80 m. Ved 5 m traff riggen noe flyttende olje-/asfaltaktig gjørme med litt grus. Veldig sterk diesel lukt.
	21	6-9	Br5-pr4	5,5-8,5 m Som ved 5 m, men litt grovere materiale i den siste halvmeter.
	22	9-12	Br5-pr5	8,5-11,5 m Som ved 5-8,5 m, men fra 10,5-11,5 m kom det litt stein og så sandig skjellholdig leire. Det var noe terrakotta fragmenter i den sandige enheten og vannet som kom opp var tydelig oljeholdig.
BIPr 8	23	12-15	Br5-pr6	11,5-13,5 m. Den første halvmeter var som den siste meter. Da begynte massene å se mer naturlige ut (sandig leire uten historiske gjenstander og olje). Disse massene luktet gammel gummi.
	24		Br5-pr7	13,5-15 m Kompakt marin leire fra 13,5 til 14 m der vi traff fast fjell. Boret 1 m ned i fjell.

Borepunkt 6

Br 6 ble 3 m dyp. Her ble det ikke boret ned til fjell. To blandete prøver ble tatt fra Br 6, BIPr 9 fra 0-1,5 m og BIPr 16 fra 1,5-3 m. Prøvene ble avgrenset til disse dybder på bakgrunn av resultatene fra de nærliggende sjaktene 4 og 1. Bilder fra plassering og masseprøver i borpunkt 6.



Figur 28. Plassering og masseprøver i borpunkt 6.

Logg, Borepkt 6 (v/ sørsiden av Belsen)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr 9	25	0-3	Br6-pr1	0-1,5 m Asfalt og store blokker (betong?). Det var overgang til en jord- og grusblanding ved 1,5 m.
BIPr 16	26		Br6-pr2	1,5-3 m Oksidert elvegrus (2-4 cm diameter)/morene. Naturlige stedegnede masser (?), ingen lukt.

Borepunkt 7

Borepunkt 7 ble 6 m dyp. Her ble det ikke boret ned til fjell. En blandet prøve ble tatt fra Br 7, BlPr 10 fra 0-6 m. Materiale i Br 7 er forholdsvis homogent og består av skifer og noe historisk antropogenisk innslag (terrakotta). Massene kan se ut som fyllmasse og ble derfor analysert som i en prøve. Stedegne masser ble ikke påtruffet. Bilder fra plassering og masseprøver er vist i fig. 29.



Figur 29. Plassering og masseprøver i borepunkt 7.

Logg, Borepkt 7 (På østsiden av Kjelstrup Olsen AS (Glass/vindusmaker)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr10	27	0-3	Br7-pr1	0-1 m Asfalt, mye sand og litt grus.
	28		Br7-pr2	1-2,5 m Grus/fyllmasse, ensartet (gneis, antageligvis lokal fjelltype) og sand. Traff vann (sjøvann) på omtrent 2 m.
	29	3-6	Br7-pr3	2,5-4 m Som forrige prøve (Br7-pr2), men sedimenter og sand er blitt vasket ut.
	30		Br7-pr4	4-6 m Som forrige prøve, men med noe finere masser – middels til fin sand (egner seg best av alle prøvene til analyse).

Borepunkt 8

Boringen ble utført til 12 m dyp. Her ble det ikke boret ned til fjell. To blandete prøver ble tatt fra Br 8, BlPr 12 fra 0-2,5 m og BlPr 13 fra 11,5-12 m. Prøvene ble avgrenset til disse dybder for å kunne danne et nyansert bilde av underlaget i samsvar med andre blandet prøver fra Br- 2, 5, og 9. Av spesiell interesse var grenseområder til en tynnflytende oljeholdig jord som hadde veldig klare øvre og nedre grenser. Den øvre grense var ved 2,5 m dyp og den nedre grense var på 11,5 m. Flere prøver tatt mellom 2,5 m og 11,5 m er på lagring hos COWI AS. Disse danner et svært gjenkjennelig lag og er blitt analysert i BlPr 7, og 18 fra Br 5 og 9. Bilder fra plassering og masseprøver er vist i fig. 30.



Borepunkt 8



Figur 30. Plassering og masseprøver i borpunkt 8.

Logg, Borepkt 8 (Mellom Br2 og Br5 i åpningen til hoved P-plassen på østsiden av verkstedsbygget)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr 12	31	0-3	Br8-pr1	0-1,5 m Asfalt, så brun jord m/grus ned til omtrent 1,2 m. Da traff riggen noen klebrige, svart-asfaltaktige klumper med grus. Luktet diesel.
	32		Br8-pr2	1,5-2,5 m Grå-svart gjørmete jord, sand og grus. Lukter diesel og har oljeaktige egenskaper. Det finnes også trevirke/-spon i prøven.
	33	3-6	Br8-pr3	2,5-5,5 m (Som Br5-pr3 ved 5 m), flytende olje-/asfaltaktige rennende gjørme med gummibiter. Økende diesel og H ₂ S lukt (veldig sterkt).
	34	6-9	Br8-pr4	5,5-8 m Som prøve Br8-pr3, men mot 8 m ble massene noe renere med litt sand, kvister og keramikk.
	35		Br8-pr5	8-9 m Som 5-8,5 m, men det var mer grus (av variert bergartstype), trevirke og glass (som vindusglass)
	36	9-12	Br8-pr6	9-11,5 m Som forrige prøve.
BIPr 13	37		Br8-pr7	11,5-12 m Ved 11,5 m var det en synlig overgang til brun klebrig og siltig/sandig leire.

Borepunkt 9

Boringen 9 ble 6 m dyp. Her ble det ikke boret ned til fjell. To blandete prøver ble tatt fra Br 9, BlPr 17 fra 0-1,5 m og BlPr 19 fra 2,8-6 m. Prøvene ble avgrenset til disse dybder for å kunne danne et nyansert bilde av underlaget i samsvar med andre blandete prøver fra Br-2, 5, og 8. Grenseområder til den tynnflytende oljeholdige jorden oppstod ved 2,8 m. Bunnen på dette laget ble ikke nådd. En prøve, Br 9-pr 2 ble tatt rett over den oljeaktige grensen mellom 1,5 m og 2,8 m. Den er på lagring hos COWI AS. Bilder fra plassering av borpunkt og masseprøver er vist i figur 31.



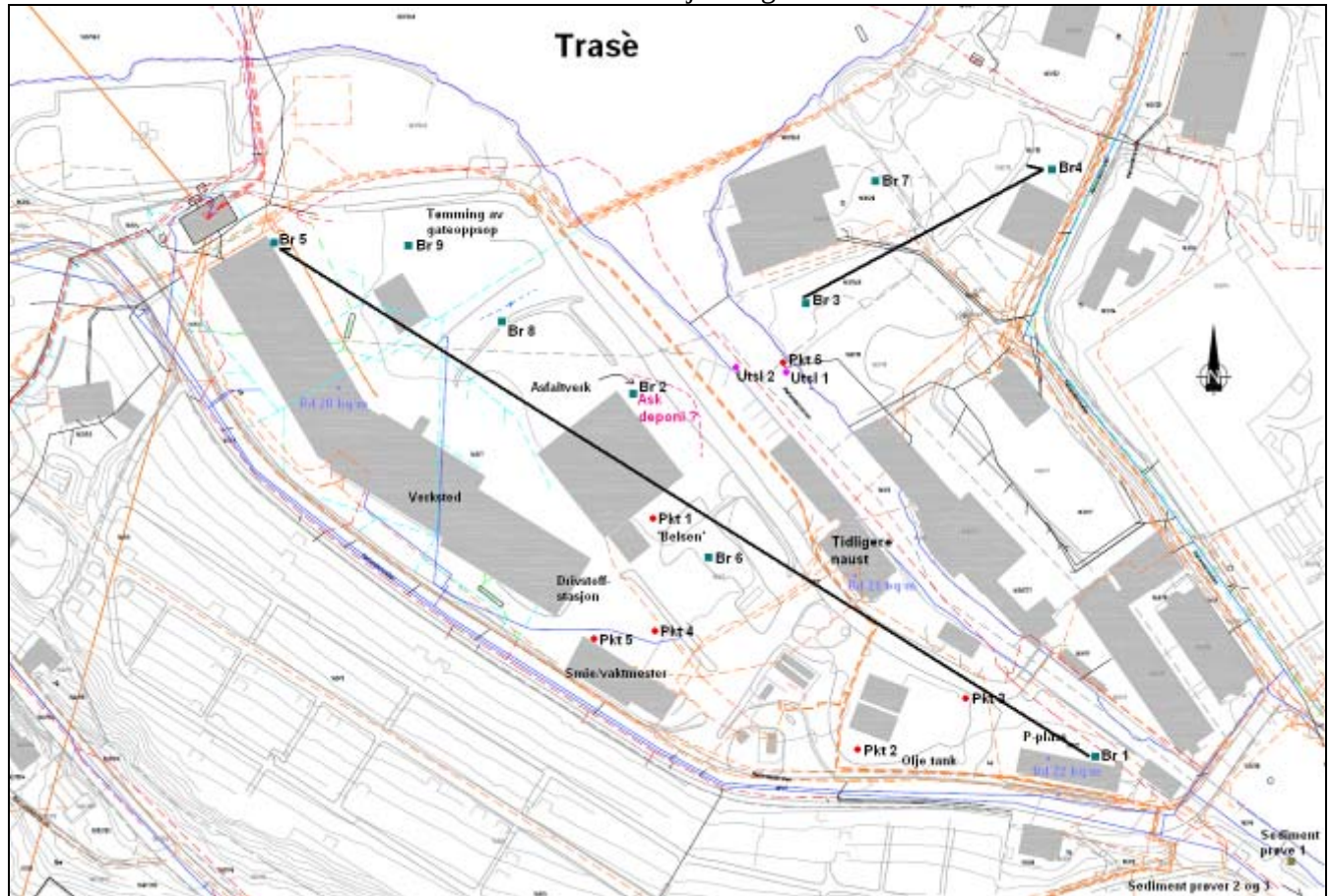
Figur 31. Plassering og masseprøver fra borpunkt 9.

Logg, Borepkt 9 (Mellom Br8 og Br5 nordøst for teltet i BIR området)

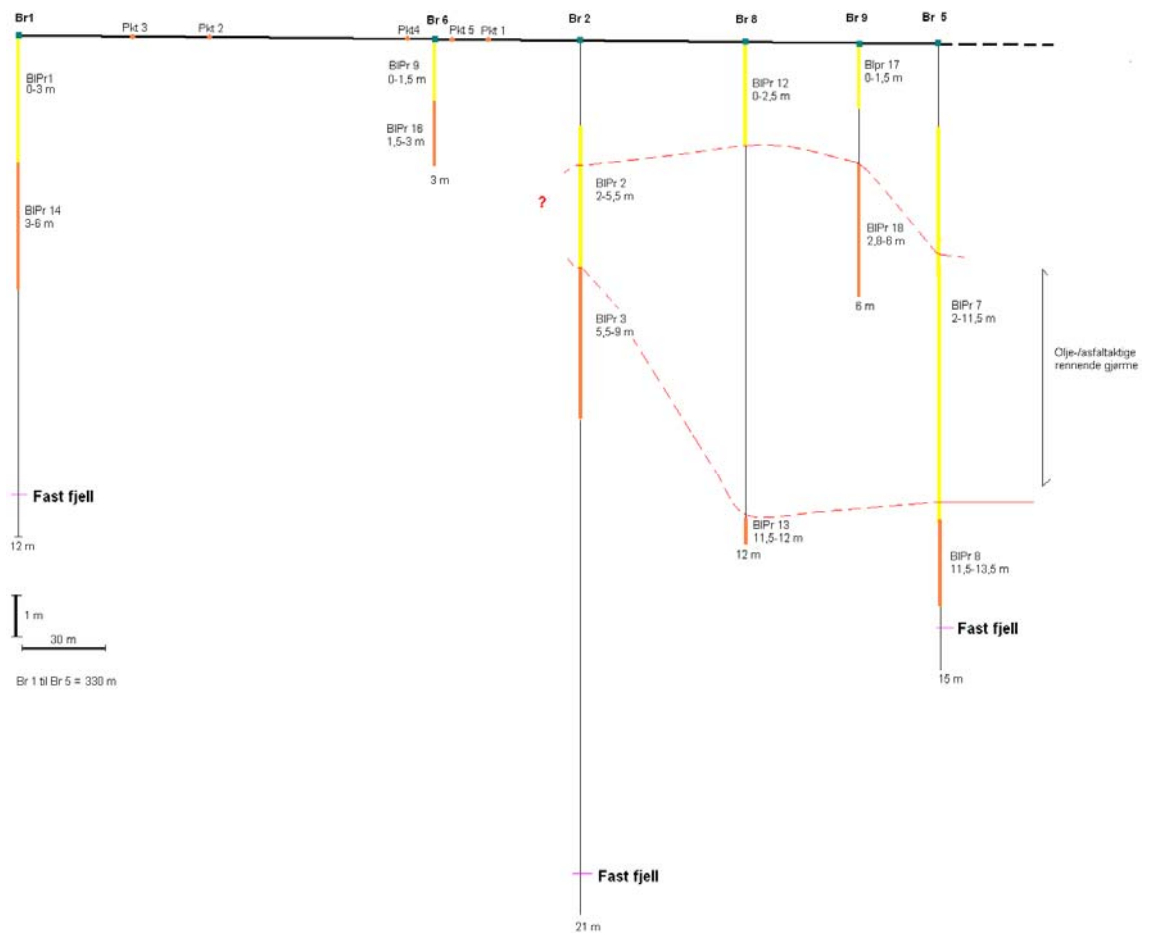
Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr17	38	0-3	Br9-pr1	0-1,5 m Asfalt, så brun jord med mye grus, lukter sopp.
	39		Br9-pr2	1,5-2,8 m siltig leire og jord til 2,8 m deretter flytende olje-/asfaltaktig gjørme som kom opp i prøven. Veldig sterk lukt.
BIPr 18	40	3-6	Br9-pr3	2,8-4 m Som Br8-pr3. Flytende olje-/asfaltaktig rennende gjørme. Lukter H ₂ S i tillegg til diesel. En del bly fragmenter (de største fragmenter var 2x10 cm) kom opp.
	41		Br9-pr4	4-6 m Som Br9-pr3

4.4 Analyseresultater

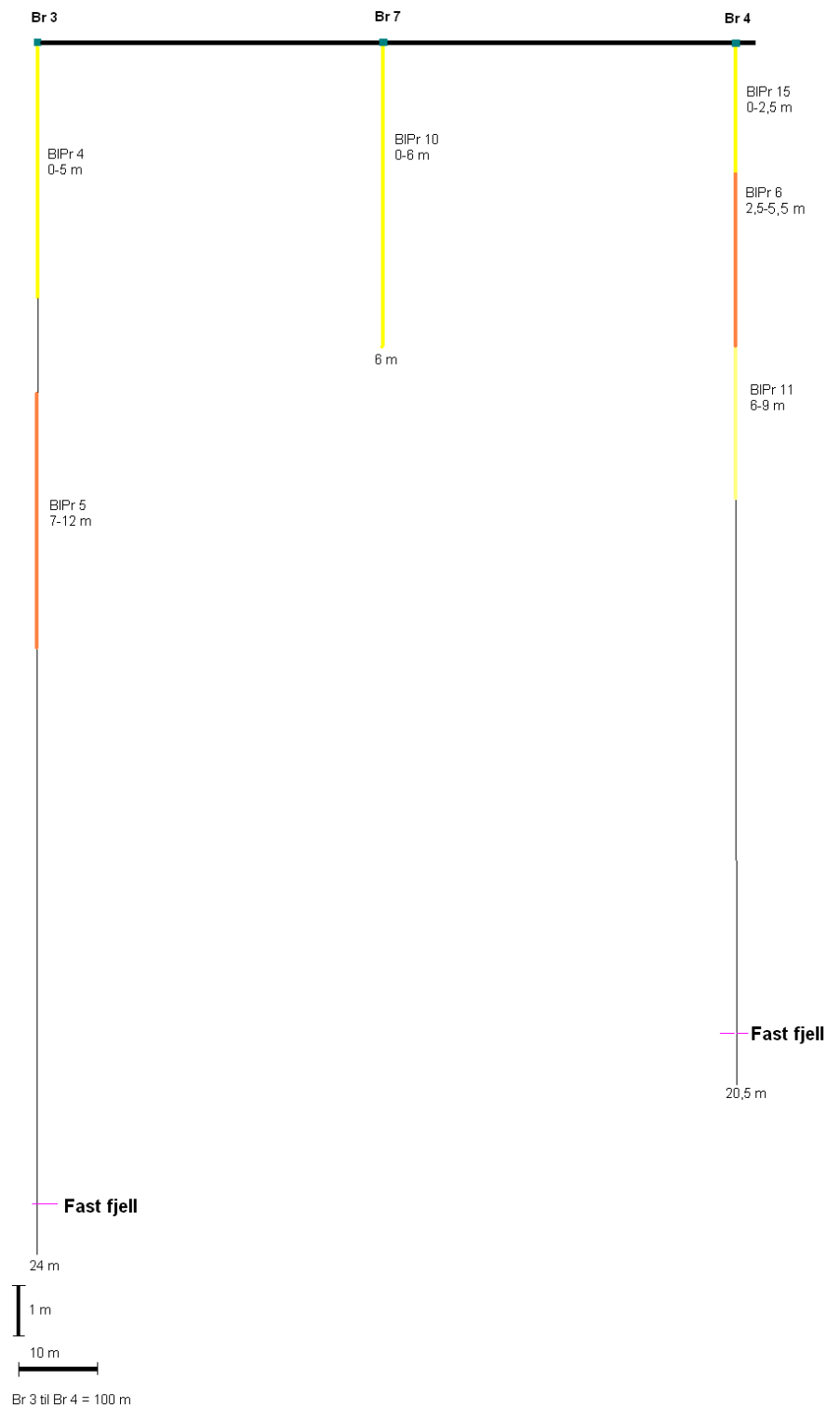
Figurene 32 viser plassering av borepunkter. I figur 33 og 34 er prøvene systematisert etter ulike traseer. De to traseene er vist med to linjer i fig 32



Figur 32. Plassering av prøvepunkt og markering av to linjetraseer for systematisering av data, De to traseene er vist i fig. 33 og 34. i fig. 28 og 29. Trase 1 strekker seg 330 m fra borepunkt 1 (Br#) til Br 5. Trase 2 strekker seg fra Br 3 til Br 4 omtrent 100 m mot nordøst.



Figur 33. Punktene fra sørvest-siden av Møllendalselven. Gule og oransje streker viser avgrensede prøveområder for blandete prøver fra borepunktene. BIPr# refererer til analyse nr. Br# indikerer borehull og Pkt# viser sjaktfordelingen.



Figur 34. Punktene fra nordøst-siden av Møllendalselven. Gule og oransje streker viser avgrensede prøveområder for blandete prøver fra borepunktene. BlPr# refererer til analyse nr. Br# identifiserer borehullspunkter.

Alle analyseresultater fra fase 2 er vist i tabell 3 og i vedlegg 2. I tabell 4 og 5 er det vist de samlede analyseresultater i forhold til normverdier med utgangspunkt i normverdiene, trinn 1. Gule felter viser overskridelser i henhold til dagens grenser, men ikke i henhold til de nye grenseverdiene som snart skal utgis. Stoffene som vil få nye normverdier er fremhevet med grå. Der disse verdiene har en negativ effekt er rutene merket med mørke oransje. Oransje ruter viser overskridelser av normverdiene.

Tabell 3. Blandete prøver fra borepunktene.
Samlet vurdering av analyseresultatene i forhold til norske bakgrunnsverdier.

Stoff	Antall prøver	Max $C_{s, \text{max}}$ (mg/kg)	Middel $C_{s, \text{middel}}$ (mg/kg)	BP-1, Møllendal/ Bø 0-5m	BP-2, Møllendal/ Bø 2-5,5m	BP-3, Møllendal/ Bø 5,5-8m	BP-4, Møllendal/ Bø 8-10m	BP-5, Møllendal/ Bø 10-12m	BP-6, Møllendal/ Bø 12-15m	BP-7, Møllendal/ Bø 15-18m	BP-8, Møllendal/ Bø 18-21m	BP-9, Møllendal/ Bø 21-24m	BP-10, Møllendal/ Bø 24-27m	BP-11, Møllendal/ Bø 27-30m	BP-12, Møllendal/ Bø 30-33m	BP-13, Møllendal/ Bø 33-36m	BP-14, Møllendal/ Bø 36-39m	BP-15, Møllendal/ Bø 39-42m	BP-16, Møllendal/ Bø 42-45m	BP-17, Møllendal/ Bø 45-48m	BP-18, Møllendal/ Bø 48-51m	Norm-verdi jord (mg/kg)
1,1-dikloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,1
1,2,4,5-tetrakloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,30/5
1,2,4-trikloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,20/5
1,2-dikloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,004
1,2-dikloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,50/1
1,2-dikloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0030/0,1
1,4-dikloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,5
Altater > C8-C8	18	11	5,33333	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Altater > C8-C10	18	9,2	5,24444	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Sum altater > C5-C10	18	16,2	10,57778	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7
Altater > C10-C12	18	23	6,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	30/50
Altater > C12-C35	18	2900	543,6222	165	165	65	49	37	195	848	225	92	215	47	636	175	65	2405	585	926,2	2900	100
Asen	18	51	11,51667	3,5	6,6	3	2,2	2,6	2,9	36	5,3	51	3,8	3,1	20	4,8	1,8	5,2	8,5	14	33	28
Bensen	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0050/0,09
Benso(a)pyren	18	6	0,740566	0,38	0,47	0,01	0,03	0,01	0,01	2	0,16	0,04	0,02	0,01	2,9	0,26	0,01	0,15	0,13	0,74	6	0,1
Bly	18	240	43,04444	4	83	6	7	2,5	3	110	3,8	7,6	3,8	1,5	94	6,3	1,3	89	22	120	240	60
Dikloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,06
Dibensen	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,50/2
Fluoranten	18	16	1,98667	0,96	0,95	0,02	0,04	0,01	0,01	6,9	0,55	0,11	0,06	0,01	6,9	0,83	0,01	0,28	0,3	2	16	0,11
Fluoren	18	3,2	0,25111	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,45	0,07	0,01	0,01	0,01	0,27	0,12	0,01	0,01	0,01	0,23	3,2	0,60/8
Kadmium	18	2,1	0,267444	0,055	2,1	0,062	0,065	0,056	0,066	0,28	0,06	0,053	0,057	0,067	0,47	0,15	0,059	0,49	0,064	0,23	0,43	31/5
Kobber	18	360	45,18333	8,2	78	6,2	19	10	6,1	110	7,9	19	18	3,8	40	10	8,1	19	18	72	360	100
Krom totalt (III + VI)	18	52	19,84444	8,5	14	13	5,3	12	6,5	27	11	34	48	6,4	29	14	7,5	9	11	49	52	25/50
Kvikksølv	18	0,62	0,109687	0,0022	0,34	0,032	0,043	0,0023	0,0079	0,62	0,0072	0,031	0,0023	0,0054	0,21	0,026	0,00012	0,08	0,19	0,078	0,3	1
Naftalen	18	0,36	0,045566	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,17	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05	0,01	0,01	0,01	0,08	0,36	0,8
Nikkel	18	47	15,06111	7,7	13	7,7	5,6	7,4	6,1	23	9	19	36	6,8	26	9,6	6,1	9	8,9	34	47	50/60
PAH totalt	18	94	10,4278	5,1	4,9	0,15	0,27	0,2	0,11	28	2,6	0,58	0,28	0,2	34	4,2	0,2	1,5	1,5	10	94	2
PCB CAS 136-36-3	18	0,0228	0,004328	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0044	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0107	0,0328	0,01
Pyrene	18	13	1,48667	0,76	0,79	0,02	0,04	0,01	0,01	3,9	0,43	0,08	0,05	0,01	4,9	0,68	0,01	0,25	0,22	1,6	13	0,11
Stk	18	780	177,7778	36	510	38	37	32	39	350	48	88	49	31	380	51	21	320	110	280	780	100/200
Tetrakloretan	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,030/0,1
Toluen	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,50/3
Triokteten	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,010/0,1
Triokteten	18	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,010/0,02
Xylen	18	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,50/2

Stoff	Antall prøver	Max C ₅ max (mg/kg)	Middel C ₅ middel (mg/kg)	BP+ 1, Møllendal/ Br1 0-3m	BP+ 2, Møllendal/ Br2 2-5,5m	BP+ 3, Møllendal/ Br2 5,5-9m	BP+ 4, Møllendal/ Br3 0-5m	BP+ 5, Møllendal/ Br3 7-12m	BP+ 6, Møllendal/ Br4 2-5-6m	BP+ 7, Møllendal/ Br5 2-11,5m	BP+ 8, Møllendal/ Br5 11-5-13,5m	BP+ 9, Møllendal/ Br6 0-1,5m	BP+ 10, Møllendal/ Br7 0-6m	BP+ 11, Møllendal/ Br4 6-9m	BP+ 12, Møllendal/ Br8 0-2,5m	BP+ 13, Møllendal/ Br8 11-5-12m	BP+ 14, Møllendal/ Br1 3-6m	BP+ 15, Møllendal/ Br4 0-2,5m	BP+ 16, Møllendal/ Br6 1,5-3 m	BP+ 17, Møllendal/ Br9 0-1,5m	BP+ 18, Møllendal/ Br9 2,8-6m	Norm-verdi jord (mg/kg)
Sum alifat > C5-C10	18	16,2	10,57778	10	10	10	10	10	10	16,2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	14,2	7
Alifat > C12-C35	18	2900	543,6222	155	165	65	49	37	165	848	225	92	215	47	636	175	65	2405	585	926,2	2900	100
Arsen	18	51	11,51667	3,5	6,6	3	2,2	2,6	2,9	36	5,3	51	3,8	3,1	20	4,8	1,8	5,2	8,5	14	33	218
Bensol(å)pyren	18	6	0,740556	0,38	0,47	0,01	0,03	0,01	0,01	2	0,16	0,04	0,02	0,01	2,9	0,26	0,01	0,15	0,13	0,74	6	0,1
Bly	18	240	43,04444	4	83	6	7	2,5	3	110	3,8	7,6	3,8	1,5	84	6,3	1,3	69	22	120	240	60
Fluoranten	18	16	1,99667	0,96	0,95	0,02	0,04	0,01	0,01	6,9	0,55	0,11	0,06	0,01	6,9	0,83	0,01	0,28	0,3	2	16	0,11
Fluoren	18	3,2	0,251111	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,45	0,07	0,01	0,01	0,01	0,27	0,12	0,01	0,01	0,01	0,23	3,2	0,6/0,8
Kadmium	18	2,1	0,267444	0,055	2,1	0,062	0,065	0,056	0,066	0,28	0,06	0,053	0,057	0,067	0,47	0,15	0,059	0,49	0,064	0,23	0,43	31,5
Kobber	18	360	45,18333	8,2	78	6,2	19	10	6,1	110	7,9	19	18	3,8	40	10	8,1	19	18	72	360	100
Krom totalt (III + VI)	18	52	19,84444	8,5	14	13	5,3	12	6,5	27	11	34	48	6,4	29	14	7,5	9	11	49	52	25/50
PAH totalt	18	94	10,43278	5,1	4,9	0,15	0,27	0,2	0,11	28	2,6	0,58	0,28	0,2	34	4,2	0,2	1,5	1,5	10	94	2
PCB CAS1336-36-3	18	0,0328	0,004328	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0044	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0107	0,0328	0,01
Pyrene	18	13	1,486667	0,76	0,79	0,02	0,04	0,01	0,01	3,9	0,43	0,08	0,05	0,01	4,9	0,68	0,01	0,25	0,22	1,8	13	0,11
Sink	18	780	177,7778	36	510	38	37	32	39	350	48	88	49	31	380	51	21	320	110	280	780	100/200

Tabell 5. Samlet tabelloversikt over resultatene fra sjaktprøvene og boreprøvene. Overskrifter i forhold til norske normverdier er vist i oransje.

