

# Rapport

Oppdragsgiver: **Statens vegvesen Region vest**

Oppdrag: **Ringveg vest, 2. byggetrinn  
Utfylling Liavatnet**

Emne: **Miljøtekniske grunnundersøkelser  
Søknad om utfylling**

Dato: **3. mai 2010**

Rev. - Dato

Oppdrag- /  
Rapportnr. **612483 - 1**

Oppdragsleder: **Agnieszka Wyspianska**

Sign.: *Agnieszka Wyspianska*

Saksbehandler: *for* **Ingunn Kristin Forfang**

Sign.: *Solveig Vore*

Kontaktperson  
hos Oppdragsgiver: **Elzbieta Tysper**

## Sammendrag:

I forbindelse med byggetrinn 2 av Ringveg Vest i Bergen har Statens vegvesen Region vest (SvRv) planer om å fylle ut med sprengstein/tunnelmasser i Liavatnet. Ved utfylling på eventuelle forurensede sedimenter må det søkes Fylkesmannens miljøvernnavdeling om tillatelse til arbeidet. Multiconsult AS er engasjert av SvRv for å utføre miljøtekniske undersøkelser av sedimentene samt vurdere forurensningssituasjonen i det aktuelle området. Denne rapporten er en søknad om tillatelse til planlagt utfylling og inneholder en beskrivelse av utførte undersøkelser og en vurdering av behov for tiltak.

I følge SvRv er planlagt anleggsstart satt til årsskiftet 2010/2011 og arbeidet antas å pågå i to år, fram til 2012. Tunnelmassene som skal fylles ut utgjør om lag 500 000 m<sup>3</sup>. Det er også tidligere fylt ut langs vestre bredd av Liavatnet, og planlagt utfylling vil skje både på bunn av eksisterende steinfylling og på stedlige bunnsedimenter. Det kan bli aktuelt med sprenging i fyllingsfoten.

Bunnen i det undersøkte området av Liavatnet ligger på vandyp mellom ca 7,5 og 32 m. Geotekniske undersøkelser utført av SvRv utenfor dagens fyllingsfot har vist at det øverste sedimentlaget består av antatt gyttje og organisk materiale i tykkelse 1,1-10,5 m i borpunktene. Under dette laget antas sand, grus og stein over fjell. I de miljøtekniske grunnundersøkelsene er det tatt sedimentprøver fra 5 stasjoner, og toppsedimentene (0 – 10 cm) fra hver stasjon er analysert for innhold av de uorganiske parametrene arsen, bly, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel og sink, de organiske parametrene PCB<sub>7</sub>, PAH<sub>16</sub>, TBT (tributyltinn) samt TOC. I tillegg er tørrstoffinnhold og finstoffandel mindre enn 63 µm og 2 µm bestemt.

Undersøkelsen har vist at sedimentene i Liavatnet er noe forurensat av enkelte PAH-forbindelser. De høyeste konsentrasjonene er påvist i to stasjoner om lag midt i vatnet der det er påvist flere PAH-forbindelser i tilstandsklasse IV (dårlig miljøtilstand) og én PAH-forbindelse (benzo(ghi)perylene) i tilstandsklasse V (svært dårlig miljøtilstand). ΣPAH<sub>16</sub> er påvist i konsentrasjoner tilsvarende god til moderat miljøtilstand (II-III). Alle de undersøkte uorganiske miljøgiftene er påvist i konsentrasjoner fra tilstandsklasse I-II (fra ubetydelig til moderat forurensat). TBT er ikke påvist over deteksjonsgrensen i noen av de analyserte prøvene. Heller ikke PCB er påvist over deteksjonsgrensen (denne ble noe forhøyet pga. lavt tørrstoffinnhold i prøvene).

Etter vår vurdering er graden av forurensning i bunnsedimentene i Liavatnet så lav at konsekvensene ved spredning av de påviste miljøgiftene vil ha liten betydning for organismene i vatnet. I følge fylkesmannen i Hordaland vil ingen arter i Liavatnet være sårbare i forhold til den planlagte utfyllingen. Sammen med steinstøv i utfyllingsmassene vil eventuelle bunnsedimenter kunne føre til tilslemming og forringet vannkvalitet. I tillegg kan tunnelstein ha høyt innhold av nitrogen på grunn av omsatt sprengstoff. Liavatnet er relativt stort i forhold til den planlagte utfyllingen, og det antas derfor at det ikke vil bli større problemer knyttet til dette.

For å tilstrebe at utfyllingen påvirker omgivelsene i minst mulig grad anbefaler vi at det etableres en siltgardin i nordenden av Liavatnet som forhindrer partikkelspredning til Gravdalsvatnet. Siltgardenen bør dekke hele vannsøylen og effekten av siltgardenen bør kontrolleres så lenge utfyllingen pågår. Effekten av siltgardenen skal dokumenteres med turbiditets- eller siktedypsmålinger.

På grunnlag av fremlagt dokumentasjon og vurderinger i foreliggende rapport søkes det om tillatelse til utfylling i Liavatnet etter forurensningsloven.

## Innholdsfortegnelse

|     |                                                                  |    |
|-----|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Innledning .....                                                 | 3  |
| 2.  | Lokalitetsbeskrivelse .....                                      | 3  |
| 3.  | Miljømål .....                                                   | 4  |
| 4.  | Utførte undersøkelse .....                                       | 4  |
| 4.1 | Feltarbeid .....                                                 | 4  |
| 4.2 | Laboratorieundersøkelser .....                                   | 5  |
| 5.  | Resultater .....                                                 | 5  |
| 5.1 | Bunn- og grunnforhold .....                                      | 5  |
| 5.2 | Kjemiske analyser .....                                          | 6  |
| 6.  | Beskrivelse av forurensningssituasjonen .....                    | 7  |
| 7.  | Planlagte arbeider .....                                         | 8  |
| 8.  | Risiko- og tiltaksvurdering .....                                | 8  |
| 8.1 | Sedimenter .....                                                 | 8  |
| 8.2 | Sprenging .....                                                  | 9  |
| 9.  | Kontroll og overvåkning .....                                    | 10 |
| 10. | Søknad om tillatelse til utfylling på forurensset sediment ..... | 10 |
| 11. | Referanser .....                                                 | 11 |

## Tegninger

- 612483 -G0 Oversiktskart  
-G1 Prøvetakingsplan med skisse over planlagt utfylling

## Vedlegg

- Vedlegg A Analyserapport fra Eurofins AnalyCen AS

## 1. Innledning

I forbindelse med bygging av Ringveg vest, 2. byggetrinn, har Statens vegvesen Region vest (SvRv) planer om å fylle ut sprengstein/tunnelmasser i Liavatnet. Utfyllingen er i tråd med reguleringsplanen for området. Ved utfylling på eventuelle forurensede sedimenter må det søkes Fylkesmannens miljøvernavdeling om tillatelse til arbeidet. Multiconsult AS er engasjert av SvRv for å utføre miljøtekniske undersøkelser av sedimentene på stedet og vurdere forurensningssituasjonen.

Denne rapporten er en søknad om utfylling i Liavatnet. Den inneholder en beskrivelse av utførte undersøkelser, presenterer resultatene av de kjemiske analysene og gir en vurdering av forurensningssituasjonen i området. Rapporten inneholder også en risiko- og tiltaksvurdering basert på resultatene av undersøkelsen og det planlagte arbeidet.

