

# Miljøtekniske grunnundersøkelser langs Strømsbrua, etappe 22 i Stavanger



## Resultater

Roy Mangersnes og Sina Thu Randulff

# **Miljøtekniske grunnundersøkelser langs Strømsbrua, etappe 22 i Stavanger**

## **Resultater**

**Ecofact rapport: 696**

**[www.ecofact.no](http://www.ecofact.no)**

|                                      |                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Referanse til rapporten:</b>      | Mangersnes, R. og Randulff, S. T. 2019. Miljøtekniske grunnundersøkelser langs Strømsbrua, etappe 22 i Stavanger. Resultater. Ecofact rapport 696. |
| <b>Nøkkelord:</b>                    | Fjernvarme, forurensning, grunnundersøkelser, massehåndtering, Stavanger                                                                           |
| <b>ISSN:</b>                         | 1891-5450                                                                                                                                          |
| <b>ISBN:</b>                         | 978-82-8262-694-1                                                                                                                                  |
| <b>Oppdragsgiver:</b>                | Prosjektil AS                                                                                                                                      |
| <b>Prosjektleder hos Ecofact AS:</b> | Sina Thu Randulff                                                                                                                                  |
| <b>Prosjektmedarbeidere:</b>         | Roy Mangersnes                                                                                                                                     |
| <b>Kvalitetssikret av:</b>           | Roy Mangersnes                                                                                                                                     |
| <b>Forside:</b>                      | Roy Mangersnes                                                                                                                                     |

[www.ecofact.no](http://www.ecofact.no)

## INNHold

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>FORORD .....</b>                                       | <b>1</b>  |
| <b>SAMMENDRAG .....</b>                                   | <b>2</b>  |
| <b>1 BAKGRUNN OG MÅL .....</b>                            | <b>3</b>  |
| <b>2 METODE OG GJENNOMFØRING .....</b>                    | <b>4</b>  |
| 2.1 PRØVETAKING .....                                     | 4         |
| 2.2 ANALYSER .....                                        | 5         |
| 2.3 RISIKOVURDERING TRINN 1 .....                         | 5         |
| <b>3 RESULTATER .....</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>4 MASSEHÅNTERING .....</b>                             | <b>10</b> |
| 4.1 MELLOMLAGRING AV MASSER .....                         | 11        |
| 4.2 VANN I GRAVEGROP .....                                | 11        |
| 4.3 SPREDNING AV FORURENSNING UNDER ANLEGGSARBEIDET ..... | 11        |
| 4.4 KONTROLL, DOKUMENTASJON OG RAPPORTERING .....         | 12        |
| <b>5 REFERANSER .....</b>                                 | <b>12</b> |
| SKRIFTLIGE .....                                          | 12        |
| <b>VEDLEGG - PRØVEBESKRIVELSER .....</b>                  | <b>13</b> |
| <b>VEDLEGG – ANALYSERAPPORTER .....</b>                   | <b>18</b> |

## FORORD

Lyse Neo AS skal etablere infrastruktur med nedlegging av fjernvarme i en lengre strekning i Stavanger kommune. Tiltaksområdet som er undersøkt i denne omgang er etappe 22 som går langs Consul Sigval Bergesens vei og under Strømsbrua på gamle godsterminalen på Paradis. Området er under utvikling av Bane Nor, og det har vært gjennomført grunnundersøkelser i flere omganger av Multiconsult. Ettersom det foreligger krav fra Stavanger kommune om supplerende prøvetaking på tomte har Multiconsult definert 9 nye prøvepunkter som følger den planlagte fjernvarmetraséen. Tiltakshaver er Bane Nor.

Ecofact er engasjert av Prosjektil ved Jan Magne Fotland til å utføre de miljøtekniske grunnundersøkelsene for etappen og til å lage tiltaksplan for massehåndteringen basert på resultatene. Resultatene fra prøvetakingen med tiltaksplan er beskrevet her. Prøvetaking ble utført av Roy Mangersnes, og vurderingen av resultatene av Sina Thu Randulff.

Sandnes

31.07.2019



Sina Thu Randulff

## SAMMENDRAG

### Beskrivelse av oppdraget

---

Lyse Neo AS skal legge ned fjernvarme over en lengre strekning i Stavanger kommune. Tiltaksområdet som er undersøkt i denne omgang er etappe 22 som går langs Consul Sigval Bergesens vei og på nordsida av Strømsbrua, inne på den gamle godsterminalen. Ecofact er engasjert av Prosjektil ved Jan Magne Fotland til å utføre de miljøtekniske grunnundersøkelsene for etappen. Bane Nor er tiltakshaver da den undersøkte fjernvarmetraséen inngår som en del av utviklingsområdet deres på Paradis.

### Datagrunnlag

---

Prøvetaking ble gjennomført 13.06.19, og det ble sjaktet ned til grunnfjell eller mot 2 meters dybde. Totalt 17 prøver ble tatt fra toppjord og dypereliggende jord fra 9 prøvepunkter. Prøvene ble analysert for tungmetaller, ikke klorerte organiske forbindelser (PAH og BTEX), klorerte organiske forbindelser (PCB) og oljeforbindelser (aromater/alifater) samt totale organiske forbindelser. Resultatene ble tilstandsklassifisert etter TA-2553 (2009) og SFT 99:01 (1999) med hensyn til naturlig bakgrunnsverdi for arsen i Stavanger kommune.

