

Rapport nr. 213

## Risikovurdering av miljøgifter i sedimenter i Lønningsbekken

Gaute Velle, Ulrich Pulg, Marte Haave



*Lønningsbekken nedstrøms Fleslandseien*





**uni Miljø**

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSEKOLOGI OG INNLANDSFISKE	
LFI Uni Miljø Thormøhlensgt. 49B 5006 Bergen	TELEFON: 55 58 22 28
ISSN NR: ISSN-1892-889	LFI-RAPPORT NR: 213
TITTEL  Risikovurdering for miljøgifter i sedimenter i Lønningsbekken	DATO  13.03.2013
FORFATTERE  Gaute Velle (LFI Uni Miljø), Marte Haave (SAM Marin Uni Miljø), Ulrich Pulg (LFI Uni Miljø)	GEOGRAFISK OMRÅDE  Hordaland
OPPDRAKSGIVER  Avinor, Flesland	ANTALL SIDER: 18 + 6 sider vedlegg
EMNEORD  sedimenter, miljøgifter, tungmetaller, perfluoreerte organiske forbindelser, oljeinnhold	SUBJECT ITEMS  Sediments, environmental toxins, heavy metals, polyfluorinated compounds, spill oil
FORSIDEFOTO: LFI v/ Gaute Velle	

# Innhold

Innhold.....	4
Sammendrag.....	5
Bakgrunn.....	6
Lønningsbekken.....	6
Terrenginngrep i forurenset grunn.....	6
Metoder.....	7
Innsamlinger i felt.....	7
Analyse av miljøgifter.....	7
Organisk innhold og kornfordeling.....	8
Resultater.....	10
Diskusjon.....	14
Vurdering.....	14
Oljeinnhold.....	14
Krav til tiltak.....	15
Referanser.....	17
Vedlegg.....	18
Analyserapport fra Eurofins (5 sider).....	18
Om LFI Uni Miljø (1side).....	18

## Sammendrag

Det skal utføres terrenginngrep i Lønningsbekken nedstrøms Fleslandsveien. I denne forbindelse har LFI Uni Miljø utført undersøkelser av potensielle miljøgifter i sedimentene i Lønningsbekken. Vi har analysert sedimentenes kornstørrelse og analysert sedimentene for en rekke forurensende stoffer, inkludert tungmetaller, PCB, PAH, hydrokarboner og perfluorerte organiske forbindelser. Konsentrasjonene av miljøgifter er sammenliknet med normverdier fra forurensningsforskriften. Innholdet av miljøgifter følger en fem-delt skala der grunnen anses som forurenset dersom de målte verdiene overstiger normverdiene, dvs grenseverdien mellom klasse 1 og klasse 2.

Sedimentene var finkornete med høy andel av betongrester. Resultatene fra de kjemiske analysene viser verdier som overstiger normverdiene av metallene arsen, krom og sink tilsvarende tilstandsklasse II, moderat forurenset. Nivåene av kobber overstiger også normverdiene og tilsvarer tilstandsklasse III, markert forurenset og overstiger også nivå for økologisk risiko. Oljeinnholdet i sedimentene er høyt, men nye tilstandsklasser mangler for olje. Ifølge tidligere benyttede tilstandsklasser tilsvarer oljeinnholdet tilstandsklasse III, markert forurenset, for den ene sedimentprøven og tilstandsklasse IV, sterkt forurenset, for den andre sedimentprøven. Oljeinnholdet antas å overskride toleransegrensen for enkelte organismer. Kjemien til oljen i sedimentene indikerer ferske og lokale utslipp av smøreolje. Ingen andre av de analyserte stoffene overstiger normverdiene.

Forurenset masse som ikke disponeres på eiendommen, skal leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven. Videre krever forurensningsforskriften at det skal utarbeides en tiltaksplan dersom grunnen er forurenset.

# Bakgrunn

## ***Lønningsbekken***

Lønningsbekken ligger i Bergen kommune og munner ut i Gitlapollen ved Lønningshavn, som er en del av Raunefjorden. Nedbørsfeltet var opprinnelig ca. 1 km<sup>2</sup> og er sterkt forandret som følge av flyplassområdet på Flesland og næringsområder (atlas.nve.no, 11/2012). Andel urbane overflater i nedbørsfelt er ca. 23 %. En del av overvannet fra det opprinnelige nedbørsfeltet er fraført. Dagens areal som drenerer mot bekken estimeres til 0,4 km<sup>2</sup> (målt på topografisk kart).

Lønningsbekken renner i kulvert under Fleslandsveien. Kapasiteten til denne kulverten skal økes, noe som medfører terrenginngrep i eksisterende kulvert og graving og forstyrning av sedimenter i Lønningsbekken nedstrøms Fleslandsveien.