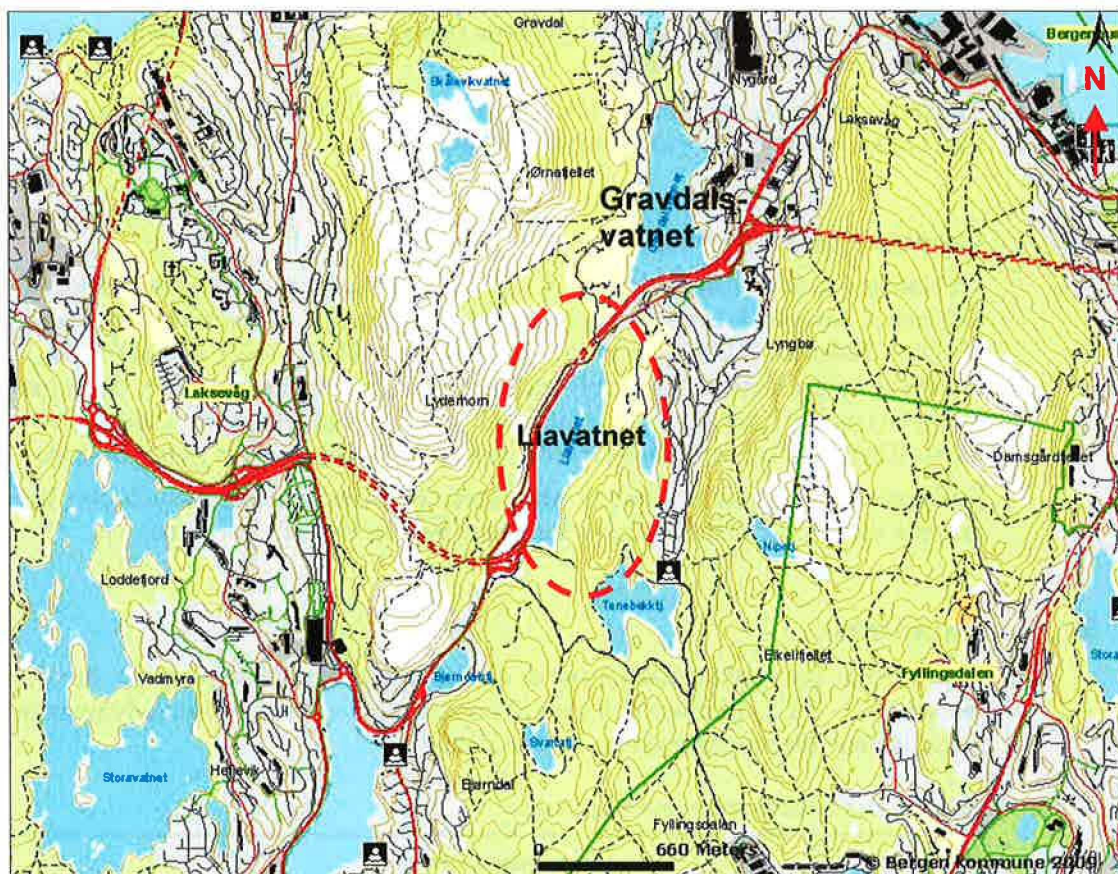
## 2. Lokalitetsbeskrivelse

Liavatnet ligger i Laksevåg bydel, i luftlinje ca. 4,5 km sørvest for Bergen sentrum, se oversiktskartet på tegning nr. G0. Sotraveien (Rv. 555) går langs vestsiden av vatnet, og det er her arealene nå skal utvides ved å fylle ut i vatnet, se figur 1.

Liavatnet er et regulert vassdrag med et areal på ca. 0,17 km<sup>2</sup>. Det er ca. 1 km langt, ca. 275 m bredt på det breieste, og største registrerte vanndybde er ca. 40 m. I følge Statens kartverk ligger vannstanden i Liavatnet på ca. kote 31,6. Liavatnet reguleres med en damkonstruksjon i nordenden av vatnet og drenerer via en bekk til Gravidalsvatnet i nord og derfra videre til Byfjorden. Fra Svartatjørna i sør og Tennebekktjørna i sørøst renner Tennebekken, som har sitt utløp i den sørøstlige enden av Liavatnet.

I følge registreringer i artsdatabanken og hos fylkesmannen i Hordaland lever det en bestand av ål og en bestand av ørret i Liavatnet. Ålen er rødlistet som kritisk truet, mens ørretbestanden er tett ([www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)). I Gravidalsvatnet nedstrøms Liavatnet lever det en bestand av ørret som er noe mindre tett enn i Liavatnet og en gjeddebestand som i artsdatabanken er listet med høy risiko for å bli rødlistet.

Det er tidligere gjort utfyllinger på vestsiden i Liavatnet, forrige gang var i 1992 i forbindelse med bygging av vestre innfartsåre.



Figur 1: Oversiktskart som viser lokalisering av Liavatnet (kartkilde: [www.bergenskart.no](http://www.bergenskart.no)).

### 3. Miljømål

Miljømål for utfyllingen er at den ikke skal føre til spredning av forurensning som kan være skadelig for miljøet. I tillegg skal utfyllingen skje på en mest mulig skånsom måte for økosystemet i Liavatnet og områdene rundt.

### 4. Utførte undersøkelse

Undersøkelsesprogrammet med prøvetaking og kjemiske analyser er satt opp på grunnlag av SFT-veileder TA-1979/2004 "Veiledning for håndtering av forurensede sedimenter".

#### 4.1 Feltarbeid

Feltarbeid med prøvetaking av sedimenter ble utført 8. juli 2009 under ledelse av miljøgeolog Ingunn Kristin Forfang fra Multiconsult. Det var pent vær og lite vind.

Det ble samlet inn prøver fra totalt fem prøvestasjoner (PR 1 – PR 5), se prøvetakingsplanen på tegning nr. G1. Alle prøvene ble tatt ved hjelp av en fallprøvetaker ("gravity corer") fra småbåt. Det ble benyttet 0,5 m lange prøverør av akrylplast med indre diameter 44 - 45 mm. Fra hver prøvestasjon ble det samlet inn tre parallelle prøver av bunnsedimentene. Sylinderprøvene ble etter prøvetaking beskrevet og splittet i dybdeintervallene 0 – 10 cm og >10 cm. Parallellprøvene fra hver prøvestasjon ble deretter blandet sammen til én blandeprøve fra hver stasjon. Prøveprepareringen ble utført i Multiconsults geotekniske laboratorium.

Prøvene ble pakket i luft- og diffusjonstette rilsanposer og fryst ned inntil sending til eksternt laboratorium for kjemiske analyser.

Plassering av prøvestasjoner er målt inn med håndholdt GPS av typen Garmin GPSMAP 76S som har en innmålingsnøyaktighet på < 15 meter.

#### 4.2 Laboratorieundersøkelser

En blandprøve av toppsedimentene (0 – 10 cm) fra hver av de fem prøvestasjonene ble sendt til kjemisk analyse. Prøvene er analysert for innhold av de uorganiske parametrene arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn), de organiske miljøgiftene PAH<sub>16</sub> (polysykliske aromatiske hydrokarboner), PCB<sub>7</sub> (polyklorerte bifenyler) og TBT (tributyltinn), samt TOC (totalt organisk karbon). I tillegg er tørrstoffinnhold og finstoffandel mindre enn 63 µm (silt) og 2 µm (leire) bestemt.