### Resultat

---

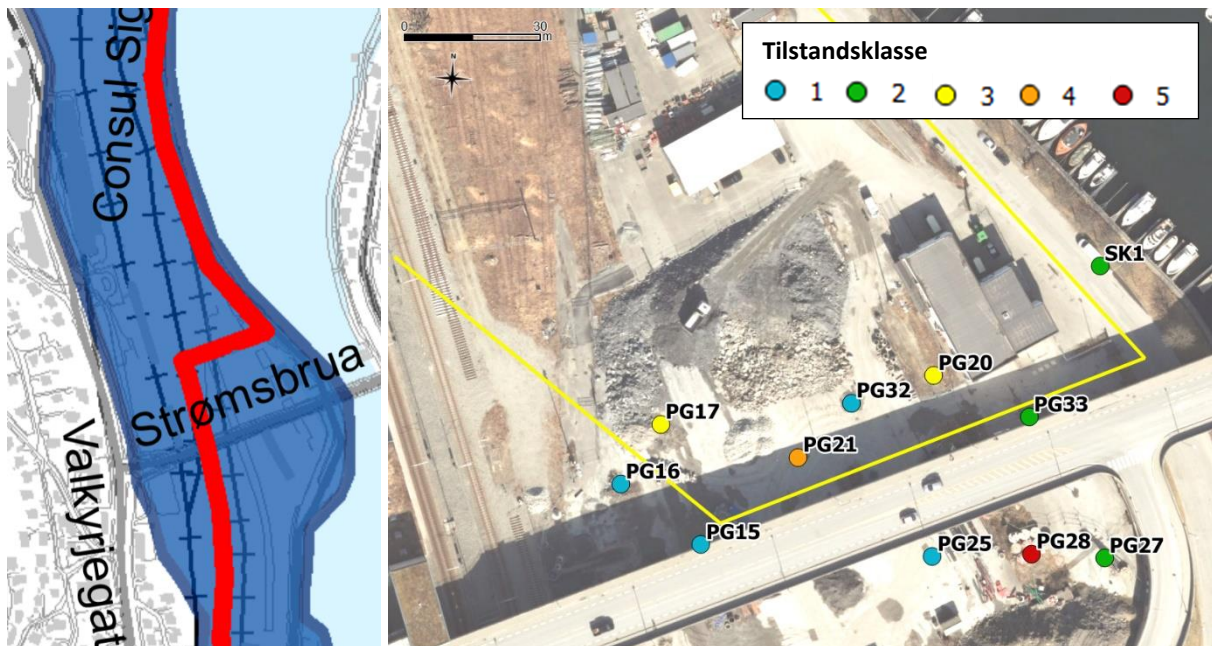
Alle prøvepunktene har konsentrasjoner av samtlige miljøgifter som er i tilstandsklasse 2 eller lavere. Det er ikke påvist forhøyde konsentrasjoner av PCB, alifater, aromater eller BTEX i noen prøver. Prøvepunkt SB-1 til SB-4 hadde fyllittmasser, og er derfor vurdert i forhold til Stavanger kommunes egen bakgrunnsverdi for arsen som er på 20 mg/kg. Denne overskrides ikke for noen av de fyllittholdige massene i prøvepunkt 1 til 4.

Prøve SB-4 D (dybde > 70 cm) har konsentrasjoner av benzo(a)pyren i tilstandsklasse 2 og massene må behandles som lett forurensede ved deponering.

Ingen av konsentrasjonene av miljøgifter i prøvene overskrider akseptgrensen for hverken bolig, sentrum/kontorområder eller industri/trafikkarealer, og alle masser kan gjenbrukes på tomte. Ved deponering er det også føringer for arsenholdige masser fra prøvepunkt SB-1 til SB-3 (dybde > 70 cm) og toppjord (dybde < 70 cm) fra SB-4.

## 1 BAKGRUNN OG MÅL

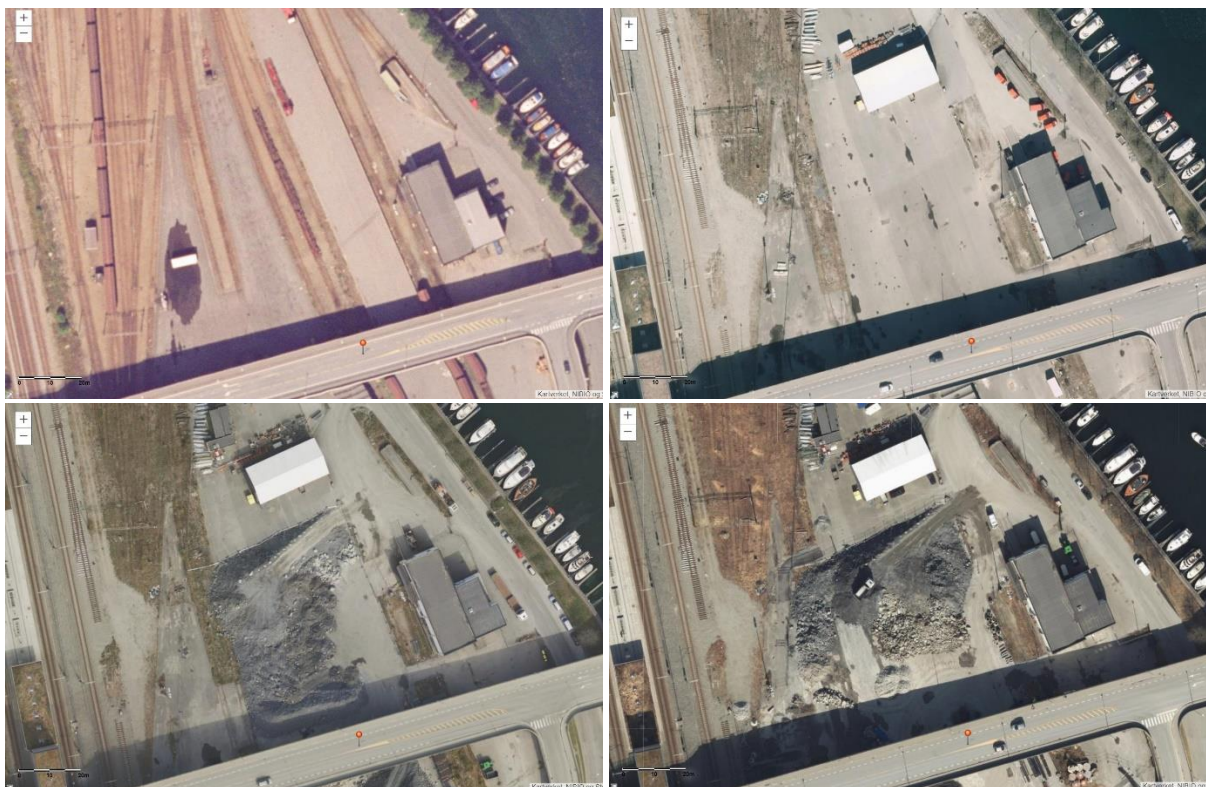
Lyse Neo AS skal etablere infrastruktur med nedlegging av fjernvarme i en lengre strekning i Stavanger kommune (figur 1). Det aktuelle tiltaksområdet som inngår i dette prosjektet er etappe 22, som går langs nordsida av Strømsbrua over tidligere godsterminal. På godsterminalen har det i flere omganger blitt gjennomført miljøtekniske grunnundersøkelser og med påvist forurensning på tomte og langs planlagt trasé.



Figur 1. Venstre: Planlagt fjernvarmetrasé langs Hillevågsvatnet, slik den var per sep. 2018. Kilde: Lyse, <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201603434/2510493>. Høyre: Dagens omtrentlige fjernvarmetrasé og relevant påvist forurensning fra Multiconsults miljøtekniske grunnundersøkelser (2014 og 2016).

