



# Organofosfater i arbeidsatmosfæren på norske offshoreinstallasjoner – Dagens eksponeringsbilde

Nr. 8, Årgang 12 (2011), STAMI-rapport  
ISSN nr. 1502-0932





## Organofosfater i arbeidsatmosfæren på norske offshore-installasjoner – Dagens eksponeringsbilde

Forfattere: Kasper F. Solbu, Syvert Thorud, Pål Molander

Prosjektleder: Pål Molander

Dato: 7. desember 2011

Serie: STAMI-rapport nr. 8, Årgang 12 (2011)

---

### Sammendrag:

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra en kartlegging av luftkonsentrasjoner av organofosfater med opphav fra turbinoljer i norsk olje- og gassindustri i perioden 2009-2010. Det er totalt samlet inn 120 organofosfatprøver fra fire kategorier av arbeidsoperasjoner og fra turbinrom ("hood") og turbinhall. Alle målinger er utført ved vedlikeholdsarbeider i turbinrom og turbinhall etter at turbinene var nedkjølt. Resultatene viser at konsentrasjonen av organofosfater i luft ved arbeid på kalde turbiner er lave (sub- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) der organofosfater (TPP og IPPP) ble påvist i kun 4 av 120 luftprøver. Passive langtidsprøver ble installert i perioder på 1-3 mnd inne i turbinrommet som en tilnærming til å undersøke om organofosfater frigjøres til luften i turbinrom når turbinen er i gang. Det ble funnet organofosfater på 21 av de 24 langtidsprøvene, som viste et potensial for deponering av organofosfater på veggene i turbinrom. STAMI har ikke fått rapporter om uventede og plutselige kjemiske forurensninger i arbeidsluften i forbindelse med arbeid tilknyttet turbinene på de aktuelle installasjonene i løpet av prøvetakingsperioden.

**Stikkord:** Olje- og gassindustrien, eksponering, turbinolje, organofosfater

**Key words:** Oil- and gas industry, exposure, turbine oils, organophosphates

## Innholdsfortegnelse

Forkortelser .....	V
Forord .....	VI
1. Introduksjon .....	1
2. Metode .....	2
2.1. Prøvetakingsstrategi .....	2
2.2. Prøvetakings- og analysemetoder .....	3
3. Resultater .....	4
3.1. Oversikt over innsamlede prøver og arbeidsoperasjoner .....	4
3.2. Oversikt over luftkonsentrasjoner av organofosfater .....	5
4. Oppsummering .....	7
Referanser .....	9
Vedlegg .....	12
Vedlegg 1:  Invitasjonsbrev	
Vedlegg 2:  Protokoll for deltakelse i forskningsprosjektet "Kartlegging av eksponering for organofosfater i hydraulikkoljer i norsk arbeidsliv"	

## Forkortelser

<b>ACC</b>	Tekstil av aktivert kull (eng.: <i>activated charcoal cloth</i> )
<b>ATD</b>	Automatisert termisk desorpsjon (eng.: <i>automated thermal desorption</i> )
<b>IPPP</b>	Isopropylert fenylfosfat, isomerblanding (eng.: <i>isopropylated phenyl phosphate, mixture of isomers</i> )
<b>GC-MS</b>	Gasskromatografi–massespektrometri (eng.: <i>gas chromatography–mass spectrometry</i> )
<b>LOQ</b>	Kvantifiseringsgrense (eng.: <i>limit of quantification</i> )
<b>OP / OPer</b>	Organofosfat / organofosfater (eng.: <i>organophosphate, OP / organophosphates, OPs</i> )
<b>STAMI</b>	Statens arbeidsmiljøinstitutt
<b>TCP</b>	Trikresylfosfat, isomerblanding (eng.: <i>tricresyl phosphate, mixture of isomers</i> )
<b>TmCP</b>	Tri- <i>m</i> -kresylfosfat ( <i>m</i> -TCP)
<b>TMPE</b>	Trimetylolpropanester (eng.: <i>trimethylolpropane ester</i> )
<b>TMPP</b>	Trimetylolpropanfosfat (eng.: <i>trimethylolpropane phosphate</i> )
<b>TnBP</b>	Tri- <i>n</i> -butylfosfat (eng.: <i>tri-n-butyl phosphate</i> )
<b>ToCP</b>	Tri- <i>o</i> -kresylfosfat ( <i>o</i> -TCP)
<b>TpCP</b>	Tri- <i>p</i> -kresylfosfat ( <i>p</i> -TCP)
<b>TPP</b>	Trifenylfosfat (eng.: <i>triphenyl phosphate</i> )
<b>VOC / tVOC</b>	Flyktige organiske forbindelser (eng.: <i>volatile organic compounds</i> ) / total-VOC

## Forord

Prosjektet "Organofosfater i arbeidsatmosfæren på norske offshore-installasjoner – Dagens eksponeringsbilde" ("organofosfatprosjektet") er gjennomført som et tilstøtende prosjekt til STAMIs hovedprosjekt "Eksponering for kjemikalier i olje- og gassindustrien – Dagens eksponeringsbilde". Sistnevnte prosjekt er initiert av bransjeorganisasjonene og styringsgruppen for næringens "Kjemikalieprosjekt" i dialog med Statens arbeidsmiljøinstitutt, som ledd i en større handlingsplan for å sette fokus på kjemisk arbeidsmiljø i den norske olje- og gassindustrien.

Prøvetakingsstrategien for organofosfatprosjektet ble utformet i tett dialog med fagpersoner i bransjen. Det ble innledningsvis foretatt en gjennomgang av organofosfatholdige oljer på de aktuelle installasjonene. Gjennomgangen viste at organofosfater hovedsakelig var til stede i turbinoljer, og det ble derfor fokusert på å følge arbeidsoperasjoner i forbindelse med vedlikehold og inspeksjon av turbiner i det videre arbeidet. Dagens praksis er at alt vedlikeholdsarbeid på turbinene skjer etter at turbinene er nedkjølt. Våre målinger er derfor kun utført under denne betingelsen.