## ***Terrenginngrep i forurenset grunn***

I områder hvor det har vært virksomhet som kan ha forurenset grunnen settes det spesielle krav til gjennomføring av terrenginngrep. Ifølge i Forskrift om begrenning av forurensning, forurensningsforskriften (Miljøverndepartementet 2004) skal tiltakshaver vurdere om det er forurenset grunn i området der et terrenginngrep er planlagt gjennomført. Dette skal sikre at områder med forurenset grunn ikke skal medføre uakseptabel helse- og miljørisiko i omgivelsene.

Dersom det er grunn til å tro at det er forurenset grunn i området, skal tiltakshaver sørge for at det blir utført nødvendige undersøkelser for å få klarlagt omfanget og betydningen av eventuell forurensning i grunnen. Undersøkelsene skal som minimum avklare om normverdier som angitt i kapittel 2 av forurensningsforskriften, er overskredet.

Denne rapporten omhandler resultater og diskusjon av prøver tatt av sedimentene i Lønningsbekken. Prøvene er analysert for en rekke forurensende stoffer, inkludert stoffer, inkludert tungmetaller, PCB, PAH, hydrokarboner og perfluorerte organiske forbindelser. Oppdragsgiver har vært Avinor med Øyvind Rye som kontaktperson.

# Metoder

## *Innsamlinger i felt*

Sedimentprøver ble tatt med håndholdt grabb i Lønningsbekken ved to lokaliteter nedstrøms Fleslandsveien (Figur 1: stasjon 1: 60.27801 °N, 5.22612 °Ø Figur 2; stasjon 2: 60.27781 °N, 5.22617 °Ø Figur 3). Tre parallelle prøver av de øverste 7-8 cm ble tatt, der en var til kornstørrelsesanalyser av sedimenter, en var til analyse for metaller, og en var til analyse av organiske miljøgifter. Hver prøve besto av tre homogeniserte delprøver. Homogeniserte prøver ble oppbevart kjølig og mørkt i Rilsanposer og levert til analyse dagen etter prøvetidspunkt. Prøvene ble analysert etter akkrediterte metoder ved Eurofins miljøanalyser AS (akkrediteringsnummer TEST 003). I tillegg har vi tatt en ekstra prøve per stasjon som oppbevares i fryser for fremtidig referanse.

## *Analyse av miljøgifter*

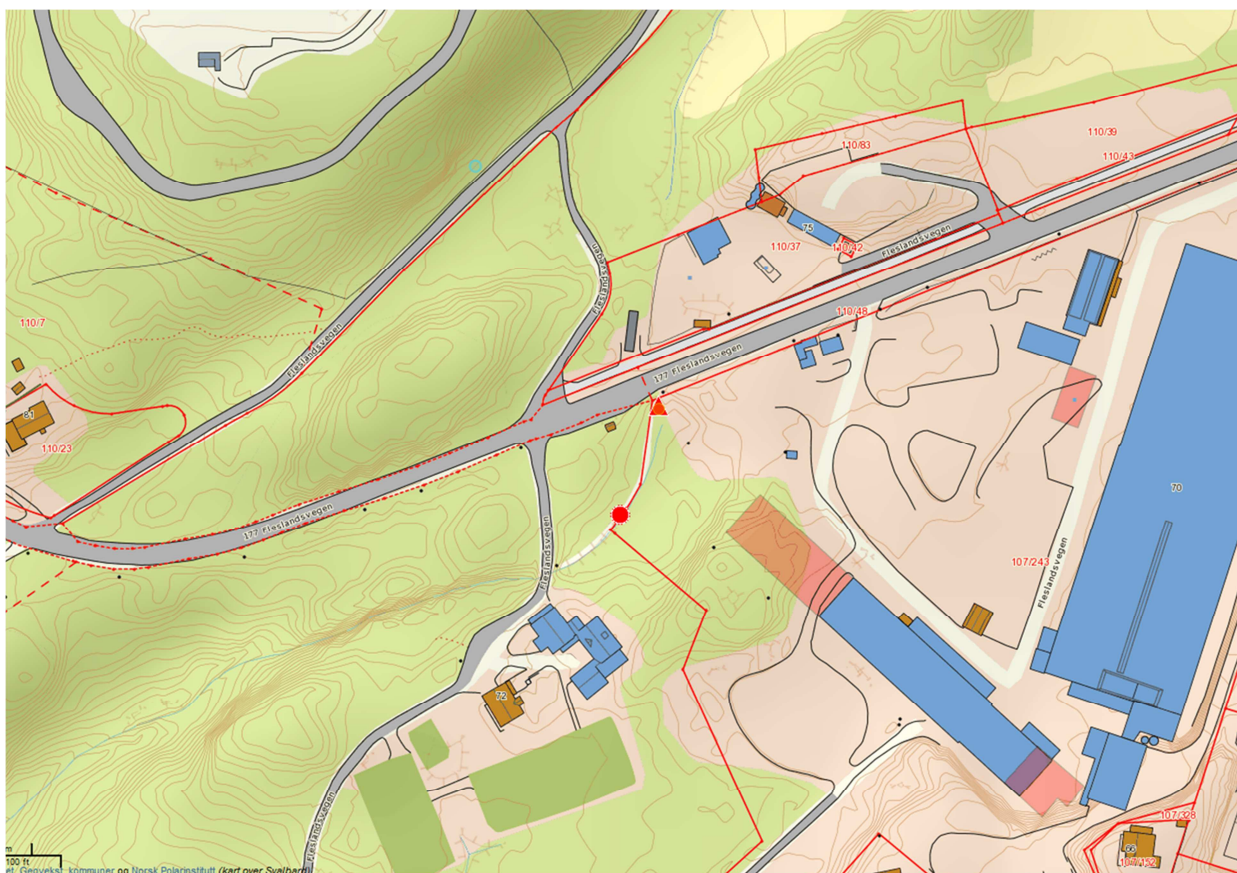
Vi har valgt å fokusere analysene på sannsynlige miljøgifter som kan stamme fra industri i området. Dette inkluderer åtte tungmetaller, 22 perfluoreerte forbindelser (PFC), oljeinnhold, 16 polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og 7 polykloreerte bifenyler (PCB). Det er tidligere målt høye nivåer av PFC i jordsmonnet rundt brannøvingstomter ved flyplasser og oljeraffinerier (Amundsen m fl. 2008), inkludert ved Flesland flyplass (Møskeland m fl. 2010). PAH kommer normalt fra forbrenningsprosesser, eller via avrenning fra områder forurenset av kull, tjære, bek eller olje. PCB er en gruppe industrijemikalier som var mye brukt frem til 1980. Tungmetaller kan stamme fra avfallsprodukter og forbrenning, men kan også være naturlig forekommende i lave konsentrasjoner.