De mest relevante prøvepunktene langs fjernvarmetraséen fra de tidligere utførte miljøundersøkelsene er oppsummert i figur 1. Multiconsults rapport *Paradis, Stavanger* (Søiland, 2014 og Lunde, 2016) og Asplan Viaks rapport fra 2008 gir detaljer fra undersøkelsene. Det ble i 2014 påvist blyforurensning (tilstandsklasse 3) i toppjord i punkt PG20, som antas å komme fra det øverste organiske materialet mellom daværende jernbanespor. Jernbanesporene og dette organiske laget er trolig fjernet (se flyfoto fra 2016-2018).

I punkt PG21, 5-10 meter nord for den planlagte fjernvarmetraseen, ble det samme år påvist oljeforurensning (THC) i avretningsmassene (5-40 cm dybde). Multiconsult vurderte forurensningen som en punktkilde, og at øvrige avretningsmasser på tomte var rene.



Figur 2. Tiltaksområdets utvikling fra 1999 (øverst t.v.), 2016 (øverst t.h.), 2017 (nederst t.v.) og 2018 (nederst t.h.). Kartene er hentet fra Norge i bilder.

Det foreligger per i dag tillatelse til graving i forurenset grunn på tomta, gitt av Stavanger kommune den 03.02.2017 (saksnnummer 16/00368-72) til ROM Eiendom AS. Stavanger kommune stiller i gravetillatelsen krav til supplerende prøvetaking på tomta. Supplerende prøvetaking utføres derfor langs fjernvarmetraséen. Punktene er satt av Mulitconsult, mens Ecofact er engasjert til å utføre de miljøtekniske grunnundersøkelsene for etappen. Vår kontaktperson har vært Jan Magne Fotland fra Prosjektil. Arbeidet er utført av Roy Mangersnes og Sina Thu Randulff.

## 2 METODE OG GJENNOMFØRING

### 2.1 Prøvetaking

Etappen har en lengde på omtrent 280 meter og bredde på 3 meter. Det totale arealet er omtrent 840 m<sup>2</sup>. Ut fra veistrekningens totale areal er veiledende prøvetetthet i TA-2553- (2009) på 9 prøvepunkt tilfredsstillende for alle forurensningstyper.

Prøvetaking ble gjennomført den 13.06.2019, og det ble for etappen gravd 9 sjakter ned til antatt grunnfjell eller til dybde på 2 meter (som er maksimal gravedybde ved gjennomføring av tiltaket). Prøvepunktene ble registrert med GPS, og er beskrevet i detalj i vedlegg.

Alle prøvene ble tatt ut med plastskje. Massene ble fortløpende vurdert ut fra tekstur, farge og lukt. Det ble tatt ut prøver fra topplaget (ca. 0 til 100 cm) og det dypere jordlaget (ca. > 100 cm til maksimalt 200 cm), med mindre det var tydelig lagdelinger i jordprofilet som ga annen naturlig avgrensning. Jordprøvene ble oppbevart i diffusjonstette rilsanposer, og sendt til akkreditert laboratorie (Eurofins). Prøvetaker var Roy Mangersnes. Prøvetaking ble utført i henhold til veileder TA-2553 (2009).

## 2.2 Analyser

Prøvene ble analysert for tungmetaller, ikke klorerte organiske forbindelser, klorerte organiske forbindelser og oljeforbindelser, som vist i tabell 1. Totalt organisk karbon ble målt for et tilfeldig utvalg prøver fra hver lokalitet. Alle analyser ble gjennomført av akkreditert laboratorie (Eurofins).

Tabell 1. Gjennomførte analyser i risikovurderingen.

| Gruppe                               | Parameter                                                                                            |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tungmetaller                         | Kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu), krom (Cr), sink (Zn), nikkel (Ni) og arsen (As) |
| Ikke-klorerte organiske forbindelser | Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)                                                                   |
| Klorerte organiske forbindelser      | Polyklorerte bifenyler (PCB)                                                                         |
| Oljeforbindelser                     | Alifater og aromater                                                                                 |
| BTEX                                 | Benzen, toluen, etylbenzen og xoulen                                                                 |
| Totalt organisk karbon (TOC)         |                                                                                                      |

## 2.3 Risikovurdering trinn 1

Miljøgiftkonsentrasjonene ble sammenlignet med de gjeldende grenseverdiene og tilstandsklassene som er gitt i veileder TA-2553 (2009). Grenseverdiene og normverdiene satt ut fra helsebaserte akseptkriterier (gitt tabell 2), og gir grunnlag for å vurdere toksisiteten til jorda.

Tabell 2. Klassifiseringssystem for miljøgifter ihht. Veileder TA-2553 (2009).

| Tilstandsklasse       | I<br>Bakgrunn | II<br>God                    | III<br>Moderat               | IV<br>Dårlig                 | V<br>Svært dårlig                   |
|-----------------------|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Øvre grense styres av | Normverdi     | Helsebaserte akseptkriterier | Helsebaserte akseptkriterier | Helsebaserte akseptkriterier | Nivå som anses å være farlig avfall |

### 3 RESULTATER

Resultatene er gitt i sin helhet i tabell 3 for toppjord og tabell 4 for dypereliggende jord. Alle prøvene av toppjord har konsentrasjoner av samtlige miljøgifter som er i tilstandsklasse 1.

Det er ikke påvist forhøyde konsentrasjoner av alifater, aromater eller BTEX i noen prøver i dypereliggende jord. Prøve SB-4 D har konsentrasjoner av benzo(a)pyren i tilstandsklasse 2, mens konsentrasjonen av sum PAH faller inn under tilstandsklasse 1 for denne prøven.

Arsen faller inn under tilstandsklasse 2 for 5 prøver fra 4 punkt (SB-1 til SB-4). Prøvepunkt SB-1 til SB-4 hadde fyllittmasser, og må derfor vurderes i forhold til Stavanger kommunes egen bakgrunnsverdi for arsen som er på 20 mg/kg (etter metode gitt i Statens Forurensningstilsyn, 1999). Denne overskrides ikke for de fyllittholdige massene i prøvepunkt 1 til 4. Gjennomsnittlig arsenkonsentrasjon i disse massene var på 13,3 mg/kg, med maksverdi på 17 mg/kg. Den samlede tilstandsklassifiseringen for prøvepunkt SB-4 T, SB-1 D, SB-2 D og SB-3 D nedjusteres derfor til tilstandsklasse 1 (bakgrunnsverdi), som vist i figur 3 og 4. Det er dermed kun prøvepunkt SB-4 D som har overskridelser av naturlig bakgrunnsnivå av de undersøkte miljøgiftene - av B(a)P i tilstandsklasse 2.