De kjemiske analysene er utført av laboratoriet Eurofins som har akkreditering for å utføre aktuelle analyser. Fullstendig analyserapport fra Eurofins er gitt i vedlegg A.

### 5. Resultater

Plassering av prøvetakingsstasjonene er vist på rapportens plantegning G1. Prøvestasjonene er merket PR 1- PR 5, nummerert fra sør til nord, og ligger utenfor dagens fyllingsfot fra 1992. Koordinatene for prøvestasjonene er vist i tabell 5-1.

*Tabell 5-1: Koordinater for prøvestasjonene.*

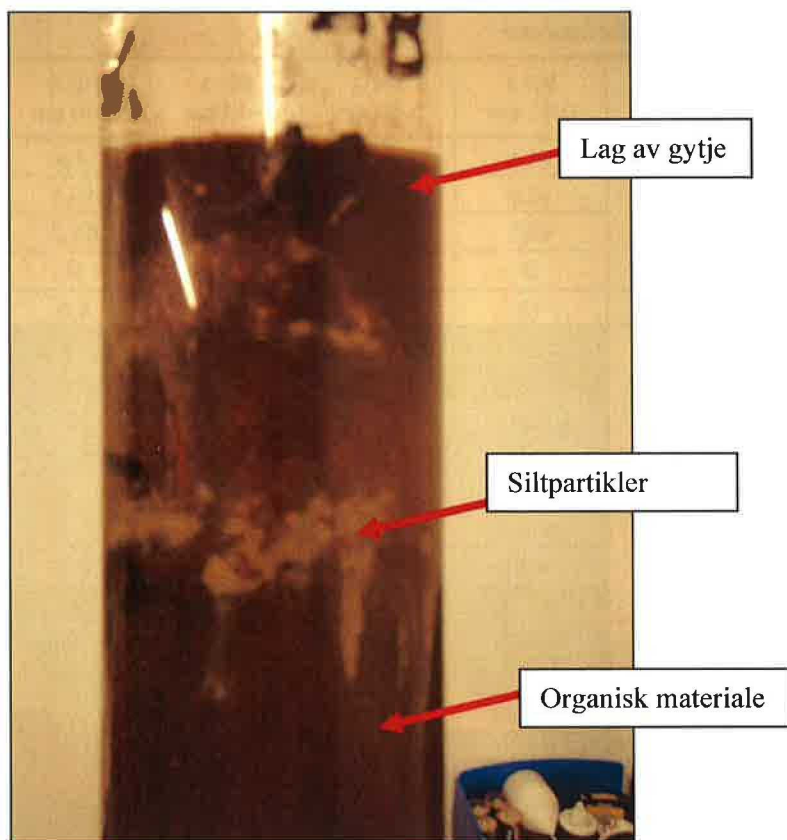
| Koordinater               | Prøvestasjoner |           |           |           |           |
|---------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                           | PR 1           | PR 2      | PR 3      | PR 4      | PR 5      |
| EUREF 89 Sone 32 UTM Nord | 6 699 004      | 6 698 846 | 6 698 684 | 6 698 524 | 6 698 360 |
| EUREF 89 Sone 32 UTM Øst  | 293 580        | 293 500   | 293 444   | 293 450   | 293 434   |

#### 5.1 Bunn- og grunnforhold

Bunnen i det undersøkte området ligger på vanndyp mellom 7,5 – 32 m. SvRv har utført geotekniske grunnundersøkelser i søndre del av utfyllingsområdet og utenfor dagens fyllingsfot. De utførte totalsonderingene viser øverst et bløtt lag av antatt organisk materiale/gytje med varierende tykkelse fra 1,1-10,5 m i borpunktene. Under dette laget er det antatt sand, grus og stein over fjell. Det er ikke boret ned i antatt fjell på grunn av fare for stangbrudd.

Sedimentprøvene som ble tatt var 20 – 40 cm lange. De øverste 0-3 cm av prøvene bestod av et grågrønt farget lag med veldig løst lagret gytje. Under det øverste gytjelaget var det i noen av prøvene innslag av silt, som kan være sprengsteinspartikler fra forrige utfylling. Videre nedover i prøveprofilen bestod sedimentene av mørkt, løst lagret organisk materiale (se figur 2). Det var ingen spesiell lukt av sedimentene.

Tørrstoffinnholdet i prøvene var veldig lavt og varierte fra 6,8 til 19,1 %. Finstoffinnholdet (<63µm) i prøvene var høyt og varierte fra 48,1 til 70,5 %. Innholdet av organisk materiale i prøvene varierte fra 4,6 – 13 % av tørrstoffinnholdet.



**Figur 2:** I noen av prøvene ble det påvist et tynt sjikt av grå siltpartikler nede i gytjelaget. Bildet viser en av prøvesylindrene fra PR 2.

## 5.2 Kjemiske analyser

Resultatene av de kjemiske analysene er vurdert i forhold til klassifiseringssystemet i SFT-veileder TA-1468/1997 "Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann". På grunn av at det ikke eksisterer grenseverdier for krom og organiske miljøgifter i ferskvannssedimenter er SFT-veileder TA-2229/2007 "Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter" benyttet. Systemet vurderer sedimentene i forhold til fem tilstandsklasser, gradert fra bakgrunnsnivå til svært dårlig miljøtilstand. Resultatene er vist i tabell 5.2. Fullstendig rapport fra laboratoriet med beskrivelser av metoder og deteksjonsgrenser er gitt i vedlegg B.

Tabell 5.2: Resultater kjemiske analyser.