Målemetodene og målingene fra luftfartsindustrien er tidligere publisert,<sup>1-5</sup> mens dette dokumentet rapporterer tilsvarende målinger av organofosfater som er blitt samlet inn fra olje- og gassindustrien i forbindelse med vedlikehold av turbiner på offshore-installasjoner. Det ble tatt i bruk samme metodikk som har blitt benyttet for tilsvarende målinger innen luftfartsindustrien. I tillegg har et godt samarbeid med bransjen vært helt avgjørende for gjennomføringen.

Dette arbeidet er utført av Kasper F. Solbu, Syvert Thorud og Pål Molander. Merete Hersson og Berit Bakke har gitt innspill til rapporten. Takk til Arbeidsdepartementet for finansiering av studien. Aktørene i olje- og gassindustrien takkes for deres interesse og for et godt samarbeid.

Oslo, 07.12.2011

## 1. Introduksjon

Mineralske/syntetiske hydraulikkoljer og smøreoljer (f.eks. turbinoljer) er samlede betegnelser på oljer benyttet som medier til trykk- og varmeoverføring, og som smørende kjemikalier som også motvirker slitasje og korrosjon. De fleste av disse oljene inneholder tilsetningsstoffer, som f.eks. organofosfater (OP), for å forbedre oljenes egenskaper.<sup>6,7</sup> Mange oljer inneholder organofosfat-isomerene trikresylfosfat (TCP), samt andre triaryl- eller trialkylfosfater, vanligvis med innhold under 1%.<sup>8</sup> Smøreoljer for jet-turbiner kan imidlertid inneholde høyere andel av organofosfater på typisk 1-5% TCP.<sup>8,9</sup> Syntetiske hydraulikkoljer kan inneholde en stor andel av organofosfater (20-90%), f.eks. butylfosfater,<sup>4</sup> på grunn av organofosfatenes brannhemmende egenskaper.<sup>10</sup>

Yrkesmessig eksponering for syntetiske og mineralske baseoljer kan i seg selv utgjøre en helserisiko ved å påvirke hud (ved direkte kontakt) og luftveier (ved innånding av aerosoler), som bl.a. kan resultere i sykdommer som dermatitt, bronkitt og astma.<sup>11-13</sup> I tillegg kan enkelte tilsetningsstoffer i oljene, slik som visse organofosfater, også gi toksikologiske effekter. F.eks. kan eksponering for enkelte organofosfatforbindelser forårsake akutte, eller forsinkede og kroniske neurologiske og psykiatriske syndromer.<sup>14-17</sup> Det er også rapportert nevrotoksiske effekter av langvarig eksponering for lave konsentrasjoner av organofosfater.<sup>18</sup> Organofosfater utgjør en stor gruppe med komponenter og grad av toksisitet kan variere i stor grad mellom forskjellige forbindelser. F.eks. er de forsinkede nevrotoksiske effektene til *orto*-isomerer av TCP (som isomeren tri-*o*-kresylfosfat, ToCP) godt dokumentert.<sup>9,13,19-24</sup> Eksponering for trifenyfosfat (TPP) er forbundet med dermatitt og hemolytiske effekter,<sup>25-30</sup> mens det for tri-*n*-butylfosfat (TnBP) er rapportert vekttap og dannelse av urinblæresvulst i forsøksdyr.<sup>30-33</sup> Helsefare i forhold til mulige dannelser av ukjente termiske nedbrytningsprodukter fra organofosfater ved oljelekkasjer og med avsetning på varme overflater slik som turbiner, er også blitt påpekt i den vitenskapelige litteraturen.<sup>34-38</sup> Én slik forbindelse, trimetylolpropanfosfat (TMPP), er i laboratorieforsøk godt dokumentert å dannes ved reaksjon mellom baseoljen trimetylolpropanester (TMPE) og tilsetningsstoffet TCP ved forhøyede temperaturer.<sup>39-44</sup> Dannelse av andre liknende dekomponeringsprodukter kan derfor ikke utelukkes. TMPP er nevrotoksisk og kan fremkalle kraftige epilepsilignende anfall med mulig dødelig utfall.<sup>40,45,46</sup>

I olje- og gassindustrien er organofosfater (isopropylert fenylfosfat (IPPP), TPP og TCP) først og fremst benyttet i smøreoljer til turbiner. Organofosfater er mindre vanlig i de hydraulikkoljene som typisk er i bruk på offshore-installasjonene. Eventuell eksponering for organofosfater vil derfor hovedsakelig kunne oppstå ved arbeidsoperasjoner tilknyttet tilsyn og vedlikehold av turbinene. Pga. turbinenes høye temperatur når de er i drift, er det også et potensial for dannelse av damp og evt. nedbrytningsprodukter ved lekkasje av turbinolje til turbinens varme overflate, med påfølgende eksponering hvis personell oppholder seg ved turbiner under slike forhold.

Det er ikke funnet dokumentasjon om eksponering for organofosfater i olje- og gassindustrien fra hydraulikk- og turbinoljer i den vitenskapelige litteraturen. Målet med dette arbeidet har derfor vært å gjennomføre en kartlegging av organofosfater i arbeidsluft på norske offshore-installasjoner.