Tabell 3. Konsentrasjoner av miljøgifter (mg/kg) i prøvene fra øvre jordlag (0,1-0,9 m). Tilstandsklassifisert og fargekodet etter TA-2553 (2009). nd = ikke detektert.

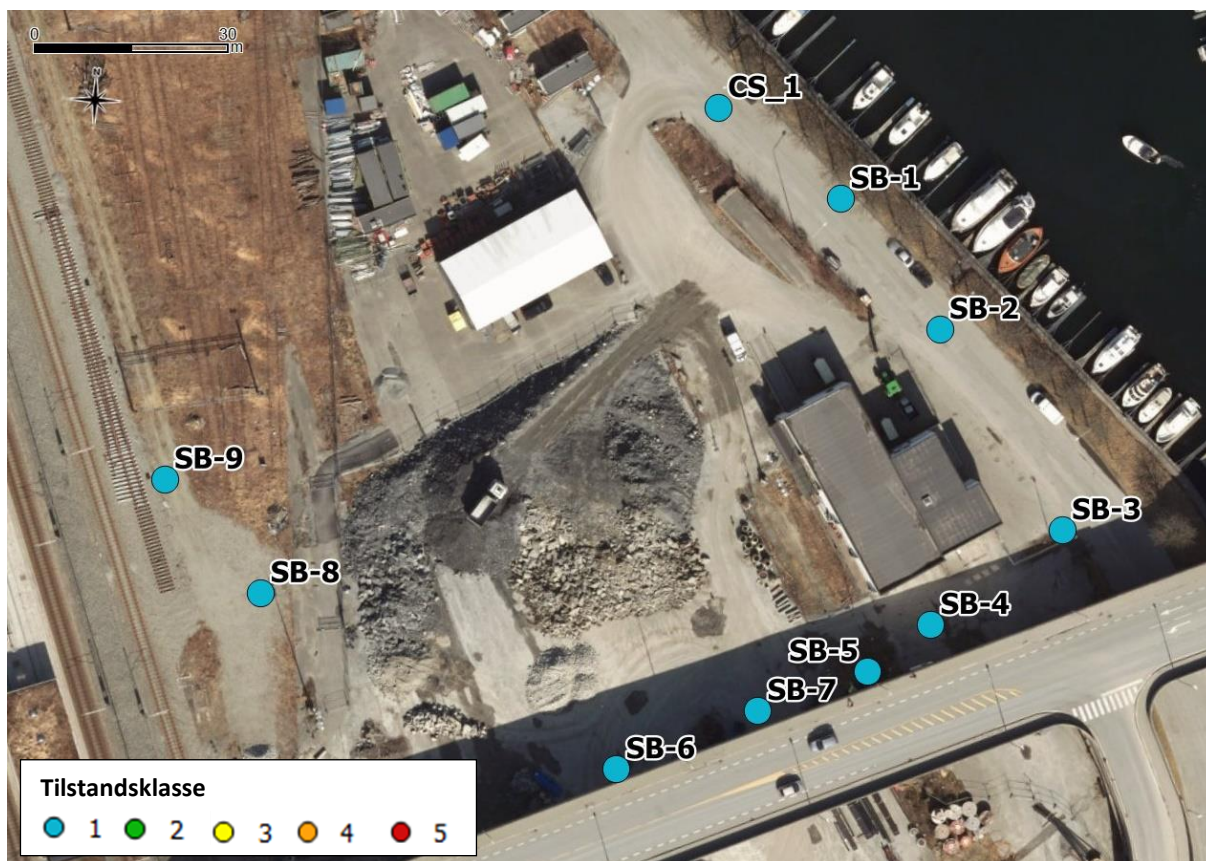
| Prøvenavn                |                | SB-1 T   | SB-2 T   | SB-3 T   | SB-4 T   | SB-5 T   | SG-6 T   | SB-7 T   | SB-8 T   | SB-9 T   |
|--------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dybde (cm)               |                | 12-70    | 12-70    | 12-70    | 12-70    | 12-70    | 12-70    | 12-45    | 20-70    | 25-90    |
| Parameter/Klassifisering |                | Klasse 1 | Klasse 1 | Klasse 2 | Klasse 2 | Klasse 1 | Klasse 1 | Klasse 1 | Klasse 1 | Klasse 2 |
| Tungmetaller             | Arsen (As)     | 3,1      | 1,9      | 3,5      | 9,5      | 1,9      | 2,6      | 5,8      | 1,8      | 2,3      |
|                          | Bly (Pb)       | 7,4      | 7,4      | 17       | 15       | 37       | 15       | 18       | 9,5      | 14       |
|                          | Kadmium (Cd)   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   |
|                          | Kvikksølv (Hg) | < 0,010  | < 0,010  | 0,012    | 0,013    | 0,013    | 0,016    | 0,044    | < 0,010  | < 0,010  |
|                          | Kobber (Cu)    | 8,7      | 11       | 17       | 12       | 13       | 12       | 20       | 12       | 14       |
|                          | Sink (Zn)      | 28       | 28       | 65       | 36       | 50       | 31       | 52       | 22       | 26       |
|                          | Krom (Cr)      | 5,1      | 4,0      | 4,5      | 6,9      | 4,5      | 5,6      | 5,8      | 4,8      | 6,3      |
|                          | Nikkel (Ni)    | 7,2      | 4,7      | 11       | 8,4      | 4,9      | 7,0      | 13       | 4,6      | 5,2      |
| PCB                      | PCB 28         | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   |
|                          | PCB 52         | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   |
|                          | PCB 101        | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   |
|                          | PCB 118        | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   |
|                          | PCB 153        | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | 0,0026   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | 0,0040   |
|                          | PCB 138        | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | 0,0025   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | 0,0048   |
|                          | PCB 180        | <0,002   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | 0,0027   | <0,002   | <0,002   | <0,002   | 0,0032   |
|                          | Sum 7 PCB      | nd       | nd       | nd       | nd       | 0,0078   | nd       | nd       | nd       | 0,012    |