[illegible]

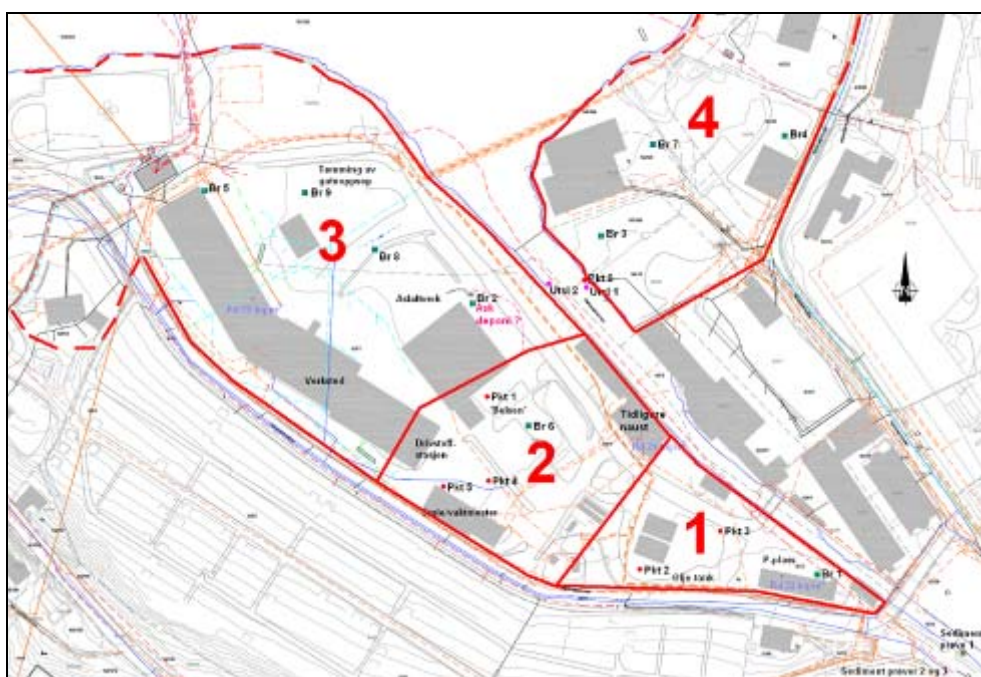
4.5 Vurdering av analyseresultatene

Analysene viser at det er mest forurensing av oljeprodukter og tjærestoffer (PAH) samt tungmetallene arsen og bly.

På anleggsplassen ble det kun funnet PCB i overflatemasser i Br9, men det ble funnet større konsentrasjoner i elved sedimentene.

Forurensingen er knyttet til finpartikulært materiale som blir analysert. Masser med kornstørrelse fra grus og oppover kan betraktes som rene. Prøvene er tatt fra finfraksjonen i massene. Overskridelsene i forhold til mest følsom arealbruk gjelder derfor et konsentrat av løsmassene. Løsmassene består av en blanding av fyllmasse av ulik sammensetning.

Resultatene fra grunnforurensningsanalysen viser noen likheter, derfor er de ulike prøvpunktene delt inn i ulike områder for å gjøre vurderingen mer oversiktlig (fig. 35).



Figur 35. Systematisering av forholdene i ulike delområder.

Område 1

Borepunkt 1 og sjakt 3 er lettere forurensset i overflaten og sjakt 2 er ren med unntak av triklorometan som gir utslag i 1 til 2 m dybde. Område 1 kan ansees som rent fra 3 m og ned til fjell basert på analyseresultater fra 3 m dybde (Br1), 1,2 m dybde (Pkt3) og 2 m dybde (Pkt2). Overflatejord i område 1 viser variabel kvalitet.

Område 2

Prøvene tatt i området på sørsiden av "Belsen", sjakt 1, 4 og 5, og borepunkt 6 utgjør område 2. Forurensning er påvist i overflateprøver i Pkt 1 og Pkt 4 og ned til 3 m dybde i Pkt 5 og Br 6. Forurensningsgraden ser ut til å øke med dybden i enkelte tilfeller. Rene masser ble ikke nådd på noen av analysepunktene i dette området. Basert på avgrensede prøveområder er det antatt at massene er forurensset ned til 5,5 m dybde i område 2. Overflatejord i område 2 viser variabel kvalitet.

Område 3

Prøvene tatt i området på østsiden av "Belsen" og nord mot helikopterplassen (Br 2, Br 8, Br 9 og Br 5) i tillegg til Pkt 6 fra nordøst-siden av Møllendalselven deler noen fysiske og kjemiske egenskaper. I borepunkt 2 ble rene masser nådd ved 5,5 m dybde. Resultatene fra de andre prøvene antyder et forholdsvis homogent forurensset lag som begynner i overflaten og strekker seg ned til omtrent 11 m dyp der forurensningsgraden avtar ned mot fjell. Her ser det ikke ut til å være noen uberørte masser. Massene i borepunkt 9 kan se ut til å være de sterkest forurensede.

Område 4

På nordøst-siden av Møllendalselven er massene generelt sett renere enn i elvebredden og på sørvest-siden av Møllendalselven. De tre borepunktene Br 3, Br 7 og Br 4 dekker område 4. Br 3 var helt rent ned til 12 m og det er ingen grunn til å mistenke dypere liggende forurensninger her. Br 7 og Br 4 er lettere forurensset mellom 0 og 6 m. Etter 6 m dybde er det ingen grunn til å mistenke dypere liggende forurensninger.

5 Risikovurdering

Risikoen kan knyttes til miljømål på det regulerte området og til risikoen tilknyttet spredning til områder utenfor.

5.1 Miljømål

- Miljømål 1: Forurensningene i grunnen skal ikke gi uakseptabel spredning av miljøgifter til Møllendalselven og Store Lungegårdsvann som følge av graving, byggearbeider og massedisponering.
- Miljømål 2: Forurensningene i grunnen skal ikke medføre en uakseptabel risiko for personer som vil bo og ha sin virksomhet på området.
- Miljømål 3: Overskuddsmasser skal behandles og disponeres i henhold til gjeldende regelverk slik at risikoen for eksponering og forurensning blir minimal, både i anleggs- og driftsfasen.
- Miljømål 4: Flyktige stoffer som kan gi ubehagelig lukt eller helseskade skal ikke forekomme.

5.2 Planlagt arealbruk

Området er i dag et næringsareal. I fremtiden er området tenkt brukt til bolig-, næringsområder og barnehage. Det er derfor utarbeidet følgende arealbrukskategorier:

- Boligområder
- Næringsområder
- Barnehage

5.3 Forurensninger

Dataene viser at store deler av massene er forurenset i ulike dyp. Det er i hovedsak tungmetallene arsen, bly og kobber, PAH-forbindelsene benzo(a)pyren, pyren og fluoranten og oljekomponentene C12-C35 som overskrider SFT's normverdier for mest følsom arealbruk (SFT-rapport 99:01).

5.4 Stedsspesifikk risikovurdering

Analyseresultatene som viser overskridelse av en rekke stoff i forhold til ren jord er gjort rede for i forrige kapittel. Mest følsom arealbruk er basert på at mennesker kan få i seg forurensing via en rekke eksponeringsveier:

- Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)
- Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)
- Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)
- Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)
- Oppholdstid utendørs (barn)
- Oppholdstid utendørs (voksne)
- Oppholdstid innendørs (barn)
- Oppholdstid innendørs (voksne)
- Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann
- Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten
- Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient

Jord som tilfredsstiller normene for mest følsom arealbruk kan disponeres fritt og det er ikke antatt at denne kan medføre helsefare.

Når prøvene viser forurensing må det knyttes krav til hvordan overskuddsmasser håndteres. For den jorden som ligger igjen på området kan det gjøres en stedsspesifikk risikoanalyse. Det benyttes relevante eksponeringsveier for forurensingen til å beregne om massene utgjør en fare for miljø eller helse.

Risikovurdering er utført for 3 ulike arealbrukskategorier. Det er beregnet akseptverdier for miljø- og helserisiko for de respektive kategorier (tabell 6). Disse verdier skal *legges til grunn* for alle vurderinger som omfatter maksimumsverdier for hva som er tillatt i gjennliggende masser på et utbyggingsområde. De skal også gjelde ved gjenbruk av oppgravede masser på andre områder enn det aktuelle tiltaksområdet.

Risikovurderingen bygger på SFTs veileder "Risikovurdering av forurenset grunn" (SFT-veileder 99:01A) og "Veileder for undersøkelse av jordforurensning i nye barnehager" (SFT 2261:2007).

Risikovurderinger skal avklare følgende 3 forhold:

- Behov for risikoreduserende tiltak
- Avklare type risikoreduserende tiltak
- Prinsipper for håndtering av forurensede masser

5.4.1 Arealbrukskategorier

Ved vurdering, valg og gjennomføring av tiltak skal alle miljømålene være tilfredsstilt. Risikovurderingen skal ta hensyn til både helse- og spredningsrelaterte forhold. Helserelaterte forhold ivaretas gjennom **arealbruksrelaterte akseptkriterier**, mens miljøhensyn i første rekke ivaretas gjennom **spredningsvurderinger**.

Akseptkriterier er beregnet for ulike arealbrukskategorier som angitt under, basert på vurderinger av fremtidig arealbruk.

- 1 *Bolig- og barnehageområder.* Dette inkluderer bolig, barneparker, barnehager, lekeplasser inklusive parker og badestrender.
- 2 *Næringsområde – åpne utendørs arealer.* Dette inkluderer arealer som brukes til åpne utendørs arealer rundt kontor, forretning, hotell, høgskole, og servicebygg. Også veier og parkeringsplasser.
- 3 *Næringsområde – tett overflater.* Dette inkluderer kontor, forretning, hotell, høgskole, og servicebygg.

5.4.2 Arealbruksrelaterte akseptkriterier

De arealbruksrelaterte akseptkriteriene (helsebaserte akseptkriterier) skal sørge for at miljømål nr. 2 (se Kap. 4.1) tilfredsstilles:

”Forurensningene i grunnen skal ikke medføre en uakseptabel risiko for personer som vil bo og ha sin virksomhet på området”.

Akseptkriteriene er oppgitt som konsentrasjoner av forurensning i jorda. Generelt gjelder at dersom konsentrasjonene i jorda ligger under disse kriteriene for relevant arealbruk, er tiltak ikke nødvendig. Ved overskridelse av akseptkriteriene må det gjennomføres tiltak. Alternativt vil det kunne utføres en mer detaljert risikovurdering for eventuelt å dokumentere at forurensningen ikke medfører helsefare.

I vedlegg 3.1 er det vist hvordan akseptkriteriene er utarbeidet og hvilke parametere som er brukt for beregning av transport- og reaksjonsmekanismer. Det er i tillegg brukt ”Kvalitetskriterier for jord i barnehager, lekeplasser og skoler (utarbeidet for SFT – av Alexander, 2006)”. Dette fordi SFT stiller samme kvalitetskrav til bolig- og barnehagegrunn.

Dersom arealbruken for et område ikke faller naturlig inn i noen av de arealbrukskategoriene som er nevnt over, må egne akseptkriterier utarbeides. Disse skal baseres på SFT-veiledning 99:01A og aktuelt eksponeringsscenarier for arealet.

Akseptverdiene er i utgangspunktet retningsgivende. Hvis de skal fravikes vil det være nødvendig med ny risikovurdering der det begrunnes hvorfor verdiene blir endret.

Tabell 6. Arealbruksrelaterte akseptkriterier (helsebaserte) for aktuelle arealbrukskategorier for Møllendal. Akseptkriteriene er gitt i mg/kg tørrstoff

Kjemisk forbindelse	SFTs norm (SFT 99:01)	Boligområde	Barnehager	Næring Tetteflater	Næring Åpenflater
Tungmetaller					
Arsen*	2	5,3	20	ingen norm	19
Bly*	60	100	100	ingen norm	3185
Kadmium*	3	10	10	ingen norm	662
Kvikksølv*	1	1	1	3,9	1262
Kobber	100	77628	72973	ingen norm	1691038
Sink	100	130431	122610	ingen norm	3065449
Krom totalt (III + VI)	25	25	32	ingen norm	53
Nikkel*	50	135	135	ingen norm	1578
Klorete forbindelser					
PCB CAS1336-36-3*	0,01	0,5	0,5	183	3,7
Heksaklorbensen	0,03	5,8	9,5	31	74
Triklormetan	0,01	0,01	0,02	0,02	404
Trikloreten	0,01	3,4	12	12	53752
Tetrakloreten	0,03	0,06	0,2	0,2	495
Alifatiske hydrokarboner					
Sum alifater > C5-C10	7	9,583	35	33,121	166804
Alifater >C10-C12	30	46	166	160	166804
Alifater >C12-C35	100	215	706	773	166804
Aromatiske hydrokarboner					
Bensen	0,005	0,01	0,04	0,04	874
Toluen	0,5	0,6	2	1,9	433350
Etylbensen	0,5	0,7	2,6	2,5	163136
Xylen	0,5	1,	3,9	3,7	358525
PAH totalt	2	8	8	3953	37
Benso(a)pyren*	0,1	0,5	0,5	247	2,3
Naftalen	0,8	181	570	1174	89211
Fluoren	0,6	1766	1907	62007	66547
Fluoranten	0,1	2124	2007	1892562	66547
Pyrene	0,19	1597	1506	2038380	49910
Tilsetningsstoffer til bensin og oljeprodukter					
1,2-dikloroetan	0,003	0,004	0,013	0,012	2389
1,2-dibrometan	0,004	0,004	0,005	0,006	0,3

*Arealer som er planlagt brukt til nye boliger og barnehager er pålagt fastlagte kvalitetskriterier fra SFT. Disse baseres på nye normverdier som er innført i veilederen for undersøkelse av jordforurensning i nye barnehager 2261:2007, men ikke i beregningsverktøyet for forurenset grunn. I enkelte tilfeller har dette ført til at akseptkriteriet utvides, som for As (4,49 mg/kg til 20 mg/kg), mens i andre tilfeller er akseptkriteriet redusert, som for Pb (fra 137,6 mg/kg til 100 mg/kg).

Kunnskapen om arealene er basert på punktinformasjon. For å generalisere denne informasjonen til å gjelde arealer er det tatt utgangspunkt i hvordan forurensingen er fordelt og hvilke

spredningsmekanismer som har vært gjeldende. Informasjonen for egnethet er generalisert informasjon. Egnetheten gjelder om det ikke gjøres tiltak. Det er tatt utgangspunkt i alle prøvene fra et punkt uavhengig av dybde. Derfor vil ikke gravearbeid påvirke vurderingene.

Tabell 7. Egenhet av områdene til bruk som barnehage-/boligarealer. Pdf versjon, se vedlegg 5.1/5.2

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	SFT	Område 1 - Målt jordkonsentrasjon								NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/ kg)	Helserisiko C _{he} Barnehage (mg/kg)		Kvalitetskriterie r for normalbarnehag er	BIPr 1, Møllendal/ Br1 0-3m	BIPr 14, Møllendal/ Br1 3-6m	Pkt 2 40- 100cm	Pkt 2 100- 200cm	Pkt 2 200- 240cm	Pkt 3 20- 90cm	Pkt 3 90-120cm	Pkt 3 120-200cm	Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG
Alifater >C12-C35	100	706,396		155	65	25	25	25	79	25	25	100-220	NN(100-300)
Arsen	2	4,493	20,000	3,5	1,8	5,9	2,1	1,7	5,1	1,7	1,1	8-20	20
Benso(a)pyren	0,1	0,410	0,500	0,38	0,01	0,04	0,01	0,01	0,87	0,03	0,01	0,1-0,5	0,5
Bly	60	137,755	100,000	4	1,3	33	50	16	85	6,2	2,6	60-100	100
Krom totalt (III + VI)	25	32,036		8,5	7,5	25	6,5	4,8	15	7,6	5,5	NN	NN
PAH totalt	2	6,563	8,000	5,1	0,2	0,48	0,2	0,12	12	0,28	0,08	2-8	8
Triklormetan	0,01	0,017		0,0025	0,0025	0,0025	0,0115	0,0025	0,0133	0,0025	0,0025	NN	NN

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	SFT	Område 2 - Målt jordkonsentrasjon								NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/ kg)	Helserisiko C _{he} Barnehage (mg/kg)		Kvalitetskriterie r for normalbarnehag er	Pkt 1 Blandet pr,	Pkt 4 Blandet	Pkt 5 20- 70cm	Pkt 5 70- 110cm	Pkt 5 110- 170cm	Pkt 5 170- 240cm	BIPr 9, Møllendal/Br6 0- 1,5m	BIPr 16, Møllendal/Br6 1,5- 3 m	Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG
Alifater >C12-C35	100	706,396		87	165	57	38	25	27	92	585	100-220	NN(100-300)
Arsen	2	4,493	20,000	4,4	5,9	3,5	10	63	18	51	8,5	8-20	20
Benso(a)pyren	0,1	0,410	0,500	3,3	3,8	4,9	1,1	0,12	0,67	0,04	0,13	0,1-0,5	0,5
Bly	60	137,755	100,000	8,8	59	56	210	260	370	7,6	22	60-100	100
Krom totalt (III + VI)	25	32,036		23	13	34	58	25	33	34	11	NN	NN
PAH totalt	2	6,563	8,000	47	40	60	11	1,6	8,7	0,58	1,5	2-8	8
Triklormetan	0,01	0,017		0,0025	0,0041	0,0182	0,0025	0,0053	0,0025	0,0025	0,0025	NN	NN

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	SFT	Område 3 - Målt jordkonsentrasjon								NGU	SFT	
	Norm-verdi jord (mg/ kg)	Helserisiko C _{he} Barnehage (mg/kg)		Kvalitetskriterie r for normalbarnehag er	BIPr 2, Møllendal/ Br2 2- 5,5m	BIPr 3, Møllendal/ Br2 5,5- 9m	BIPr 12, Møllendal/ Br8 0- 2,5m	BIPr 13, Møllendal/ Br8 11,5- 12m	BIPr 17, Møllendal/ Br9 0- 1,5m	BIPr 18, Møllendal/ Br9 2,8- 6m	BIPr 7, Møllendal/Br5 2- 11,5m	BIPr 8, Møllendal /Br5 11,5-13,5m	Pkt 6 Blandet	Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG
Alifater >C12-C35	100	706,396		165	65	636	175	926,2	2900	848	225	345	100-220	NN(100-300)
Arsen	2	4,493	20,000	6,6	3	20	4,8	14	33	36	5,3	6,8	8-20	20
Benso(a)pyren	0,1	0,410	0,500	0,47	0,01	2,9	0,26	0,74	6	2	0,16	4,5	0,1-0,5	0,5
Bly	60	137,755	100,000	83	6	84	6,3	120	240	110	3,8	130	60-100	100
Krom totalt (III + VI)	25	32,036		14	13	29	14	49	52	27	11	21	NN	NN
PAH totalt	2	6,563	8,000	4,9	0,15	34	4,2	10	94	28	2,6	57	2-8	8
Triklormetan	0,01	0,017		0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	NN	NN

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	SFT	Område 4 - Målt jordkonsentrasjon						NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/ kg)	Helserisiko C _{he} Barnehage (mg/kg)		Kvalitetskriterie r for normalbarnehag er	BIPr 4, Møllendal/ Br3 0-5m	BIPr 5, Møllendal/ Br3 7- 12m	BIPr 10, Møllendal/ Br7 0-6m	BIPr 15, Møllendal/ Br4 0- 2,5m	BIPr 6, Møllendal/ Br4 2,5- 6m	BIPr 11, Møllendal/ Br4 6-9m	Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG
Alifater >C12-C35	100	706,396		49	37	215	2405	195	47	100-220	NN(100-300)
Arsen	2	4,493	20,000	2,2	2,6	3,8	5,2	2,9	3,1	8-20	20
Benso(a)pyren	0,1	0,410	0,500	0,03	0,01	0,02	0,15	0,01	0,01	0,1-0,5	0,5
Bly	60	137,755	100,000	7	2,5	3,8	69	3	1,5	60-100	100
Krom totalt (III + VI)	25	32,036		5,3	12	48	9	6,5	6,4	NN	NN
PAH totalt	2	6,563	8,000	0,27	0,2	0,28	1,5	0,11	0,2	2-8	8
Triklormetan	0,01	0,017		0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	NN	NN

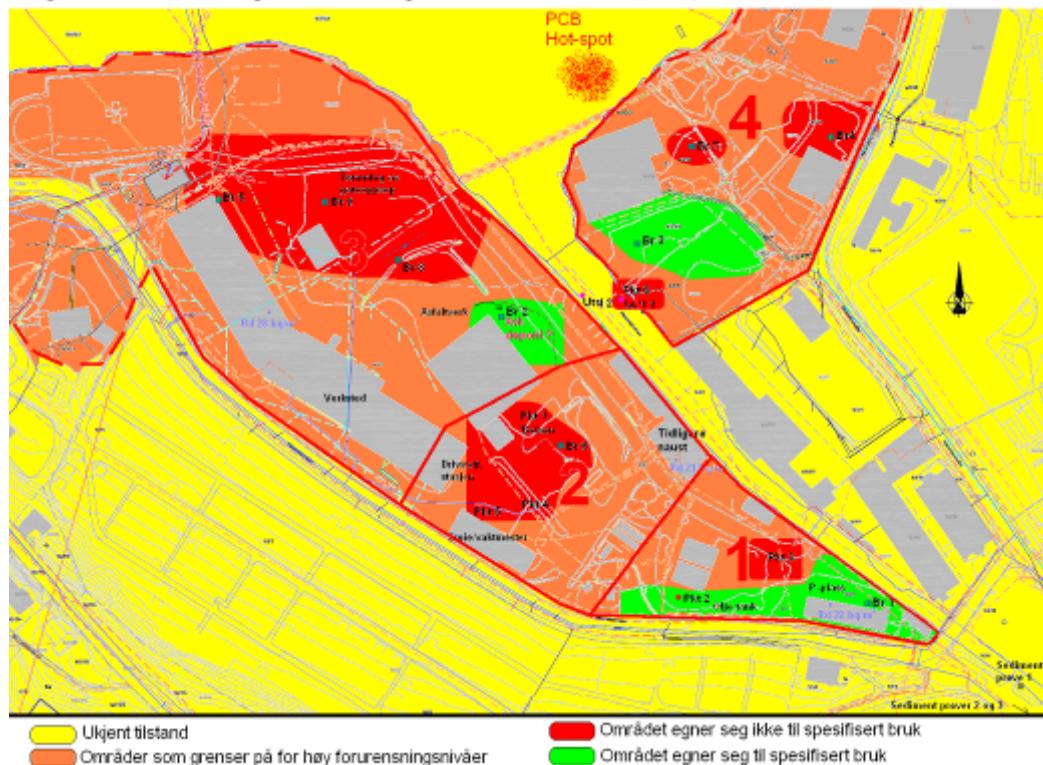
Stoff	TRINN 1	TRINN 2	SFT	Område 1 - Målt jordkonsentrasjon									NGU	SFT
	Norm- verdi jord (mg/ kg)	Helserisiko C _{ne} Bolig (mg/kg)		Kvalitetskrite rier for normalbarne hager	BiPr 1, Møllendal/Br 1 0-3m	BiPr 14, Møllendal/Br 1 3-6m	Pkt 2 40- 100cm	Pkt 2 100- 200cm	Pkt 2 200- 240cm	Pkt 3 20- 90cm	Pkt 3 90- 120cm	Pkt 3 120- 200cm	Tilstandsklasse 2 Bolig (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 2 Bolig (mg/kg) FORSLAG
Sum alifater > C5-C10	7	9,58		<10	<10							7-12	NN	
Alifater >C12-C35	100	214,93		155	65	25	25	25	79	25	25	100-220	100-300	
Arsen	2	5,29	20,00	3,5	1,8	5,9	2,1	1,7	5,1	1,7	1,1	8-20	8-20	
Benso(a)pyren	0,1	0,48	0,50	0,38	0,01	0,04	0,01	0,01	0,87	0,03	0,01	0,1-0,5	0,1-0,5	
Bly	60	146,40	100,00	4	1,3	33	50	16	85	6,2	2,6	60-100	60-100	
Krom totalt (III + VI)	25	25,00		8,5	7,5	25	6,5	4,8	15	7,6	5,5	NN	NN	
PAH totalt	2	7,76	8,00	5,1	0,2	0,48	0,2	0,12	12	0,28	0,08	2-8	2-8	
Triklormetan	0,01	0,01		0,0025	0,0025	0,0025	0,0115	0,0025	0,0133	0,0025	0,0025	NN	NN	

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	SFT	Område 2 - Målt jordkonsentrasjon									NGU	SFT
	Norm- verdi jord (mg/ kg)	Helserisiko C _{ne} Bolig (mg/kg)		Kvalitetskrite rier for normalbarne hager	Pkt 4 Blandet	Pkt 1 Blandet pr.	Pkt 5 20- 70cm	Pkt 5 70- 110cm	Pkt 5 110- 170cm	Pkt 5 170- 240cm	BiPr 9, Møllendal/Br6 0- 1,5m	BiPr 16, Møllendal/Br6 0- 1,5-3 m	Tilstandsklasse 2 Bolig (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 2 Bolig (mg/kg) FORSLAG
Sum alifater > C5-C10	7	9,58								<10	<10	7-12	NN	
Alifater >C12-C35	100	214,93		165	87	57	38	25	27	92	585	100-220	100-300	
Arsen	2	5,29	20,00	5,9	4,4	3,5	10	63	18	51	8,5	8-20	8-20	
Benso(a)pyren	0,1	0,48	0,50	3,8	3,3	4,9	1,1	0,12	0,87	0,04	0,13	0,1-0,5	0,1-0,5	
Bly	60	146,40	100,00	59	8,8	56	210	260	370	7,6	22	60-100	60-100	
Krom totalt (III + VI)	25	25,00		13	23	34	58	25	33	34	11	NN	NN	
PAH totalt	2	7,76	8,00	40	47	60	11	1,6	8,7	0,58	1,5	2-8	2-8	
Triklormetan	0,01	0,01		0,0041	0,0025	0,0182	0,0025	0,0053	0,0025	0,0025	0,0025	NN	NN	

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	SFT	Område 3 - Målt jordkonsentrasjon									NGU	SFT	
	Norm- verdi jord (mg/ kg)	Helserisiko C _{ne} Bolig (mg/kg)		Kvalitetskrite rier for normalbarne hager	BiPr 2, Møllendal/Br 2 2-5,5m	BiPr 3, Møllendal/Br 2 5,5-9m	BiPr 12, Møllendal/B r8 0-2,5m	BiPr 13, Møllendal/Br 8 11,5-12m	BiPr 17, Møllendal/Br 9 0-1,5m	BiPr 18, Møllendal/Br 9 2,8-6m	BiPr 7, Møllendal/Br5 2- 11,5m	BiPr 8, Møllendal /Br5 11,5-13,5m	Pkt 6 Blandet	Tilstandsklasse 2 Bolig (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 2 Bolig (mg/kg) FORSLAG
Sum alifater > C5-C10	7	9,58		<10	<10	<10	<10	<10	14,2	16,2	<10		7-12	NN	
Alifater >C12-C35	100	214,93		165	65	636	175	926,2	2900	848	225	345	100-220	100-300	
Arsen	2	5,29	20,00	6,6	3	20	4,8	14	33	36	5,3	6,8	8-20	8-20	
Benso(a)pyren	0,1	0,48	0,50	0,47	0,01	2,9	0,26	0,74	6	2	0,16	4,5	0,1-0,5	0,1-0,5	
Bly	60	146,40	100,00	83	6	84	6,3	120	240	110	3,8	130	60-100	60-100	
Krom totalt (III + VI)	25	25,00		14	13	29	14	49	52	27	11	21	NN	NN	
PAH totalt	2	7,76	8,00	4,9	0,15	34	4,2	10	94	28	2,6	57	2-8	2-8	
Triklormetan	0,01	0,01		0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	NN	NN	

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	SFT	Område 4 - Målt jordkonsentrasjon						NGU	SFT	
	Norm- verdi jord (mg/ kg)	Helserisiko C _{ne} Bolig (mg/kg)		Kvalitetskrite rier for normalbarne hager	BiPr 4, Møllendal/Br 3 0-5m	BiPr 5, Møllendal/Br 3 7-12m	BiPr 10, Møllendal/B r7 0-6m	BiPr 15, Møllendal/Br 4 0-2,5m	BiPr 6, Møllendal/Br 4 2,5-6m	BiPr 11, Møllendal/Br 4 6-9m	Tilstandsklasse 2 Bolig (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklass e 2 Bolig (mg/kg) FORSLAG
Sum alifater > C5-C10	7	9,58		<10	<10	<10	<10	<10	<10	7-12	NN	
Alifater >C12-C35	100	214,93		49	37	215	2405	195	47	100-220	100-300	
Arsen	2	5,29	20,00	2,2	2,6	3,8	5,2	2,9	3,1	8-20	8-20	
Benso(a)pyren	0,1	0,48	0,50	0,03	0,01	0,02	0,15	0,01	0,01	0,1-0,5	0,1-0,5	
Bly	60	146,40	100,00	7	2,5	3,8	69	3	1,5	60-100	60-100	
Krom totalt (III + VI)	25	25,00		5,3	12	48	9	6,5	6,4	NN	NN	
PAH totalt	2	7,76	8,00	0,27	0,2	0,28	1,5	0,11	0,2	2-8	2-8	
Triklormetan	0,01	0,01		0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	NN	NN	

Egnethet til Bolig/Barnehage bruk - Sannsynlig tilstand



Figur 35. Kart over egenhet i forhold til barnehage/bolig uten tiltak.