Verdiene fra analysene ble sammenliknet med normverdier som vist i Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften) (Miljøverndepartementet 2004) og gitt tilstandsklasser. Nye tilstandsklasser mangler for oljeinnhold og oljeinnholdet er dermed vurdert i henhold til tidligere benyttede klasser gitt av Konieczny og Juliussen (1994). Innholdet av miljøgifter øker fra klasse 1 til klasse 5. Klasse 1 representerer arealer som ikke utgjør noen risiko for helse eller miljø. Grunnen anses som forurenset dersom de målte verdiene overstiger normverdiene, dvs grenseverdien mellom klasse 1 og klasse 2. Over klasse 5 kan jorda anses å være farlig avfall. Dersom undersøkelsene viser at det er forurenset grunn kreves det ytterligere undersøkelser og vurderinger for å klargjøre eventuelle konflikter mellom miljøhensyn og brukerinteresser og behov for tiltak. Dette omhandles i kapitlet om krav til tiltak.

## Organisk innhold og kornfordeling

Sedimentprøvene fra hver stasjon ble også analysert for partikkelfordeling og organisk innhold. Partikkelfordelingen ble bestemt i laboratoriet ved at prøven ble løst i vann og siktet gjennom en 0,063 mm sikt. Partiklene som var større enn 0,063 mm ble tørket og tørrsiktet slik at de kunne grupperes i størrelsesgrupper. Partikler mindre enn 0,063 mm ble gruppert i størrelsesgrupper ved hjelp av pipetteanalyse (Buchanan 1984). Det organiske innholdet (prosent glødetap) i sedimentet ble bestemt som vekttapet mellom tørrvekt og askefri tørrvekt. Prosedyren følger Norsk Standard 4764. Prøvetakingen i Lønningsbekken ble ikke gjort akkreditert på grunn av forholdene, og medfører at analysen ikke kan rapporteres som akkreditert.

Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med gode strømforhold vil finere partikler bli ført bort og grovere partikler bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingen, som da vil vise at mesteparten av partiklene i sedimentet ligger i den grovere del av størrelsesspekteret. I et område med lite strøm vil finere partikler avleires i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt fraksjonen dvs. mindre enn 0,063 mm. Det er også klart at miljøgifter lettere akkumuleres i finere partikler enn i grovere sedimenter.



Figur 1 Kart som viser hvor i Lønningsbekken prøvene ble tatt. Stasjon 1 vises som trekant og stasjon 2 vises som sirkel. Betongverket ligger i umiddelbar nærhet mot øst (blå bygninger på kartet).