| Prøvenavn                           |                                         | SB-1 T  | SB-2 T  | SB-3 T  | SB-4 T  | SB-5 T  | SG-6 T  | SB-7 T  | SB-8 T  | SB-9 T  |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PAH                                 | Naftalen                                | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                                     | Acenaftylen                             | <0,030  | <0,030  | <0,030  | 0,043   | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                                     | Acenaften                               | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                                     | Fluoren                                 | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                                     | Fenantren                               | <0,030  | <0,030  | 0,059   | <0,030  | <0,030  | 0,035   | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                                     | Antracen                                | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | 0,076   |
|                                     | Fluoranten                              | <0,030  | <0,030  | 0,18    | <0,030  | 0,037   | 0,090   | <0,030  | 0,073   | 0,16    |
|                                     | Pyren                                   | <0,030  | <0,030  | 0,16    | <0,030  | 0,031   | 0,12    | <0,030  | 0,072   | 0,17    |
|                                     | Benzo[a]antracen                        | <0,030  | <0,030  | 0,091   | <0,030  | <0,030  | 0,054   | <0,030  | <0,030  | 0,080   |
|                                     | Krysen/Trifenylen                       | <0,030  | <0,030  | 0,078   | <0,030  | <0,030  | 0,049   | <0,030  | <0,030  | 0,094   |
|                                     | Benzo[a]pyren                           | <0,030  | <0,030  | 0,10    | 0,059   | <0,030  | 0,054   | 0,031   | <0,030  | 0,060   |
|                                     | Indeno[1,2,3-cd]pyren                   | <0,030  | <0,030  | 0,065   | 0,075   | <0,030  | 0,032   | <0,030  | <0,030  | 0,077   |
|                                     | Dibenzo[a,h]antracen                    | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                                     | Benzo[ghi]perylene                      | <0,030  | <0,030  | 0,075   | 0,079   | <0,030  | 0,039   | 0,038   | <0,030  | 0,057   |
|                                     | Sum PAH                                 | nd      | nd      | 1,00    | 0,33    | 0,11    | 0,57    | 0,12    | 0,22    | 1,1     |
|                                     | Methylchrysener/<br>benzo(a)anthracener | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  |
|                                     | Methylpyrene/<br>fluoranthene           | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  |
|                                     | Benzo(b,k)fluoranten                    | <0,030  | <0,030  | 0,19    | 0,074   | 0,038   | 0,092   | 0,050   | 0,076   | 0,32    |
|                                     | Sum karsinogene<br>PAH                  | nd      | nd      | 0,52    | 0,21    | 0,038   | 0,28    | 0,081   | 0,076   | 0,63    |
| BTEX                                | Benzen                                  | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 |
|                                     | Toluen                                  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  |
|                                     | Etylbenzen                              | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  |
|                                     | m/p/o-Xylen                             | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  |
| Oljeforbindelser                    | Alifater C5-C6                          | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   |
|                                     | Alifater >C6-C8                         | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   |
|                                     | Alifater >C8-C10                        | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   |
|                                     | Alifater >C10-C12                       | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   |
|                                     | Alifater >C12-C16                       | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   |
|                                     | Alifater >C12-C35                       | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      |
|                                     | Alifater >C16-C35                       | < 10    | < 10    | < 10    | < 10    | < 10    | < 10    | < 10    | < 10    | < 10    |
|                                     | Alifater C5-C35                         | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      | nd      |
|                                     | Aromater >C8-C10                        | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   |
|                                     | Aromater >C10-C16                       | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  |
|                                     | Aromater >C16-C35                       | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  |
|                                     | Oljetype < C10                          | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   |
|                                     | Oljetype > C10                          | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   |
| Totalt organisk karbon<br>kalkulert |                                         | 0,3     | -       | -       | 0,3     | 0,5     | 0,4     | 0,5     | 0,3     | 0,5     |
| Total tørrstoff glødetap            |                                         | 0,6     | -       | -       | 0,6     | 0,8     | 0,7     | 0,8     | 0,6     | 0,8     |
| Total tørrstoff                     |                                         | 95,4    | -       | -       | 96,7    | 96,3    | 95,5    | 93,3    | 92,4    | 94,5    |

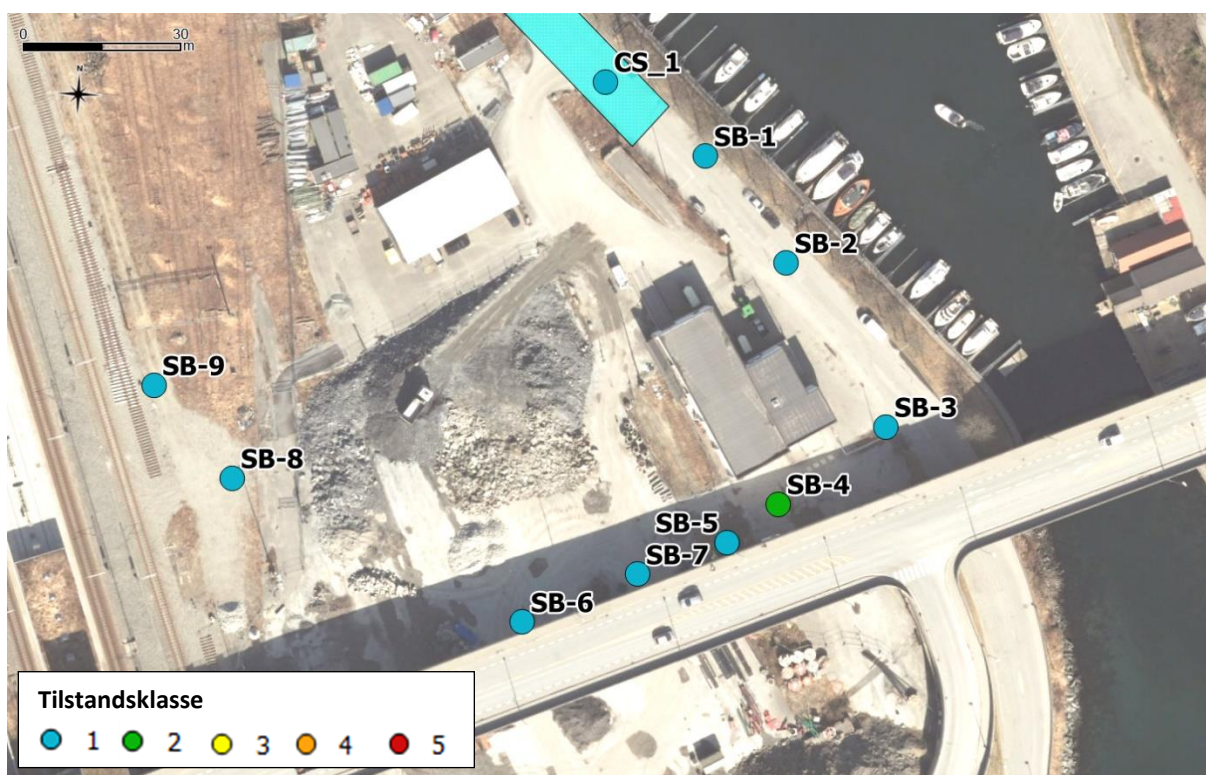
Tabell 4. Konsentrasjoner av miljøgifter (mg/kg) i prøvene fra dypereliggende jordlag (0,7-2 m). Tilstandsklassifisert og fargekodet etter TA-2553 (2009).