| Prøvestasjon         |          | PR 1<br>0-10 cm | PR 2<br>0-10 cm | PR 3<br>0-10 cm | PR 4<br>0-10 cm | PR 5<br>0-10 cm |
|----------------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kote                 |          | 24,1            | 23,1            | 0,2             | -1,4            | 14,6            |
| Tørrstoff            |          | 16,9            | 6,8             | 8,6             | 19,1            | 16,1            |
| <63 µm               | %        | 48,1            | 68,2            | 70,5            | 61,2            | 56,6            |
| <2µm                 |          | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| TOC                  | g/100g   | 13              | 9,8             | 7,5             | 4,6             | 12              |
| As                   | mg/kg TS | 8,9 (II)        | 9,3 (II)        | 9,1 (II)        | 6,3 (II)        | 4,9 (I)         |
| Pb                   |          | 64 (II)         | 55 (II)         | 40 (I)          | 20 (I)          | 16 (I)          |
| Cd                   |          | 0,35 (I)        | 0,15 (I)        | 0,082 (I)       | 0,10 (I)        | 0,12 (I)        |
| Cr                   |          | 28 (I)          | 30 (I)          | 43 (I)          | 25 (I)          | 27 (I)          |
| Cu                   |          | 21 (I)          | 24 (I)          | 20 (I)          | 14 (I)          | 21 (I)          |
| Hg                   |          | 0,089 (I)       | 0,074 (I)       | 0,058 (I)       | 0,031 (I)       | 0,037 (I)       |
| Ni                   |          | 14 (I)          | 18 (I)          | 24 (I)          | 16 (I)          | 18 (I)          |
| Zn                   |          | 150 (II)        | 130 (I)         | 170 (II)        | 180 (II)        | 130 (I)         |
| TBT                  | µg/kg TS | <1,0 (I)        | <1,0 (I)        | <1,0 (I)        | <1,0 (I)        | <1,0 (I)        |
| Naftalen             |          | <40 (II)        | <80 (II)        | <70 (II)        | <30 (II)        | <40 (II)        |
| Acenaftylen          |          | <40 (III)       | <80 (III)       | <70 (III)       | <30 (II)        | <40 (III)       |
| Acenaften            |          | <40 (II)        | <80 (II)        | <70 (II)        | <30 (II)        | <40 (II)        |
| Fluoren              |          | <40 (II)        | <80 (II)        | <70 (II)        | <30 (II)        | <40 (II)        |
| Fenantren            |          | <40 (II)        | 120 (II)        | <70 (II)        | <30 (II)        | <40 (II)        |
| Antracen             |          | <40 (III)       | <80 (III)       | <70 (III)       | <30 (II)        | <40 (III)       |
| Fluoranthren         |          | 140 (II)        | 490 (III)       | 230 (III)       | 50 (II)         | <40 (II)        |
| Pyren                |          | 120 (II)        | 430 (III)       | 210 (II)        | 50 (II)         | <40 (II)        |
| Benzo(a)antracen     |          | 70 (III)        | 230 (IV)        | 110 (IV)        | <30 (II)        | <40 (II)        |
| Chrysen              |          | 140 (II)        | 530 (IV)        | 260 (IV)        | 50 (II)         | <40 (II)        |
| Benzo(b)fluoranten   |          | 250 (III)       | 1100 (IV)       | 600 (IV)        | 700 (IV)        | <40 (II)        |
| Benzo(k)fluoranten   |          | 150 (II)        | 490 (IV)        | 290 (III)       | 400 (III)       | <40 (II)        |
| Benzo(a)pyren        |          | 90 (II)         | 330 (II)        | 160 (II)        | 40 (II)         | <40 (II)        |
| Indeno(123cd)pyren   |          | 140 (IV)        | 650 (IV)        | 340 (IV)        | 50 (III)        | <40 (II)        |
| Di benzo(ah)antracen |          | <40 (II)        | 120 (II)        | 60 (II)         | <30 (II)        | <40 (II)        |
| Benzo(ghi)perylene   |          | 190 (IV)        | 850 (V)         | 430 (V)         | 70 (IV)         | <40 (IV)        |
| ΣPAH <sub>16</sub>   |          | 1300 (II)       | 5300 (III)      | 2700 (III)      | 410 (II)        | <800 (II)       |
| ΣPCB <sub>7</sub>    |          | <8,0 (I-II)     | <18,0 (I-III)   | <14,0 (I-II)    | <6,0 (I-II)     | <8,0 (I-II)     |

På grunn av lite tørrstoffinnhold i prøvene er deteksjonsgrensene for PCB og PAH forhøyet.

De uorganiske miljøgiftene (metaller med unntak for krom) er klassifisert etter SFT-veileder TA-1468/1997./De organiske miljøgiftene og krom er klassifisert etter SFT-veileder TA-2229/2007. SFTs tilstandsklasser:

I = "Ubetydelig forurenset/Bakgrunn"  
II = "Moderat forurenset/God"  
III = "Markert forurenset"/Moderat  
IV = "Sterkt forurenset/Dårlig"  
V = "Meget sterkt forurenset"/Svært dårlig



## 6. Beskrivelse av forurensningssituasjonen

Alle de undersøkte uorganiske miljøgiftene er påvist i konsentrasjoner fra tilstandsklasse I til II (fra ubetydelig til moderat forurenset).

Av de undersøkte organiske miljøgiftene er TBT ikke påvist over deteksjonsgrensen. På grunn av lite tørrstoffinnhold i prøvene ble deteksjonsgrensen for PCB og PAH forhøyet i laboratoriet. PCB er ikke påvist i konsentrasjoner over deteksjonsgrensen men i én prøve ligger deteksjonsgrensen i tilstandsklasse III (moderat miljøtilstand).

Innholdet av  $\sum \text{PAH}_{16}$  er påvist i konsentrasjoner tilsvarende god miljøtilstand til moderat miljøtilstand (tilstandsklasse II-III). Når det gjelder de enkelte PAH-forbindelsene er det flere av disse som ikke er påvist over deteksjonsgrensen. For de fleste av disse er deteksjonsgrensen hevet til tilstandsklasse II, men for et par av komponentene ligger deteksjonsgrensen i tilstandsklasse III. Høyest forurensningsgrad er påvist av PAH-forbindelsen benzo(ghi)perylene som er påvist i tilstandsklasse IV (dårlig miljøtilstand) i tre av de fem prøvene og i tilstandsklasse V (svært dårlig miljøtilstand) i de resterende to prøvene. I tillegg er PAH-forbindelsene benzo(a)antracen, chrysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten og indeno(123cd)pyren påvist i tilstandsklasse IV i enkelte av prøvene.

De utførte undersøkelsene viser at bunnsedimentene i Liavatnet er noe forurensset av PAH, og resultatene tyder på at de høyeste konsentrasjonene er i sedimentene i området rundt PR 2 og PR 3 om lag midt i vatnet. Den påviste PAH-forurensningen antas å skyldes trafikkavrenning fra riksvei 555, på vestsida av Liavatnet.

Ut fra områdets størrelse og bunnforhold vurderes antall analyserte prøver og lokalisering av disse å gi et godt bilde av forurensningssituasjonen i området. For øvrig understrekes det at undersøkelsen er basert på stikkprøver. Det kan derfor ikke utelukkes at det finnes områder med lokalt høyere konsentrasjoner enn det som er påvist i undersøkelsen.

## 7. Planlagte arbeider

I forbindelse med utbyggingen av Ringveg vest skal det bygges to nye tunneler (parallell-tunneler) fra Sandeide i sør og til Liavatnet. I følge SvRv skal arbeidet med tunnelene etter planen starte opp i årsskiftet 2010/2011. Arbeidet antas å pågå i to år, fram til 2012. Tunnelmasser fra disse tunnelene skal benyttes til utfyllingen i Liavatnet, se planlagt utfylling på tegning nr. G1.

Massene som skal fylles i Liavatnet utgjør om lag 500 000 m<sup>3</sup>. Utfylling av disse massene vil skje både på bunn av eksisterende steinfylling og på bunnsedimentene utenfor fyllingsfoten. Massene er planlagt utfylt fra land. Den nye fyllingsfoten vil strekke seg ut til ca. vanndybde 35 m. Utfyllingen vil etter planen starte fra den sørlige enden av Liavatnet. Det antas at et bunnareal på ca. 15 000 m<sup>2</sup> av de bløte bunnsedimentene vil bli berørt av utfyllingen.

For å få fullgod fortrenghing av de bløte bunnsedimentene, og sikre god stabilitet av fyllingen, kan det bli aktuelt å sprengne i fyllingsfoten.

## 8. Risiko- og tiltaksvurdering

### 8.1 Sedimenter

Bunnsedimentene i deler av det undersøkte området i Liavatnet er moderat til markert forurensset av PAH (tilstandsklasse II-III).