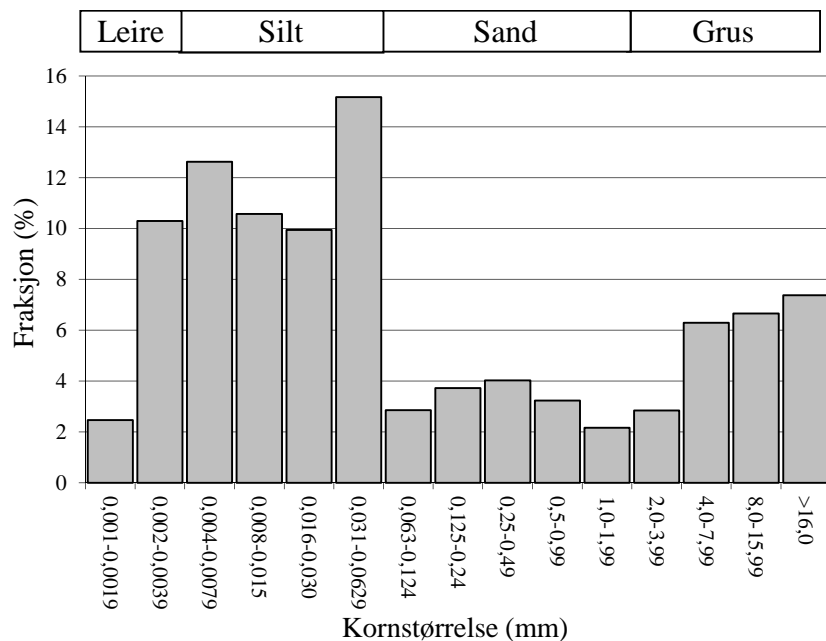
Figur 2 Lønningsbekken stasjon 1. Eksisterende kulvert under Fleslandsveien vises mot toppen av bildet (rød pil). Kulverten er delvis dekket og tettet av sedimenter og stein. Foto: G.Velle



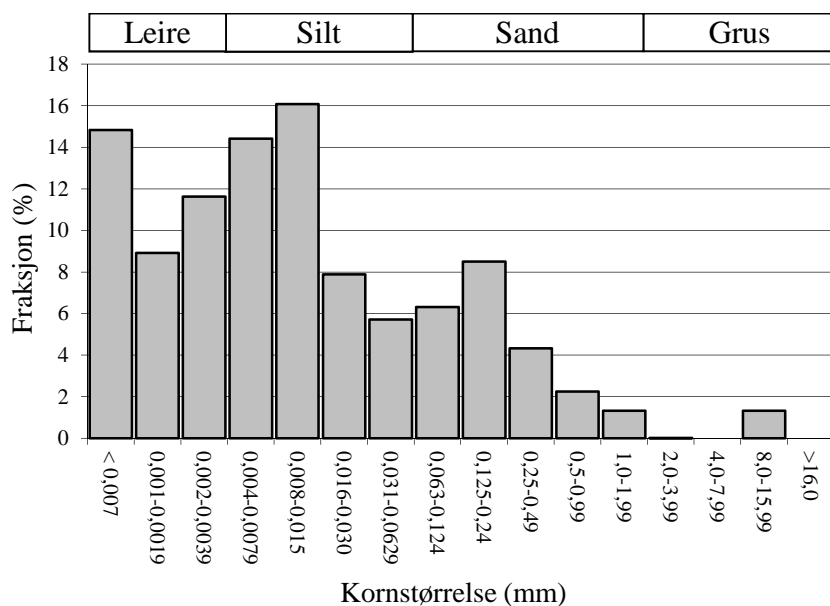
Figur 3 Lønningsbekken stasjon 2, ca 30 meter nedstrøms stasjon 1. Topplaget av sedimentene i bekken består av tette betongrester. Foto: G.Velle

## Resultater

Sedimentene ved stasjon 1 besto hovedsakelig av silt med litt sand og grus (Figur 4). Det var betongklumper i sedimentene og organisk innhold var 8,5 %. Sedimentene ved stasjon 2 var mer finkornete med høy fraksjon av leire og silt (Figur 5). De øverste 1-5 cm besto av betongrester og med underliggende gråsvarte delvis organiske vannholdige sedimenter. Organisk innhold var 15,5%. Sedimentene ved begge stasjoner indikerer lav strømhastighet.



Figur 4 Kornstørrelsesfordeling i stasjon 1, Lønningsbekken. De to minste kategoriene mangler pga lite materiale.



Figur 5 Kornstørrelsesfordeling i stasjon 2, Lønningsbekken. Den nest minste kategorien mangler pga lite materiale.

Fullstendige resultater fra de kjemiske analysene er å finne i Tabell 1 og stoffer der det eksisterer normverdier er oppgitt i Tabell 2. Se også analysebevis i vedlegg 1. Normverdiene er oversteget for metallene arsen, kobber, krom og sink, der nivåene av kobber også overstiger nivå for økologisk risiko og klassifiseres under tilstandsklasse III Markert forurenset. Oljeinnholdet i sedimentene er høyt og tilsvarer for stasjon 1 klasse III Markert forurenset og for stasjon 2 klasse IV Sterkt forurenset. Ingen andre av de analyserte stoffene overstiger normverdiene og klassifiseres som Lite forurenset. Sedimentene besto av finere korn ved stasjon 2 enn ved stasjon 1 (Figur 5 og Figur 4) og dette kan være medvirkende årsak til at nivåene av miljøgifter er høyere for stasjon 2 enn ved stasjon 1 (Tabell 1 og Tabell 2).

Verdiene tilsier at sedimentene skal behandles som forurenset. Nivåene bortsett fra oljeinnhold tilsier at jordmassene har et lite, naturlig eller menneskeskapt, innhold av stoffer som i store mengder anses som miljø- eller helsefarlige. Oljeinnholdet stammer mest sannsynlig fra et lokalt utslipp (se kapittelet om oljeinnhold nedenfor).