## 2. Metode

### 2.1. Prøvetakingsstrategi

Et invitasjonsbrev (Vedlegg 1) ble sendt ut 18.12.2006 der alle norske operatørselskaper innen olje- og gassindustrien ble invitert til å delta i studien ( $n=6$ ). To selskaper avsto invitasjonen fordi de ikke benyttet organofosfatholdige oljer. STAMI utarbeidet et utkast til prøvetakingsstrategi som ble sendt til høring 23.08.2008 til selskapene og arbeidstakerorganisasjoner. Disse deltok med innspill og videre diskusjon på et møte 30.01.2009. Valg av hvilke installasjoner som skulle inngå i studien ble basert på innspill fra yrkeshygienikere og arbeidstakerorganisasjoner om mulige eksponeringssituasjoner, samt innsamlet informasjon fra operatørselskapene om turbinoljer og organofosfatinhold ved aktuelle installasjoner (Tabell 2-1). Oversikten omfattet også turbin typer, leverandører og installasjonsår (Tabell 2-2), type arbeid, og hvor ofte arbeidet ble utført ved turbinene hos deltakerselskapene. En detaljert beskrivelse av prøvetakingsstrategien er vist i protokollen (Vedlegg 2). Den endelige versjonen av protokollen (fra 03.06.2009) inneholdt informasjon om type og antall prøver, fordelt i personlig prøvetaking ved spesielle arbeidsoperasjoner og stasjonær prøvetaking i turbinrom og turbinhall.

Ved alle personlige og stasjonære prøver ble det utført parallell prøvetaking av oljetåke, VOC og organofosfater med bruk av aktiv prøvetaking, dvs. tre typer prøvetakere for hvert målepunkt. Organofosfater og oljetåke ble målt parallelt for å kunne beregne forhold mellom oljetåke og organofosfater. ATD-prøvetakeren ville i tillegg kunne gi ytterligere informasjon om nivåer av total-VOC (tVOC) med mulighet for å identifisere enkeltkomponenter av VOC. I denne rapporten omtales kun resultatene fra organofosfatmålingene.

Deltakerselskapene var selv ansvarlige for gjennomføringen av prøvetakingen og for å melde inn til STAMI aktuelle situasjoner som kunne inngå i måleserien. STAMI bistod med prøvetakingsutstyr, analyser og én person som var innom alle installasjonene for å sikre likhet mellom de stasjonære heldagsprøver i turbinhall og turbinrom.

Tabell 2-1: Oversikt over installasjoner, oljetyper og organofosfater.

Installasjon nr.	Turbinolje	OP-tilsetning (additiv)*	Innhold OP-additiv (fra datablad)
1, 2, 3, og 4	A	TPP/IPPP	0-5%
5	B, C	TCP	1-5%
6	D	TCP	1-5%
7	B, E	TCP	1-5%

\* TPP - trifenyfosfat (*triphenyl phosphate*), IPPP - isopropylert fenylfosfat (*isopropylated phenyl phosphate*), TCP - trikresylfosfat (*tricresyl phosphate*). IPPP og TCP er isomerblandinger.



Tabell 2-2: Oversikt over turbintyper og antall, installert på de aktuelle installasjonene

Turbintype	Leverandør	Antall	Installasjonsår
LM-2500	General Electric	15	1976, 1992, 1996,1998, 2005
LM-2500 DLE	General Electric	6	1998
Allison	Allison	1	-
Solar Centaur	Solar	1	-
Avon	Rolls Royce	1	-
RR RB211 24G	Cooper Rolls	4	1995

En "insidentprøvetaker"<sup>3</sup> er beskrevet i protokollen som en del av prøvetakingsstrategien (Vedlegg 2). Denne prøvetakeren ble ikke benyttet fordi den ikke tilfredstilte kravene for eksplosjonssikkerhet offshore.

## 2.2. Prøvetakings- og analysemetoder

En prøvetakingsmetode for å måle organofosfater i luft med opphav fra turbin- og hydraulikkoljer er blitt utviklet på STAMI og vitenskapelig publisert.<sup>2</sup> Metoden baserer seg på oppsamling av organofosfater ved hjelp av 37 mm totalstøvkassetten med glassfiberfilter og et Chromosorb 106 adsorbentør i serie bak totalstøvkassetten. Anbefalt pumpehastighet er 1,5 L/min. Filter og adsorbent fra prøvetakingen desorberes/ekstraheres med diklormetan og ekstraktene analyseres ved hjelp av GC-MS i "selected ion monitoring mode" (SIM-mode).<sup>2,47</sup>

De aktive organofosfatprøvetakerne ble benyttet for kartlegging av arbeidsoperasjoner eller for stasjonære målinger i turbinhall og turbinrom, med prøvetakingstid på opptil flere timer. Det ble i tillegg satt opp to typer passive langtidsprøvetakere: et tekstil (1 dm<sup>2</sup>) av aktivert kull ("activated charcoal cloth", ACC) og en aluminiumsflate (3-6 dm<sup>2</sup>). Begge metodene er basert på mulig deponering av organofosfater fra luften til overflaten og at dette gjenfinnes ved hjelp av henholdsvis avtørk ("wipe") av aluminiumsoverflaten med en kompress fuktet i løsemiddel og ekstraksjon av hele ACC-tekstilet.<sup>1,5</sup> De passive langtidsprøvetakerne ble montert på veggen i turbinrom i forbindelse med vedlikeholdsstans, og ble demontert igjen ved neste stans. Dette gav en prøvetakingstid/eksponeringstid på 1-3 måneder.

### 3. Resultater

#### 3.1. Oversikt over innsamlede prøver og arbeidsoperasjoner

Det ble samlet inn totalt 120 organofosfatprøver fra sju installasjoner i tillegg til passive langtidsmålinger i turbinhall med ACC- og wipe-prøvetaking.