I sjakt 3 er betydelig overflateforurensning kun oppdaget ned til 90 cm. I Br 6 og Br 2 påtreffes masser av god nok kvalitet i forhold til bruksområder ved henholdsvis 1,5 m og 2 m dyp. Nordvest for disse punktene ligger forurensede masser i et svært mektig lag som strekes fra overflaten og ned til minst 11 m dyp. Her er masseutskiftning ikke aktuelt.

Tabell 8. Egenhet av områdene til bruk som næringsarealer – tette overflater. se vedlegg 5.3.

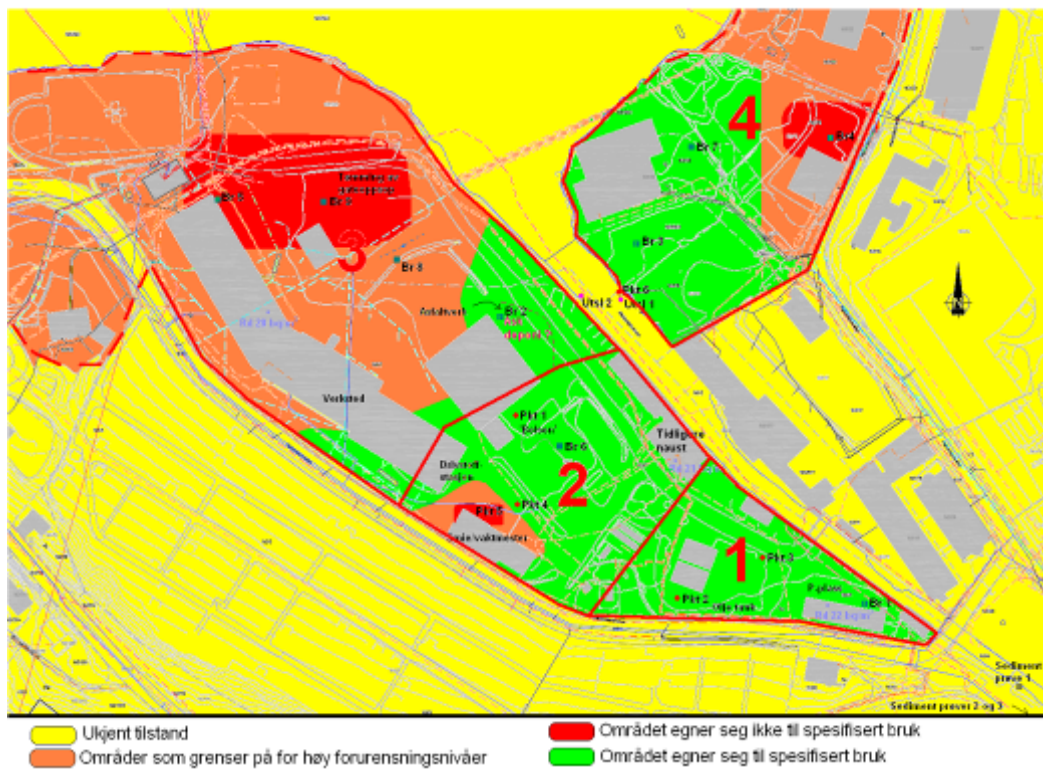
Stoff	TRINN 1	TRINN 2	Område 1 - Målt jordkonsentrasjon							NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/kg)	Helserisiko C ₁₀ Tette næring (mg/kg)									
			BIPr 1, Møllendal/Br1 0-3m	BIPr 14, Møllendal/Br1 3-6m	Pkt 2 40-100cm	Pkt 2 100-200cm	Pkt 2 200-240cm	Pkt 3 20-90cm	Pkt 3 90-120cm	Tilstandsklasse 3 Tette-næring (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 3 Tette-næring (mg/kg) FORSLAG
Alifater >C12-C35	100	772,566	155	65	25	25	25	79	25	220-600	300-600
Arsen	2	ingen norm	3,5	1,8	5,9	2,1	1,7	5,1	1,7	20-50	20-50
Bly	60	ingen norm	4	1,3	33	50	16	85	6,2	100-260	100-300
Kadmium	3	ingen norm	0,055	0,059	0,06	0,057	0,11	0,06	0,053	10-15	10-15
Kobber	100	ingen norm	8,2	8,1	39	6,3	18	37	5,1	200-1100	200-1000
Krom totalt (III + VI)	25	ingen norm	8,5	7,5	25	6,5	4,8	15	7,6	NN	NN
Nikkel	50	ingen norm	7,7	6,1	26	6,4	5,3	12	5,9	135-200	135-200
Sink	100	ingen norm	36	21	59	74	44	120	37	500-1000	500-1000
Triklormetan	0,01	0,016	0,0025	0,0025	0,0025	0,0115	0,0025	0,0133	0,0025	NN	NN

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	Område 2 - Målt jordkonsentrasjon								NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/kg)	Helserisiko										
		C ₁₀ Tette næring (mg/kg)	Pkt 4 Blandet	Pkt 1 Blandet pr.	Pkt 5 20-70cm	Pkt 5 70-110cm	Pkt 5 110-170cm	Pkt 5 170-240cm	BIPr 9, Møllendal/Br6 0-1,5m	BIPr 16, Møllendal/Br6 1,5-3 m	Tilstandsklasse 3 Tette-næring (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 3 Tette-næring (mg/kg) FORSLAG
Alifater >C12-C35	100	772,566	165	87	57	38	25	27	92	585	220-600	300-600
Arsen	2	ingen norm	5,9	4,4	3,5	10	63	18	51	8,5	20-50	20-50
Bly	60	ingen norm	59	8,8	56	210	260	370	7,6	22	100-260	100-300
Kadmium	3	ingen norm	0,12	0,13	0,057	0,061	0,75	1,8	0,053	0,064	10-15	10-15
Kobber	100	ingen norm	33	10	51	100	350	410	19	18	200-1100	200-1000
Krom totalt (III + VI)	25	ingen norm	13	23	34	58	25	33	34	11	NN	NN
Nikkel	50	ingen norm	12	16	73	28	57	36	19	8,9	135-200	135-200
Sink	100	ingen norm	140	71	130	210	290	950	88	110	500-1000	500-1000
Triklormetan	0.01	0.016	0.0041	0.0025	0.0182	0.0025	0.0053	0.0025	0.0025	0.0025	NN	NN

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	Område 3 - Målt jordkonsentrasjon									NGU	SFT
	Norm- verdi jord (mg/kg)	Helserisiko										Tilstandsklasse 3 Tette-næring (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 3 Tette-næring (mg/kg) FORSLAG
		C ₁₀ Tette næring (mg/kg)	BiPr 2, Møllendal/ Br2 2- 5,5m	BiPr 3, Møllendal/ Br2 5,5- 9m	BiPr 12, Møllendal/ Br8 0- 2,5m	BiPr 13, Møllendal/ Br8 11,5- 12m	BiPr 17, Møllendal/ Br9 0- 1,5m	BiPr 18, Møllendal/ Br9 2,8- 6m	BiPr 7, Møllendal/ Br5 2- 11,5m	BiPr 8, Møllendal/ Br5 11,5- 13,5m	Pkt 6 Blandet		
Alifater >C12-C35	100	772,566	165	65	636	175	926,2	2900	848	225	345	220-600	300-600
Arsen	2	ingen norm	6,6	3	20	4,8	14	33	36	5,3	6,8	20-50	20-50
Bly	60	ingen norm	83	6	84	6,3	120	240	110	3,8	130	100-260	100-300
Kadmium	3	ingen norm	2,1	0,062	0,47	0,15	0,23	0,43	0,28	0,06	0,28	10-15	10-15
Kobber	100	ingen norm	78	6,2	40	10	72	360	110	7,9	130	200-1100	200-1000
Krom totalt (III + VI)	25	ingen norm	14	13	29	14	49	52	27	11	21	NN	NN
Nikkel	50	ingen norm	13	7,7	26	9,6	34	47	23	9	13	135-200	135-200
Sink	100	ingen norm	510	38	380	51	280	780	350	48	200	500-1000	500-1000
Triklormetan	0,01	0,016	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	NN	NN

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	Område 4 - Målt jordkonsentrasjon						NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/kg)	Helserisiko C ₁₀ Tette næring (mg/kg)								
			BIPr 4, Møllendal/Br3 0-5m	BIPr 5, Møllendal/Br3 7-12m	BIPr 10, Møllendal/Br7 0-6m	BIPr 15, Møllendal/Br4 0-2,5m	BIPr 6, Møllendal/Br4 2,5-6m	BIPr 11, Møllendal/Br4 6-9m	Tilstandsklasse 3 Tette-næring (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 3 Tette-næring (mg/kg) FORSLAG
Alifater >C12-C35	100	772,566	49	37	215	2405	195	47	220-600	300-600
Arsen	2	ingen norm	2,2	2,6	3,8	5,2	2,9	3,1	20-50	20-50
Bly	60	ingen norm	7	2,5	3,8	69	3	1,5	100-260	100-300
Kadmium	3	ingen norm	0,065	0,056	0,057	0,49	0,066	0,067	10-15	10-15
Kobber	100	ingen norm	19	10	18	19	6,1	3,8	200-1100	200-1000
Krom totalt (III + VI)	25	ingen norm	5,3	12	48	9	6,5	6,4	NN	NN
Nikkel	50	ingen norm	5,6	7,4	36	9	6,1	6,8	135-200	135-200
Sink	100	ingen norm	37	32	49	320	39	31	500-1000	500-1000
Triklormetan	0,01	0,016	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	NN	NN

Egnethet til bruk som tette næringsarealer - Sannsynlig tilstand



Figur 36. Kart over egenhet i forhold til næring uten tiltak – tette overflater.

Tabell 9. Egenhet av områdene til bruk som næringsarealer – åpne overflater. se vedlegg 5.4.

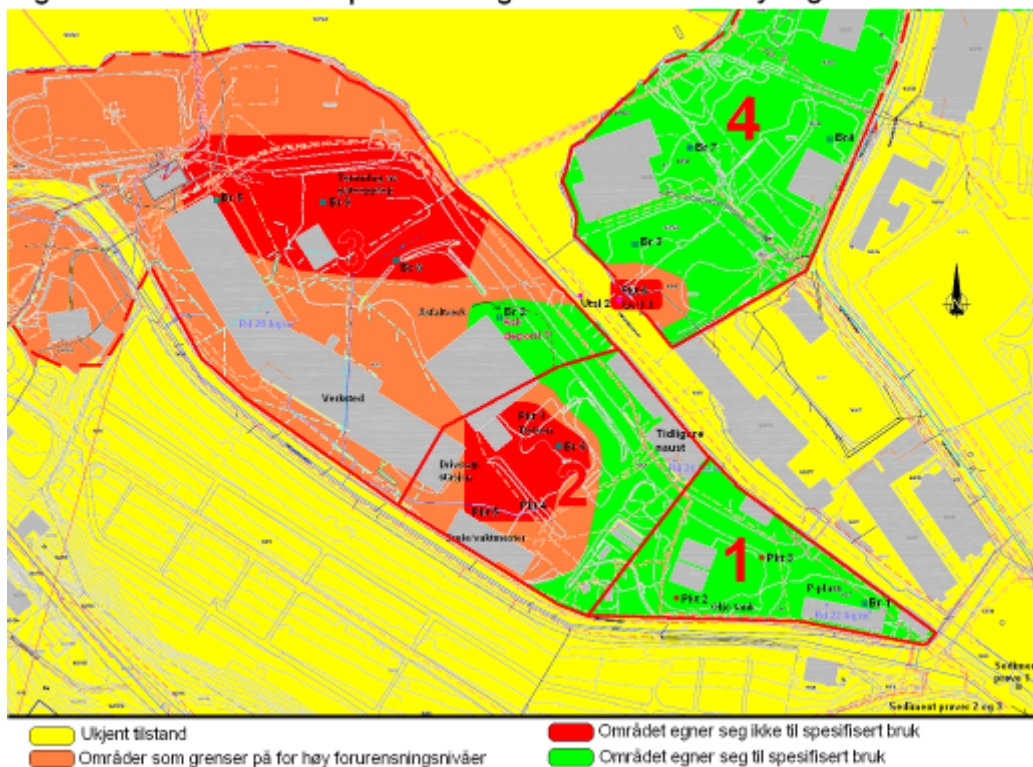
Stoff	TRINN 1	TRINN 2	Område 1 - Målt jordkonsentrasjon								NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/kg)	Helserisiko									Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG
		C _{hs} Åpen næring (mg/kg)	BiPr 1, Møllendal/Br1 0-3m	BiPr 14, Møllendal/Br1 3-6m	Pkt 2 40-100cm	Pkt 2 100-200cm	Pkt 2 200-240cm	Pkt 3 20-90cm	Pkt 3 90-120cm	Pkt 3 120-200cm		
Arsen	2	18,72	3,5	1,8	5,9	2,1	1,7	5,1	1,7	1,1	20-50	20-50
Benso(a)pyren	0,1	2,28	0,38	0,01	0,04	0,01	0,01	0,87	0,03	0,01	0,5-1,4	0,5-5
Krom totalt (III + VI)	25	53,41	8,5	7,5	25	6,5	4,8	15	7,6	5,5	NN	NN
PAH totalt	2	36,52	5,1	0,2	0,48	0,2	0,12	12	0,28	0,08	8-50	8-50

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	Område 2 - Målt jordkonsentrasjon								NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/kg)	Helserisiko									Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG
		C _{hs} Åpen næring (mg/kg)	Pkt 4 Blandet	Pkt 1 Blandet pr,	Pkt 5 20-70cm	Pkt 5 70-110cm	Pkt 5 110-170cm	Pkt 5 170-240cm	BiPr 9, Møllendal/Br6 0-1,5m	BiPr 16, Møllendal/Br6 1,5-3 m		
Arsen	2	18,72	5,9	4,4	3,5	10	63	18	51	8,5	20-50	20-50
Benso(a)pyren	0,1	2,28	3,8	3,3	4,9	1,1	0,12	0,67	0,04	0,13	0,5-1,4	0,5-5
Krom totalt (III + VI)	25	53,41	13	23	34	58	25	33	34	11	NN	NN
PAH totalt	2	36,52	40	47	60	11	1,6	8,7	0,58	1,5	8-50	8-50

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	Område 3 - Målt jordkonsentrasjon								NGU	SFT	
	Norm-verdi jord (mg/kg)	Helserisiko									Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG	
		C _{hs} Åpen næring (mg/kg)	BiPr 2, Møllendal/Br2 2-5,5m	BiPr 3, Møllendal/Br2 5,5-9m	BiPr 12, Møllendal/Br8 0-2,5m	BiPr 13, Møllendal/Br8 11,5-12m	BiPr 17, Møllendal/Br9 0-1,5m	BiPr 18, Møllendal/Br9 2,8-6m	BiPr 7, Møllendal/Br5 2-11,5m	BiPr 8, Møllendal /Br5 11,5-13,5m			Pkt 6 Blandet
Arsen	2	18,72	6,6	3	20	4,8	14	33	36	5,3	6,8	20-50	20-50
Benso(a)pyren	0,1	2,28	0,47	0,01	2,9	0,26	0,74	6	2	0,16	4,5	0,5-1,4	0,5-5
Krom totalt (III + VI)	25	53,41	14	13	29	14	49	52	27	11	21	NN	NN
PAH totalt	2	36,52	4,9	0,15	34	4,2	10	94	28	2,6	57	8-50	8-50

Stoff	TRINN 1	TRINN 2	Område 4 - Målt jordkonsentrasjon						NGU	SFT
	Norm-verdi jord (mg/kg)	Helserisiko							Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG	Tilstandsklasse 2 Barnehage (mg/kg) FORSLAG
		C _{hs} Åpen næring (mg/kg)	BiPr 4, Møllendal/Br3 0-5m	BiPr 5, Møllendal/Br3 7-12m	BiPr 10, Møllendal/Br7 0-6m	BiPr 15, Møllendal/Br4 0-2,5m	BiPr 6, Møllendal/Br4 2,5-6m	BiPr 11, Møllendal/Br4 6-9m		
Arsen	2	18,72	2,2	2,6	3,8	5,2	2,9	3,1	20-50	20-50
Benso(a)pyren	0,1	2,28	0,03	0,01	0,02	0,15	0,01	0,01	0,5-1,4	0,5-5
Krom totalt (III + VI)	25	53,41	5,3	12	48	9	6,5	6,4	NN	NN
PAH totalt	2	36,52	0,27	0,2	0,28	1,5	0,11	0,2	8-50	8-50

Egnethet til bruk som åpen næringsarealer - Sannsynlig tilstand



Figur 37. Kart over egenhet i forhold til næring uten tiltak – åpne overflater

Den stedsspesifikke risikoanalysen er det gjort vurderingen av hva som er rent nok til den aktuelle arealbruken. Flere potensielle eksponeringsveier for spredning av forurensning vil ikke være aktuelle. I analysen er det lagt til grunn at;

- Folk spiser ikke fisk i nærliggende elv (resipient).
- Dyrking av grønnsaker må ikke forekomme i direkte kontakt med de forurensete massene, men grønnsaker kan dyrkes i friarealer som er dekket med 30 cm med ren jord.
- Grunnvann benyttes ikke.

Dersom de øverste 2 m med jord og masse fraktes bort under opparbeidelse av område 1 kan den friskmeldes uten videre tiltak.

I område 2 og 3 er det helst avgassingsfare fra oljeforbindelser og triklormetan i tillegg til inntak av tungmetaller som utgjør den største helsefare for mennesker. Unntaket er ved østsiden av "Belsen" der Br 2 kan friskmeldes i forhold til menneskets helse med utgangspunkt i modellene.

På østsiden av Møllendalselven er det ikke påvist noe helse- eller miljøskadelige stoff i Br 3. Ellers i område 4 er det registrert for høye mengder med oljeforbindelser i de øverste 6 m. Forurensningsgraden avtar mye i de første 2,5 m og er borte etter 6 m.

Ettersom forurensningene ligger forholdsvis dypt i de berørte områder vil utskiftning av disse massene verken ha kostnads og heller ikke miljømessige hensikter.

Dersom boliger og kontorer skal etableres direkte på disse områdene kan tiltak gjøres for å hindre at dette kommer i konflikt med foreslåtte miljømål.

Dybden til rene masser i Møllendalseleven er ukjent, men overflatemassene er sterkt forurenset. Denne situasjonen vil kunne raskt forbedres ved å stanse pågående utslipp i elven. Flere forslag til håndtering av elveløp vil kunne drøftes under utviklingen av tiltaksplanen.

Erfaringsmessig vil de mest kritiske situasjoner for forurensningsspredning oppstå under anleggsarbeidet og inngrep i elven. Forhold omkring dette vil bli tatt opp i tiltaksplanen.

5.4.3 Spredningsrisiko

Fra området kan forurensningen spre seg på ulike måter som blir diskutert i dette avsnittet. Spredningsvurderingene skal sikre at miljømålene blir overholdt.

Følgende forhold er vurdert:

- Om forurensninger kan spres til Møllendalselven og Store Lungegårdsvann
- Om forurensninger kan spres til grunnvann og jord på tilgrensende areal i konsentrasjoner som gir arealbrukskonflikter.
- Om forurensninger kan tas opp av planter i uakseptable konsentrasjoner.
- Om flyktige stoffer fra forurensninger kan spres via luft.

Spredning via grunnvann

Grunnvannet på området henger sammen med vannmassene i Møllendalselven og Store Lungegårdsvann. Det er forutsatt at grunnvannet ikke utgjør en ressurs som skal anvendes f.eks til drikkevann. Grunnvann vil fortsette å spre forurenset vann fra de forurensede områdene til omkringliggende overflatevann.

De fleste av miljøgiftene har svært lav løselighet i vann. De stoffene som kan inngå i denne spredningsveien tilhører ikke de typene av forurensning som kan akkumuleres i næringskjeden. Enkelte stoff kan løses i vann og spre seg med grunnvannet mot Møllendalselven i perioder med lav vannføring. Jernutfelling og turbiditet påvirker vannkvaliteten i Møllendalseleven periodevis. Jernoksider i Møllendalseleven er også observert oppstrøms av det tidligere deponiet. Elvedimentene var blant de mest forurensete (sjakt pkt 6) med flest miljøgifter og transport av enkelte forurensninger i utslipp/grunnvann kan ikke utelukkes.

Ved utbygging kan vektbelastningen av området føre til en ekstra utpressing av porevann i en avgrenset periode. Denne spredningsmekanismen kan hindres ved å velge fundamentering som ikke fører til stor ekstrabelastning på deponimassene.

Mye av flatene er hardgjorte og det vil ikke dannes betydelige mengder grunnvann inne på planområdet. Det er lite trolig at denne spredningsmekanismen utgjør et stort miljøproblem

Spredning til planter

Det er kun aktuelt å vurdere faren ved spredning til planter for de områdene der man forventer at det vil bli plantet blomster, bærbusker, frukttrær eller grønnsaker.

Det forutsettes at de forurensede områdene blir tildekket av rene jordmasseer, derfor vil ikke spredning via planter være en aktuell spredningsvei.

Spredning via gass

I massene med flyktige komponenter kan det være avdamping. Dersom dette ikke tas hånd om kan det utgjøre en risiko for innemiljøet.

Potensialet for forurensing av luft inne i fremtidige bygninger er særlig knyttet opp mot gass-utvikling fra flyktige komponenter i jorden. Metangass kan også være en fare siden at tomten er en tidligere fylling.

Derfor kan det være en fare knyttet til denne spredning av forurensing via gass. Konflikt i forhold til miljømålene kan oppstå når stoffene spres slik at det er sjenanse ved opphold på utearealer, eller at det medfører ubehag eller helsefare ved opphold innendørs.

Spesielle vurderinger må gjennomføres når masser skal gjenbrukes både under bygninger, på utearealer nær bygninger og på rekreasjonsområder. Det er ikke påvist problemer med gass fra grunnen, men det bør likevel betraktes som en aktuell problemstilling.

Det forutsettes at dette tas hensyn til under prosjektering og bygging slik at gass ikke kan trenge inn i bygninger. Det er ikke rapportert om problemer ved avgassing.

Støvtransport

Mange av de organiske miljøgiftene (PAH og PCB) er bundet til finkornet materiale. Når dette materialet er tørt kan oppvirvling av partikler føre forurensingen bort fra det aktuelle området. Denne spredningsveien bør særlig tas hensyn til under anleggsarbeid i området.

Spredning via overflatevann

Overflatevann som eroderer i løsmassene vil kunne dra med seg forurensing til Møllendalselven. Anleggsplassen er stort sett asfaltert som vil kunne begrense denne type transport. Det finnes derimot støv som vaskes ut i elven via denne transportmekanismen. Området er rengjort med en feiebil som tar med seg masser på og dumper dette direkte ut i elven. I tillegg er det lagret en del kjemikalier, salt og asfalt på åpne områder på anleggsplassen. Komponenter i disse kan transporteres lett med overflatevann eller bli kostet opp og deretter dumpet i elven. På nordøst-siden av Møllendalselven er det brukt mye grov fyllmasse. Det finnes få synlige kilder til finkornete masser på overflaten, men denne utvasking må likevel betraktes som aktiv spredningsmekanisme i området.