De geotekniske undersøkelsene som er utført av SvRv har vist at det øverste laget med organiske sedimenter kan ha en mektighet på opp mot 10 m. Hele eller deler av dette laget vil bli fortrenget under utfyllingen. Den miljøtekniske undersøkelsen har vist at bunnsedimentene i utfyllingsområdet er løst lagret og inneholder noe organisk materiale (fra 4,6 - 13 %) og mye finstoff < 63 µm (48,1 - 70,5 %). Det er ikke påvist finstoff < 2 µm (leire) i prøvene. Bunnsedimentene vil kunne bli virvlet opp og spredd i vannsøylen og utover i vatnet. Dette kan igjen føre til at miljøgiftene som er bundet til sedimentene blir biotilgjengelige og kan

påvirke organismene. Etter vår vurdering er graden av forurensning i bunnsedimentene i Liavatnet så lav at konsekvensene ved spredning av de påviste miljøgiftene vil ha liten betydning for organismene.

Sammen med steinstøv i utfyllingsmassene vil eventuelle oppvirkede bunnsedimenter kunne føre til tilslemming og forringet vannkvalitet for vannlevende organismer. Steinstøv fra utfyllingsmassene er ventet å ha størst betydning her, da steinpartiklene (noe avhengig av bergart) kan være spisse og gi skader på gjeller. Liavatnet er stort, og det er derfor ventet at tilslemmingen til enhver tid bare vil ha betydning i deler av vatnet. I følge fiskeforvalter hos fylkesmannen i Hordaland lever det en stor bestand med småfisk av ørret og en bestand av ål i Liavatnet. Ingen av disse artene vil være sårbare i forhold til den planlagte utfyllingen, da fisken kan svømme vekk fra Liavatnet via bekker og lignende. Det er heller ikke fare for at gytebekker blir berørt av utfyllingen.

Tunnelstein kan inneholde høyt innhold av nitrogen på grunn av uomsatt sprengstoff. En stor del av nitrogenet i sprengsteinen vil være i form av ammonium ( $\text{NH}_4$ ). Ved høy pH og basiske forhold kan ammoniumet omdannes til skadelig ammoniakk-gass ( $\text{NH}_3$ ). Økt mengde nitrogen i vatnet kan føre til økt algevekst, selv om det vanligvis er fosforkonsentrasjonen som er begrensende i ferskvann. Liavatnet er relativt stort i forhold til den planlagte utfyllingen, og det antas derfor at det ikke vil bli større problemer knyttet til nitrogenavrenning fra tunnelmassene.

Det er en mulighet for at steinstøv og oppvirkede bunnpartikler kan spres til Gravdalsvatnet like nedstrøms Liavatnet. For å tilstrebe at utfyllingen påvirker omgivelsene i minst mulig grad må det derfor settes i verk tiltak for å hindre at Gravdalsvatnet blir påvirket av utfyllingen. Vi anbefaler at det helt i nordenden av Liavatnet etableres en siltgardin som forhindrer partikkelspredning fra Liavatnet. Se anbefalt plassering av siltgarden i figur 3. Siltgarden skal dekke hele vannsøylen, fra overflate til bunn.

Etter utfylling må siltgarden leveres til godkjent mottak.

## 8.2 Sprenging

Det kan bli aktuelt med sprenging i fyllingsskråningen for å kunne trenge ned til stabile masser under de organiske sedimentene. Det skal ikke sprenges i sedimentene, men trykkbølgene kan føre til oppvirkning av bunnsedimenter. Trykkbølgene fra sprengingen kan også være dødelig for fisk i området. Risikoen for skade avtar med økende avstand fra sprengladningen. Faktorer som størrelse av ladning, vanddybde, avstand til land og type masser vil spille inn ved vurderinger av risiko og omfang. Det kan også være variasjon i reaksjonsmønstre mellom fiskearter. Vedvarende påvirkning kan føre til stress og redusert allmenntilstand som igjen kan føre til reduksjon av bestanden. Ørret og laksefisk kan takle trykk bedre enn annen fisk på grunn av mulighet for regulering av svømmeblæren.

Det er planlagt sprengning kun enkelte steder, og med punktvis ladninger.

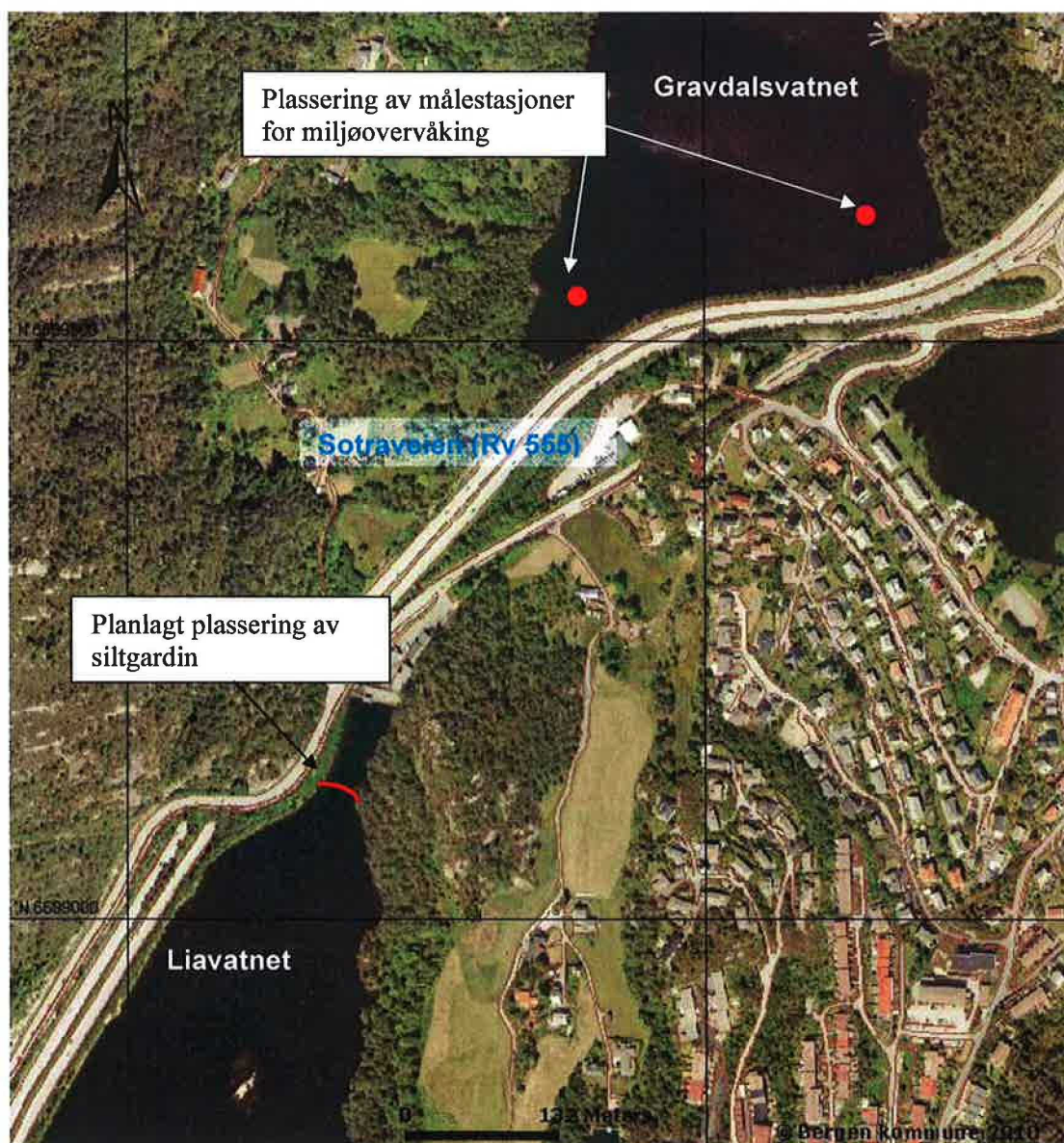
Dersom det blir aktuelt med sprenging skal det i forkant av detonerings av salver detoneres en mindre sprengladning med hensikt å skremme vekk fisken. En mulig respons på forstyrrelsen kan også være at fisken gjemmer seg i området og ikke svømmer vekk. Fiskens størrelse og tilgjengelige gjemmesteder kan være avgjørende for fiskens reaksjonsmønster.