| Prøvenavn                |                | SB-1 D   | SB-2 D   | SB-3 D   | SB-4 D   | SB-5 D   | SB-6 D   | SB-8 D   | SB-9 D   |
|--------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dybde (cm)               |                | 70-200   | 70-200   | 70-200   | 70-180   | 70-200   | 70-190   | 70-200   | 90-200   |
| Parameter/Klassifisering |                | Klasse 2 | Klasse 2 | Klasse 2 | Klasse 2 | Klasse 1 | Klasse 1 | Klasse 1 | Klasse 1 |
| Tungmetaller             | Arsen (As)     | 17       | 13       | 11       | 16       | 4,9      | 3,7      | 7,8      | 4,4      |
|                          | Bly (Pb)       | 14       | 8,9      | 19       | 21       | 29       | 9,4      | 6,6      | 10       |
|                          | Kadmium (Cd)   | < 0,20   | 0,35     | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   | < 0,20   |
|                          | Kvikksølv (Hg) | 0,016    | 0,014    | 0,017    | 0,025    | 0,089    | < 0,010  | < 0,010  | < 0,010  |
|                          | Kobber (Cu)    | 20       | 27       | 18       | 24       | 15       | 9,9      | 11       | 8,6      |
|                          | Sink (Zn)      | 51       | 69       | 69       | 50       | 77       | 38       | 31       | 23       |
|                          | Krom (Cr)      | 8,4      | 5,4      | 6,1      | 8,2      | 11       | 8,3      | 7,1      | 6,4      |
|                          | Nikkel (Ni)    | 19       | 38       | 13       | 17       | 11       | 11       | 8,6      | 6,2      |

| Prøvenavn        |                                         | SB-1 D  | SB-2 D   | SB-3 D  | SB-4 D                    | SB-5 D  | SB-6 D  | SB-8 D  | SB-9 D  |
|------------------|-----------------------------------------|---------|----------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| PCB              | PCB 28                                  | <0,002  | < 0,0064 | <0,002  | <0,002                    | <0,002  | <0,002  | <0,002  | <0,002  |
|                  | PCB 52                                  | <0,002  | < 0,0064 | <0,002  | <0,002                    | <0,002  | <0,002  | <0,002  | <0,002  |
|                  | PCB 101                                 | <0,002  | < 0,0064 | <0,002  | <0,002                    | <0,002  | <0,002  | <0,002  | <0,002  |
|                  | PCB 118                                 | <0,002  | < 0,0064 | <0,002  | <0,002                    | <0,002  | <0,002  | <0,002  | <0,002  |
|                  | PCB 153                                 | <0,002  | < 0,0064 | <0,002  | <0,002                    | <0,002  | <0,002  | <0,002  | <0,002  |
|                  | PCB 138                                 | <0,002  | < 0,0064 | <0,002  | <0,002                    | <0,002  | <0,002  | <0,002  | <0,002  |
|                  | PCB 180                                 | <0,002  | < 0,0064 | <0,002  | <0,002                    | <0,002  | <0,002  | <0,002  | <0,002  |
|                  | Sum 7 PCB                               | nd      | nd       | nd      | nd                        | nd      | nd      | nd      | nd      |
| PAH              | Naftalen                                | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | <0,030                    | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Acenaftylen                             | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | 0,078                     | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Acenaften                               | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | <0,030                    | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Fluoren                                 | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | <0,030                    | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Fenantren                               | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | <0,030                    | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Antracen                                | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | <0,030                    | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Fluoranten                              | <0,030  | < 0,11   | 0,037   | 0,18                      | <0,030  | 0,036   | <0,030  | <0,030  |
|                  | Pyren                                   | <0,030  | < 0,11   | 0,034   | 0,17                      | <0,030  | 0,063   | <0,030  | <0,030  |
|                  | Benzo[a]antracen                        | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | 0,14                      | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Krysen/Trifenylen                       | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | 0,089                     | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Benzo[a]pyren                           | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | 0,21                      | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Indeno[1,2,3-cd]pyren                   | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | 0,13                      | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Dibenzo[a,h]antracen                    | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | 0,053                     | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Benzo[ghi]perylene                      | <0,030  | < 0,11   | <0,030  | 0,15                      | <0,030  | <0,030  | <0,030  | <0,030  |
|                  | Sum PAH                                 | 0,044   | nd       | 0,15    | 1,5                       | 0,034   | 0,13    | nd      | nd      |
|                  | Methylchrysener/<br>benzo(a)anthracener | < 0,50  | < 1,6    | < 0,50  | < 0,50                    | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  |
|                  | Methylpyrene/<br>fluoranthense          | < 0,50  | < 1,6    | < 0,50  | < 0,50                    | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  |
|                  | Benzo(b,k)fluoranten                    | 0,044   | < 0,11   | 0,077   | 0,33                      | 0,034   | 0,034   | <0,030  | <0,030  |
|                  | Sum karsinogene PAH                     | 0,044   | nd       | 0,077   | 0,95                      | 0,034   | 0,034   | nd      | nd      |
| BTEX             | Benzen                                  | <0,0035 | <0,0035  | <0,0035 | <0,0035                   | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 | <0,0035 |
|                  | Toluen                                  | < 0,10  | < 0,10   | < 0,10  | < 0,10                    | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  |
|                  | Etylbenzen                              | < 0,10  | < 0,10   | < 0,10  | < 0,10                    | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  |
|                  | m/p/o-Xylen                             | < 0,10  | < 0,10   | < 0,10  | < 0,10                    | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  | < 0,10  |
| Oljeforbindelser | Alifater C5-C6                          | < 7,0   | < 7,0    | < 7,0   | < 7,0                     | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   |
|                  | Alifater >C6-C8                         | < 7,0   | < 7,0    | < 7,0   | < 7,0                     | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   | < 7,0   |
|                  | Alifater >C8-C10                        | < 3,0   | < 3,0    | < 3,0   | < 3,0                     | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   | < 3,0   |
|                  | Alifater >C10-C12                       | < 5,0   | < 16     | < 5,0   | < 5,0                     | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   |
|                  | Alifater >C12-C16                       | < 5,0   | < 16     | < 5,0   | < 5,0                     | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   | < 5,0   |
|                  | Alifater >C12-C35                       | nd      | nd       | nd      | 14                        | nd      | nd      | nd      | nd      |
|                  | Alifater >C16-C35                       | < 10    | < 32     | < 10    | 14                        | < 10    | < 10    | < 10    | < 10    |
|                  | Alifater C5-C35                         | nd      | nd       | nd      | 14                        | nd      | nd      | nd      | nd      |
|                  | Aromater >C8-C10                        | < 4,0   | < 4,0    | < 4,0   | < 4,0                     | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   | < 4,0   |
|                  | Aromater >C10-C16                       | < 0,90  | < 3,2    | < 0,90  | < 0,90                    | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  | < 0,90  |
|                  | Aromater >C16-C35                       | < 0,50  | < 1,6    | < 0,50  | < 0,50                    | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  | < 0,50  |
|                  | Oljetype < C10                          | Utgår   | Utgår    | Utgår   | Utgår                     | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   |
|                  | Oljetype > C10                          | Utgår   | Utgår    | Utgår   | Motor-<br>olja,<br>Uspes. | Utgår   | Utgår   | Utgår   | Utgår   |
|                  | Totalt organisk karbon kalkulert        | -       | 0,8      | -       | 0,7                       | 2,1     | 0,4     | 0,3     | 0,5     |
|                  | Total tørrstoff glødetap                | -       | 1,4      | -       | 1,2                       | 3,7     | 0,7     | 0,6     | 0,9     |
|                  | Total tørrstoff                         | -       | 94,7     | -       | 95,1                      | 79,3    | 90,1    | 87,7    | 87,7    |