Spredning via biologisk materiale

Det kan oppstå spredning fra mikroorganismer til høyerestående organismer siden jorden er påvist å være forurenset. På området er det ikke en flora eller fauna som tilsier at spredning via biologisk materiale skulle være noe spesielt problem. Det foregår ingen dyrking av grønnsaker på området per i dag og det forventes at fremtidig dyrking kun vil forekomme i de i rene (tilkjørte) masser. Det er innført kostholdsråd i Byfjorden, tilstanden i Møllendalselven og strandsonen bør vurderes fortløpende.

Spredning via biologisk materiale er en aktiv mekanisme så lenge bunnsedimentene er eksponert direkte mot vannet i elven.

Oppsummering av spredningsveier for forurensing

Det er mange teoretiske spredningsveier for forurensingen. Avbøtende tiltak kan redusere risikoen fra disse. Det anbefales at tiltak rettes mot de viktigste spredningsveiene som er:

- Spredning via overflatevann
- Spredning via gass
- Spredning via biologisk materiale (Møllendalselven)

6 Avbøtende tiltak

Store deler av det vurderte området består av et nedlagt avfallsdeponi. Derfor er området å betrakte som forurensset grunn. Det er utført en vurdering av hvilke områder som egner seg til ulik arealbruk. Kartene vist i fig. 35- 37 viser derfor tilstand før evt. avbøtende tiltak. Det er mulig å gjøre avbøtende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i området.

For bruk av områdene til ulik arealbruk er det direkte kontakt med forurensset masse og avdamping som utgjør risikoen.

- I uteområdene vil aktuelle tiltak bestå i å dekke over de forurensede massene slik at det ikke er mulig å komme i fysisk kontakt med massene.

Dette gjøres vanligvis ved å legge ca 1 m rene masser over forurensede masser. Det er sannsynlig at området generelt må heves for å møte flomfare og havnivåstigning. Derfor vil dette være et avbøtende tiltak i seg selv. Selve oppbyggingen av det rene laget i forhold til evt. masseseparasjonsduk etc. gjøres i deltajprosjekteringen.

Den andre risikofaktoren er avgassing fra avfallsmassene og inn i bygninger. Det må gjøres tiltak for å hindre dette. Et avfallsdeponi er inhomogent og forandrer seg over tid. Derfor er det nødvendig å gjøre tiltak også med hensyn på at forholdene vil endre seg.

Følgende tiltak anbefales generelt:

- Etablering av grovkornet oppfyllingslag under bygningene. Laget skal være åpent for luftsirkulasjon, dvs fortsette utenfor bygningskropp og ikke tildekkes. I dette laget legges drenerør som muliggjør ekstra lufting ved hjelp av vifter.
- Bruk av diffusjonstett duk, for eksempel radonduk under bygningene for å hindre gassopptrenging.
- Bruk av balansert ventilasjon i bygningene.

For bygninger som delvis skal etableres under terreng er det ikke mulig å benytte grovkornet oppfyllingslag som del av sikringen.

- I slike deler av bygningene anbefales avtrekksvifter. Det antas at underjordiske rom vil bli benyttet til parkering og evt. lager. Diffusjonstett duk legges under første etg med kontor/oppholdsrom og ellers balansert ventilasjon.

Det viktigste tiltaket i forhold til ytre miljø vil være å fundamentere bygningene på peler som ikke belaster området mer enn nødvendig slik at utpressing av porevann hindres.

Hardgjøring av flater i form av asfalt vil hindre sigevannsdannelse i deponiet. Overflatevann/takvann bør føres til utslipp i Møllendalselva eller i Store Lungegårdsvann for å ytterligere hindre sigevannsdannelse.

Tiltak i Møllendalselven vil være viktig for å hindre at fisk/biologisk materiale tar opp forurensingskomponenter i kontakt med sedimentet.

- Tiltak vil være å masseutskifte eller å dekke til elvebunnen.

7 Konklusjoner

- I flere områder på anleggsplassen og på østsiden av Møllendalselven i Møllendalen er løsmassene forurensset i forhold til normverdier for mest følsom arealbruk.
- I den sørlige enden av anleggsplassen ligger forurensningene forholdsvis grunt (0 til 3- m). I den nordlige enden ligger forurensningen noe dypere (0 til 11-14 m).
- Risikoen med spredning av forurensingen slik den ligger i dag er særlig knyttet til støvtransport, overflateavrenning og spredning via biologisk materiale i Møllendalselven.
- Det er sannsynlig at inngrep i og langs elvebredden av Møllendalselven kan føre til videre forurensning av Store Lungegårdsvann i anleggsperioden om ikke avbøtende tiltak iverksettes.
- Den mest kritiske fasen for spredning av forurensing vil være under grunnarbeidene og evt. mudring.
- Ved utbygging kan spredning av gass være en viktig miljøproblem om ikke tiltak iverksettes.
- Det anbefales tiltak for å hindre spredning av forurensing både mot ytre miljø og mot innklima.

8 Referanser

Asplan Viak Bergen AS 1997: Miljøtekniske grunnundersøkelser, Jeteviken, Grønneviksøren

Cowi 2006: Miljøteknisk grunnundersøkelse, Møllendalsbakken 1, Bergen
Fagrapport, Oddmund Soldal og Arve Misund

COWI AS 2007: Værste AS, Oppgraving og behandling av forurenset grunn på Værste-området. Rapport, Øyvind Weholt og Arve Misund

Folkehelseinstituttet 2006: Anbefalte kvalitetskriterier for jord i barnehager, lekeplasser og skoler basert på helsevurderinger. Jan Alexander

NGU Rapport 2007: Forslag til tilstandsklasser for jord. 2007.019

Statens Forurensingstilsyn 1999: Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. Rapport 98-086

Statens Forurensingstilsyn 1999: Brukermanual for beregningsverktøyet til SFTs veiledning 99:01 om risikovurdering av forurenset grunn

Statens Forurensingstilsyn 2007: Veileder for undersøkelse av jordforurensning i nye barnehager. TA 2261:2007

Statens Forurensingstilsyn 2008: Forslag til Veileder for undersøkelse av forurenset grunn, risikovurdering og tilstandsklasser for jord.

Analyserapport

Moss

AnalyCen



COWI AS
Edana Fedje
K.G. Møldalsholm 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (8)

Kundennummer	8183155-1282556	Provemottak	13.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	28.05.2008
Oppdragsmerket	126356 - Møllendal w/O. Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalselven		

Lab.nr.	NOV015070-08	NOV015071-08	NOV015072-08	NOV015073-08
Merket	Pkt 1 Blandet pr.	Pkt 2 40-100cm	Pkt 2 100-200cm	Pkt 2 200-240cm
Tatt ut				

Parameter	Enhet				
Arsen, As	mg/kg TS	4.4	5.9	2.1	1.7
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0.13	<0.060	<0.057	0.11
Bly, Pb	mg/kg TS	8.8	33	50	16
Kobber, Cu	mg/kg TS	10	39	6.3	18
Krom, Cr	mg/kg TS	23	25	6.5	4.8
Nikkel, Ni	mg/kg TS	16	26	6.4	5.3
Sink, Zn	mg/kg TS	71	59	74	44
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.017	0.049	0.11	0.022
Tørrestoff	%	77.3	83.1	87.2	89.9
PCB 101	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 118	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 138	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 153	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 180	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 52	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020
Aceonften.	mg/kg TS	0.45	<0.01	<0.01	<0.01
Acenafylen.	mg/kg TS	0.18	0.01	<0.01	<0.01
Antracen.	mg/kg TS	1.2	0.01	<0.01	<0.01
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	6.1	0.05	<0.01	0.01
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	3.3	0.04	<0.01	0.01
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	3.8	0.04	<0.01	0.01
Benzo(g,h,i)perylen.	mg/kg TS	1.5	0.02	<0.01	0.01
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	3.2	0.04	<0.01	0.01
Crysen.	mg/kg TS	6.0	0.06	<0.01	0.02
Dibenzo(a,h)antracen.	mg/kg TS	0.45	<0.01	<0.01	<0.01
Fenantren.	mg/kg TS	3.9	0.04	<0.01	0.01
Fluoranten.	mg/kg TS	8.0	0.08	<0.01	0.01
Fluoren.	mg/kg TS	0.50	<0.01	<0.01	<0.01
Indeno(1,2,3-cd)pyren.	mg/kg TS	1.8	0.02	<0.01	0.01
Naftalen.	mg/kg TS	0.05	<0.01	<0.01	<0.01
Pyren.	mg/kg TS	6.2	0.07	<0.01	0.01
Sum PAH(16)	mg/kg TS	47	0.48	<0.20	0.12

Analysesvurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edania Fedje
K.G. Møldahløvel 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

AnalyCen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium
Report issued by
Accredited Laboratory



Side 2 (9)

Kundenummer	8183155-1282556	Provemottak	13.05.2008
Provetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	28.05.2008
Oppdragsmerket	126356 - Møllendal v/O.Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalselven		

Lab.nr.	NOV015074-08	NOV015075-08	NOV015076-08	NOV015077-08
Markert	Pkt 3 20-90cm	Pkt 3 90-120cm	Pkt 3 120-200cm	Pkt 4 Blandet
Tatt ut				

Parameter	Enhet				
Arsen, As	mg/kg TS	5.1	1.2	1.1	5.9
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0.060	<0.063	<0.057	0.12
Bly, Pb	mg/kg TS	85	6.2	2.6	59
Kobber, Cu	mg/kg TS	37	5.1	4.8	33
Krom, Cr	mg/kg TS	15	7.6	5.5	13
Nikkel, Ni	mg/kg TS	12	5.9	4.4	12
Sink, Zn	mg/kg TS	120	37	35	140
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.23	0.019	0.0080	0.055
Tørrestoff	%	82.7	83.6	87.1	84.2
PCB 101	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 118	mg/kg TS	0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0015
PCB 138	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0022
PCB 153	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0016
PCB 180	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0017
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 52	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	0.0005	<0.0020	<0.0020	0.0070
Aksenften	mg/kg TS	0.01	<0.01	<0.01	0.06
Aksenften	mg/kg TS	0.33	0.01	<0.01	0.11
Antracen	mg/kg TS	0.18	0.01	<0.01	0.39
Benzol(a)antracen	mg/kg TS	0.94	0.02	0.01	5.6
Benzol(a)pyren	mg/kg TS	0.87	0.03	0.01	3.8
Benzol(b)fluoranten	mg/kg TS	1.1	0.03	0.01	5.0
Benzol(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0.39	0.02	<0.01	1.8
Benzol(k)fluoranten	mg/kg TS	0.91	0.02	0.01	3.4
Crysen	mg/kg TS	1.2	0.03	0.01	6.3
Dibenzol(a,h)antracen	mg/kg TS	0.68	<0.01	<0.01	0.55
Fenantenren	mg/kg TS	0.24	0.01	<0.01	1.1
Fluoranten	mg/kg TS	2.5	0.03	0.01	5.0
Fluoren	mg/kg TS	0.02	<0.01	<0.01	0.09
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0.45	0.02	<0.01	2.2
Naftalen	mg/kg TS	0.01	<0.01	<0.01	0.01
Pyren	mg/kg TS	3.3	0.03	0.01	4.5
Sum PAH(16)	mg/kg TS	12	0.28	0.08	40

Analysereporten er ikke endelig dokument, kun som et tillegg til analysereporten

Analyserapport

Moss

AnalyCen

COWI AS
Edana Fodje
K.G. Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium
Report issued by
Accredited Laboratory



Side 3 (9)

Kundenummer	8183155-1282556	Provemottak	13.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	28.05.2008
Oppdragsmerket	126356 - Møllendal v/O. Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalselven		

Lab.nr.		NOV015078-08	NOV015079-08	NOV015080-08	NOV015081-08
Merket		Pkt 5 20-70cm	Pkt 5 70-110cm	Pkt 5 110-170cm	Pkt 5 170-240cm
Tatt ut					
Parameter	Enhet				
Arsen, As	mg/kg TS	3.5	10	63	18
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0.057	<0.061	0.75	1.8
Bly, Pb	mg/kg TS	96	210	260	370
Kobber, Cu	mg/kg TS	51	100	350	410
Krom, Cr	mg/kg TS	34	58	25	33
Nikkel, Ni	mg/kg TS	73	28	57	36
Sink, Zn	mg/kg TS	130	210	290	950
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.10	0.089	0.43	0.12
Tarstoffer	%	87.8	82.0	67.0	67.0
PCB 101	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 118	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 138	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 153	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 180	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 52	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020
Acenafon.	mg/kg TS	0.17	0.04	<0.01	0.06
Acenafylon.	mg/kg TS	0.14	0.12	0.01	0.06
Antracen.	mg/kg TS	0.51	0.16	0.03	0.18
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	8.1	1.5	0.18	1.0
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	4.9	1.1	0.12	0.67
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	5.4	1.0	0.15	0.72
Benzo(g,h,i)perylen.	mg/kg TS	2.0	0.61	0.07	0.33
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	4.4	0.85	0.10	0.60
Crysen.	mg/kg TS	9.3	1.6	0.21	1.0
Dibenz(a,h)antracen.	mg/kg TS	0.63	0.15	0.01	0.07
Fenantren.	mg/kg TS	2.7	0.52	0.13	0.75
Fluoranten.	mg/kg TS	9.1	1.6	0.27	1.5
Fluores.	mg/kg TS	0.13	0.04	0.01	0.06
Indeno(1,2,3-cd)pyren.	mg/kg TS	2.5	0.65	0.07	0.37
Nafalen.	mg/kg TS	0.68	0.01	0.01	0.06
Pyren.	mg/kg TS	10.	1.6	0.22	1.2
Sum PAH(16)	mg/kg TS	60	11	1.6	8.7

Analyse vurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

AnalyCen

COWI AS
Edana Fedje
K.G. Meidahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utstedt av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 4 (9)

Kundennummer	8183155-1282556	Provemottak	13.05.2008
Provetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	28.05.2008
Oppdragsmerket	126356 - Møllendal v/O.Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalevnen		

Lab.nr.	NCV015082-08			
Merke	Pkt 6 Blandet			
Tatt ut				
Parameter	Enhet	Målev.	Ref/Metode	Lab
Arsen, As	mg/kg TS	6.8	±20% NS-EN ISO 11885	O
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0.28	±20% NS-EN ISO 11885	O
Bly, Pb	mg/kg TS	130	±20% NS-EN ISO 11885	O
Kobber, Cu	mg/kg TS	130	±20% NS-EN ISO 11885	O
Krom, Cr	mg/kg TS	21	±20% NS-EN ISO 11885	O
Nikkel, Ni	mg/kg TS	13	±20% NS-EN ISO 11885	O
Sink, Zn	mg/kg TS	200	±15% NS-EN ISO 11885	O
Kvikksolv, Hg	mg/kg TS	0.017	±20% NS 4768-1 m	O
Tørrestoff	%	72.1	±15% NS 4764-1	O
PCB 101	mg/kg TS	0.0051	±25-25% NTR 329 Sintef	O
PCB 118	mg/kg TS	0.0050	±25-25% NTR 329 Sintef	O
PCB 138	mg/kg TS	0.0122	±25-25% NTR 329 Sintef	O
PCB 153	mg/kg TS	0.0086	±25-25% NTR 329 Sintef	O
PCB 180	mg/kg TS	0.0051	±25-25% NTR 329 Sintef	O
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	±25-25% NTR 329 Sintef	O
PCB 52	mg/kg TS	0.0033	±25-25% NTR 329 Sintef	O
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	0.0403	±25-25% NTR 329 Sintef	O
Aceftalen	mg/kg TS	0.94	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Aceftalen	mg/kg TS	0.14	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Antraen	mg/kg TS	1.4	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Benzo(a)antraen	mg/kg TS	6.8	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	4.5	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	4.3	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	1.8	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	4.1	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Cryen	mg/kg TS	6.2	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Dibenzo(a,h)antraen	mg/kg TS	0.47	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Fenanten	mg/kg TS	4.2	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Fluoranten	mg/kg TS	7.1	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Fluoren	mg/kg TS	0.78	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	2.2	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Naftalen	mg/kg TS	6.1	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Pyren	mg/kg TS	6.2	±30-35% NTR 329 Sintef	O
Sum PAH(16)	mg/kg TS	57	±30-35% NTR 329 Sintef	O

Analysereporteringen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten.

Analyserapport

Moss

AnalyCen

COWI AS
Edana Fagje
K.G. Meldalsvei 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 5 (9)

Kundennummer	8183155-1282556	Provemottak	13.05.2008
Provetyp	Sedimentprobe	Analysrapport klar	28.05.2008
Oppdragsmerket	126356 - Møllendal w/O.Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalelven		

Lab.nr.	NOV015070-08	NOV015071-08	NOV015072-08	NOV015073-08
Merket	Pkt 1 Blandet pr.	Pkt 2 40-100cm	Pkt 2 100-200cm	Pkt 2 200-240cm
Tatt ut				
Parameter	Enhet			
THC Total sum	mg/kg TS	82	<40	<40
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C12-C16	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C16-C30	mg/kg TS	82	<20	<20
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0
Pentaklorfenol	µg/kg TS	<5	<5	<5
Lindan	µg/kg TS	<1	<1	<1
o,p-DDT	µg/kg TS	<40	<40	<40
p,p-DDT	µg/kg TS	<40	<40	<40
1,2,4,5-tetraklorbensen	µg/kg TS	<300	<300	<300
Pentaklorbensen	µg/kg TS	<100	<100	<100
Heksaklorbensen	µg/kg TS	<30	<30	<30
diklorometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
triklorometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
1,1,1-trikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
bensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
trikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
toluen	µg/kg TS	6.2	<2.5	<2.5
tetrakloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
klorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
etylbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
p,m-xylene	µg/kg TS	<5	<5	<5
o-xylene	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
1,4-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
1,2,4-triklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5
Cyanid fritt	µg/kg TS	<1000	<1000	<1000

Analyseundersøkingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

COWI AS
Edana Fedje
K.G. Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 6 (9)

Kundennummer	8183155-1282556	Provemottak	13.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	28.05.2008
Oppdragsmerket	126356 - Møllendal w/O. Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalselven		

Lab.nr.		NOV015074-08	NOV015075-08	NOV015076-08	NOV015077-08
Merket		Pkt 3 20-90cm	Pkt 3 90-120cm	Pkt 3 120-200cm	Pkt 4 Blandet
Tatt ut					
Parameter	Enhet				
THC Total sum	mg/kg TS	74	<40	<40	160
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C12-C16	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C16-C35	mg/kg TS	74	<20	<20	160
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Pentaklorfenol	µg/kg TS	<5	<5	<5	<5
Lindan	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1
o,p-DDT	µg/kg TS	<40	<40	<40	<40
p,p-DDT	µg/kg TS	<40	<40	<40	<40
1,2,4,5-tetraklorbensen	µg/kg TS	<300	<300	<300	<300
Pentaklorbensen	µg/kg TS	<100	<100	<100	<100
Heksaklorbensen	µg/kg TS	<30	<30	<30	<30
diklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
triklormetan	µg/kg TS	13.3	<2.5	<2.5	4.1
1,1,1-trikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
bensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
trikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
toluen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	2.6
tetrakloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
klorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
etylbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
p,m-xylen	µg/kg TS	8.2	<5	<5	<5
o-xylen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,4-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2,4-triklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Cyanid fritt	µg/kg TS	<1000	<1000	<1000	<1000

Analysesvurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

COWI AS
Edana Fedje
K.G. Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 7 (9)

Kundennummer	8183155-1282556	Provemottak	13.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	28.05.2008
Oppdragsmerket	126356 - Møllendal v/O. Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalselven		

Lab.nr.		NOV015078-08	NOV015079-08	NOV015080-08	NOV015081-08
Merket		Pkt 5 20-70cm	Pkt 5 70-110cm	Pkt 5 110-170cm	Pkt 5 170-240cm
Tatt ut					
Parameter	Enhet				
THC Total sum	mg/kg TS	52	33	<40	23
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C12-C16	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C16-C35	mg/kg TS	52	33	<20	22
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Pentaklorfenol	µg/kg TS	<5	<5	<5	<5
Lindan	µg/kg TS	<1	<1	<1	<1
o,p-DDT	µg/kg TS	<40	<40	<40	<40
p,p-DDT	µg/kg TS	<40	<40	<40	<40
1,2,4,5-tetraklorbensen	µg/kg TS	<300	<300	<300	<300
Pentaklorbensen	µg/kg TS	<100	<100	<100	<100
Heksaklorbensen	µg/kg TS	<30	<30	<30	<30
diklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
triklormetan	µg/kg TS	18.2	<2.5	5.3	<2.5
1,1,1-trikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
bensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
trikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
toluen	µg/kg TS	12.8	<2.5	6.2	<2.5
tetrakloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
klorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
etylbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
p,m-xylen	µg/kg TS	5.2	<5	5.9	<5
o-xylen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	2.6
1,4-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2,4-triklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Cyanid fritt	µg/kg TS	<1000	<1000	<1000	<1000

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

COWI AS
Edana Fedje
K.G. Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 8 (9)

Kundennummer	8183155-1282556	Provemottak	13.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	28.05.2008
Oppdragsmerket	126356 - Møllendal v/O. Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalselven		

Lab.nr. NOV015082-08
Merket Pst 6 Blandet
Tatt ut

Parameter	Enhet	Målev.	Ref/Metode basert på	Lab
THC Total sum	mg/kg TS	360	±20-20% NTR 328 SINTEF	O
THC >C10-C12	mg/kg TS	7.5	±20-20% NTR 329 SINTEF	O
THC >C12-C16	mg/kg TS	65	±20-20% NTR 329 SINTEF	O
THC >C16-C35	mg/kg TS	280	±20-20% NTR 329 SINTEF	O
THC >C5-C8	mg/kg TS	16	±20-20% NTR 329 SINTEF	O
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	±20-20% NTR 329 SINTEF	O
Pentaklorfenol	µg/kg TS	21.5	SLE GC-MSD	
Lindan	µg/kg TS	<1	SLE GC-MSD	
o,p-DDT	µg/kg TS	<40	SLE GC-MSD	
p,p-DDT	µg/kg TS	<40	SLE GC-MSD	
1,2,4,5-tetraklorbensen	µg/kg TS	<100	GC-MSD	
Pentaklorbensen	µg/kg TS	<100	GC-MSD	
Heksaklorbensen	µg/kg TS	<30	GC-MSD	
diklorometan	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
triklorometan	µg/kg TS	<2.5	±40% Intern HS-GC-MS	O
1,1,1-trikloreten	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
bensen	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
1,2-dikloreten	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
trikloreten	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
toluen	µg/kg TS	2.7	±20% Intern HS-GC-MS	O
tetrakloreten	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
klorbensen	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
etylbensen	µg/kg TS	3.3	±20% Intern HS-GC-MS	O
p,m-xylen	µg/kg TS	<5	±20% Intern HS-GC-MS	O
o-xylen	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
1,4-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
1,2-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
1,2,4-triklorbensen	µg/kg TS	<2.5	±20% Intern HS-GC-MS	O
Cyanid fritt	µg/kg TS	<1000	Intern	

Analysesvurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Infection

COWI AS
Edna Fodje
K.G. Meldahlensgt
Postboks 123
1601 Fredrikstad

AnalyCen 

Support effort are
asked for laboratory

Report issued by
Accredited Laboratory



Seite 9 (30)

Kundenummer	8183155-1282556	Provenittakt	13.06.2008
Provetyp	Seimentprobe	Analysereport klar	28.06.2008
Oppdragsmerket	128336 - Møllendal w/O.Soldal		
Sted for prøvetaking	Møllendalselven		

Eva C. Swindat
Lab. Ing.