Aktuelle arbeidsoperasjoner var beskrevet i protokollen, men i løpet av prøvetakingen ble dette endret noe på for å tilpasses det som faktisk var de mest vanlige arbeidsoperasjonene (Tabell 3-1). Målinger i turbinrom omfatter også enkelte målinger som er tatt rett etter at turbinrommet er gjort klar for åpning. Det er vanlig at det kan ta 10-20 minutter fra turbinen er kjørt ned til entring av turbinrommet tillates (da er turbinen tilstrekkelig avkjølt og turbinrommet godt ventilert).

ACC- og wipe-prøver ble montert parallelt både i turbinhall og turbinrom:

- Turbinhall: 7 stk. ACC og 7 stk. wipe på 6 installasjoner
- Turbinrom: 5 stk. ACC og 5 stk. wipe på 5 installasjoner, i tillegg til ett sett ACC/wipe som gikk tapt (prøvene ble demontert av annet personell da det ble antatt at den blanke aluminiumsoverflaten utløste branddetektor). I tillegg ble det tatt én wipe-prøve direkte fra vegg i ett turbinrom på to forskjellige installasjoner (eksponeringstid ble da ansett som ukjent) som en sammenlikning med de ordinære wipe-prøvene.

Tabell 3-1: Oversikt over antall organofosfatprøver for hver kategori av arbeidsoperasjon

Arbeidskategori	Arbeidsoppgaver	Antall prøver
Direkte håndtering av olje	Prøvetaking av olje, og kontakt med olje ved skifte av filter og screen	13
Turbininspeksjon	Innvendig inspeksjon (boroskopi), utvendig inspeksjon, og kontroll av turbin etter turbinbytte	23
Forebyggende vedlikehold	Kontroll/skifte av instrumenter tilknyttet turbin, vedlikehold/skifte av nagler i eksoskanal, klargjøring/vask av turbin	30
Annet vedlikehold	Arbeidsoperasjoner i forbindelse med bytte av turbin	8
Stasjonær - turbinhall	I hodehøyde	23
Stasjonær - turbinrom	I hodehøyde (også ved knestående arbeidsoperasjoner)	17
Stikkprøver	Prøver ved kranplatå og fra vent	5
(ikke angitt)		1
<b>Sum</b>		<b>120</b>

## 3.2. Oversikt over luftkonsentrasjoner av organofosfater

De aktive luftmålingene fra arbeidsoperasjoner tilknyttet turbiner med organofosfatholdige turbinoljer viste konsentrasjoner av organofosfater over deteksjonsgrensen kun i noen få tilfeller, og da i svært lave nivåer (maksimalt  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , TPP+IPPP):

*Aktive målinger innenfor én dag (personlige prøver av arbeidsoperasjoner og stasjonære prøver):*

- Tre personlige (av 63) målinger der organofosfater er funnet i forbindelse med turbininspeksjon og forebyggende vedlikehold (konsentrasjoner av TPP/IPPP på 0,05/0,03, 0,08/0,05 og 0,57/0,40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Én stasjonær måling (av 57) der organofosfater er funnet i turbinhall, plassert på trapp i hodehøyde mellom to turbinrom (konsentrasjoner av TPP/IPPP på 0,07/0,05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- Det ble samlet inn to stasjonære prøver i turbinrom i drift. Slange fra filterkassett til pumpe var trukket ned gjennom en rist på gulvet i turbinrommet. Pumpene var plassert under turbinrommet mens filterkassetten stod opp ca. 20 cm fra gulvet vendt mot turbinen. Disse prøvene gav ingen funn av organofosfater, hvilket kan forklares med kraftig ventilasjon gjennom turbinrommet (bl.a. var det merkbare trekk fra pumpenes plassering til turbinrommet gjennom risten).

*Passive målinger, 1-3 måneders eksponeringstid:*

- De 24 ACC/wipe-prøvene hadde en eksponeringstid på 42-126 dager, der eksponeringstiden var avhengig av tilgang for entring av turbinrommet i forbindelse med stans og vedlikehold av turbin.
- TCP-holdig og TPP/IPPP-holdig turbinolje ble hver for seg benyttet på tre installasjoner. Resultatene fra wipe/ACC-prøvetakingen er vist i Tabell 3-2.
- Stikkprøven med avtørk/wipe direkte fra vegg i turbinrom viste nivåer på henholdsvis 2-4  $\text{mg}/\text{dm}^2$  (TPP/IPPP,  $n=1$ ) og 640  $\text{mg}/\text{dm}^2$  (TCP,  $n=1$ ), men med ukjent eksponeringstid mot vegg. Til sammenlikning blir tilsvarende ordinære wipe-målinger (med kjent eksponeringstid) fra samme installasjon omregnet til 0,03-0,13  $\text{mg}/\text{dm}^2$  (TPP/IPPP) og 0,13  $\text{mg}/\text{dm}^2$  (TCP).

Tabell 3-2: Organofosfatnivåer målt med ACC/wipe-prøvetaking\*

Organofosfat		Turbinrom (ng/dm <sup>2</sup> /dag)	Turbinhall (ng/dm <sup>2</sup> /dag)
TCP #	<b>Median</b>	<b>270</b>	<b>11</b>
	Minimum	47	<LOQ <sup>§</sup>
	Maksimum	1020	120
TPP / IPPP	<b>Median</b>	<b>1,7 / 2,2</b>	<b>2,0 / 1,0</b>
	Minimum	1,3 / 0,7	<LOQ <sup>§</sup>
	Maksimum	44 / 48	12 / 13

\*  $n=6$  for alle målinger, unntatt TCP i turbinrom ( $n=4$ )

# De mest toksiske TCP-isomerene (*orto*-isomerer) ble ikke påvist. Bestemmelsen av TCP inkluderer derfor kun meta- og para-isomerer.

<sup>§</sup> <LOQ – mindre enn kvantifiseringsgrense (*limit of quantification*). LOQ vil variere med areal av wipe/ACC-området og eksponeringstiden.