Det vurderes som ikke nødvendig å iverksette omfattende tiltak for å dempe sjokkbølger i Liavatnet siden vatnet er såpass stort og omfanget av sprengingen vil være begrenset. Det antas for øvrig at anleggsarbeid i området er tilstrekkelig forstyrrende til at fisken unngår området i anleggsperioden.

Sprenging i Liavatnet vil sannsynligvis ikke påvirke fisk i Tennebekken. Ved tidligere utfylling ble det også benyttet sprengning, men det er ikke kjent hvilken effekt sprengingen hadde på fisken i Liavatnet den gangen.

## 9. Kontroll og overvåkning

Funksjonen av siltgardinen bør kontrolleres med daglige observasjoner og ukentlige turbiditets- eller siktedypsmålinger så lenge utfyllingen pågår. Målinger bør utføres i Gravdalsvatnet ved innløpet fra Liavatnet og i en referansestasjon i Gravdalsvatnet. Det kan eventuelt bli aktuelt med målinger i Liavatnet. Se forslag til plassering av målestasjoner i figur 3.



**Figur 3:** Planlagt plassering av siltgardin i Liavatnet og målestasjoner for miljøovervåking i Gravdalsvatnet

## 10. Søknad om tillatelse til utfylling på forurenset sediment

På grunnlag av fremlagt dokumentasjon og vurderinger i foreliggende rapport søkes det om tillatelse til utfylling av sprengstein i Liavatnet i forbindelse med 2. byggetrinn av Ringveg vest.

## 11. Referanser

- /1/ SFT-veileder TA-1997/2003, Veileder for håndtering av forurensede sedimenter, 2004
- /2/ SFT-veileder TA-2229/2007, Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter.
- /3/ [www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no)



# STATENS VEGVESEN, REGION VEST LIAVATNET UTFYLLING

OVERSIKTSKART



**MULTICONSULT**

Totalleverandør av rådgivningstjenester

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN  
Tlf. 55 62 37 00 - Faks. 55 62 37 01

Dato

22.04.10

Oppdragsnr.

612483

Tegningens filnavn

Målestokk

1:50000

Godkjent

adu

Kontrollert

82

Original format

A4

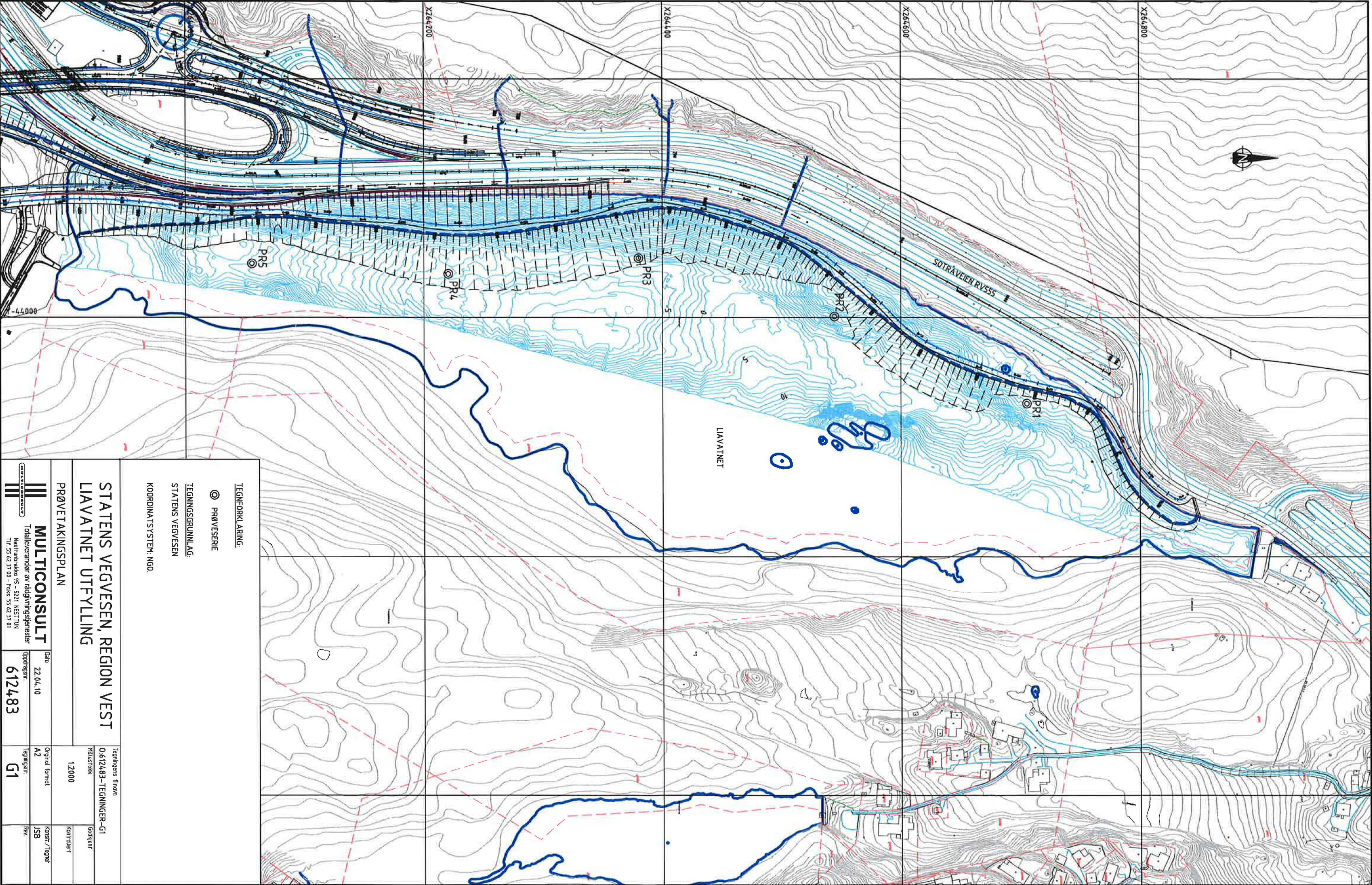
Konstr./Tegnel

JSB

Tegningsnr.