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analysen.no eller på telefon 66279600 / 66279622

Analysenoteringen er ikke en del av det akkrediterte dokument, kun som et tillegg til analysereporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (10)

Kundennummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / efe		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025862-08	NOV025863-08	NOV025864-08	NOV025865-08
Merket		BIPr 1,	BIPr 2,	BIPr 3,	BIPr 4,
Tatt ut		Møllendal/Br1 0-3m	Møllendal/Br2 2-5,5m	Møllendal/Br2 5,5-9m	Møllendal/Br3 0-5m
Parameter	Enhet				
Teerstoff	%	99.3	84.5	81.3	76.9
PCB 101	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 118	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 138	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 153	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 180	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 52	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020
Acenafthen.	mg/kg TS	0.02	0.01	<0.01	<0.01
Acenafthylen.	mg/kg TS	0.10	0.02	<0.01	<0.01
Antracen.	mg/kg TS	0.08	0.09	<0.01	<0.01
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	0.28	0.45	0.01	0.03
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	0.38	0.47	0.01	0.03
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	0.37	0.38	0.01	0.03
Benzo(g,h,i)perylen.	mg/kg TS	0.29	0.33	0.01	0.03
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	0.33	0.34	0.01	0.03
Crysen.	mg/kg TS	0.41	0.41	0.01	0.03
Dibenzo(a,h)antracen.	mg/kg TS	0.06	0.06	<0.01	<0.01
Fenantren.	mg/kg TS	0.68	0.21	0.01	0.01
Fluoranten.	mg/kg TS	0.96	0.95	0.02	0.04
Fluoren.	mg/kg TS	0.06	0.02	<0.01	<0.01
Indeno(1,2,3-cd)pyren.	mg/kg TS	0.29	0.33	0.01	0.03
Naftalen.	mg/kg TS	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Pyren.	mg/kg TS	0.76	0.79	0.02	0.04
Sum PAH(16)	mg/kg TS	5.1	4.9	0.15	0.27
THC Total sum	mg/kg TS	150	160	60	44
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C12-C16	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C16-C35	mg/kg TS	150	160	60	44
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
diklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5

Analyse vurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 2 (10)

Kundennummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / efe		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025866-08	NOV025867-08	NOV025868-08	NOV025869-08
Merket		BIPr 5,	BIPr 6,	BIPr 7,	BIPr 8, Møllendal
Tatt ut		Møllendal/Br3 7- 12m	Møllendal/Br4 2.5-6m	Møllendal/Br5 2- 11.5m	/Br5 11.5-13.5m
Parameter	Enhet				
Teerstoff	%	88.8	75.9	71.2	83.6
PCB 101	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 118	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 138	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 153	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 180	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 52	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020
Acenafthen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	0.32	0.04
Acenafthylen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	0.22	0.02
Antracen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	0.69	0.10
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	<0.01	0.01	1.7	0.13
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	<0.01	0.01	2.0	0.16
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	<0.01	0.01	1.7	0.13
Benzo(g,h,i)perylen.	mg/kg TS	<0.01	0.01	2.0	0.14
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	<0.01	0.01	1.4	0.11
Crysen.	mg/kg TS	<0.01	0.01	1.7	0.14
Dibenzo(a,h)antracen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	0.42	0.02
Fenantren.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	2.9	0.41
Fluoranten.	mg/kg TS	<0.01	0.01	6.9	0.55
Fluoren.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	0.45	0.07
Indeno(1,2,3-cd)pyren.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	2.1	0.14
Naftalen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	0.17	0.01
Pyren.	mg/kg TS	<0.01	0.01	3.9	0.43
Sum PAH(16)	mg/kg TS	<0.20	0.11	28	2.6
THC Total sum	mg/kg TS	32	190	870	220
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	14	<5.0
THC >C12-C16	mg/kg TS	<5.0	<5.0	18	<5.0
THC >C16-C35	mg/kg TS	32	190	830	220
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	11	<5.0
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	<5.0	5.2	<5.0
diklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5

Analyse vurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 3 (10)

Kundennummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / efe		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025870-08	NOV025871-08	NOV025872-08	NOV025873-08
Merket		BIPr 9,	BIPr 10,	BIPr 11,	BIPr 12,
Tatt ut		Møllendal/Br6 0-1,5m	Møllendal/Br7 0-6m	Møllendal/Br4 6-9m	Møllendal/Br8 0-2,5m
Parameter	Enhet				
Tørrestoff	%	94.8	87.2	74.6	86.0
PCB 101	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.00081
PCB 118	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0013
PCB 138	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0014
PCB 153	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.00093
PCB 180	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 52	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	<0.0020	<0.0020	<0.0020	0.0044
Acenafthen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	0.09
Acenafthylen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	0.44
Antracen.	mg/kg TS	0.02	0.01	<0.01	0.94
Benzo(a)antracen.	mg/kg TS	0.05	0.02	<0.01	2.9
Benzo(a)pyren.	mg/kg TS	0.04	0.02	<0.01	2.9
Benzo(b)fluoranten.	mg/kg TS	0.04	0.02	<0.01	2.7
Benzo(g,h,i)perylene.	mg/kg TS	0.03	0.01	<0.01	1.7
Benzo(k)fluoranten.	mg/kg TS	0.04	0.01	<0.01	2.2
Crysen.	mg/kg TS	0.05	0.02	<0.01	2.7
Dibenzo(a,h)antracen.	mg/kg TS	0.01	<0.01	<0.01	0.48
Fenantren.	mg/kg TS	0.05	0.03	<0.01	2.6
Fluoranten.	mg/kg TS	0.11	0.06	<0.01	6.9
Fluoren.	mg/kg TS	0.01	<0.01	<0.01	0.27
Indeno(1,2,3-cd)pyren.	mg/kg TS	0.03	0.01	<0.01	2.0
Naftalen.	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	0.03
Pyren.	mg/kg TS	0.08	0.05	<0.01	4.9
Sum PAH(16)	mg/kg TS	0.58	0.28	<0.20	34
THC Total sum	mg/kg TS	88	210	42	630
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C12-C16	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	6.0
THC >C16-C35	mg/kg TS	87	210	42	630
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
diklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5

Analyserevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 4 (10)

Kundennummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / ebe		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025874-08	NOV025875-08	NOV025876-08	NOV025877-08
Merket		BIPr 13,	BIPr 14,	BIPr 15,	BIPr 16,
Tatt ut		Møllendal/Br8	Møllendal/Br1 3-	Møllendal/Br4 0-	Møllendal/Br6
Parameter	Enhet	11,5-12m	6m	2,5m	1,5-3 m
Teerstoff	%	64.9	85.2	61.0	77.6
PCB 101	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 118	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 138	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 153	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 180	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB 52	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020
Ace-naften	mg/kg TS	0.06	<0.01	<0.01	<0.01
Ace-naften	mg/kg TS	0.03	<0.01	0.02	0.01
Antracen	mg/kg TS	0.12	<0.01	0.02	0.04
Benzo(a)antracen	mg/kg TS	0.25	<0.01	0.11	0.14
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.26	<0.01	0.15	0.13
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	0.22	<0.01	0.15	0.12
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0.17	<0.01	0.10	0.08
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	0.20	<0.01	0.10	0.10
Crysen	mg/kg TS	0.26	<0.01	0.13	0.13
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg TS	0.03	<0.01	0.02	0.03
Fenantren	mg/kg TS	0.74	<0.01	0.08	0.09
Fluoranten	mg/kg TS	0.83	<0.01	0.28	0.30
Fluoren	mg/kg TS	0.12	<0.01	<0.01	0.01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0.20	<0.01	0.10	0.09
Naftalen	mg/kg TS	0.05	<0.01	<0.01	<0.01
Pyren	mg/kg TS	0.68	<0.01	0.25	0.22
Sum PAH(16)	mg/kg TS	4.2	<0.20	1.5	1.5
THC Total sum	mg/kg TS	170	60	2400	580
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C12-C16	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C16-C35	mg/kg TS	170	60	2400	580
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
diklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5

Analysereporten er ikke endelig av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analysereporten

Analysereport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 5 (10)

Kundennummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ocs / efe		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025878-08	NOV025879-08			
Merket		BIFy 17,	BIFy 18,			
Tatt ut		Møllendal/Br9 0-	Møllendal/Br9			
		1.5m	2.8-6m			
Parameter	Enhet			Måleu.	Ref/Metode	Lab
Tenestoff	%	85.7	47.0	±15%	NS 4764-1	Ø
PCB 101	mg/kg TS	0.0012	0.0034	±25%	NTR 329 Sintef	Ø
PCB 118	mg/kg TS	<0.0005	0.0166	±25%	NTR 329 Sintef	Ø
PCB 138	mg/kg TS	0.0039	0.0083	±25%	NTR 329 Sintef	Ø
PCB 153	mg/kg TS	0.0033	0.0045	±25%	NTR 329 Sintef	Ø
PCB 180	mg/kg TS	0.0023	<0.0005	±25%	NTR 329 Sintef	Ø
PCB 28	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	±25%	NTR 329 Sintef	Ø
PCB 52	mg/kg TS	<0.0005	<0.0005	±25%	NTR 329 Sintef	Ø
PCB(7) totalsum	mg/kg TS	0.0107	0.0328	±25%	NTR 329 Sintef	Ø
Acenafthen	mg/kg TS	0.16	1.5	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Acenafthylen	mg/kg TS	0.05	0.32	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Antracen	mg/kg TS	0.29	7.9	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Benzo(a)antracen	mg/kg TS	0.74	7.0	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.74	6.0	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	0.62	4.9	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	0.40	3.0	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	0.53	4.7	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Crysen	mg/kg TS	0.77	6.6	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg TS	0.09	0.79	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Fenantren	mg/kg TS	1.5	15	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Fluoranten	mg/kg TS	2.0	16	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Fluoren	mg/kg TS	0.23	3.2	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0.42	3.4	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Naftalen	mg/kg TS	0.08	0.56	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Pyren	mg/kg TS	1.6	13	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
Sum PAH(16)	mg/kg TS	10	94	±30-35%	NTR 329 Sintef	Ø
THC Total sum	mg/kg TS	930	2900	±20-20%	NTR 329 SINTEF	Ø
THC >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	23	±20-20%	NTR 329 SINTEF	Ø
THC >C12-C16	mg/kg TS	6.2	300	±20-20%	NTR 329 SINTEF	Ø
THC >C16-C35	mg/kg TS	920	2600	±20-20%	NTR 329 SINTEF	Ø
THC >C5-C8	mg/kg TS	<5.0	<5.0	±20-20%	NTR 329 SINTEF	Ø
THC >C8-C10	mg/kg TS	<5.0	9.2	±20-20%	NTR 329 SINTEF	Ø
diklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS	Ø

Analysereporteringen er ikke endelig av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analysereporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 6 (10)

Kundenummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analyserapport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / efo		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025862-08	NOV025863-08	NOV025864-08	NOV025865-08
Merket		BIPr 1,	BIPr 2,	BIPr 3,	BIPr 4,
Tatt ut		Møllendal/Br1 0-3m	Møllendal/Br2 2-5,5m	Møllendal/Br2 5,5-9m	Møllendal/Br3 0-5m
Parameter	Enhet				
triklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,1,1-trikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
bensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
trikloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
toluen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
tetrakloreten	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
klorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
etylbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
p,m-xylen	µg/kg TS	<5	<5	<5	<5
o-xylen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,4-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2,4-triklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Arsen, As	mg/kg TS	3.5	6.6	3.0	2.2
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0.055	2.1	<0.062	<0.065
Bly, Pb	mg/kg TS	4.0	83	6.0	7.0
Kobber, Cu	mg/kg TS	8.2	78	6.2	19
Krom, Cr	mg/kg TS	8.5	14	13	5.3
Nikkel, Ni	mg/kg TS	7.7	13	7.7	5.6
Sink, Zn	mg/kg TS	36	510	38	37
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.0022	0.34	0.032	0.043

Grethe Arnestad
Cand.Mag

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycon.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G. Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 7 (10)

Kundenummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / efe		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025866-08	NOV025867-08	NOV025868-08	NOV025869-08
Merket		BIPr 5,	BIPr 6,	BIPr 7,	BIPr 8, Møllendal
Tatt ut		Møllendal/Br3 7- 12m	Møllendal/Br4 2.5-6m	Møllendal/Br5 2- 11.5m	/Br5 11.5-13.5m
Parameter	Enhet				
triklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,1,1-trikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
bensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
trikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
toluen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
tetrakloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
klorbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
etylbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
p,m-xylen	µg/kg TS	<5	<5	<5	<5
o-xylen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,4-diklorbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-diklorbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2,4-triklorbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Arsen, As	mg/kg TS	2.6	2.9	38	5.3
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0.056	<0.066	0.28	0.060
Bly, Pb	mg/kg TS	2.5	3.0	110	3.8
Kobber, Cu	mg/kg TS	10	6.1	110	7.9
Krom, Cr	mg/kg TS	12	6.5	27	11
Nikkel, Ni	mg/kg TS	7.4	6.1	23	9.0
Sink, Zn	mg/kg TS	32	39	350	48
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.0023	0.0079	0.62	0.0072

Analysesvurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G. Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 8 (10)

Kundennummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / efo		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025870-08	NOV025871-08	NOV025872-08	NOV025873-08
Merket		BIPr 9,	BIPr 10,	BIPr 11,	BIPr 12,
Tatt ut		Møllendal/Br6 0-1,5m	Møllendal/Br7 0-6m	Møllendal/Br4 6-9m	Møllendal/Br8 0-2,5m
Parameter	Enhet				
triklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,1,1-trikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
bensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
trikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
toluen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
tetrakloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
klorbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
etylbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
p,m-xylen	µg/kg TS	<5	<5	<5	<5
o-xylen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,4-diklorbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-diklorbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2,4-triklorbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Arsen, As	mg/kg TS	51	3.8	3.1	20
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0.053	<0.057	<0.067	0.47
Bly, Pb	mg/kg TS	7.6	3.8	1.5	84
Kobber, Cu	mg/kg TS	19	18	3.8	40
Krom, Cr	mg/kg TS	34	48	6.4	29
Nikkel, Ni	mg/kg TS	19	36	6.8	26
Sink, Zn	mg/kg TS	88	49	31	380
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.031	0.0023	0.00054	0.21

Analysesvurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 9 (10)

Kundennummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / efo		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025874-08	NOV025875-08	NOV025876-08	NOV025877-08
Merket		BIPr 13,	BIPr 14,	BIPr 15,	BIPr 16,
Tatt ut		Møllendal/Br8	Møllendal/Br1 3-	Møllendal/Br4 0-	Møllendal/Br6
Parameter	Enhet	11,5-12m	6m	2,5m	1,5-3 m
triklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,1,1-trikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
bensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
trikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
toluen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
tetrakloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
klorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
etylbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
p,m-xylen	µg/kg TS	<5	<5	<5	<5
o-xylen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,4-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
1,2,4-triklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Arsen, As	mg/kg TS	4.8	1.8	5.2	8.5
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0.15	<0.050	0.49	<0.064
Bly, Pb	mg/kg TS	6.3	1.3	69	22
Kobber, Cu	mg/kg TS	10	8.1	19	18
Krom, Cr	mg/kg TS	14	7.5	9.0	11
Nikkel, Ni	mg/kg TS	9.6	6.1	9.0	8.9
Sink, Zn	mg/kg TS	51	21	320	110
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.026	0.00012	0.080	0.19

Analysesvurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analysereport

Moss

COWI AS
Edana Fodje
K.G Meldahlsvet 9
Postboks 123
1601 Fredrikstad

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 10 (10)

Kundennummer	8183155-1318265	Prøvemottak	11.07.2008
Prøvetyp	Jord prøve	Analysereport klar	21.07.2008
Oppdragsmerket	126356 Møllendal boreprøver, Att: ods / ebe		
Sted for prøvetaking	Møllendal		

Lab.nr.		NOV025878-08	NOV025879-08		
Merket		BIFy 17,	BIFy 18,		
Tatt ut		Møllendal/Br9 0-	Møllendal/Br9		
		1,5m	2,8-6m		
Parameter	Enhet			Måleu.	Ref/Metode
triklormetan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±40%	Intern HS-GC-MS O
1,1,1-trikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
bensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
1,2-dikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
trikloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
toluen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
tetrakloretan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
1,2-dibrometan	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
klorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
etylbenzen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
p,m-xylene	µg/kg TS	<5	<5	±20%	Intern HS-GC-MS O
o-xylene	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
1,4-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
1,2-diklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
1,2,4-triklorbensen	µg/kg TS	<2.5	<2.5	±20%	Intern HS-GC-MS O
Arsen, As	mg/kg TS	14	33	±20%	NS-EN ISO 11885 O
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0.23	0.43	±20%	NS-EN ISO 11885 O
Bly, Pb	mg/kg TS	120	240	±20%	NS-EN ISO 11885 O
Kobber, Cu	mg/kg TS	72	360	±20%	NS-EN ISO 11885 O
Krom, Cr	mg/kg TS	49	52	±20%	NS-EN ISO 11885 O
Nikkel, Ni	mg/kg TS	34	47	±20%	NS-EN ISO 11885 O
Sink, Zn	mg/kg TS	280	780	±15%	NS-EN ISO 11885 O
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0.078	0.30	±20%	NS 4768-1 m O

Analyserevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analysereporten

Vedlegg 3

V3.1 Transport og reaksjonsmekanismer benyttet for Møllendal

Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	f_{oc}	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	ε	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedersluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m ³	
Areal under huset	A	100	100	m ²	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d ⁻¹	
Innlekkingshastighet av poreluft	L	2,4	2,4	m ³ /d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,5	0,5	m	
Diffusiviteten i ren luft	D_o	0,7	0,7	m ² /d	
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,00001	0,00001	m/s	
		315,36	315,36	m/år	
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	120	m	
Infiltrasjons faktor	IF	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	2530	mm/år	gjennomsnittet regnet ut fra 10 år med meteorologisk data
Infiltrasjonshastigheten	I	0,0751389	0,902527	m/år	Beregnet (IF • P ²)
Hydraulisk gradient	i	0,02	0,02	m/m	
Tykkelsen av akviferen	d_a	10	10	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5,8697689	6	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	500000	500000	m ³ /år	
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	7,34	400	m	reell bredde
Beregnet hastighet på grunnvannstrømning	Q_{gl}	271,74006	15137,28	m ³ /år	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)

V3.2 Barnehage - Kriterie

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre		Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)		365	250	dager/år	5 dager i uke i 50 uker per år
		8	8	timer/dag	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)		365	235	dager/år	5 dager i uke i 47 uker per år (ferie er trukket)
		8	6	timer/dag	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)		80	250	dager/år	5 dager i uke i 50 uker per år
		8	8	timer/dag	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)		45	235	dager/år	5 dager i uke i 47 uker per år (ferie er trukket)
		8	6	timer/dag	
Oppholdstid utendørs (barn)		365	250	dager/år	Barnehagen/lekedager.
		24	8	timer/dag	
Oppholdstid utendørs (voksne)		365	235	dager/år	5 dager i uke i 47 uker per år (5 uker ferie er trukket)
		24	6	timer/dag	
Oppholdstid innendørs (barn)		365	235	dager/år	Oppholder seg i barnehagen kun på "barnehagen dager"
		24	8	timer/dag	
Oppholdstid innendørs (voksne)		365	235	dager/år	Vanlig arbeidstid
		24	8	timer/dag	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som		100 %	0 %	UKATUELL	Grunnvannet fra området benyttes ikke til drikevann
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten		30 %	0 %	UKATUELL	Grønnsaker skal ikke dyrkes i "bygg" jord
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient		100 %	0 %	UKATUELL	Fisken fra nærliggende resipient er kontrollert av kostråd

V 3.3 Bolig – Kriterie

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre		Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)		365	235	dager/år	Snøfri dager (4 måneder med snø)
		8	8	timer/dag	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)		365	235	dager/år	Snøfri dager (4 måneder med snø)
		8	4	timer/dag	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)		80	235	dager/år	Snøfri dager (4 måneder med snø)
		8	8	timer/dag	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)		45	235	dager/år	Snøfri dager (4 måneder med snø)
		8	4	timer/dag	
Oppholdstid utendørs (barn)		365	330	dager/år	Ferie- og sykdager er trukket. Har tatt utgangspunkt i små barn som
		24	8	timer/dag	
Oppholdstid utendørs (voksne)		365	235	dager/år	Snøfri dager (4 måneder med snø)
		24	4	timer/dag	
Oppholdstid innendørs (barn)		365	345	dager/år	Har tatt utgangspunkt i små barn som ikke går i barnehagen. Trukket
		24	20	timer/dag	
Oppholdstid innendørs (voksne)		365	235	dager/år	Har tatt utgangspunkt i eldre som ikke går på jobb. Trukket 20 dag
		24	20	timer/dag	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som		100 %	0 %	UAKTUELL	Grunnvannet fra området benyttes ikke til drikkevann
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten		30 %	0 %	UAKTUELL	Grønnsaker skal ikke dyrkes i "bygg" jord
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient		100 %	0 %	UAKTUELL	Fisken fra nærliggende resipient er kontrollert av kostråd

V3.4 Næring, tette overflater - Kriterie

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre		Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)		365		UAKTUELL	Tette overflater: ingen kontakt med jord.
		8			
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)		365		UAKTUELL	Tette overflater: ingen kontakt med jord.
		8			
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)		80		UAKTUELL	Tette overflater: ingen kontakt med jord.
		8			
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)		45		UAKTUELL	Tette overflater: ingen kontakt med jord.
		8			
Oppholdstid utendørs (barn)		365		UAKTUELL	Tette overflater: ingen kontakt med støv.
		24			
Oppholdstid utendørs (voksne)		365		UAKTUELL	Tette overflater: ingen kontakt med støv.
		24			
Oppholdstid innendørs (barn)		365		UAKTUELL	Kun voksne.
		24			
Oppholdstid innendørs (voksne)		365	200	dager/år	Kun i arbeidstiden
		24	10	timer/dag	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som		100 %	0 %	UAKTUELL	Grunnvannet fra området benyttes ikke til drikkevann
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten		30 %	0 %	UAKTUELL	Grønnsaker skal ikke dyrkes i "bygg" jord
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient		100 %	0 %	UAKTUELL	Fisken fra nærliggende resipient er kontrollert av kostråd

V3.5 Næring, åpne overflater - Kriterie

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	8	UAKTUELL	Kun voksne
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	150 dager/år 8 timer/dag		I arbeidstiden - utenom snødager
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	8	UAKTUELL	Kun voksne
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	45 dager/år 8 timer/dag		Standard verdier
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	24	UAKTUELL	Kun voksne
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	150 dager/år 8 timer/dag		Opphold kun i arbeidstiden. Ikke om vinteren
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	24	UAKTUELL	Ingen bygning ved dette arealbruk
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	24	UAKTUELL	Ingen bygning ved dette arealbruk
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %		UAKTUELL	Grunnvann benyttes ikke til drikkevann
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %		UAKTUELL	Grønnsaker dyrkes ikke i næringsområde
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %		UAKTUELL	Fisk fra nærliggende resipient er kontrollert gjennom kostråd

Vurderinger av fundamenteringsforhold

Utbygging av Møllendalsområdet krever en vurdering av fundamenteringsforholdene.

I forbindelse med den miljøtekniske grunnundersøkelsen ble det boret i løsmassene/avfallsmassene i området. Disse opplysningene er benyttet til vurderinga av fundamenteringsløsninger.

Det er ikke planlagt plassering og størrelse av bygg på områdene så langt.

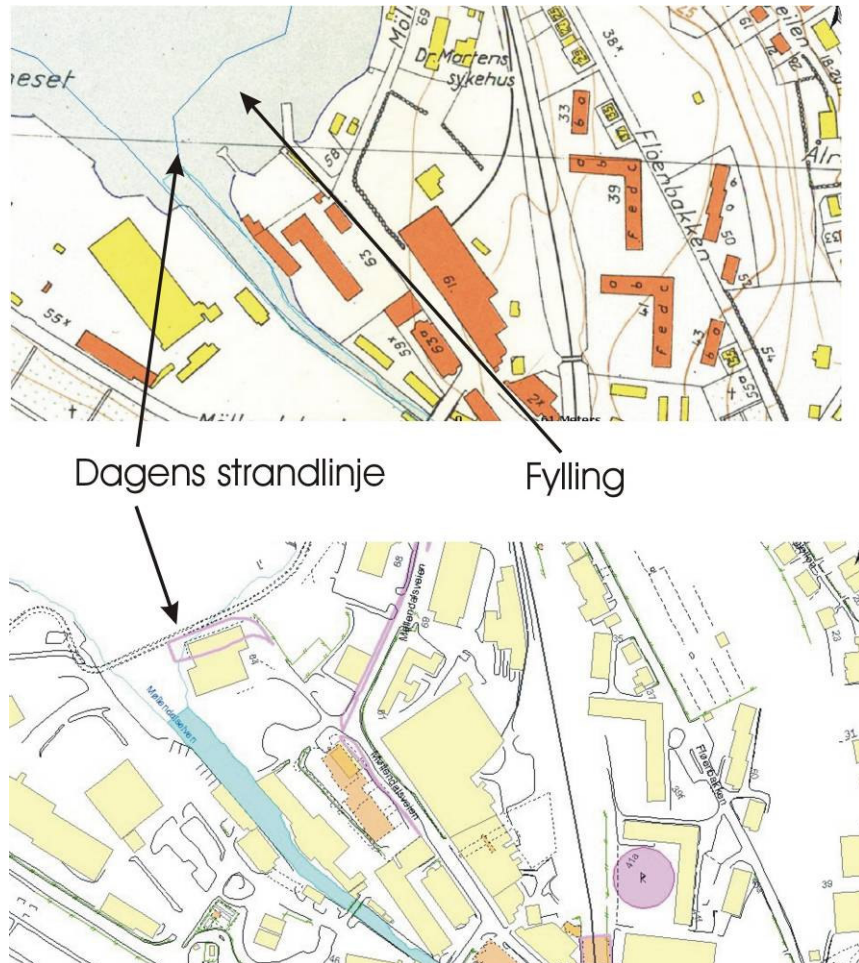
UNDERSØKT OMRÅDE

Det undersøkte området er ligger ved utløpet av Møllendalselvens utløp i Store Lungegårdsvann. Geologisk er området et delta med sand og grus som ligger over leire og morene. I et delta vil det være grovkornede masser i rotpunktet, dvs. i sørvestlige deler. Utover i deltaet vil massene variere i forhold til strømforholdene i avsetningsperioden. Området ligger langt under marin grense, altså er det sannsynlig at det ligger leiravsetninger i området. I figur 1 er det vist en oversikt på det vurderte området.



Figur 1. Bilde av det undersøkte området.

I figur 2 er det vist hvordan utfyllingen av masser har foregått. Det er tydelig at dagens strandlinje er et resultat av utfylling av avfall og fyllmasser.

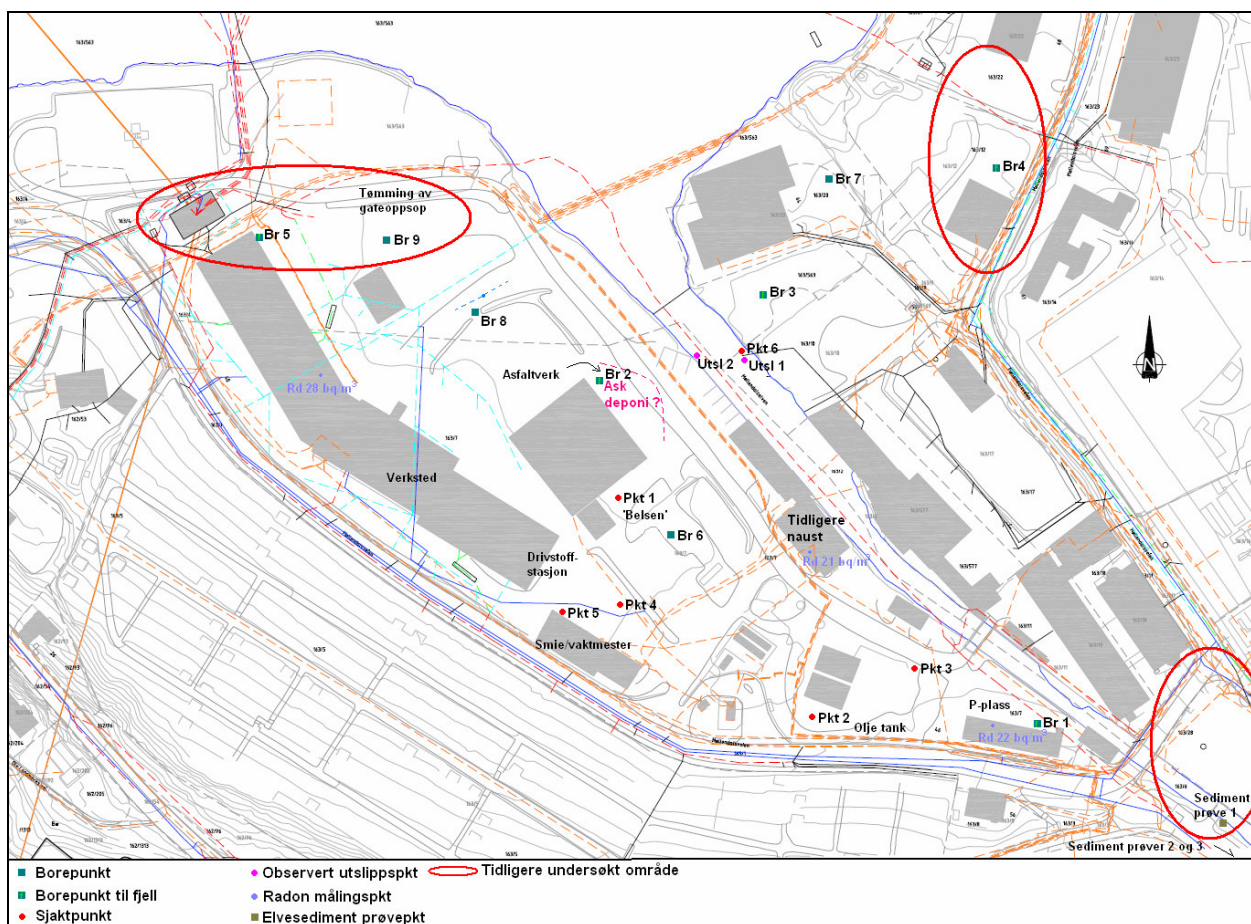


Figur 2. Historisk utvikling av strandlinjen i Møllendalsområdet (www.bergenskart.no).