## 4. Oppsummering

Vi har i dette prosjektet kartlagt luftkonsentrasjoner av organofosfater (TPP, IPPP og TCP) på 7 norske offshore-installasjoner. Resultatene viser at konsentrasjonen av organofosfater i luft ved arbeid på kalde turbiner er lave (sub- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Organofosfater (TPP og IPPP) ble påvist i kun 4 av 120 luftprøver. Langtidsprøver ble installert i perioder på 1-3 mnd inne i turbinrommet for å undersøke om organofosfater frigjøres til luften i turbinrom når turbinen er i gang. Det ble funnet organofosfater (TCP og TPP/IPPP) på 21 av de 24 langtidsprøvene som viser at deponering av turbinolje fra turbin til veggene i turbinrommet kan forekomme under normal drift og ventilasjon. Målingene viser høyere nivåer av TCP enn tilsvarende målinger i cockpit som er utført i luftfartsindustrien (maks. 8,2  $\text{ng}/\text{dm}^2/\text{dag}$ , TCP funnet i ca. 20% av prøvene).<sup>5</sup> Det ble ikke påvist *orto*-isomerer av TCP.

Det har tidligere vært rapportert om personell som har blitt eksponert for turbinoljer i forbindelse med arbeidsoperasjoner som er blitt utført i turbinrom mens turbinen har vært i drift. I gjennomgangen av turbiner og arbeidsoperasjoner sammen med selskapene og arbeidstakerorganisasjoner kom det frem at ingen av installasjonene tillot slikt arbeid i dag, og at alt arbeid i turbinrom ble utført etter at turbinen var nedstengt og avkjølt (bl.a. ved hjelp av kraftig ventilasjon). Dette ble også bekreftet av personell på de aktuelle installasjonene i løpet av prøvetakingsperioden. Disse forholdene bidrar sterkt til å redusere potensialet for eksponering ved arbeidsoperasjoner tilknyttet turbinene, sammenlignet med forhold der personell kan oppholde seg i turbinrommet mens turbinen er i drift.

Eksponeringsnivåene for organofosfater fra turbinoljer i Nordsjøen i dag vurderes ikke som vesentlige på bakgrunn av målingene som er blitt utført og de forholdene som er blitt observert når gjeldende instruksjer og rutiner følges. Eksponeringsnivået fra tidligere tider har man ingen dokumentasjon på, og det kan ikke utelukkes at det tidligere var høyere eksponeringsnivåer og større bruk av oljer med innhold av mer potente organofosfater.

Våre resultater gir en oversikt over gjennomsnittseksponering ved utførelse av enkelte arbeidsoperasjoner. Disse metodene vil ikke kunne dokumentere kortvarige høye eksponeringssituasjoner. Fordi prosjektet kun skulle omfatte *dagens eksponeringsbilde* ble det i protokollen ikke lagt opp til at det også skulle utføres eksponeringsmålinger ved simulering av oljelekkasje med turbin i drift (varm turbin). Slik simulering ville dessuten bryte med gjeldende prosedyrer for opphold i turbinrommet, samt at måleutstyr ikke kunne etterlates i turbinrommet med turbinen i drift pga. den sterke varmeutviklingen fra turbinen. STAMI har ikke fått rapporter om uventede og plutselige kjemiske forurensninger i arbeidsluften i forbindelse med arbeid tilknyttet turbinene på de aktuelle installasjonene i løpet av prøvetakingsperioden. Informasjon om slike hendelser er av STAMI ikke samlet inn på en systematisk måte.

Dette er etter vår kjennskap den første studien i verden hvor det er blitt gjennomført målinger av organofosfater i luft på offshore-installasjoner. Dette har vært mulig fordi det er blitt utviklet metodikk som er spesialtilpasset til problemstillingen, samt at STAMI har fått god erfaring med

metoden i bruk ved tilsvarende prøvetaking i luftfartsindustrien.<sup>2,5</sup> Vi er gjort kjent med at disse prøvetakings- og analysemetodene nå benyttes i studier i andre land. Disse etterfølgende studiene vil kunne gi viktig informasjon om skadepotensialet knyttet til organofosfateksponering fra hydraulikk- og smøreoljer.