0

Rev.



|                                         |             |
|-----------------------------------------|-------------|
| TEGNEFORKLARING:                        |             |
| ☉                                       | PRØVESERIE  |
| TEGNINGSGRUNNLAG:                       |             |
| STATENS VEGVESEN                        |             |
| KOORDINATSYSTEM: NGO.                   |             |
| STATENS VEGVESEN, REGION VEST           |             |
| LIAVATNET UTFYLING                      |             |
| PRØVETAKINGSPLAN                        |             |
| MULTICONCONSULT                         |             |
| Totalleverandør av rådgivningstjenester |             |
| Nesttubrudden 95 - 5221 NESTTUN         |             |
| Tlf. 55 62 37 00 - Faks 55 62 37 01     |             |
| Dato                                    | Oppdragsnr. |
| 22.04.10                                | 612483      |
| Opprinn. format                         | Tegningsnr. |
| A2                                      | G1          |
| Målestokk                               | Godegitt    |
| 1:2000                                  | Kontrollert |
| Konstr./tegnert                         | Rev.        |
| JSB                                     |             |

# Vedlegg A

## Analyserapport fra Eurofins

(4 sider)

# Analyserapport

Moss

Multiconsult Bergen  
Ingunn Forfang  
Nesttunbrekka 95  
5221 Nesttun

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Side 1 (4)

|                |                                           |                     |            |
|----------------|-------------------------------------------|---------------------|------------|
| Kundenummer    | 8188054-1519020                           | Prøvemottak         | 16.07.2009 |
| Prøvetyp       | Miljøprøve                                | Analyserapport klar | 30.07.2009 |
| Oppdragsmerket | 612483 Ringveg vest. Utfylling Liavatnet. |                     |            |

| Lab.nr.                       |          | NOV045600-09  | NOV045601-09  | NOV045602-09  | NOV045603-09  | NOV045604-09  |
|-------------------------------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Tatt ut                       |          | 08.07.2009    | 08.07.2009    | 08.07.2009    | 08.07.2009    | 08.07.2009    |
| Merket                        |          | PR. 1, 0 - 10 | PR. 2, 0 - 10 | PR. 3, 0 - 10 | PR. 4, 0 - 10 | PR. 5, 0 - 10 |
|                               |          | cm            | cm            | cm            | cm            | cm            |
| Parameter                     | Enhet    |               |               |               |               |               |
| Tørrestoff                    | %        | 16.9          | 6.8           | 8.6           | 19.1          | 16.1          |
| Sum PAH(16)                   | mg/kg TS | 1.3           | 5.3           | 2.7           | 0.41          | <0.80         |
| Naftalen                      | mg/kg TS | <0.04         | <0.08         | <0.07         | <0.03         | <0.04         |
| Acenaftalen                   | mg/kg TS | <0.04         | <0.08         | <0.07         | <0.03         | <0.04         |
| Acenaften                     | mg/kg TS | <0.04         | <0.08         | <0.07         | <0.03         | <0.04         |
| Fluoren                       | mg/kg TS | <0.04         | <0.08         | <0.07         | <0.03         | <0.04         |
| Fenantren                     | mg/kg TS | <0.04         | 0.12          | <0.07         | <0.03         | <0.04         |
| Antracen                      | mg/kg TS | <0.04         | <0.08         | <0.07         | <0.03         | <0.04         |
| Fluoranten                    | mg/kg TS | 0.14          | 0.49          | 0.23          | 0.05          | <0.04         |
| Pyren                         | mg/kg TS | 0.12          | 0.43          | 0.21          | 0.05          | <0.04         |
| Benzo(a)antracen              | mg/kg TS | 0.07          | 0.23          | 0.11          | <0.03         | <0.04         |
| Crysen                        | mg/kg TS | 0.14          | 0.53          | 0.26          | 0.05          | <0.04         |
| Benzo(b)fluoranten            | mg/kg TS | 0.25          | 1.1           | 0.60          | 0.07          | <0.04         |
| Benzo(k)fluoranten            | mg/kg TS | 0.15          | 0.49          | 0.29          | 0.04          | <0.04         |
| Benzo(a)pyren                 | mg/kg TS | 0.09          | 0.33          | 0.16          | 0.04          | <0.04         |
| Indeno(1,2,3,cd)pyren         | mg/kg TS | 0.14          | 0.65          | 0.34          | 0.05          | <0.04         |
| Dibenzo(a,h)antracen          | mg/kg TS | <0.04         | 0.12          | 0.06          | <0.03         | <0.04         |
| Benzo(g,h,i)perylene          | mg/kg TS | 0.19          | 0.85          | 0.43          | 0.07          | <0.04         |
| PCB(7) Totalsum               | mg/kg TS | <0.0080       | <0.018        | <0.014        | <0.0060       | <0.0080       |
| PCB 28                        | mg/kg TS | <0.0020       | <0.0045       | <0.0035       | <0.0015       | <0.0020       |
| PCB 52                        | mg/kg TS | <0.0020       | <0.0045       | <0.0035       | <0.0015       | <0.0020       |
| PCB 101                       | mg/kg TS | <0.0020       | <0.0045       | <0.0035       | <0.0015       | <0.0020       |
| PCB 118                       | mg/kg TS | <0.0020       | <0.0045       | <0.0035       | <0.0015       | <0.0020       |
| PCB 153                       | mg/kg TS | <0.0020       | <0.0045       | <0.0035       | <0.0015       | <0.0020       |
| PCB 138                       | mg/kg TS | <0.0020       | <0.0045       | <0.0035       | <0.0015       | <0.0020       |
| PCB 180                       | mg/kg TS | <0.0020       | <0.0045       | <0.0035       | <0.0015       | <0.0020       |
| Tributyltinn.                 | µg/kg TS | <1.0          | <1.0          | <1.0          | <1.0          | <1.0          |
| TOC i lufttørket prøve        | g/100g   | 13            | 9.8           | 7.5           | 4.6           | 12            |
| *Finstoff < 63µm (våtsikting) | %        | 48.1          | 68.2          | 70.5          | 61.2          | 56.6          |
| *Finstoff < 2µm (visuell)     | %        | 0.0           | 0.0           | 0.0           | 0.0           | 0.0           |
| Arsen, As                     | mg/kg TS | 8.9           | 9.3           | 9.1           | 6.3           | 4.9           |
| Bly, Pb                       | mg/kg TS | 64            | 55            | 40            | 20            | 16            |
| Kadmium, Cd                   | mg/kg TS | 0.35          | 0.15          | 0.082         | 0.10          | 0.12          |
| Kobber, Cu                    | mg/kg TS | 21            | 24            | 20            | 14            | 21            |

Kopi til:

Agnieszka Wyspianska

Ingunn Forfang

# Analyserapport

Moss

Multiconsult Bergen  
Ingunn Forfang  
Nesttunbrekka 95  
5221 Nesttun

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Side 2 (4)

|                |                                           |                    |            |
|----------------|-------------------------------------------|--------------------|------------|
| Kundenummer    | 8188054-1519020                           | Prøvemottak        | 16.07.2009 |
| Prøvetyp       | Miljøprøve                                | Analysereport klar | 30.07.2009 |
| Oppdragsmerket | 612483 Ringveg vest. Utfylling Liavatnet. |                    |            |