Undersøkelser

Prøvepunktene både for sjaktgraving og boring (fig.3) ble valgt med hensyn til informasjonsbehov, fremkommelighet og trafikk. I figur 3 er det vist plasseringen av de undersøkte punktene.

Borloggene er vist som tabeller.



Figur 3. Undersøkte punkt.

Borepkt 1

**(v/ P-plassen mot den sørlige delen av anleggsplas-
sen)**

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr 1	1	0-3	Br1-pr1	0-3 m. Asfalt, pukk. Traff store steinlag etter den første meteren. Steinlaget var 50 cm tykt. Den siste 1,5 m bestod av leire og sand. Traff vannholdige sedimenter mellom 2,5 og 3 m.
BIPr 14	2	3-6	Br1-pr2	3-6 m. 3 m med bløt silt, sand og leireblanding
	3	6-9	Br1-pr3	6-8 m. De første 2 m det samme som Br1-pr2, leira har kvikkleireegenskaper. Traff et stort steinlag på 8 m antatt morene.
	4	9-12	Br1-pr4	8-11 m. Fast morene bestående av grus, sand og leire.
	5		Br2-pr6	11-12 m. Traff fjell på 11 m og boret 1 m inn.

Borepkt 2
(v/ "Belsen" mot elva)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
		0-3		Asfalt, avrettingsmasser etc. Glass fra 1-1,5 m
BIPr 2	6		Br2-pr1	2 m, brunt, store glassbiter, grov sand og grus, ingen lukt (bakke)
	7		Br2-pr2	Fra 3 m svartere, oljeholdig, oljelukt, mer finstoff, vått (spade)
	8	3-6	Br2-pr3	3-5,5 m svart, oljeholdig "asfalt", noe glass, grov blandet fraksjoner, våt (bakke)
BIPr 3	9		Br2-pr4	5,5-6 m grå, sand, grus, småstein, noe tørrere, stedegent? (Kjent diesel lukt under ompakning før prøveavsendelse)
	10	6-9	Br2-pr5	Grå, sand, grus, småstein, vått, stedegent?
		9-12		Som 6-9m, men fra 11-12 m skjellrester (større fragmenter, se egen pose), mer rått lukt
	11	12-15	Br2-pr6	12-13m mørk grå, litt skjellrester (småbiter), ikke lukt, finsand og silt
	12	15-18	Br2-pr7	15 m lysere grå, silt og leire med litt sand, som sement i konsistens og farge
	13		Br2-18	15-18m silt/leire med litt sand, fast, lett å forme, plastisk, tung
		19-21		Ca 20 m fast fjell, hardt (se fragmenter i egen pose). Boret ca 1 m ned i fjell

Borepkt 3

(v/ Møllendalsveien 64)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
		0-3		0-1,5 m Grus, sprengstein og en del treflis. Lukter treflis,
				1,5-2,5 Ukjent. Kom ikke noe opp. Kanskje stor stein? Vann v/2,5 m
				2,5-3 Grus, flerfarga små stein, røde teglrester
BIPr 4	42		Br3-pr1	Blandeprøve 0-3 m. Brunt + flerfarga småstein, deler av sprengstein ellers finstoff, sand, grus, småstein, flis.
		3-6		Fortsatt grov grus, småstein til 4,5-5 m
	43		Br3-pr2	Fra 4,5-5 m Mørk grå, grov sand og grus, tørre, ingen lukt, grynede, lite finstoff
		6-9		Overgang til nytt rør: mye vann, rått lukt (kullbit, nøtteskall) grov sand og grus. Lite finstoff. Mørk grå. "stedegent"?, brakkvann
BIPr 5	44		Br3-pr3	7-9 m: Ikke "sikker" prøve. Tok fra haug rundt bor.
	45		Br3-pr4	Som 6-9 men noe grovere, mer småstein. Grå, men noe brunere enn pr 3 ved overgang til nytt rør (innslag av mold/organisk materiale)
	46	12-15	Br3-pr5	Brunt, mye organisk med litt sand, plastisk, fast, klumpvis, formbar, lukter sterkt (planterester, skjellrester, kullbit, nøtteskall, trebit)
		15-18		Måtte stoppe på 16 m pga knekt skjøte og stein mellom borestreng og foringsrør. Brunt gjørmete – som 12-15 blandet med vann.
		18-24		Fjell nådd på andre forsøk uten foringsrør og derfor uten prøvetaking/beskrivelse. Fjell nådd på 23 m dyp + 1 m inn i "godt fjell".

Borepkt 4**(øst for Falk bil oppsamling, sør for falk hovedbygg)**

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr 15	14	0-3	Br4-pr1	0-2,5 m Asfalt, grus og mørke brun, organisk humusaktig jord. Ved 2 m var det en overgang til lys brun/grå sand. Ingen lukt
BIPr 6	15	3-6	Br4-pr2	2,5-5,5 m Svart jord ned til 5 m så grus og noe tre spon. Ingen lukt. Traff vann ved 3,5 m. (Kjent diesel lukt under ompakning og prøveavsendelse)
BIPr 11	16	6-9	Br4-pr3	6-9 m Homogent mørkbrun jord og middels sand. Ingen lukt
	17	9-12	Br4-pr4	9-12 m Mørke brun jord ned til 11,5 m. Traff marine leir med sand innslag. Sterk metan lukt (i forbindelse med leir – naturlig). Prøvetaking avslutet
		12-15		Traff store stein ved 13,5 m, under dette var det 1,5 m med leir (kvikk leir).
		15-18		Leir som i 12-15 m ned til 16 m så finnes det store stein (blokk) mellom 16 og omtrent 17,8 m så et tynt morene lag ned til 18 m.
		18-21		Fra 18 til 19,5 m fantes et lag med fast leir. Ved 19,5 m traff vi fastfjell og boret 1 m ned i den.

Borepkt 5

(v/ den nordøst hjørne av verkstedbygget)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
	18	0-3	Br5-pr1	0-1 m Asfalt, sand og grus. (Mye støvdannelse, lite prøvemateriale)
	19		Br5-pr2	1-2 m Sand og grus, økende grusstørrelse nedover i profilet og mindre sand. Det var trespon i grus ved 1,5 m.
BIPr 7	20	3-6	Br5-pr3	2-5,5 m Brun/svart jord v/2 m. Veldig lite jord kom opp. Traff vann ved 2,80 m. Ved 5 m traff riggen noe flyttende olje-/asfaltaktig gjørme med litt grus. Veldig sterk diesel-lukt.
	21	6-9	Br5-pr4	5,5-8,5 m Som ved 5 m, men litt grovere materiale i den siste halvmeter.
	22	9-12	Br5-pr5	8,5-11,5 m Som ved 5-8,5 m, men fra 10,5-11,5 m kom det litt stein og så sandig skjellholdig leire. Det var noe terrakotta fragmenter i den sandige enheten og vannet som kom opp var tydelig oljeholdig.
BIPr 8	23	12-15	Br5-pr6	11,5-13,5 m. Den første halvmeter var som den siste meter. Da begynte massene å se mer naturlige ut (sandig leire uten historiske gjenstander og olje). Disse massene luktet gammel gummi.
	24		Br5-pr7	13,5-15 m Kompakt marin leire fra 13,5 til 14 m der vi traff fast fjell. Boret 1 m ned i fjell.

Borepkt 6
(v/ sørsiden av Belsen)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr 9	25	0-3	Br6-pr1	0-1,5 m Asfalt og store blokker (betong?). Det var overgang til en jord- og grus-blanding ved 1,5 m.
BIPr 16	26		Br6-pr2	1,5-3 m Oksidert elvegrus (2-4 cm diameter)/morene. Naturlige sted-egnede masser (?), ingen lukt.

Borepkt 7
(På østsiden av Kjelstrup Olsen AS (Glass/vindusmaker)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr10	27	0-3	Br7-pr1	0-1 m Asfalt, mye sand og litt grus.
	28		Br7-pr2	1-2,5 m Grus/fyllmasse, ensartet (gneis, antageligvis lokal fjelltype) og sand. Traff vann (sjøvann) på omtrent 2 m.
	29	3-6	Br7-pr3	2,5-4 m Som forrige prøve (Br7-pr2), men sedimenter og sand er blitt vasket ut.
	30		Br7-pr4	4-6 m Som forrige prøve, men med noe finere masser – midt-dels til fin sand (egner seg best av alle prøvene til analyse). Noe terrakotta ble observert i fyllmasse.

Borepkt 8

(Mellom Br2 og Br5 i åpningen til hoved P-plassen på østsiden av verkstedsbygget)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr 12	31	0-3	Br8-pr1	0-1,5 m Asfalt, så brun jord m/grus ned til omtrent 1,2 m. Da traff riggen noen klebrige, svart-asfaltaktige klumper med grus. Luktet diesel.
	32		Br8-pr2	1,5-2,5 m Grå-svart gjørmete jord, sand og grus. Lukter diesel og har oljeaktige egenskaper. Det finnes også trevirke/-spon i prøven.
	33	3-6	Br8-pr3	2,5-5,5 m (Som Br5-pr3 ved 5 m), flytende olje-/asfaltaktige rennende gjørme med gummibiter. Økende diesel og H ₂ S lukt (veldig sterkt).
	34	6-9	Br8-pr4	5,5-8 m Som prøve Br8-pr3, men mot 8 m ble massene noe renere med litt sand, kvister og keramikk.
	35		Br8-pr5	8-9 m Som 5-8,5 m, men det var mer grus (av variert bergartstype), trevirke og glass (som vindusglass)
	36	9-12	Br8-pr6	9-11,5 m Som forrige prøve.
BIPr 13	37		Br8-pr7	11,5-12 m Ved 11,5 m var det en synlig overgang til brun klebrig og siltig/sandig leire.

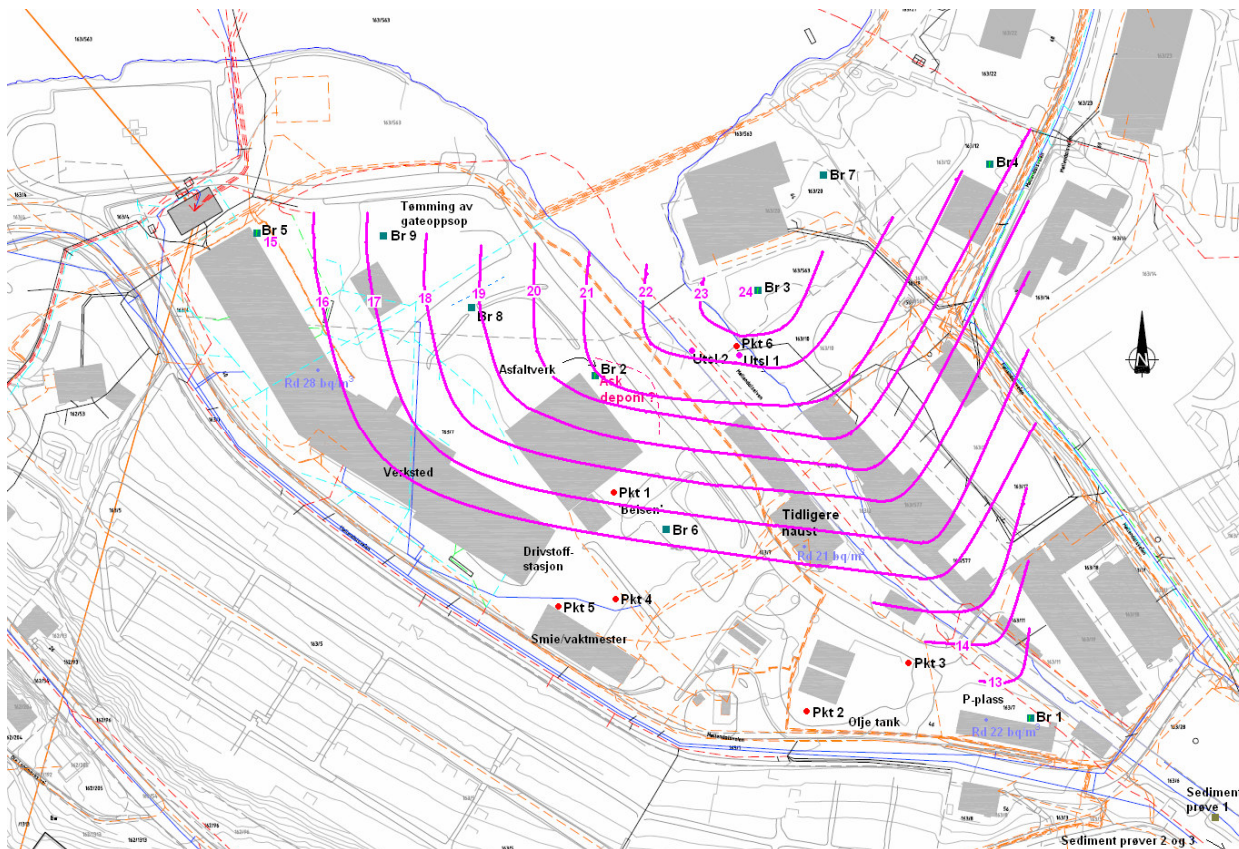
Borepkt 9

(Mellom Br8 og Br5 nordøst for teltet i BIR området)

Analyse Nr.	Løpe Nr.	Dyp (m)	Prøve	Beskrivelse
BIPr17	38	0-3	Br9-pr1	0-1,5 m Asfalt, så brun jord med mye grus, lukter sopp.
	39		Br9-pr2	1,5-2,8 m siltig leire og jord til 2,8 m deretter flytende olje-/asfaltaktig gjørme som kom opp i prøven. Veldig sterk lukt.
BIPr 18	40	3-6	Br9-pr3	2,8-4 m Som Br8-pr3. Flytende olje-/asfaltaktig rennende gjørme. Lukter H ₂ S i tillegg til diesel. En del bly fragmenter (de største fragmenter var 2x10 cm) kom opp.
	41		Br9-pr4	4-6 m Som Br9-pr3

VURDERING AV GRUNNFORHOLDENE

Dyp til fjell er vist i figur 4.



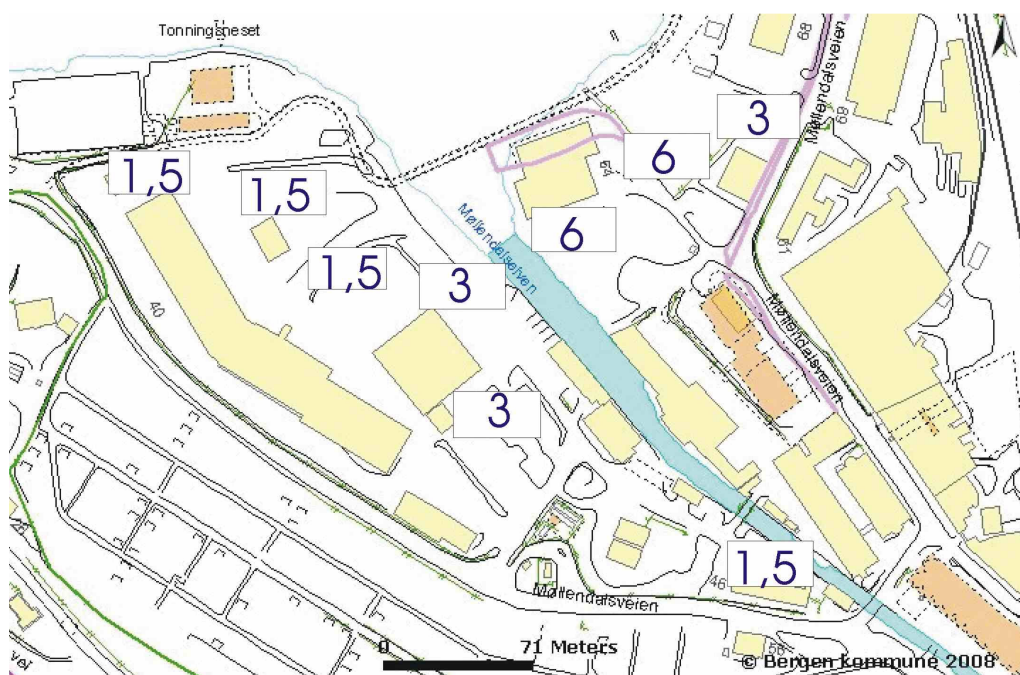
Figur 4. Dyp til fast fjell.

BÆRENDE MASSER

Det er satt grense mellom antatt bærende og ikke bærende masser ut fra kornstørrelse. Grovkornede masser er bærende, jord, silt og leire er definert som ikke bærende. Det øverste bærende sjiktet er fra 1,5 til 6 m mektig.

I figur 5 er det vist dyp av bærende masser i de ulike borpunktene. Sør for Møllendalselva er dette laget 1,5 til 3 m tykt. Nord for Møllendalselva er tykkelsen 3- 6 m.

Under de bærende massene er det delvis dårlig komprimert avfall og delvis finkornede løsavsetninger.



Figur 5. Tykkelse av antatt bærende løsmasser.

STABILITET OG FUNDAMENTERING

Deponiet er bygget ut i Store Lungegårdsvann. Forholdene ut i vannet er ikke kjente.

Ved vektbelastning av løsmassene på landområdene vil motvekten som utgjøres av løsmassene ute i vannet være motvekt og virke stabiliserende.

Risikoen ved stor vektbelastning på land kan være utglidning i Store Lungegårdsvann.

Det er mulig å stabilisere bløt byggegrunn ved å legge på geonett og stabilisere flatene. Likevel må løsningene sees i sammenheng med at deponiet er svært varierende sammensatt og at det kan være forhold som ikke er kjent.

Det er under arbeid planer for tiltak i havneområdene i Bergen. Både Store Lungegårdsvann og Puddefjorden er sterkt forurensset. Det aktuelle området på Møllendal er forurensset og all aktivitet her kan påvirke miljøkvaliteten i havneområdene.

Bygging på løse forurensede masser vil kunne belaste massene og presse ut forurensset porevann.

Det er forventet at miljøkvaliteten i havneområdene har så høy prioritet at det vil være klokest å satse på fundamentering på Møllendal som ikke vil utgjøre en risiko med hensyn til forurensing.

Det anbefales at fundamentering av bygg i området planlegges med peling til fast fjell.

Vurderinger av flom og vannstand

For reguleringsplanene på Møllendal er det gjort vurderinger av hvordan området kan bli utsatt for økende havnivå og flom i Møllendalselven.

Havnivå

DMNI (2006) har gjort vurderinger av bølgehøyder og vannstand i Bergen kommune.

For den generelle havnivåstigningen refereres til ICCP (2001), ulike modeller for utviklingen frem til 2100 viser en variasjon fra 9 til 88 cm stigning i havnivå. Bjerknessenteret ved Helge Drange opplyser i telefonsamtale at nyere forskning viser estimer på en havnivåstigning på 1 m de neste 100 år. For perioden 100 til 200 m år frem i tid er modellene betydelig mer usikre. Den blir anbefalt å legge til grunn en ytterligere stigning på 1 m i denne perioden.

- Legges 100års perspektivet til grunn må det planlegges for 1 m generell havnivåstigning.
- Legges 200års perspektivet til grunn må det planlegges for 2 m generell havnivåstigning.

Om dette er et riktig tidsperspektiv for planlegging er noe Bergen kommune må ta stilling til.

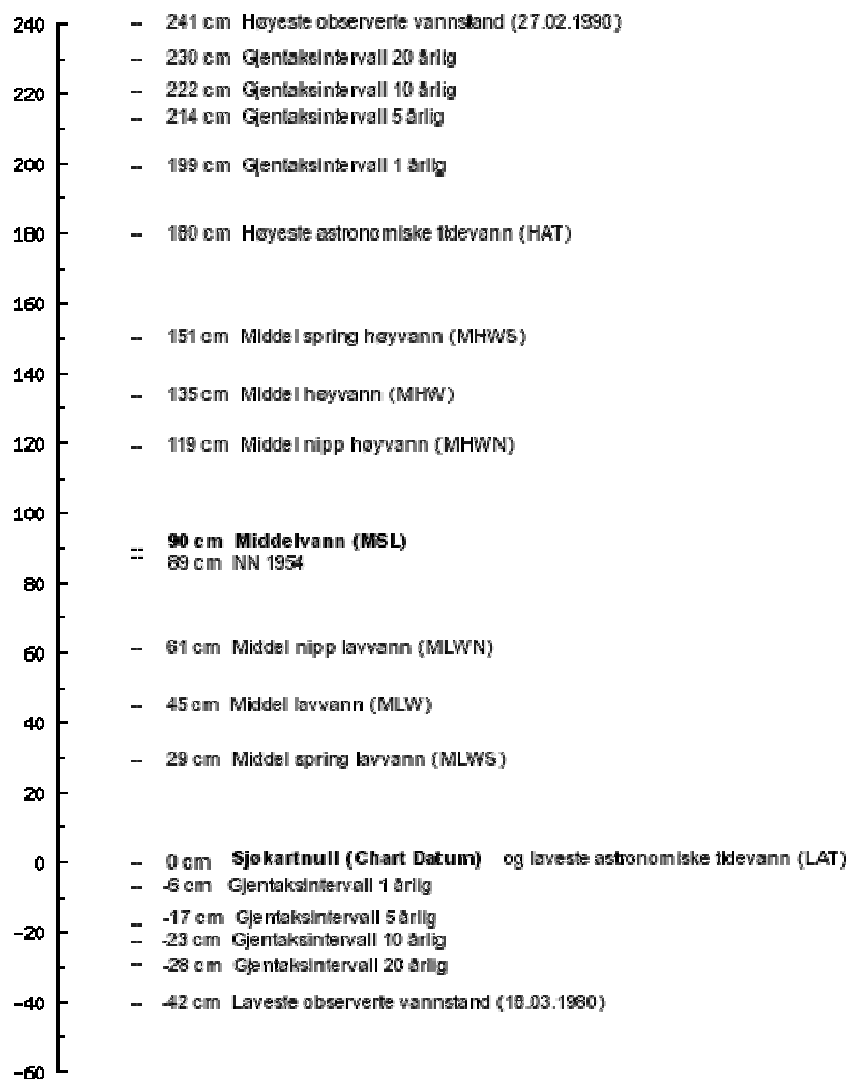
Springflo

Springflo vil DMNI (2006) har beregnet maksimalvannstand innenfor dagens klima. Det regnes at den høyeste mulige vannstand innenfor dagens klima er 200 cm over kartnull hvis det er sammenfall mellom det høyeste astronomiske tidevannet og ekstrem stormflo.

Med 20 års returintervall er det stormflo i Bergen 140 cm over kartnull (Fig .1).

I et 100-årsperspektiv vil det derfor forventes at vannet i perioder vil oversvømme areal som ligger 2,4 m over dagens middelvannstand.

BERGEN



Figur 1. Tidevann og vannstand i Bergen havn.

(<http://vannstand.statkart.no/stat.php?lokalitet=2&visNiv=++Vis++&stasj=Bergen>)

Flom i Møllendalselven

Vannføringen nederst i Møllendalselven består av avrenningen fra Svartediket i tillegg til rest-nedbørsfeltet mellom Svartediket og i utløpet av Møllendalselven i Store Lungegeårdsvann. Forutsetningene for beregningene er dambruddsberegninger for Svartediket (Norconsult 200xx) og faktaark om Møllendalsvassdraget.

Beregningene er oversendt NVE og diskutert med L. Bogetveit ved NVE Region Vest.

For beregningene av tilleggfelt som følge av vann og avløpsledninger er det lagt til grunn at i en flomsituasjon så vil vann i avløpssystemet gå i overløp, slik at det ikke er tilførsel fra områdene utenfor det naturlige nedbørsfeltet.

Videre er det lagt til grunn av Svartediksdammen er full når en flomsituasjon oppstår. I praksis vil det være lite sannsynlig at flom som følge av kortvarig intens nedbør opptrer samtidig fra Svartediket og fra nedbørsfeltet lenger nede. Det er bratt terreng og derfor vil avrenning fra det nederste feltet komme før en flom fra det som ligger i regulerte Svartedikets nedbørsfelt.

Nedslagsfeltet for Møllendalselven er restfelt for det store Svartedikets-feltet og dermed er ikke dimensjonerende for flaumsikring av Møllendalselven. Avløpet fra Svartediket vil derfor være dimensjonerende for flomsikring i Møllendalselven.

Flomsikring av Møllendalselven ved 200-årsflom

Forutsetninger

Størrelse av nedslagsfeltet for Møllendalselven er funnet fra tilsendt materiale fra Bergen kommune. Nedslagsfeltet er bratt og flomtoppen nås tidlig i nedre del av feltet.

I beregningene er det brukt : - NVE sin rapport "Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag (Sæltun m.fl.1997).

Kulminasjonsvassføring for høstflom - vist som pkt 2. i vedlegg 1:
 $Q_{200}=6,09\text{ m}^3/\text{s}$ (midlere avrenning $3,6\text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$)

NVE- "Beregning av overvann i små umålte felt" , vist som pkt 3. i vedlegg:
 $Q_{200}\approx 9,8\text{ m}^3/\text{s}$ (midlere avrenning $5,8\text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$)

Erfraringsmessig, og utfra målinger av felt med lignende størrelse, opplyser Bogetveit (NVE) at resultatet skal ligge mellom $4\text{--}5\text{ m}^3/\text{s km}^2$, eller $Q_{200} = 7\text{--}8,5\text{ m}^3/\text{s}$.

For å være på den sikre siden for Møllendalselven bør det brukes alt.3 , dvs. **$Q_{200}=9,8\text{ m}^3/\text{s}$** .
 I tillegg kommer overløpet fra Svartediksdammen.