## Referanser

- 1) K.F. Solbu, Airborne organophosphates in the aviation industry - Sampling development and occupational exposure measurements (Ph.D. Thesis), *Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo*, Oslo, **2011**.
- 2) K. Solbu, S. Thorud, M. Hersson, S. Ovrebo, D.G. Ellingsen, E. Lundanes, and P. Molander. Determination of airborne trialkyl and triaryl organophosphates originating from hydraulic fluids by gas chromatography-mass spectrometry, *J. Chromatogr. , A*, **2007**, *1161(1-2)*, 275-283.
- 3) K. Solbu, M. Hersson, S. Thorud, E. Lundanes, T. Nilsen, O. Synnes, D. Ellingsen, and P. Molander. Compact semi-automatic incident sampler for personal monitoring of volatile organic compounds in occupational air, *J. Environ. Monit.*, **2010**, *12*, 1195-1202.
- 4) K. Solbu, H.L. Daae, S. Thorud, D. Ellingsen, E. Lundanes, and P. Molander. Exposure to airborne organophosphates originating from hydraulic and turbine oils among aviation technicians and loaders, *J. Environ. Monit.*, **2010**, *12*, 2259-2268.
- 5) K. Solbu, H.L. Daae, R. Olsen, S. Thorud, D.G. Ellingsen, T. Lindgren, B. Bakke, E. Lundanes, and P. Molander. Organophosphates in aircraft cabin and cockpit air-method development and measurements of contaminants, *J. Environ. Monit.*, **2011**, *13 (5)*, 1393-1403.
- 6) U. J. Möller, Hydraulic fluids, in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, ed. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 6th edn., **2003**, pp. 683-695.
- 7) J. Wills, Hydraulic fluids, in *Kirk-Othmer's Encyclopedia of chemical technology*, ed. John Wiley & Sons, New York, 3rd edn., **1980**, pp. 712-733.
- 8) The Norwegian Petroleum Industry Association (NP). *Resultat av oljeselskapenes kartlegging av organofosfater i smøreljer*, Acv/325.0, Oslo, Norway, **2004**.
- 9) C.R. Mackerer, M.L. Barth, A.J. Krueger, B. Chawla, and T.A. Roy. Comparison of neurotoxic effects and potential risks from oral administration or ingestion of tricresyl phosphate and jet engine oil containing tricresyl phosphate, *J. Toxicol. Environ. Health. A*, **1999**, *57(5)*, 293-328.
- 10) T. C. Wolfe, US patent 2006278846; High-performance hydraulic fluids for jet aircraft containing tributyl phosphate triisobutyl phosphate and triaryl phosphates. **2006**, pp.1-4.
- 11) A.T. Simpson, M. Stear, J.A. Groves, M. Piney, S.D. Bradley, S. Stagg, and B. Crook. Occupational exposure to metalworking fluid mist and sump fluid contaminants, *Ann. Occup. Hyg.*, **2003**, *47(1)*, 17-30.
- 12) W.E. Dalbey and R.W. Biles. Respiratory Toxicology of Mineral Oils in Laboratory Animals, *Appl. Occ. Environ. Hyg.*, **2003**, *18(11)*, 921-929.
- 13) G.C. Hard. Short-term adverse effects in humans of ingested mineral oils, their additives and possible contaminants - a review, *Hum. & Exp. Toxicol.*, **2000**, *19(3)*, 158-172.
- 14) T.C. Marrs. Organophosphate poisoning, *Pharmacol. Ther.*, **1993**, *58 (1)*, 51-66.
- 15) G.A. Jamal. Neurological syndromes of organophosphorus compounds, *Adverse Drug React. Toxicol. Rev.*, **1997**, *16(3)*, 133-170.
- 16) P. Glynn. Neuropathy target esterase, *Biochem. J.*, **1999**, *344(3)*, 625-631.
- 17) M. Lotti and A. Moretto. Organophosphate-induced delayed polyneuropathy, *Toxicol. Rev.*, **2005**, *24(1)*, 37-49.

- 18) G.A. Jamal, S. Hansen, and P.O.O. Julu. Low level exposures to organophosphorus esters may cause neurotoxicity, *Toxicol.*, **2002**, 181-182, 23-33.
- 19) P.H. Craig and M.L. Barth. Evaluation of the hazards of industrial exposure to tricresyl phosphate: a review and interpretation of the literature, *J. Toxicol. Environ. Health. B. Crit. Rev.*, **1999**, 2(4), 281-300.
- 20) P. Glees and W.G. White. The absorption of tri-ortho-cresyl phosphate through the skin of hens and its neurotoxic effects, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, **1964**, 24, 271-274.
- 21) R.I. Freudenthal, L. Rausch, J.M. Gerhart, M.L. Barth, C.R. Mackerer, and E.C. Bisinger. Subchronic neurotoxicity of oil formulations containing either tricresyl phosphate or tri-orthocresyl phosphate, *J. Am. Coll. Toxicol.*, **1993**, 12(4), 409-416.
- 22) J.M. Krebs, R.M. Park, and W.L. Boal. A neurological disease cluster at a manufacturing plant, *Arch. Environ. Health*, **1995**, 50(3), 190-195.
- 23) M.K. Johnson and P. Glynn. Neuropathy target esterase (NTE) and organophosphorus-induced delayed polyneuropathy (OPIDP): recent advances, *Toxicol. Lett.*, **1995**, 82/83(1-6), 459-463.
- 24) M.B. Abou-Donia and D.M. Lapadula. Mechanisms of organophosphorus ester-induced delayed neurotoxicity: type I and type II, *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, **1990**, 30, 405-440.
- 25) J.S. Pegum. Contact dermatitis from plastics containing triaryl phosphates, *Br. J. Dermatol.*, **1966**, 78(12), 626-631.
- 26) T. Sato, K. Watanabe, H. Nagase, H. Kito, M. Niikawa, and Y. Yoshioka. Investigation of the hemolytic effects of various organophosphoric acid triesters (OPEs) and their structure-activity relationship, *Toxicol. Environ. Chem.*, **1997**, 59(1-4), 305-313.
- 27) Anon. Triphenyl phosphate, *Dangerous Prop. Ind. Mater. Rep.*, **1986**, 6(4), 91-100.
- 28) A.M. Saboori, D.M. Lang, and D.S. Newcombe. Structural requirements for the inhibition of human monocyte carboxylesterase by organophosphorus compounds, *Chem. -Biol. Interact.*, **1991**, 80(3), 327-338.
- 29) J.G. Camarasa and E. Serra-Baldrich. Allergic contact dermatitis from triphenyl phosphate, *Contact dermatitis*, **1992**, 26(4), 264-265.
- 30) K. Lin. Joint acute toxicity of tributyl phosphate and triphenyl phosphate to *Daphnia magna*, *Environ. Chem. Lett.*, **2009**, 7(4), 309-312.
- 31) L.L. Arnold, W.R. Christenson, M. Cano, M.K. St John, B.S. Wahle, and S.M. Cohen. Tributyl phosphate effects on urine and bladder epithelium in male Sprague-Dawley rats, *Fund. Appl. Toxicol: Off. J. Soc. Toxicol.*, **1997**, 40(2), 247-255.
- 32) C.S. Auletta, M.L. Weiner, and W.R. Richter. A dietary toxicity/oncogenicity study of tributyl phosphate in the rat, *Toxicol.*, **1998**, 128(2), 125-134.
- 33) C.S. Auletta, L.A. Kotkoskie, T. Saulog, and W.R. Richter. A dietary oncogenicity study of tributyl phosphate in the CD-1 mouse, *Toxicol.*, **1998**, 128(2), 135-141.
- 34) C. van Netten and V. Leung. Comparison of the constituents of two jet engine lubricating oils and their volatile pyrolytic degradation products, *Appl. Occ. Environ. Hyg.*, **2000**, 15(3), 277-283.
- 35) C. van Netten and V. Leung. Hydraulic fluids and jet engine oil: pyrolysis and aircraft air quality, *Arch. Environ. Health*, **2001**, 56(2), 181-186.