Lab.nr.  
Tatt ut  
Merket

| Parameter                     | Enhet    | Måleu.  | Ref/Metode<br>basert på | Lab          |
|-------------------------------|----------|---------|-------------------------|--------------|
| Tørrestoff                    | %        | ±15%    | NS 4764-1               | O            |
| Sum PAH(16)                   | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Naftalen                      | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Acenaftalen                   | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Fluoren                       | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Fenantren                     | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Antracen                      | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Fluoranten                    | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Pyren                         | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Benzo(a)antracen              | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Crysen                        | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Benzo(b)fluoranten            | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Benzo(k)fluoranten            | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Benzo(a)pyren                 | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Indeno(1,2,3,cd)pyren         | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Dibenzo(a,h)antracen          | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Benzo(g,h,i)perylene          | mg/kg TS | ±25-40% | NTR 329 Sintef          | O            |
| PCB(7) Totalsum               | mg/kg TS | ±25-30% | NTR 329 Sintef          | O            |
| PCB 28                        | mg/kg TS | ±25-30% | NTR 329 Sintef          | O            |
| PCB 52                        | mg/kg TS | ±25-30% | NTR 329 Sintef          | O            |
| PCB 101                       | mg/kg TS | ±25-30% | NTR 329 Sintef          | O            |
| PCB 118                       | mg/kg TS | ±25-30% | NTR 329 Sintef          | O            |
| PCB 153                       | mg/kg TS | ±25-30% | NTR 329 Sintef          | O            |
| PCB 138                       | mg/kg TS | ±25-30% | NTR 329 Sintef          | O            |
| PCB 180                       | mg/kg TS | ±25-30% | NTR 329 Sintef          | O            |
| Tributyltinn.                 | µg/kg TS | ±40-40% | Intern metode           | O            |
| TOC i lufttørket prøve        | g/100g   | ±15%    | AJ 31                   | O            |
| *Finstoff < 63µm (våtsikting) | %        |         | Intern metode           | Multiconsult |
| *Finstoff < 2µm (visuell)     | %        |         | Intern metode           | Multiconsult |
| Arsen, As                     | mg/kg TS | ±20%    | NS-EN ISO 11885         | O            |
| Bly, Pb                       | mg/kg TS | ±20%    | NS-EN ISO 11885         | O            |
| Kadmium, Cd                   | mg/kg TS | ±20%    | NS-EN ISO 11885         | O            |
| Kobber, Cu                    | mg/kg TS | ±20%    | NS-EN ISO 11885         | O            |

# Analysrapport

Moss

Multiconsult Bergen  
Ingunn Forfang  
Nesttunbrekka 95  
5221 Nesttun

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Side 3 (4)

|                |                                           |                    |            |
|----------------|-------------------------------------------|--------------------|------------|
| Kundenummer    | 8188054-1519020                           | Prøvemottak        | 16.07.2009 |
| Prøvetyp       | Miljøprøve                                | Analysrapport klar | 30.07.2009 |
| Oppdragsmerket | 612483 Ringveg vest. Utfylling Liavatnet. |                    |            |

| Lab.nr.       |          | NOV045600-09     | NOV045601-09     | NOV045602-09     | NOV045603-09     | NOV045604-09     |
|---------------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tatt ut       |          | 08.07.2009       | 08.07.2009       | 08.07.2009       | 08.07.2009       | 08.07.2009       |
| Merket        |          | PR. 1, 0 - 10 cm | PR. 2, 0 - 10 cm | PR. 3, 0 - 10 cm | PR. 4, 0 - 10 cm | PR. 5, 0 - 10 cm |
| Parameter     | Enhet    |                  |                  |                  |                  |                  |
| Krom, Cr      | mg/kg TS | 28               | 30               | 43               | 25               | 27               |
| Kvikksølv, Hg | mg/kg TS | 0.089            | 0.074            | 0.058            | 0.031            | 0.037            |
| Nikkel, Ni    | mg/kg TS | 14               | 18               | 24               | 16               | 18               |
| Sink, Zn      | mg/kg TS | 150              | 130              | 170              | 180              | 130              |

#### Kemisk kommentar:

|              |                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------|
| NOV045600-09 | PAH og PCB: forhøyet kvantifiseringsgrense pga lavt TS |
| NOV045601-09 | PAH og PCB: forhøyet kvantifiseringsgrense pga lavt TS |
| NOV045602-09 | PAH og PCB: forhøyet kvantifiseringsgrense pga lavt TS |
| NOV045603-09 | PAH og PCB: forhøyet kvantifiseringsgrense pga lavt TS |
| NOV045604-09 | PAH og PCB: forhøyet kvantifiseringsgrense pga lavt TS |

Solveig Fagerli  
Kjemiingeniør

*Denne rapport er elektronisk signert!*

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon (+47) 09440

# Analysrapport

Moss

Multiconsult Bergen  
Ingunn Forfang  
Nesttunbrekka 95  
5221 Nesttun

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Side 4 (4)

|                |                                           |                    |            |
|----------------|-------------------------------------------|--------------------|------------|
| Kundenummer    | 8188054-1519020                           | Prøvemottak        | 16.07.2009 |
| Prøvetyp       | Miljøprøve                                | Analysrapport klar | 30.07.2009 |
| Oppdragsmerket | 612483 Ringveg vest. Utfylling Liavatnet. |                    |            |

Lab.nr.

Tatt ut

Merket

| Parameter     | Enhet    | Måleu. | Ref/Metode<br>basert på | Lab |
|---------------|----------|--------|-------------------------|-----|
| Krom, Cr      | mg/kg TS | ±20%   | NS-EN ISO 11885         | O   |
| Kvikksølv, Hg | mg/kg TS | ±20%   | NS 4768-1 m             | O   |
| Nikkel, Ni    | mg/kg TS | ±20%   | NS-EN ISO 11885         | O   |
| Sink, Zn      | mg/kg TS | ±15%   | NS-EN ISO 11885         | O   |

Arkivreferanser:

|             |                                                     |                        |             |
|-------------|-----------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| Fagområde:  | Miljøgeologi                                        |                        |             |
| Stikkord:   | Sedimenter; Prøveserie; Tungmetaller; PCB; TBT; PAH |                        |             |
| Land/Fylke: | Hordaland                                           | Kartblad:              | 11151       |
| Kommune:    | Bergen                                              | UTM koordinater, Sone: | 32V         |
| Sted:       | Liavatnet, Lyngbø                                   | Øst: 2935              | Nord: 66987 |

Distribusjon:

- ☒ Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
☐ Intern  
☐ Fri

Dokumentkontroll:

|                                            |             | Dokument<br>3. mai 2010 |      | Revisjon 1        |      | Revisjon 2              |      | Revisjon 3 |      |
|--------------------------------------------|-------------|-------------------------|------|-------------------|------|-------------------------|------|------------|------|
|                                            |             | Dato                    | Sign | Dato              | Sign | Dato                    | Sign | Dato       | Sign |
| Forutsetninger                             | Utarbeidet  | 06.05.10                | adw  |                   |      |                         |      |            |      |
|                                            | Kontrollert | 06.05.10                | SL   |                   |      |                         |      |            |      |
| Grunnlagsdata                              | Utarbeidet  | 06.05.10                | adw  |                   |      |                         |      |            |      |
|                                            | Kontrollert | 06.05.10                | SL   |                   |      |                         |      |            |      |
| Teknisk innhold                            | Utarbeidet  | 06.05.10                | adw  |                   |      |                         |      |            |      |
|                                            | Kontrollert | 06.05.10                | SL   |                   |      |                         |      |            |      |
| Format                                     | Utarbeidet  | 06.05.10                | adw  |                   |      |                         |      |            |      |
|                                            | Kontrollert | 06.05.10                | SL   |                   |      |                         |      |            |      |
| Anmerkninger                               |             |                         |      |                   |      |                         |      |            |      |
| Godkjent for utsendelse<br>(Oppdragsleder) |             |                         |      | Dato:<br>06.05.10 |      | Sign.:<br>A. Wyspianska |      |            |      |