	Analyse	Stasjon 1	Stasjon 2
<b>PFC 22</b> <b>(µg/kg TV)</b>	Tørrstoff (%)	27,6	22,4
	2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 4,9	< 4,6
	2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 4,9	< 4,6
	6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3,7	< 3,5
	7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 4,9	< 4,6
	Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 4,9	< 4,6
	Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3,7	< 3,5
	Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 3,7	< 3,5
	Perfluordekansyre (PFDA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3,7	< 3,5
	Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 3,7	< 3,5
	Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluornonansyre (PFNA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 2,5	< 2,3
	Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 2,5	< 2,3
	Perfluorundekansyre (PFUnA)	< 2,5	< 2,3
	Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	ND	ND
	Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	70,2	65,7
	Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	ND	ND

	Total PFOS/PFOA inkl LOQ	4,9	4,6
<b>Tungmetaller (mg/kg TS)</b>	Total tørrstoff (%)	26	19
	Kvikksølv (Hg)	0,033	0,044
	Kadmium (Cd)	0,39	0,5
	Kobber (Cu)	160	210
	Bly (Pb)	56	71
	Arsen (As)	12	16
	Krom (Cr)	67	86
	Nikkel (Ni)	26	31
	Sink (Zn)	240	310
<b>Olje (mg/kg TS)</b>	Oljeinnhold (C10-C40)	630	1250
<b>PAH 16 (µg/kg TS)</b>	Acenaften	3,34	7,91
	Acenaftylen	2,07	6
	Antracen	2,77	12,8
	Benzo[a]antracen	13,2	38,1
	Benzo[a]pyren	8,69	30,6
	Benzo[b]fluoranten	12,5	40,3
	Benzo[ghi]perylen	18,8	43,8
	Benzo[k]fluoranten	5,38	18,5
	Dibenzo[a,h]antracen	3,41	7
	Fenantren	24,8	112
	Fluoranten	33,2	137
	Fluoren	5,46	22,3
	Indeno[1,2,3-cd]pyren	4,66	19,3
	Krysen	17,9	47,2
	Naftalen	8,17	10,2
	Pyren	37,1	126
	Sum PAH(16) EPA	202	680
<b>PCB (µg/kg TS)</b>	PCB 101	0,9	0,7
	PCB 118	1,2	0,9
	PCB 138	0,9	1,3
	PCB 153	0,95	1,2
	PCB 180	0,7	0,8
	PCB 28	0,4	0,6
	PCB 52	0,6	0,9
		Sum 7 PCB	5,7

Tabell 1. Nivåer av miljøgifter i sedimenter i Lønningsbekken nedstrøms Fleslandsveien. < tilsier at konsentrasjonen er under den angitte verdien, men kan ikke kvantifiseres (verdien tilsvarer kvantifiseringsgrense for prøven).

Stoff	Normverdier (mg/kg)	Stasjon 1		Stasjon 2	
		Nivå (mg)	Tilstandsklasse	Nivå (mg)	Tilstandsklasse
Arsen	8	12*	II	16*	II
Bly	60	56	II	71*	II
Kadmium	1,5	0,39	I	0,5	II
Kobber	100	160**	II/III <sup>1</sup>	210**	III
Krom	50	67*	I	86*	I
Kvikksølv	1	0,033	I	0,044	I
Nikkel	60	26	I	31	I
Sink	200	240*	II	310*	II
Sum PCB	0,01	0,0057	I	0,0063	I
Sum PAH	2	0,202	I	0,680	I
Oljeinnhold <sup>2</sup>		630	III	1250	IV
PFOS	0,1	<0,0025		<0,0023	
Fluoren	0,8	0,00546		0,0223	
Fluoranten	1	0,0332		0,137	
Pyren	1	0,0371		0,126	
Benzo (a)pyren	0,1	0,00869	I	0,0306	I

Tabell 2. Normverdier og tilstandsklasser for miljøgifter i Lønningsbekken. Tilstandsklassene følger verdier fra Andersen m. fl. (1997), Hansen og Danielsberg (2009) og Konieczny og Juliussen (1994). Tilstandsklasser finnes foreløpig ikke for alle de angitte stoffer. Skala for tilstandsklasser er femdel. Tilstandsklasse I: Ubetydelig forurenset, II: moderat forurenset, III: markert forurenset og IV: Sterkt forurenset. \*Nivåer overstiger normverdier satt i forurensningsforskriften (Miljøverndepartementet 2004) og indikerer derfor forurensning. \*\*Nivå overstiger nivå satt i forurensningsforskriften og nivå for økologisk risiko satt av Statens Forurensningstilsyn (Bakke m fl. 2007). <sup>1</sup>Ifølge Hansen og Danielsberg (2009) tilsvarer dette klasse II, mens Andersen m. fl. (1997) kategoriserer dette som klasse III. <sup>2</sup>Normverdier mangler.