- 36) K.J. Paciorek, R.H. Kratzer, J. Kaufman, J.H. Nakahara, T. Christos, and A.M. Hartstein. Thermal oxidative degradation studies of phosphate esters, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **1978**, 39(8), 633-639.
- 37) D.A. Kalman, K.J. Voorhees, D. Osborne, and I.N. Einhorn. Production of a bicyclophosphate neurotoxic agent during pyrolysis of synthetic lubricant oil, *J. Fire. Sci.*, **1985**, 3(5), 322-329.
- 38) M. Porvaznik, J.F. Wyman, P. Serve, and D.E. Uddin. Evaluation of the acute dermal toxicity of a thermally decomposed military specification L-23699 synthetic aircraft lubricant, *J. Toxicol. , Cutan. Ocul. Toxicol.*, **1987**, 6(4), 299-308.
- 39) J.F. Wyman, M. Porvaznik, P. Serve, D. Hobson, and D.E. Uddin. High temperature decomposition of military specification L-23699 synthetic aircraft lubricants, *J. Fire. Sci.*, **1987**, 5 (3), 162-177.
- 40) J. Wyman, E. Pitzer, F. Williams, J. Rivera, A. Durkin, J. Gehringer, P. Serve, D. von Minden, and D. Macys. Evaluation of shipboard formation of a neurotoxicant (trimethylolpropane phosphate) from thermal decomposition of synthetic aircraft engine lubricant, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **1993**, 54 (10), 584-592.
- 41) A.B. Callahan, D.V. Tappan, L.W. Mooney, E. Heyder. *Analysis of hydraulic fluids and lubricating oils for the formation of trimethylolpropane phosphate (TMP-P)*, Special Report SP89-5, Nav. Submar. Med. Res. Lab.: Connecticut, USA, **1989**.
- 42) P.W. Centers. Potential neurotoxin formation in thermally degraded synthetic ester turbine lubricants, *Arch. Toxicol.*, **1992**, 66(9), 679-680.
- 43) R.L. Wright, Jr. Formation of the neurotoxin TMPP from TMPE-phosphate formulations, *Tribol. Trans.*, **1996**, 39(4), 827-834.
- 44) W.A. Rubey, R.C. Striebich, J. Bush, P.W. Centers, and R.L. Wright. Neurotoxin formation from pilot-scale incineration of synthetic ester turbine lubricants with a triaryl phosphate additive, *Arch. Toxicol.*, **1996**, 70(8), 508-509.
- 45) J. Lin, G.D. Ritchie, D.A. Stenger, A.F. Nordholm, J.J. Pancrazio, and J. Rossi, III. Trimethylolpropane Phosphate Induces Epileptiform Discharges in the CA1 Region of the Rat Hippocampus, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **2001**, 171 (2), 126-134.
- 46) E.W. Keefer, A. Gramowski, D.A. Stenger, J.J. Pancrazio, and G.W. Gross. Characterization of acute neurotoxic effects of trimethylolpropane phosphate via neuronal network biosensors, *Biosens. Bioelectron.*, **2001**, 16 (7-8), 513-525.
- 47) S. Thorud, B. Bakke, M. Hersson, H.L. Daae, K.F. Solbu, H. Johnsen, N.P. Skaugset, T. Woldbæk, K. Halgard, K.K. Heldal, A. Skogstad, Y. Thomassen, W. Eduard, D. Ellingsen. *Prøvetakings- og analysemetoder - Beste praksis*, Rapport Nr. 2, Årgang 12, STAMI: Oslo, **2011**.

## Vedlegg

Vedlegg 1: Invitasjonsbrev

Vedlegg 2: Protokoll for deltakelse i forskningsprosjektet "Kartlegging av eksponering for organofosfater i hydraulikkoljer i norsk arbeidsliv"



Likelydende brev er sendt til:

Statoil ASA  
Norsk Hydro ASA  
Norske ShellA/S  
ExxonMobil  
Conoco Phillips Norge  
BP Norge AS  
Total E&P Norge AS

Kopi:  
Arbeids- og inkluderingsdepartementet  
Petroleumstilsynet  
Oljeindustriens landsforening

*Deres ref.*

*Vår ref.: 200601073-1- 342.3/PMO Dato: 18.12.2006*

*Våre saksbehandlere:* Pål Molander, tlf. 23 19 53 33, [pal.molander@stami.no](mailto:pal.molander@stami.no)

## **Invitasjon til å delta i forskningsprosjektet ”Kartlegging av yrkeseksponering for organofosfater i hydraulikkoljer i norsk arbeidsliv”**

Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) fikk i 2004 i oppdrag av Arbeids- og administrasjonsdepartementet (nå Arbeids- og inkluderingsdepartementet) om å igangsette et forskningsprosjekt vedrørende kartlegging av yrkeseksponering for organofosfater fra hydraulikkoljer. Prosjektet er et dr.gradsprosjekt, og skal sluttrapporteres i 2008. Innledningsvis i prosjektet er det utviklet og validert analytisk metodikk som muliggjør eksponeringsmålinger av organofosfater fra hydraulikkoljer. Vi er nå i gang med å kartlegge eksponeringsforhold i relevante bransjer.