Figur 3. Høyeste påviste tilstandsklasse (etter TA-2553 (2009)) i toppjord fra prøvepunktene SB-1 til SB-9. Resultatene er korrigert etter den lokale bakgrunnskonsentrasjonen av arsen.



Figur 4. Høyeste påviste tilstandsklasse (etter TA-2553 (2009)) for de dypereliggende prøvepunktene SB-1 til SB-9. Resultatene er korrigert etter den lokale bakgrunnskonsentrasjonen av arsen.

## 4 MASSEHÅNDTERING

Følgende retningslinjer gjelder for massehåndteringen:

- Prøvepunkt SB-4 D er forurensset av B(a)P (tilstandsklasse 2). Massene tilknyttet dypereliggende jordlag ( $> 70$  cm) i dette prøvepunktet må behandles som lett forurensede dersom de transporteres ut av tiltaksområdet. Dette utgjør omtrent  $70 \text{ m}^3$ . Se rosa markering i figur 5.
- Massene tilknyttet toppjord ( $< 70$  cm dybde) i prøvepunkt SB-4, og dypereliggende jord ( $> 70$  cm dybde) fra prøvepunkt SB-1, SB-2 og SB-3 må behandles som arsenholdige masser dersom de fraktes ut av tiltaksområdet. Dette utgjør  $30 \text{ m}^3$  i toppjord og  $60 \text{ m}^3$  i dypereliggende jord. Se blå og rosa markering i figur 5. Massene kan gjenbrukes fritt innenfor områdene i Rogaland som naturlig har høyere arsennivå.
- Massene tilknyttet fjernvarmetraséen overskrider ikke akseptgrensen for noen arealbruk (verken for vei/industri eller boligområder), og kan gjenbrukes fritt innenfor tiltaksområdet. Det anbefales å gjenbruke masser tilknyttet prøvepunkt SB-4 (samt dypereliggende jordmasser fra SB-1 til SB-3 dersom mulig).



Figur 5. Fordelingen av rene masser (uten farge), arsenholdige masser i dypereliggende jordlag (lys blå), og arsenholdig toppjord og forurensset dypereliggende jord (rosa).

- All stein over 25 mm som ikke har synlig forurensning (eksempelvis oljebelegg) kan sorteres ut og disponeres fritt.

- Asfalt, betong og annet avfall sorteres ut og levers godkjent mottak for gjenvinning eller deponering.
- Dersom det blir aktuelt med deponering av forurensede masser må det før levering til deponi (og så snart entreprenør er valgt) gjennomføres en basiskarakterisering av avfallet og transportskjema må utfylles. Dette skal godkjennes av deponi før massene transporteres ut av tiltaksområdet. Nærmeste deponi for forurensede masser som er under grensen for farlig avfall er Svåheia, Egersund.
- Eventuelle nye masser som tilføres tiltaksområdet skal være rene.

#### 4.1 Mellomlagring av masser

Mellomlagring av masser må skje innenfor tiltaksområdet. For å redusere behovet for mellomlagringsplass anbefales det å transportere masser som skal til mottak så fort som mulig. Om det skulle være behov for større areal til mellomlagring kan det sendes søknad til Fylkesmannen om mellomlagring på egen tomt utenfor tiltaksområdet. Det er også mulig å mellomlagre masser på godkjent mottak dersom det inngås avtale om dette med mottaket.

#### 4.2 Vann i gravegrop

Vann som trenger inn i gravegrop skal så lenge det er mulig reinfiltreres i gravegropen. Dersom vannmengdene er for store til naturlig infiltrasjon vil det være nødvendig med lensepumpe, og rensetiltak som sedimentasjonskontainer og eventuelt oljeutskiller for kontrollert utslipp til nærliggende resipient.

Det ble kun observert vanninntrenging i et prøvepunkt (SB-8) under prøvetaking. Dersom det likevel anses som nødvendig med utslipp av lensevann må det søkes til kommunen for tillatelse til utslipp på eksisterende rørnett eller direkte til sjø (ved Hillevågsvatnet). Det bør da også lages en plan for vannovervåking under anleggsperioden.

#### 4.3 Spredning av forurensning under anleggsarbeidet

Under oppgravingen av masser bør det loggføres om det forekommer tegn på forurensning. Mørke, glinsende masser, masser med lukt av eksempelvis olje eller drivstoff, funn av søppel og/eller oljefilm på vannoverflate skal vekke mistanke. Skulle det dukke opp ukjent forurensning under anleggsarbeidet skal arbeidet stanses, miljørådgiver kontaktes, tiltak iverksettes og eventuell ytterligere prøvetaking utføres etter behov. Dersom det er akutt fare for forurensning skal Brannvesen kontaktes.

Dersom det er fare for spredning av støv med eksempelvis sterk vind eller avrenning fra forurensede masser som mellomlagres så bør de tildekkes samt legges på fast dekke eller duk.

Ettersom forurensningsgraden er lav anses det ikke som nødvendig med tildekking av massene på lastebil for å forhindre spredning ved støving eller avrenning under transport, med mindre det er svært sterk vind.