Omregningsfaktor mellom 1000 og 200-års flaum jf. resultater i rapport (Norconsult)

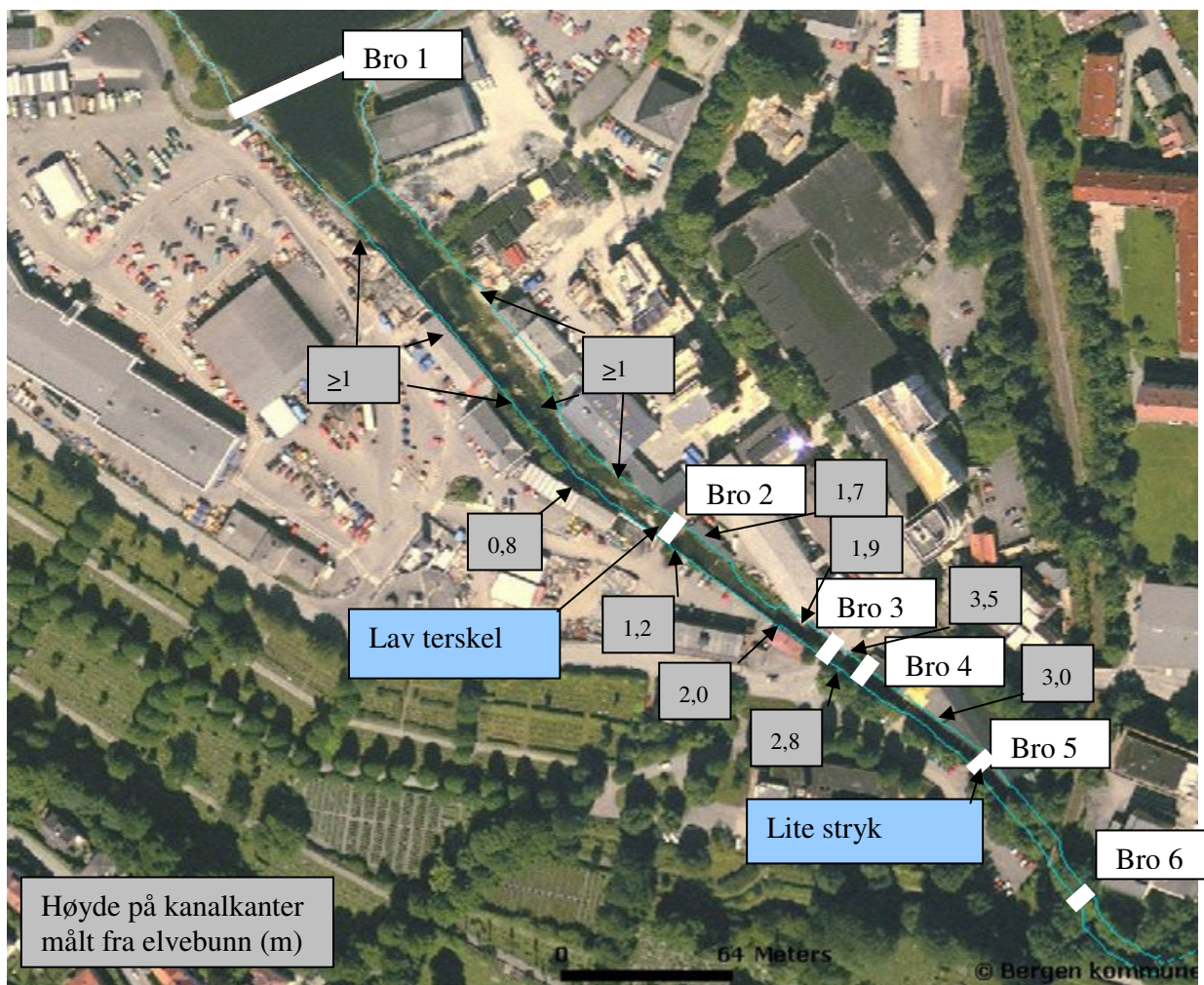
Om det brukes samme faktor for frekvensfordeling som gjort i dambruddsberegningen, blir det dominerende overløpet for Svartediket, et sted mellom $45\text{--}78\text{ m}^3/\text{s}$ avhengig av metode.

Om alle negative faktorer blir lagt sammen kan overløpet fra Svartediket opptre samtidig med flommen fra nedre nedbørsfelt.

For 200-årsflommen legges det til grunn en flomvannsføring på $90\text{ m}^3/\text{s}$ ($9,8\approx 10$, og $78\approx 80$).

Fare for overstrømming

Det er utført vurderinger av vannstand i nedre del av elveløpet. Det er gjennomført registreringer av høyder av betongkanter/murer langs elven og høyde av broer (fig. 1 og tabell 1).



Figur 1. Registreringer av høyde på kanalkanter langs nedre del av Møllendalselven.

Helling

Svak helling hele strekningen. Hellingen øker med avstand fra bro 1.

Det er lagt til grunn at gjennomsnittlig helling fra bro 2 til 4 0,5 m pr 100 m (**0,5%**). Dette er vurdert til å være den mest kritiske delen av elveløpet med flere broer.

Vannstand ved 200-årsflom

Det er utført vannstandsberegninger for 4, 5 og 6 ‰ fall på elva for å få fem senstviteten i beregningene (vedlegg 1).

Beregningene av vannstand varierer fra 3,1 til 3,5 ved ulike hellingsgrader. Dette betyr at det fra bro 5 (fig 1) og ned til Store Lungegårdsvann er utsatt for oversvømmelse ved 200-årsflommen. Flomvernet være 3,5 m over bunnen av Møllendalselva i denne strekningen. Bro 2-5 vil være i risikozonen ved denne flommen.

Se vedlagte bilder.

Åpning under broer

Tabell 1. Registreringer langs nedre deler av Møllendalselven.

	Høyde fra elvebunn til bro (m)	Bredde på elva (m)	Tverrsnitt (flate m ²)	Dybde (Bredde på broa) (m)	Kommentar Se også bilder.
Bro 1	2,2	20+20	88		Betongsøyle i midten
Bro 2	2,2	7	15,4	5	Lav terskel. Vil tro at sjøen går opp hit når flo.
	0,7	2,2	1,5		Sidefelt 1
	0,9	2,2	2		Sidefelt 2
	Sum bro 2		18,9		
Bro 3	2,6	7,3	19	8,8	Utsparinger i taket. Målte fra laveste pkt.
Bro 4	3	7	21	3,5	Ny
Bro 5	2,2	7,1	15,6	4,6	Minste tverrsnitt er begrenset av betongbjelke og elvestryk.

Bilder fra nedre del av Møllendalselven.

Bro 1



Fra bro 2 mot bro 1

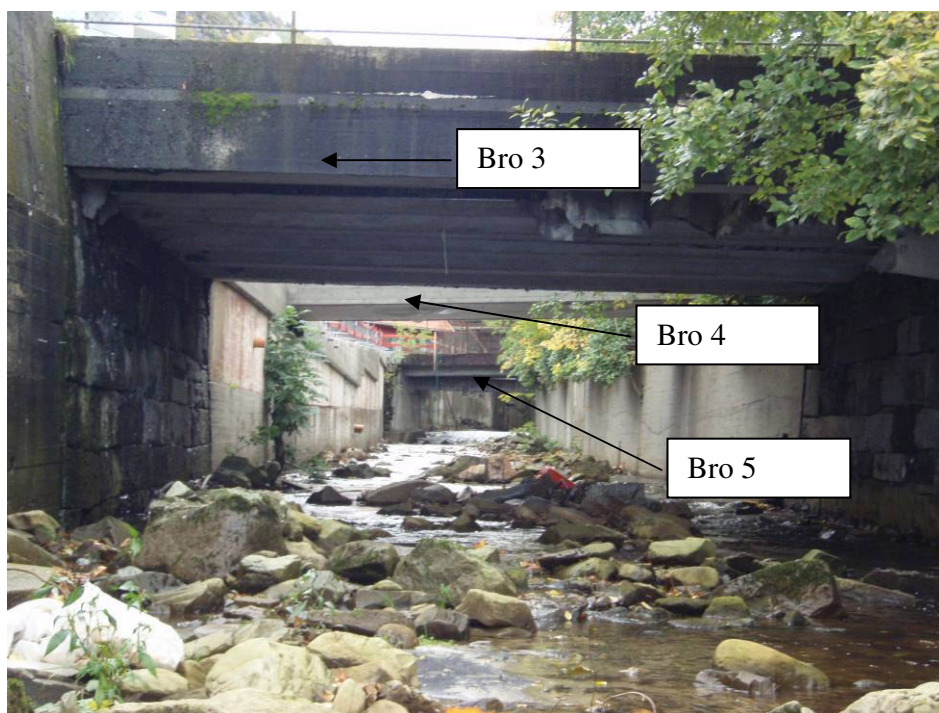


Fra bro 1 mot bro 2



Bro 2



Bro 3, 4 og 5**Bro 5**

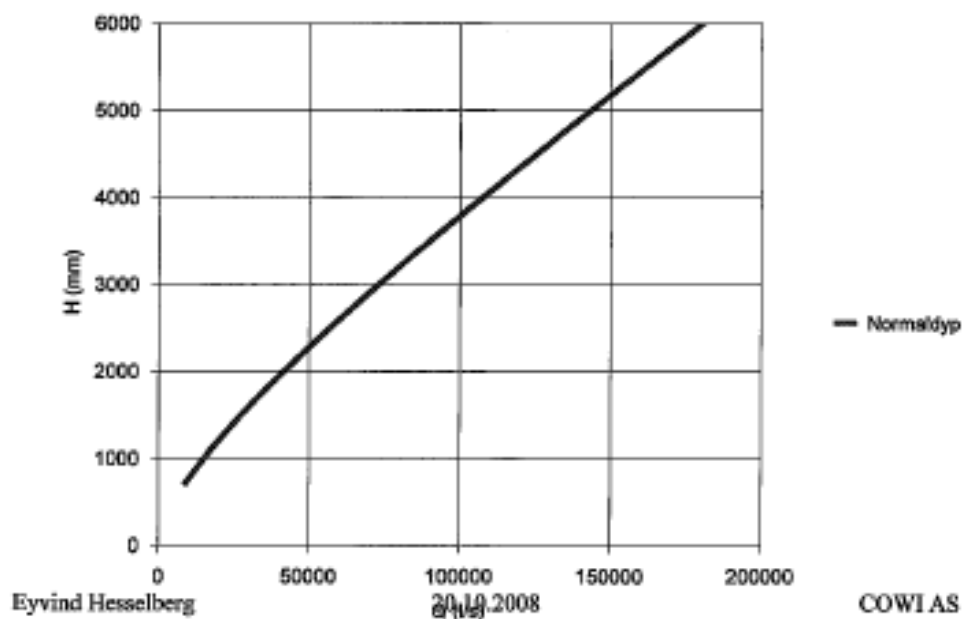
Bro 6

Vedlegg 1, vannstandsberegninger

Kanal

Dimensjonerende vannmengde	90000	l/s
Ruhet, Mannings n	0,025	s/m ^{1/3}
Fall	4	mm/m
Målt vanndyp	3500	mm
Vanntemperatur	10	°C
Tverrsnitt	Trapez	
Bredde bunn	7000	mm
Sidevinkel 1 utvendig bunn	90	°
Sidevinkel 2 utvendig bunn	90	°
Normaldyp	3500	mm
Vannhastighet	3,673	m/s
Areal	24,5	m ²
Våt omkrets	14	m
Hydraulisk radius	1,75	m
Bredde på vannflate	7	m
Hydraulisk dyp	3,5	m
Skjærspenning jevnt fordelt	68,647	N/m ²
Skjærspenning bunn	137,293	N/m ²
Skjærspenning sideflate	104,343	N/m ²
Spesifikk energilinje	4,188	m
Magasinering	24500	liter pr meter
Reynoldstall	9821200	
Froudes nummer	0,627	
Vannmengde ved målt vanndyp	90008	l/s

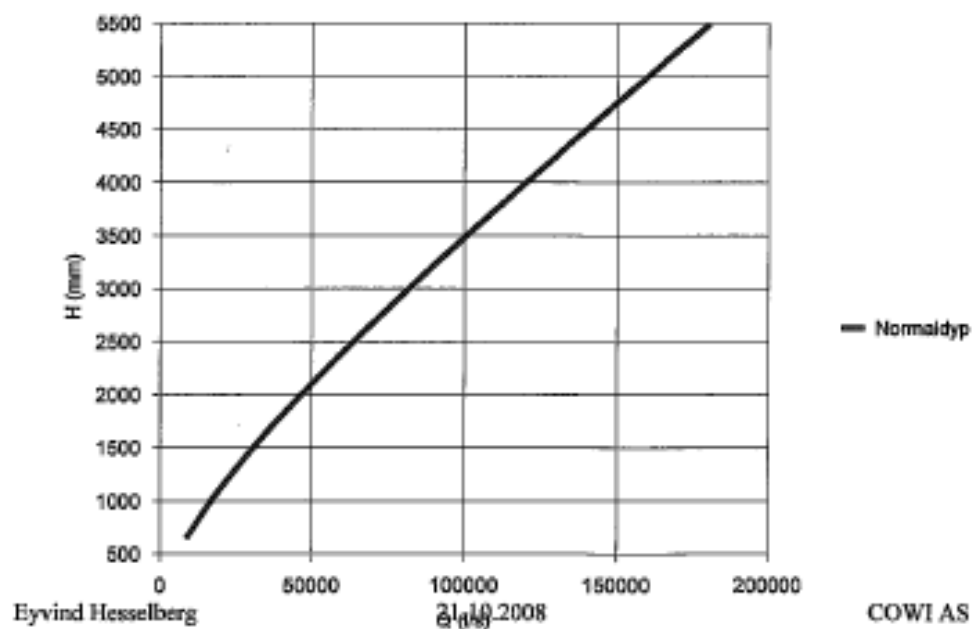
Kanal Trapez tverrsnitt



Kanal

Dimensjonerende vannmengde	90000	l/s
Ruhet, Mannings n	0,025	s/m ^{1/3}
Fall	5	mm/m
Målt vanddyb	3300	mm
Vanntemperatur	10	°C
Tverrsnitt	Trapec	
Bredde bunn	7000	mm
Sidevinkel 1 utvendig bunn	90	°
Sidevinkel 2 utvendig bunn	90	°
Normaldyb	3221	mm
Vannhastighet	3,992	m/s
Areal	22,547	m ²
Våt omkrets	13,442	m
Hydraulisk radius	1,677	m
Bredde på vannflate	7	m
Hydraulisk dyp	3,221	m
Skjærspenning jevnt fordelt	82,246	N/m ²
Skjærspenning bunn	157,936	N/m ²
Skjærspenning sideflate	120,031	N/m ²
Spesifikk energilinje	4,033	m
Magasinering	22547	liter pr meter
Reynoldstall	9821200	
Froudes nummer	0,71	
Vannmengde ved målt vanddyb	93012	l/s

Kanal Trapec tverrsnitt



Kanal

Dimensjonerende vannmengde 90000 l/s

Ruhet, Mannings n 0,025 s/m^{1/3}

Fall 6 mm/m

Målt vanddyb 3100 mm

Vanntemperatur 10 °C

Tverrsnitt Trapez

Bredde bunn 7000 mm

Sidevinkel 1 utvendig bunn 90 °

Sidevinkel 2 utvendig bunn 90 °

Normaldyp 3011 mm

Vannhastighet 4,27 m/s

Areal 21,077 m²

Våt omkrets 13,022 m

Hydraulisk radius 1,619 m

Bredde på vannflate 7 m

Hydraulisk dyp 3,011 m

Skjærspenning jevnt fordelt 95,236 N/m²

Skjærspenning bunn 177,167 N/m²

Skjærspenning sideflate 134,647 N/m²

Spesifikk energilinje 3,941 m

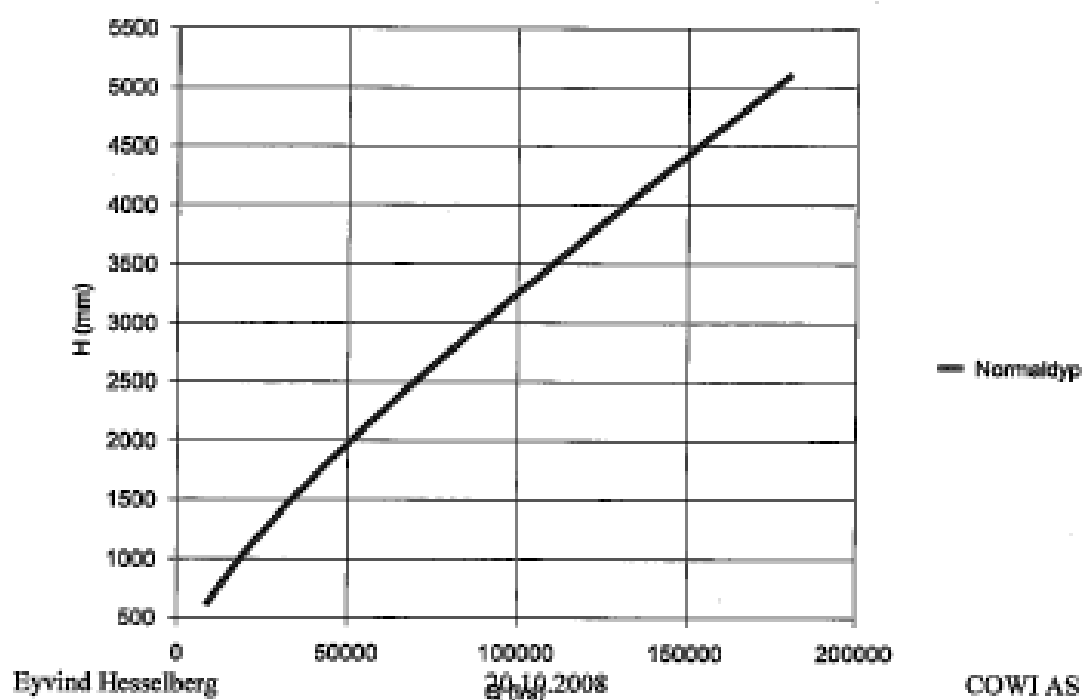
Magasinering 21077 liter pr meter

Reynoldstall 9821200

Froudes nummer 0,786

Vannmengde ved målt vanddyb 93652 l/s

Kanal Trapez tverrsnitt



RADONRISIKO PÅ MØLLENDAL

Radonstråling er forbudet med spesielle bergarter og løsmasser, særlig alunskifer og enkelte granitter. I det aktuelle området består berggrunnen av glimmerskifer og gneis (fig. 1).



Figur 1. Utsnitt av berggrunnsgeologiskkart (www.ngu.no).

I Bergen kommune er områder med forhøyet radonrisiko særlig knyttet til "Løvstakkgranitten". Møllendal ligger utenfor dette risikoområdet.

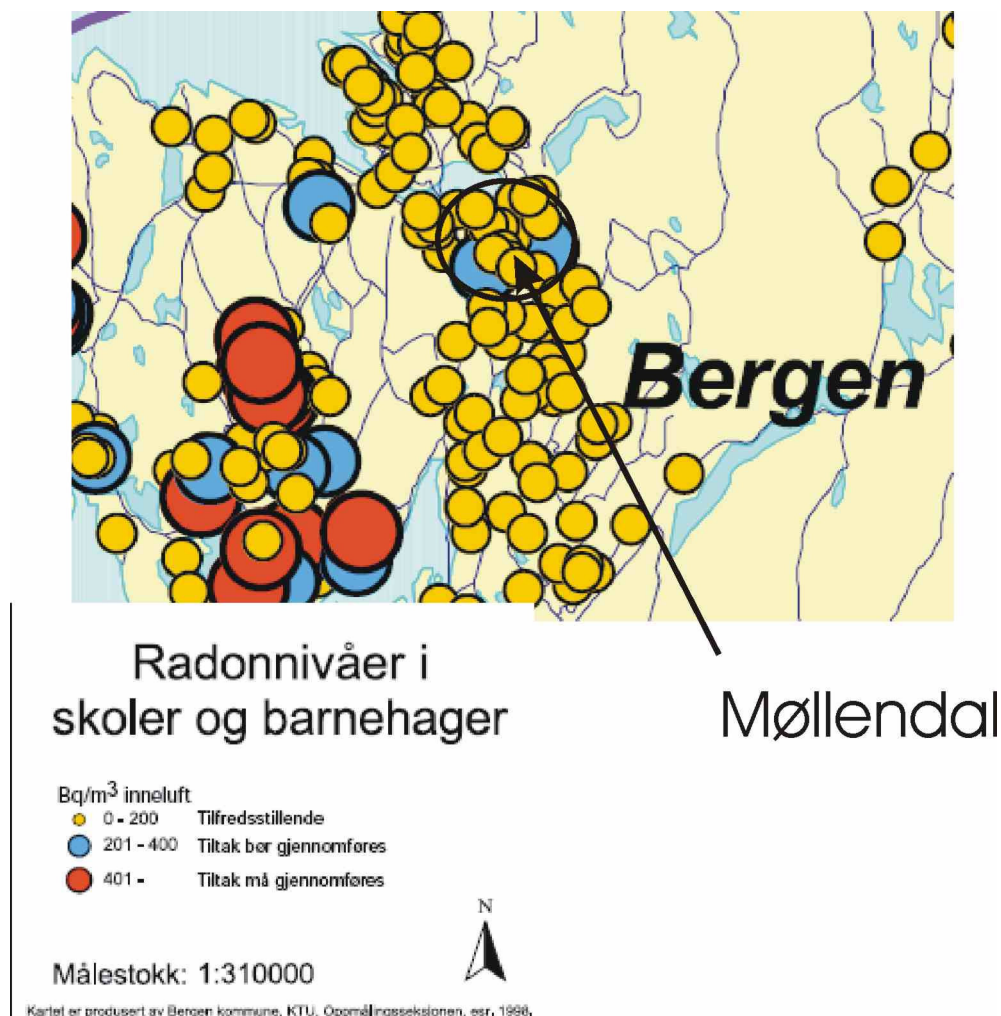
Anbefalt tiltaksgrense for radon i inneluft er 200 Bq/m^3 . Bygningsmessig utførelse skal sikre at mennesker som oppholder seg i et byggverk ikke eksponeres for radonkonsentrasjoner i inneluft som kan gi forhøyet risiko for helseskader. Nye boliger bør konstrueres slik at radonverdien ligger under tiltaksgrensen. Statens strålevern har nylig påpekt at norske kommuner ikke tar hensyn til den farlige og radioaktive radongassen i sine reguleringsplaner (<http://www.nrpa.no/> 7.01.2008). Dermed risikerer nye boligeiere å flytte rett inn i helsefarlige boliger.

Plan-og bygningslovens §68 gir kommunen hjemmel til, om nødvendig, å nedlegge forbud mot bebyggelse eller stille særlige krav til bebyggelse dersom det ikke er tilstrekkelig sikkerhet mot fare ved radonstråling.

Radonkartet for Bergen kommune (fig. 2) viser at i det aktuelle området er det overveiende radonkonsentrasjoner mellom 0 og 200 Bq/m^3 i eksisterende bygninger. Det er ikke påvist bergarter med høyt radonpotensial i området. Grønneviksøren ligger på løsmasser. Mellom grunnvannstand og terreng vil det meste av radonproduksjonen foregå. Denne tørrsonen er liten i området og det er derfor ikke poten-

sial for høy radonkonsentrasjon i fremtidige bygninger. For å kontrollere vurderingene ble det gjort målinger i inneluften i 3 bygninger i området.

Det er målt radonnivået i 1.etasje i 3 bygninger på området. Nivået som ble målt var svært lavt og under anbefalte tiltaksgrenser.



Figur2. Utsnitt av Radonrisikokart for Bergensregionen
(<http://www3.bergen.kommune.no/basic30/details/elfile.asp?docno=6017&edkid=9418>).

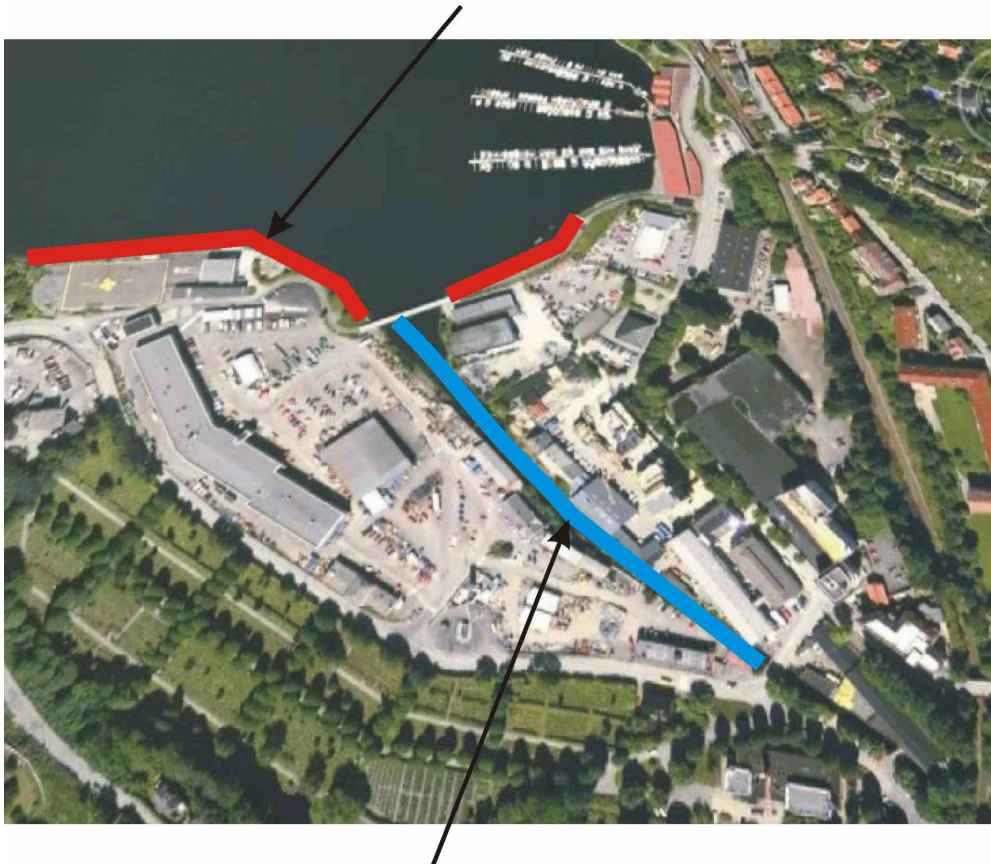
Konklusjon

- Det er ikke risiko for forhøyet radonkonsentrasjon i utbyggingsområdet.

Etablering av badestrand langs Store Lungegårdsvann og rehabilitering av Møllendalselven

I forbindelse med regulering av områdene ved Møllendalselven er det et ønske om å etablere en badestrand i Store Lungegårdsvann og det er behov for rehabilitering av Møllendalselven. De aktuelle områdene er vist i figur 1.

Mulige områder for etablering av badestrand



Strekning for rehabilitering av Møllendalselven

Figur 1. Oversikt over aktuelle tiltak.

Badestrand

Langs stranden ut mot Store Lungegårdsvann ligger det stein og det er fare for at avfall kan komme ut i overflaten av massene.

Stranden ligger ut mot vannet der det er kjent at bunnsedimentene er forurenset. Badestranden ligger derfor på forurenset grunn ut i et område med forurensede sedimenter.

Egnethet for badevann er ikke direkte relatert til tungmetall og miljøgifter, men er basert på visuell kvalitet og bakteriologisk kvalitet i vannet.

Forurensingsgraden på land og i Store Lungegårdsvann vil derfor ikke direkte bli påvirket av forurensingstilstanden. Forurensingstilstanden er likevel psykologisk viktig. Derfor er det viktig at området ser

tiltalende ut, og i tillegg er det viktig at det ikke er mulig at mennesker kommer i kontakt med avfall/forurensede masser.