# Diskusjon

## *Vurdering*

Massene i Lønningsbekken er å anse som forurenset. Det vil si at normverdiene er oversteget og at det kreves ytterligere undersøkelser og vurderinger for å klargjøre eventuelle konflikter mellom miljøhensyn og brukerinteresser og behov for tiltak. Normverdiene er oversteget for Arsen, Krom, Kobber og Sink og er også forhøyet for oljeinnhold (normverdier mangler for olje). Det er ingen kjent tilførsel av øvrige miljøgifter oppstrøms for prøvelokalitetene.

Det er verdt å merke seg at grunn der konsentrasjonen av uorganiske helse- eller miljøfarlige stoffer ikke overstiger lokalt naturlig bakgrunnsnivå i området der et terrenginngrep er planlagt gjennomført, skal likevel ikke anses for forurenset. Stoffene som overstiger normverdier i Lønningsbekken inkluderer metaller der kobber har de høyeste nivåene. Denne undersøkelsen baserer seg kun på to prøvelokaliteter langs Lønningsbekken og utført på ett enkelt tidspunkt. Det er derfor ikke mulig å spore kildene til miljøgiftene. Det er tidligere funnet høye nivåer av kobber, nikkel og krom andre steder på Flesland (Velle m fl. 2013), men det er ikke avklart om dette er menneskeskapte utslipp eller om nivåene er innenfor naturlig bakgrunnsstøy. Det vil derfor være tilrådelig å utarbeide et prøveprogram som gir representative verdier og som søker å finne naturlige nivåer av tungmetaller i grunnen på Flesland. Herunder bør man også finne konsentrasjoner i biota for å kunne vurdere toksisitet.

## *Oljeinnhold*

Oljeinnholdet i sedimentene i Lønningsbekken anses å overskride et akseptabelt nivå og toleransegrense for enkelte organismer. Nivåene er for eksempel 10 til 60 ganger høyere enn i sedimenter ved oljeprosessanlegget på Kårstø eller oljeraffineriet på Mongstad (Haave m. fl 2012, Haave og Johansen 2013). For nye klassifiseringer av miljøtilstander i sediment og biota mangler oljeinnhold ettersom den toksiske effekten av olje anses å være dekket gjennom vurdering av PAH- innholdet (Allan m fl. 2011). I tilfellet ved Lønningsbekken er innholdet av PAH lavt i forhold til oljeinnholdet. Vi har derfor vurdert oljeinnhold i henhold til klassene for saltvann gitt i Konieczny og Juliussen (1994). Kromatogrammet fra den kjemiske analysen av oljeinnhold viste uforgreinete n-alkalier. Dette indikerer tydelig at oljeinnholdet i sedimentene stammer fra ferske utslipp av smøreolje. Biologisk nedbrutte n-alkalier er mer forgreinet og vil vises som flere topper i kromatogrammet. Dersom det er få topper vil oljen være lite nedbrutt. Konklusjonen blir at kilden til PAH i sedimentene ikke har samme kilde som oljeinnholdet i sedimentene. Oljen representerer et nytt lokalt utslipp. Dette bør følges opp.

## Krav til tiltak

Ved terrenginngrep i forurenset grunn plikter ifølge forurensningsforskriften tiltakshaver å gjennomføre de tiltak som er nødvendige for å sikre at a) grunnen ikke lenger er forurenset eller at fastsatte akseptkriterier for eiendommen ikke overskrides og b) anleggsarbeidet, herunder oppgraving og disponering av forurenset masse, ikke medfører forurensningsspredning eller fare for skade på helse eller miljø.

Forurenset masse som ikke disponeres på eiendommen, skal leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven. Dette betyr at lett forurenset gravemasser kan gjenbrukes på tomten (samme gbnr.). Videre krever forurensningsforskriften at det skal utarbeides en tiltaksplan dersom grunnen er forurenset. Som regel vil det bare være nødvendig å beregne risiko for spredning når jorda er forurenset i helsebasert tilstandsklasse 4 eller 5.

Forurensningsforskriften § 2-6 Krav til tiltaksplan lyder:

«For terrenginngrep i forurenset grunn skal det utarbeides tiltaksplan. Tiltaksplanen skal inneholde følgende punkter:

- 1) redegjørelse for de undersøkelser av forurensning i grunnen som er foretatt, jf. § 2-4,
- 2) redegjørelse for eventuelle akseptkriterier fastsatt etter § 2-5 bokstav a,
- 3) vurdering av risiko for forurensningsspredning under arbeidet som følge av terrenginngrepet, jf. § 2-5 bokstav b,
- 4) redegjørelse for hvilke tiltak som skal gjennomføres for å oppfylle kravene i § 2-5, samt tidsplan for gjennomføring,
- 5) redegjørelse for hvordan forurenset masse skal disponeres,
- 6) redegjørelse for hva som vil bli iverksatt av kontroll og overvåking under og etter terrenginngrepet, dersom det er behov for dette,
- 7) dokumentasjon for at tiltakene vil bli gjennomført av godkjente foretak, jf. forskrift 22. januar 1997 nr. 35 om godkjenning av foretak for ansvarsrett og foretak med særlig faglig kompetanse dersom det er stilt krav om dette, jf. § 2-7.»