#### 4.4 Kontroll, dokumentasjon og rapportering

Tiltakshaver er pliktig å dokumentere at inngrepet skjer i samsvar med forskrifter, godkjent tiltaksplan og gravetillatelsen gitt av Stavanger kommune, 03.02.17. Helhetlig sluttrapport utarbeides av Multiconsult, og alle data fra gravearbeidet må derfor oversendes Astrid Søiland slik at informasjonen kan inkorporeres i en helhetlig sluttrapport som oversendes kommunen etter at hele eiendommen er utviklet.

Data fra denne undersøkelsen kan bli rapportert inn til databasen Grunnforurensning av miljørådgiver dersom ønskelig.

## 5 REFERANSER

### Skriftlige

- Asplan Viak, 2008. Risikovurdering og tiltaksplan forurensset grunn.
- Multiconsult, 2014. Paradis, Stavanger. Miljøtekniske grunnundersøkelser. Resultater og risikovurdering. 2017404-RIGm-RAP-001.
- Multiconsult, 2016. Tiltaksplan for håndtering av forurensede masser. 217404-RIGm-RAP-004
- Statens Forurensningstilsyn, 1999. Veileder 99/01a, Veiledning om risikovurdering av forurensset grunn.
- Statens forurensningstilsyn, 2009. Veileder TA-2553, Tilstandsklasser for forurensset grunn.
- Stavanger kommune, 2017. Tillatelse til graving i forurensset grunn – Paradis. Saksnummer 16/00368-72. 03.02.2017.

## VEDLEGG - PRØVEBESKRIVELSER



Lokalitet: Etappe 22, under Strømsbrua

Prøvetaker: Roy Mangersnes

**Profil: SB-1****Dato:** 07.06.2019**GPS-punkt:** 312791, 6539725

| Prøve | Dyp (cm) | Beskrivelse                                            |
|-------|----------|--------------------------------------------------------|
|       | 0-12     | Asfalt                                                 |
| SB-1t | 12-20    | Grus. Avretningslag                                    |
|       | 20-30    | Grus. Avretningslag                                    |
|       | 30-70    | Fyllmasser med gul grus, stein (rundslipt og fyllitt). |
| SB-1d | 70-200   | Grov og knust fyllitt                                  |

**Profil: SB-2****Dato:** 07.06.2019**GPS-punkt:** 312806, 6539705

| Prøve | Dyp (cm) | Beskrivelse                                            |
|-------|----------|--------------------------------------------------------|
|       | 0-12     | Asfalt                                                 |
| SB-2t | 12-20    | Grus. Avretningslag                                    |
|       | 20-30    | Grus. Avretningslag                                    |
|       | 30-70    | Fyllmasser med gul sand, stein (rundslipt og fyllitt). |
| SB-2d | 70-200   | Gul sand og noe finere knust fyllitt                   |



**Profil: SB-3****Dato:** 07.06.2019**GPS-punkt:** 312825, 6539674

| Prøve | Dyp (cm) | Beskrivelse                                            |
|-------|----------|--------------------------------------------------------|
|       | 0-12     | Asfalt og noe jordlag                                  |
| SB-3t | 12-20    | Grus. Avretningslag                                    |
|       | 20-30    | Grus. Avretningslag                                    |
|       | 30-70    | Fyllmasser med gul sand, stein (hovedsakelig fyllitt). |
| SB-3d | 70-200   | Gul sand og noe knust fyllitt med ulike fraksjoner     |

**Profil: SB-4****Dato:** 13.06.2019**GPS-punkt:** 312804, 6539659

Punktet ble justert på grunn  
av synlig grøft.

| Prøve | Dyp (cm) | Beskrivelse                                                                          |
|-------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|       | 0-12     | Asfalt                                                                               |
| SB-4t | 12-20    | Grus og finere sand. Avretningslag                                                   |
|       | 20-30    | Grus. Avretningslag                                                                  |
|       | 30-70    | Fyllmasser med gul sand, stein (hovedsakelig fyllitt) og noe brunere jordlag.        |
| SB-4d | 70-180   | Brunlig jord og noe knust fyllitt med ulike fraksjoner. Avløpsrør på ca. 180 cm dyp. |



**Profil: SB-5****Dato:** 13.06.2019**GPS-punkt:** 312795, 6539652

Punktet ble justert på grunn  
av punktplassering på  
betongsøyle.

| Prøve | Dyp<br>(cm) | Beskrivelse                                 |
|-------|-------------|---------------------------------------------|
|       | 0-12        | Jordlag med vegetasjon. Noe gammelt treverk |
| SB-5t | 12-20       | Mold og noe finere sand og grus             |
|       | 20-70       | Gulbrun sand/grus                           |
| SB-5d | 70-200      | Noe gul sand, men dominert av leire.        |

**Profil: SB-6****Dato:** 13.06.2019**GPS-punkt:** 312756, 6539637

| Prøve | Dyp<br>(cm) | Beskrivelse                   |
|-------|-------------|-------------------------------|
|       | 0-12        | Asfalt                        |
| SB-6t | 12-20       | Grus. Avretningslag           |
|       | 20-70       | Grus, gul sand. Avretningslag |
| SB-6d | 70-190      | Noe gul sand, og fyllitt.     |
|       | 190         | Fjell                         |



**Profil: SB-7****Dato:** 13.06.2019**GPS-punkt:** 312778, 6539646

Punktet ble justert på grunn  
av punktplassering på  
betongfundament.

| Prøve | Dyp<br>(cm) | Beskrivelse         |
|-------|-------------|---------------------|
|       | 0-12        | Asfalt              |
| SB-7t | 12-20       | Grus. Avretningslag |
|       | 20-45       | Grus. Avretningslag |
|       | 45          | Fjell               |

**Profil: SB-8****Dato:** 13.06.2019**GPS-punkt:** 312701, 6539664

| Prøve                      | Dyp<br>(cm) | Beskrivelse                          |
|----------------------------|-------------|--------------------------------------|
|                            | 0-15        | Grus, toppdekke                      |
| SB-8t                      | 20-70       | Gulbrun sand/grus                    |
| SB-8d                      | 70-200      | Noe gul sand, men dominert av leire. |
| Grunnvann siver inn i bunn |             |                                      |



**Profil: SB-9****Dato:** 13.06.2019**GPS-punkt:** 312686, 6539681

| Prøve | Dyp (cm) | Beskrivelse                          |
|-------|----------|--------------------------------------|
|       | 0-25     | Jordlag med vegetasjon, og røtter    |
| SB-5t | 25-      | Mold og noe finere sand og grus      |
|       | 20-90    | Gul og brun jord/sand                |
| SB-5d | 90-200   | Noe gul sand, men dominert av leire. |



## **VEDLEGG – ANALYSERAPPORTER**