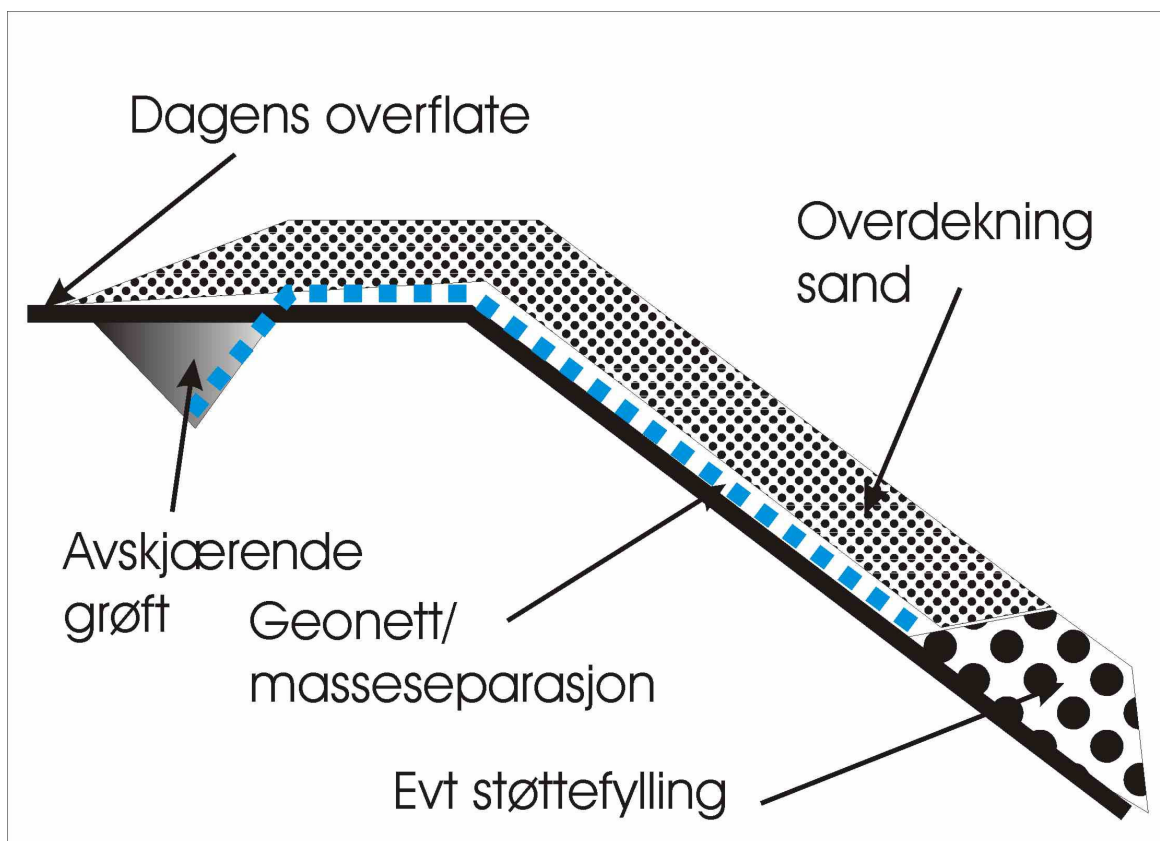
Dette oppnås ved å dekke til strandsonen. Tildekkingen må dekke området fra topp badestrand/rekreasjonsområde til 3 m vanddyb. For å hindre at forurenset vann drenerer ut til stranden, må det anlegges avskjærende grøfter i bakkant.

Det er ikke kjent hvordan bunnforholdene er i fremkant av deponiet, men det antas her at løsmassene ligger i stabil rasskråning, dvs. med ca 30° fall.

Prinsipielt kan sikring og oppbygging av badestrand utføres ved:

- 1 Etablering av støttefylling fra 3 m dybde
- 2 Etablering av avskjærende grøft for forurenset vann fra deponi
- 3 Utlegging av geonett med masseseparasjonssperre over dagens terreng. Forankring av geonett i avskjærende grøft.
- 4 Utlegging av 1 m tykt sandlag/steinmatte over geonett.

Tiltaket er illustrert i figur 2.



Figur 2. Prinsippskisse for sikring av badestrand.

Kostnadsoverslag

	m3	Enhetspris	Sum
Rene masser (brukes lokalt)	450	150	67500
Forurensede masser til deponi	450	800	360000
Drenerende masser og vannledning	900	800	720000
Geonett	2400	250	600000
Sand	2400	300	720000
Steinfylling	900	500	450000
SUM NOK			2917500

Rehabilitering av elv

Møllendalselva er forurenset både visuelt og kjemisk. Det er kjent at det er bakteriologisk forurensing i elven (fig. 3).



Figur 3. Bilde fra Møllendalselven.

Skal elven rehabiliteres må det enten fylles rene masser over forurenset elvebunn, eller så må deler av forurensingen fjernes og erstattes med rene masser. En påfylling av rene masser over dagens elvebunn vil minke tverrsnitte av elveløpet og gjøre området mer flomutsatt. En fjerning av massene i

elvebunnen må gjøres etter at brostabiliteten er kjent. Det er ikke kjent hva som er fundamenteringsforholdene rundt brokarene.

Før dette er kjent kan det ikke avklares hva som er mulig. Det antas likevel i kostnadsoverslagene at det er mulig å masseutskifte i elvebunnen. Et alternativ som kan vurderes er å fjerne 1 m av elvebunnen og tilføre 0,5 m med rene erosjonssikre masser. Det er mulig at det må gjøres spesielle tiltak ved broene.

Kostnadsoverslag

Post	Mengde	Enhetspris NOK	Kostnad, NOK
Oppgraving, elvebunn	2000 m3	150	300 000
Sortering av masser	2000 m3	100	200 000
Transport /deponering	1000 tonn	800	800 000
Tilføring rene masser	1500 m3	500	750 000
Tiltak Møllendalselven			2 050 000

Tiltak i elvebunnen bør ikke utføres før tilførsel av avløpsvann til elven og div. ukontrollerte påslipp er stanset.

Memo**Tittel**

Møllendal

Tillegg til ROS-analyse

Dato

20. november 2008

Til

Arne Matthiessen, Bergen Kommune

Kopi**Fra**

EFE - COWI AS

COWI AS
Solheimsgt. 13
Postboks 6051 Postterminalen
5892 Bergen

Telefon 02694
www.cowi.no

Det er laget en ROS-analyse for Møllendal. Denne analysen inngår vurdering av:

- Miljøtekniske forhold
- Fundamenteringsforhold
- Flomrisiko
- Havnivåstigning
- Forhold i strandsone
- Forhold i Møllendalselven

Det vurderte området består i stor grad av en utfylling av avfall og over-skuddsmasse ut i Store Lunggeårdsvann. Det er derfor en svært sammensatt situasjon å beskrive. Det presenterte arbeidet er omfattende og det er vanskelig å få en helhetlig oversikt. Som et tillegg til de utfyllende rapportene er derfor dette notatet laget for å sammenfatte de ulike undersøkelsene som er utført.

1 Havnivå

De ulike områdene som er omfattet av reguleringsplanene ligger i strandsonen til Store Lungegårdsvann. For en stor del består arealene av områder som er fylt ut i Store Lungegårdsvann. Med den forventede stigning i havnivå er det relevant å klarlegge hva som må gjøres av tiltak for å unngå at fremtidig havnivå overstrømmer området. Det er mange ulike innfallsvinkler til problematikken, og det er diskusjon om hva som reelt kan ventes av havnivåstigning. I arbeidet er det samlet inn informasjon fra Bjerknessenteret. Denne er lagt til grunn og det representerer en føre var holdning til problemet.

Resultatet av vurderingene er:

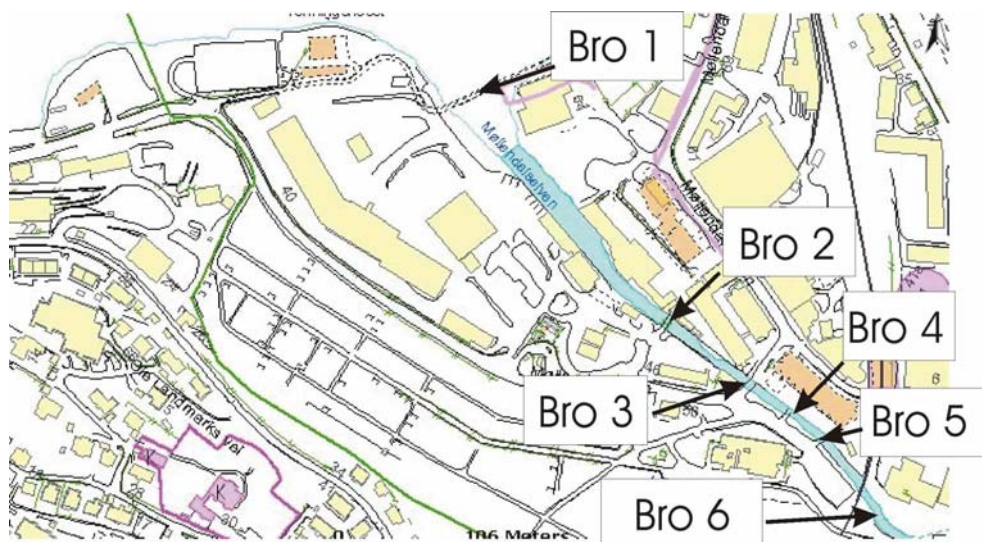
- Dersom 100-års perspektivet til grunn for planarbeidet må det planlegges for 1 m generell havnivåstigning.
- Dersom 200-års perspektivet til grunn for planlegging må det planlegges for 2 m generell havnivåstigning.
- Med 20 års returintervall er det stormflo i Bergen 140 cm over kartnull.

I et 100-årsperspektiv vil det derfor forventes at vannet i perioder vil oversvømme areal som ligger lavere enn 2,4 m over dagens middelvannstand (fig. 1) og 3,4 m i et 200-årsperspektiv). Bro 3 og 4 (fig 3) vil i et slikt tilfelle fortsatt ha lysåpning, men bro 1, 2, og 5 vil være oversvømmet.



Figur 1. Omtrentlig havnivå ved +2 m og +3 m. Linjene er trukket langs og mellom punkter med kjent høyde (SOSI kart Bergen Kommune).

vil føre til erosjon og oversvømmelse i områder som ikke vanligvis er forbundet med elveløpet.

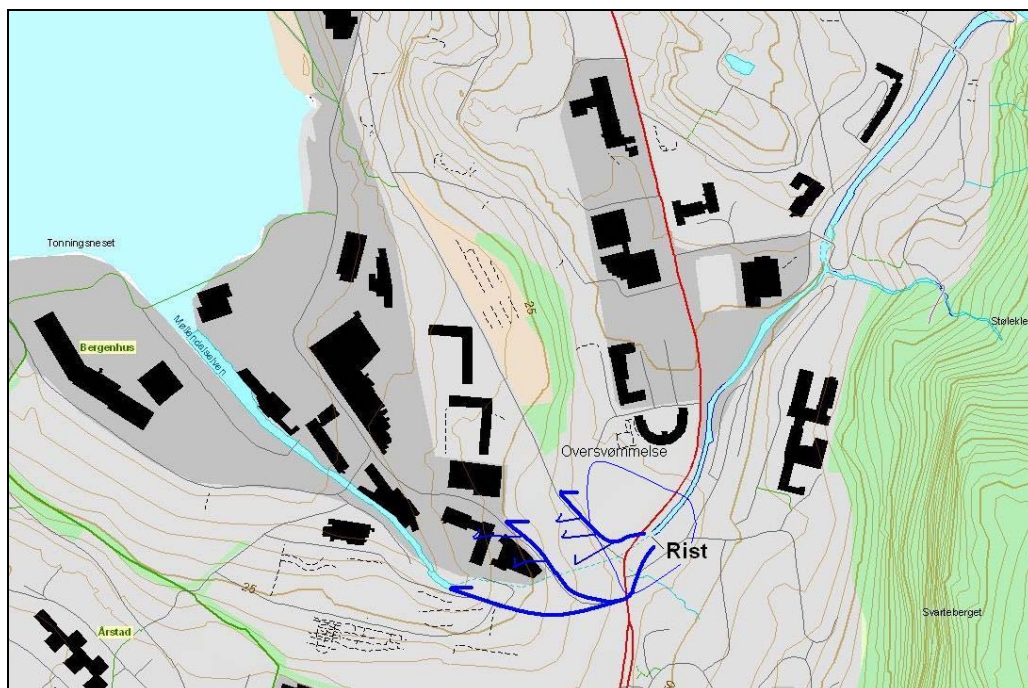


Figur 3. Plassering av broer som er omtalt i teksten.

Beregninger viser at vannet vil kunne strømme med en hastighet på omtrent 4,3 m/s. Vannet vil føre med seg sediment, grus og stein fra elveleie og elvebunn, busker og trær fra elvekanten og diverse skrot som ligger i elvebredden. Møllendalselven renner i en åpen kanalstruktur ved siden av RV585. Det er stor fare for oppstuvning av vann i kulverten under RV 585. Ifølge en risikovurdering under arbeid for Bergen VA, er dette et kritisk punkt. Det er antatt at risten ved tunnelåpningen fort vil gå tett med skrot og stein under flom.

Ved tetting av rist under RV 585 vil følgende kunne oppstå (fig. 4):

1. Vannstanden vil først stige noe i nedre Møllendalselven, men vannføringen gjennom tunnelen vil så avta.
2. Etter hvert som vannet blir oppdemt bak risten vil nye strømningsveier utvikles.
3. Vannet vil i utgangspunktet følge asfalterte veier og renne mot lavere punkter. Det er sannsynlig at vannet vil renne i RV585, i Fløenbakken og i Møllendalsbakken.
4. Vannet som ikke renner i veiene vil renne i terrenget.
5. Dette vil føre til erosjon og oversvømmelse i områder som ikke vanligvis er forbundet med elveløpet.



Figur 4. Flomsituasjon oppstrøms i Møllendalselven. Store piler viser mulig hovedstrømningsretning, mindre piler viser foretrukket strømning i terreng.

Denne flomsituasjonen er ikke en del av arbeidet med ROS-analysen for Møllendal. En flom som beskrevet er viktig å ivareta i annet planarbeid for området. Det forutsettes at det vil vurderes i annet arbeid hvordan flomvann som kommer på veibanen raskest mulig vil bli ført tilbake til Møllendalselven. For å unngå denne situasjonen er det viktig å øke kapasiteten til kulverten og å sikre Møllendalselven mot erosjon i de mest utsatte områdene. Vurdering av erosjonsutsatte områder er ikke utført i dette arbeidet.

Regulering av vannstanden i Svartediket er den primære sikringen mot flom

Tiltak mot flomskade i nedre Møllendalselven må utvikles i samråd med aktiviteter og tiltak lenger opp i elven og ta utgangspunkt i risikovurderingen av vassdraget nedstrøms Svartediket.

I planområdet kan bredden av Møllendalselven bygges opp slik at den står like høyt som byggegrunn. Et annet alternativ er bygge flomvoller. Utformingen av evt. flomvoller må sikre at det ikke oppstår oversvømmelse på baksiden.

Sikring av strand- og elvebredd

Det finnes flere metoder for utformingen av elvekanten, evt flomvoll og strandkanten. Noen av disse er diskutert i vedlegg 5 (Badestrand og elv). En annen teknikk som kunne brukes er stabilisering og solidifisering av forurensede masser. En fordel med å velge en slik teknikk i dette miljøet er at man kan oppnå stor nedgang i utlekking av flere miljøgifter til omkringliggende miljøer ved å dra nytte av de kjemiske egenskaper i forskjellige sementblandinger. Man kan gjenbruke massene som er på byggetomter, dette vil være et miljøtiltak siden dette reduserer transportavstanden for materialer og sparer plass på deponiene.

Stormflo og flom

Skulle stormflo og flom inntreffe samtidig vil flere strømnings situasjoner kunne oppstå i nedre Møllendalselven. Disse er i stor grad avhengig av sedimenttransport i elven og lengdeprofil i elveløpet og ved munningen til sjøen. Under en slik situasjon på Møllendal vil sjøen stå langt inn i en trang kanal samtidig som store mengder med vann strømmer mot sjøen. Dette vil føre til ytterligere oppstuvning i elven og flomfaren i nedre del av elven vil øke. Dette kan modelleres, men det er et omfattende arbeid som ligger utenfor det som er utført i dette oppdraget.

3 Miljøteknisk grunnundersøkelse

Resultatene fra den miljøteknisk grunnundersøkelsen ble brukt til å trekke konklusjoner om områder med forskjellig egnethet med bakgrunn i forurensningsgraden. Konklusjonene er vist som kart i den miljøtekniske rapporten og i ROS-analysen.

Forurensings-spredning

Beregningsverktøyet brukt til å identifisere og avgrense områdene beregner i første omgang avvik fra de såkalte normverdiene. Når et stoff forekommer i konsentrasjoner som er mindre en normverdien betyr dette at stoffet ikke utgjør noen risiko for mennesket eller miljø. I den stedsspesifikke vurderingen som er trinn to i vurderingsprosessen er det grensene for negativ toksikologisk effekt på mennesket og miljø. Her regner man ikke frem til en bestemt konsentrasjon av ulike stoff, men ser heller situasjonene i forhold til en evt. risiko for menneske og miljø. Spredning til vann er inkludert i faren forbundet med inntak av fisk og tålegrenser for ulike organismer.

En av begrensningene i et slikt verktøy er standardiseringen av stoffets løselighetskonstant. Noen stoff er mer løselige i ferskvann mens andre stoff løses lettere i saltvann. For å beregne de faktiske endringene i det faktiske miljøet som kan forventes i massene på Møllendal ved stigende havnivå må man gjøre en stedsspesifikk beregning for å finne K_d ved å ta jordprøver fra det aktuelle arealet, blande dem med sjøvann for dermed å måle hvor mye av stoffet som er gått over til vannfasen og hvor mye som er igjen i jord. I hovedsak ligger de forurensede massene under vannspeilet. En havnivåstigning vil trolig føre til at saltvannet står høyere i massene. Likevel vil ikke de store endringene i løselighet forventes.

Ingen av de vurderte områdene på Møllendal tilfredsstiller normverdier for ren jord. Vurderingen viser at alifater, arsen, benzo(a)pyren, bly, kobber, nikkel, PAH, PCB og pentaklorfenol i ulik grad kan transporteres med grunnvann ut av de forurensede områdene. Dette fører til dårlig grunnvannskvalitet og en risiko på mennesker som evt. spiser fisk fra Møllendalselven ³.

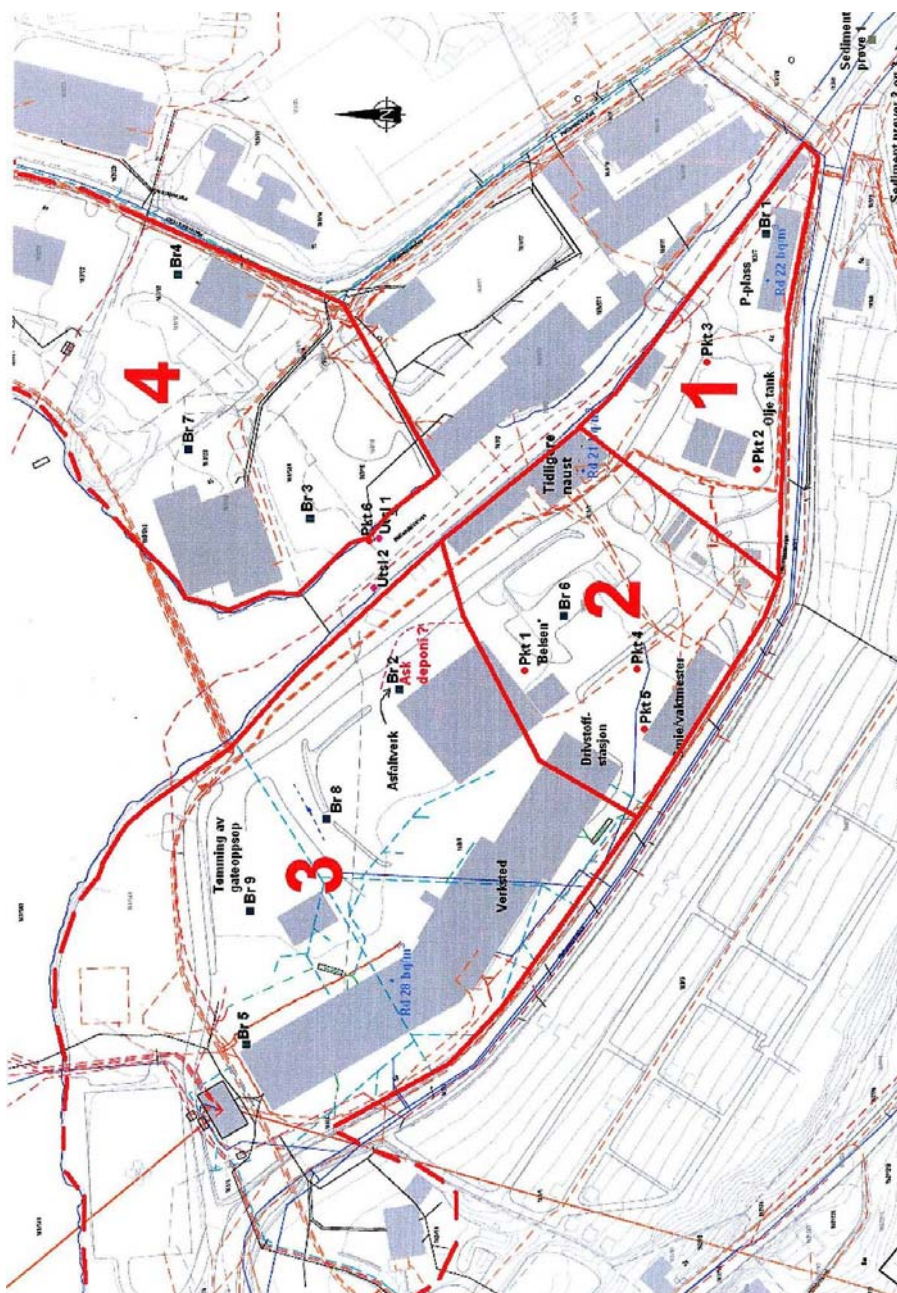
Det er spesielt området nord for Belsen som sannsynligvis bidrar mest til denne tilstanden, men alle områder (1 til 4) (fig. 5) kan lekke noe miljøgifter med grunnvannstransport fra avfallsmassene til Møllendalselven.

³ I SFTs beregningsverktøy er det forslått hvilke standardverdier som skal brukes til beregningen.

Elvsedimentene var blant de mest forurensete i undersøkelsen.

Det er ikke påvist noe som kan føre til luktproblem i området slik det står i dag (avdamping fra oljeholdig jord kan forekomme i eksisterende bygg - ingen lukt er rapportert). Det må forventes at det dannes gass i deponiet. Dette må det tas hensyn til under utforming av bygg, men det forventes lav gassproduksjon fordi mye av avfallet ligger under grunnvannsnivået og fordi avfallet er gammelt.

Avgassing fra oljeholdig jord kan være problematisk for luftkvalitet innendørs i bygg som er etablert på dagens flate i område 2 og 3 og stedvis i område 4.



Figur 5. Inndeling av området i delområder som omtalt i teksten.

4 Miljømål

I en risikovurdering tar man utgangspunkt i dagens situasjon. Når det gjelder planarbeid i nedre Møllendalselven finnes det ingen grunn til å tvile på at man her kan få til en tilstand som tilsvarer arealbrukskategori 1. Men som nevnt i rapporten finnes det flere utfordringer siden forurensningskildene i Møllendalselven ikke er kartlagt/kjent og ligger til dels utenfor tiltaksområdet. Dersom ulovlig påslipp både oppstrøms og fra anleggsplassen stanses finnes det flere teknikker for å hindre utslag fra det tidligere deponiet. Stabilisering og solidifisering ble nevnt i avsnittet om flom.

Utarbeidelse av miljømål er en del av arbeidet med en tiltaksplan.

5 Anleggsarbeid

Under gravarbeid er det viktig å håndtere forurenset jord (område 3, fig. 5) i forhold til gjeldende regelverk. Masser med flyktige komponenter som olje, skal ikke disponeres slik at de kan medføre helse- eller miljøproblemer, verken for omgivelsene eller inne i bygninger. Spesielle vurderinger må gjennomføres når masser skal fjernes både under bygninger, på utearealer nær bygninger samt på rekreasjonsområder. Overskuddsmassene med høye⁴ konsentrasjoner oljeforbindelser, tungmetaller og PAH (område 3 og i overflatemasser fra område 4 ved Br4, fig 5) må deponeres på et godkjent mottak, men de ansees ikke som farlig avfall.

Støvtransport må begrenses under anleggsfasen siden mange av de organiske miljøgiftene (PAH og PCB) er bundet til finkornete materialer. Forurensning kan føres bort fra det aktuelle området med vinden. Bruk av et sprinkleranlegg kan redusere støv, men da må overvann ledes kontrollert bort til oppsamling – dette vannet kan ikke slippes direkte ut i Møllendalselven.

Oppvirvling av bunnsedimenter under mudring/gravearbeid vil kunne ha en negativ effekt og må hindres. Bruk av geotekstiler (siltgardin) i elvemunningen vil trolig være et nødvendig tiltak for å redusere sediment/forurensningstransport ut i Store Lungegårdsvannet.

Ved utbygging, kan vektbelastningen av området føre til en ekstra utpressing av porevann i en periode. Denne spredningsmekanismen kan hindres ved å velge fundamentering som ikke fører til stor ekstrabelastning på deponimassene. Bl.a. av denne grunn er peling anbefalt for fundamentering.

6 Barnehager

Det er påvist forurensning på store deler av den undersøkte tomten. Noen områder har vært mindre forurenset. Det er tatt prøver fra forskjellige dyp og utbredelsen av forurensning er dokumentert innenfor prosjektrammene. Når et område skal vurderes til bruk som barnehage vil en ny runde med prøvetaking være nødvendig. Hensikten er å dokumentere at antatt rene områder er rene og prøvetaking er derfor mer omfattende. Prosedyren er beskrevet i SFT veileder 2261.

⁴ Høy i forhold til stedspesifikk bruk

7 Geotekniske undersøkelser

Det meste av de undersøkte arealen består av utfyllt materiale og til dels avfallsmasser. De geotekniske egenskapene varierer mye i området. Siden geotekniske forhold i Store Lungegårdsvann ikke er undersøkt og fordi en ekstra vektbelastning ikke er ønskelig pga faren for utpressing av forurenset porevann ikke er ønskelig, anbefales pelefundamentering for bygninger. Bæreevnen til massene på tomten varierer noe. Massene på område 1 og 2 (fig. 5) er forholdsvis fast med noen innslag av sandig/siltig leire som er til dels bløt. Bæreevnen i det mektige gjørme/oljeholdige laget nord for Belsen og i det mektige leirelaget på nordsiden av Møllendalselven burde undersøkes nærmere.

Store deler av Møllendalområdet ligger under 3 m o.h. Skal alt bygges opp til kote 3 m vil dette kreve store mengder fyllmasser og påføre arealet en stor belastning. For å vurdere effekten av denne belastningen må bunnforholdene og egenskapene og tykkelsen til sedimentene i Store Lungegårdsvann vurderes nærmere. Men det er forventet at denne tilleggsvekten kan håndteres ved ulike tiltak på eksisterende terreng.

Risikoen for utrasing av tomten mot Store Lungegårdsvannet kan ikke vurderes uten videre undersøkelse av også forholdene ute i vannet.