Det er verdt å merke seg at det er kommunen som er forurensningsmyndighet. Tiltaksplanen skal sendes kommunen og kommunen godkjenner og fører tilsyn for at arbeidene skjer i samsvar med bestemmelser i forurensningsforskriften. Videre kan kommunen kreve dokumentasjon på at arbeidet skjer i samsvar med forurensningsforskriften og at tiltaksplan følges. I tillegg har klima- og forurensningsdirektoratet myndighet å fastsette retningslinjer for hvordan akseptkriteriene skal utarbeides. Akseptkriterier er beregnede konsentrasjoner av enkeltstoffer eller stoffgrupper i grunnen som kan aksepteres på bakgrunn av en risikovurdering basert på planlagt bruk av eiendommen og stedspesifikke forhold for øvrig.

Sedimentene i Fleslandselven nedstrøms Lønningsbekken består for en stor del av betongslam. Dette kan antas å være rester som renner fra betongfabrikken i umiddelbar nærhet. Substratet fremstår her som uegnet som gytesubstrat for fisk, og som substrat for bunndyr eller begroingsalger (for tett og for mye finsediment). pH i denne delen av bekken er forhøyet (9,7) og medfører periodevis akutt fiskedød (Velle m fl. 2013). Denne delen av bekken anses som død. Dersom det skal renskes opp i Lønningsbekken vil det samtidig viktig å hindre fremtidig tilsig av betong til bekken.



## Referanser

Allan IJ, Aas W, Green NW, Bæk K, Christensen G, Breivik K (2011) Passive air and water sampling at Andøya, Bjørnøya and Jan Mayen, 2009-2011. NIVA rapport 6188-2011 for Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), Oslo

Amundsen CE, Forfang I, Aasen R, Eggen T, Sørheim R, Hartnik R, Næs K (2008) Screening of polyfluorinated organic compounds at four fire training facilities in Norway. In: SFT (ed.), 88 s.

Andersen JR, Bratli JL, Fjeld E, Faafeng B, Grande M, Hem L, Holtan H, Krogh T, Lund V, Rosland D, Rosseland BO, Aanes KJ (1997) SFT veiledning 97:04. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn, Oslo

Bakke T, Oen A, Kibsgaard A, Breedveld G, Eek E, Helland A, Källqvist T, Ruus A, Hylland K (2007) Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. Statens Forurensningstilsyn, Oslo, 65 s.

Haave M, Johansen P-O, Alvestad T (2012) Overvåking av marinbiologiske forhold ved Statoils produksjonsanlegg på Mongstad i 2012, SAM- e-rapport nr 48-12. Uni Research 202 s.

Haave M, Johansen P-O (2013) Utkast til rapport: Resipientundersøkelse ved Kårstø Gjestehus 2012, SAM e-rapport serien, Uni Research.

Hansen HJ, Danielsberg A (2009) Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Statens forurensningstilsyn, Oslo, 29 s.

Konieczny RM, Juliussen A (1994) Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 1: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik - Kragerø. NIVA rapport 587/94 for Statens Forurensningstilsyn, Oslo, 185 s.

Miljøverndepartementet (2004) FOR 2004-06-01 nr 931: Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften): <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldeles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html>. Klima- og forurensningsavdelingen, Klima- og forurensningsdirektoratet

Møskeland T, Arp HP, Nyholm JR, Grabic R, Andersson P, Karrman A, Elgh-Dhalgren K, Venzi MS (2010) Environmental screening of selected "new" brominated flame retardants and selected polyfluorinated compounds 2009. In: Klif (ed.). Statlig Program for Forurensningsovervåking, 157 s.

Velle G, Pulg U, Andersen GL, Haave M, Schneider S (2013) Biologiske og kjemiske undersøkelser i vassdrag ved Bergen Lufthavn Flesland. Utkast til endelig rapport

## **Vedlegg**

***Analyserapport fra Eurofins (5 sider)***

***Om LFI Uni Miljø (1side)***



**Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA

Box 75

NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

Fax:

Uni Research AS  
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
5006 BERGEN  
**Attn: Gaute Velle**

**AR-13-MX-000443-01**



**EUNOBE-00005804**

Prøvemottak: 12.02.2013

Temperatur:

Analyseperiode: 12.02.2013-22.02.2013

Referanse: Avinor 11/2-13

## ANALYSERAPPORT

---

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2013-0212-031</b>	Prøvetakingsdato:	11.02.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Lønningsbekk Stasjon 1	Analysestartdato:	12.02.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Total tørrstoff	26	%	12%	NS 4764	0.02	
b) Arsen (As)	12	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
b) Bly (Pb)	56	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
b) Kadmium (Cd)	0.39	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
b) Kobber (Cu)	160	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
b) Krom (Cr)	67	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
b) Kvikksølv (Hg)	0.033	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
b) Nikkel (Ni)	26	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
b) Sink (Zn)	240	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	10	
a)* Tørrstoff	27.6	%		Internal method		
<b>a) PFC - perfluorerte forbindelser (22)</b>						
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	ND	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	4.9	µg/kg tv		Internal method		
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.7	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3.7	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 3.7	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorononansyre (PFNA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 3.7	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 2.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 4.9	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 4.9	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 4.9	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.7	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 4.9	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	ND	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	70.2	µg/kg tv		Internal method		
<b>Oljeinnhold C10-C40</b>						
Oljeinnhold (C10-C40)	630.00	mg/kg TS		ISO 9377-2	10	
<b>PAH 16</b>						
Naftalen	8.17	µg/kg TS		NS 9815	0.1	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Ljndre enn, &gt; :Stjrrre enn, nd :Ikke pjavist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om mjevlesikkerhet fjs ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten mjev ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersjkte prjven(e).



Acenaftilen	2.07 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Acenaften	3.34 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Fluoren	5.46 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Fenantren	24.8 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Antracen	2.77 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Fluoranten	33.2 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Pyren	37.1 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[a]antracen	13.2 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Krysen	17.9 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[b]fluoranten	12.5 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[k]fluoranten	5.38 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[a]pyren	8.69 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Indeno[1,2,3-cd]pyren	4.66 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Dibenzo[a,h]antracen	3.41 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[ghi]perylen	18.8 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Sum PAH(16) EPA	202 µg/kg TS	NS 9815	0.2
<b>PCB 7</b>			
PCB 101	0.90 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 118	1.20 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 138	0.90 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 153	0.95 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 180	0.70 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 28	0.40 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 52	0.60 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
Sum 7 PCB	5.70 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	1

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2013-0212-032</b>	Prøvetakingsdato:	11.02.2013			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Lønningsbekk Stasjon 2	Analysestartdato:	12.02.2013			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
b) Total tørrstoff	19	%	12%	NS 4764	0.02	
b) Arsen (As)	16	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
b) Bly (Pb)	71	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
b) Kadmium (Cd)	0.50	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
b) Kobber (Cu)	210	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
b) Krom (Cr)	86	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
b) Kvikksølv (Hg)	0.044	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
b) Nikkel (Ni)	31	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
b) Sink (Zn)	310	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	10	
a)* Tørrstoff	22.4	%		Internal method		
<b>a) PFC - perfluorerte forbindelser (22)</b>						
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	ND	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	4.6	µg/kg tv		Internal method		
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 3.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 3.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 3.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorononansyre (PFNA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 3.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 2.3	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 4.6	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 4.6	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 4.6	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) 6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 3.5	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 4.6	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	ND	µg/kg tv		Internal method	0.	
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	65.7	µg/kg tv		Internal method		
<b>Oljeinnhold C10-C40</b>						
Oljeinnhold (C10-C40)	1250.00	mg/kg TS		ISO 9377-2	10	
<b>PAH 16</b>						
Naftalen	10.2	µg/kg TS		NS 9815	0.1	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Løndre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



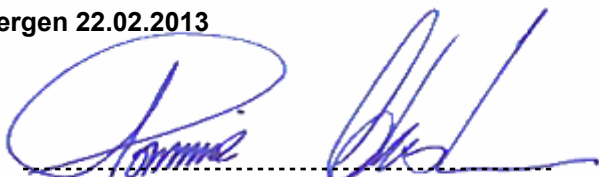
Acenaftylen	6.00 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Acenaften	7.91 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Fluoren	22.3 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Fenantren	112 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Antracen	12.8 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Fluoranten	137 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Pyren	126 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[a]antracen	38.1 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Krysen	47.2 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[b]fluoranten	40.3 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[k]fluoranten	18.5 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[a]pyren	30.6 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Indeno[1,2,3-cd]pyren	19.3 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Dibenzo[a,h]antracen	7.00 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Benzo[ghi]perylene	43.8 µg/kg TS	NS 9815	0.1
Sum PAH(16) EPA	680 µg/kg TS	NS 9815	0.2
<b>PCB 7</b>			
PCB 101	0.70 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 118	0.90 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 138	1.30 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 153	1.20 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 180	0.80 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 28	0.60 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
PCB 52	0.90 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	0.1
Sum 7 PCB	6.30 µg/kg TS	NS-EN 12766-2	1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a)\* Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

b) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

**Bergen 22.02.2013**


Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Lilnre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

---

## FERSKVANNSØKOLOGI - LAKSEFISK - BUNNDYR

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en seksjon ved Uni Miljø, en avdeling i Uni Research AS, et forskningsselskap eid av universitetet i Bergen og stiftelsen Universitetsforskning Bergen. LFI Uni Miljø tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer
- Vanndirektivet

---

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, og VESO), og FoU miljø hos oppdragsgivere. Vi har et nært samarbeid med Universitet i Bergen og veileder masterstudenter og doktorgradsstipendiater.

Våre internettsider finnes på <http://www.miljo.uni.no>