I den anledning ba vi om et møte med Oljeindustriens landsforening (OLF) for å kunne orientere om vårt oppdrag og prosjekt, og for å komme med en invitasjon til samarbeid vedrørende eksponeringskartlegging offshore, hvor spesielt mulig eksponering knyttet til arbeid med turbiner ønskes kartlagt. Møtet ble avholdt i OLFs lokaler 11.12.2006, og flere av selskapene var representert. En elektronisk kopi av lysarkene som ble presentert på møtet kan fåes ved henvendelse til [pal.molander@stami.no](mailto:pal.molander@stami.no) eller til leder av OLFs yrkeshygiene nettverk Vegard Peikli, Statoil ([vepei@statoil.com](mailto:vepei@statoil.com)). På bakgrunn av dette møtet ble det besluttet at vi skulle ta direkte kontakt pr. brev med hver enkelt selskap for å komme med en offisiell henvendelse om deltagelse i prosjektet, hvilket vi med dette gjør.

Vi ser allikevel det som en stor fordel å forholde oss til offshore-sektoren som en samlet bransje, og ser gjerne OLF som en samlende instans i det evt. videre arbeidet. Dette vil også forenkle evt. senere rapportering hvor eksponeringsdata vil bli presentert fordelt på arbeidsoperasjon snarere enn selskap e.l. Spesifikke eksponeringsdata til hvert enkelt selskap til internt bruk vil selvfølgelig være tilgjengelig etter forespørsel.

Av praktiske hensyn ønsker vi at selskapenes HMS-personale selv skal stå for den praktiske utførelsen prøvetakingen. STAMI dekker alle andre utgifter knyttet til prøvetakere og analyse av disse. Grunnet den stor ytre interessen for dette prosjektet ser vi det som en stor fordel at man i fellesskap og i samråd med selskapenes fagpersonell, HMS-/BHT-personale, og arbeidstakerorganisasjoner kommer frem til lokaliteter og arbeidsoperasjoner som er relevante i forhold til eksponeringskartlegging, basert på hvilke typer oljer og teknologi som benyttes. Dette er en fremgangsmåte vi har god erfaring med fra andre prosjekter. Hvis vi får oppslutning om dette tar vi sikte på å gjennomføre eksponeringskartleggingen i.l.a. 2007, fortrinnsvis i første halvår hvis det er praktisk mulig, i nær dialog med selskapene.

Som Dere kanskje er kjent med er prosjektet igangsatt som en følge av en reportasjeserie i Dagbladet våren 2003. Denne saken er igjen nylig blitt omtalt på Dagbladet nett, som en del av en reportasjeserie om HMS-forhold i oljebransjen generelt. Denne ytre medieinteressen er noe vi erkjenner virker forstyrrende for gjennomføringen av prosjektet, og er en utfordring vi som forskningsinstitusjon gjerne skulle unnvært. Men vi arbeider grundig for å kunne håndtere disse utfordringene og har en bevisst kommunikasjonsstrategi vi følger. Det er også viktig for oss å presisere at vi forholder oss til vitenskapelig etiske normer som tilsier at vi ikke uttaler oss om forskningsresultater fra prosjekter før disse er rapportert/publisert. Følgelig uttaler vi oss kun til media om hva vi til enhver tid på et overordnet nivå gjør i prosjektet, noe vi er pålagt å gjøre som en offentlig etat. Dette er en strategi vi føler vi har lykkes godt med så langt i prosjektet og i andre aktiviteter for øvrig. Som det nasjonale forskningsinstituttet for arbeidsmiljø og –helse er det svært viktig for oss å fremstå som en ryddig, redelig og partsnøytral forskningsinstitusjon med faglig integritet.

Vi ønsker i første omgang en tilbakemelding på om dere er positive til å delta i prosjektet. Vi minner i den anledning om at prosjektet er initiert på initiativ fra arbeidsmiljømyndighetene over ekstraordinære midler. Vi står gjerne til disposisjon hvis dere skulle trenge ytterligere informasjon i saken, og håper på en tilbakemelding fra Dere innen utgangen av fredag 12. januar 2007.

Med vennlig hilsen  
Statens arbeidsmiljøinstitutt

Pål Molander  
Forskningsdirektør

Syvert Thorud  
senioringeniør

Kopi:  
Arbeids- og inkluderingsdepartementet  
Petroleumstilsynet  
Oljeindustriens landsforening

**Adresseliste:**

Statoil ASA  
Forusbeen 50  
4035 Stavanger  
Attn: HMS-avdelingen

ExxonMobil  
Postboks 60  
4064 Stavanger  
Attn: HMS-avdelingen

Conoco Phillips Norge  
Postboks 220  
4098 Tananger  
Attn: HMS-avdelingen

BP Norge AS  
Postboks 197 Forus  
4065 Stavanger  
Attn: HMS-avdelingen

Norske Shell A/S  
Postboks 40  
4098 Tananger  
Attn: HMS-avdelingen

Norsk Hydro ASA  
Sandslivn. 90  
5254 Sandsli  
Attn: HMS-avdelingen

Total E&P Norge AS  
Postboks 168  
4001 Stavanger  
Attn: HMS-avdelingen

Arbeids- og inkluderingsdepartementet  
Arbeidsmiljø- og sikkerhetsavdelingen  
Postboks 8119 Dep  
0033 Oslo

Petroleumstilsynet  
Postboks 599  
4003 Stavanger

Oljeindustriens landsforening  
Postboks 8065  
4068 Stavanger





Til de deltakende selskapene

## **PROTOKOLL FOR DELTAGELSE I FORSKNINGSPROSJEKTET "KARTLEGGING AV EKSPONERING FOR ORGANOFOSFATER FRA HYDRAULIKKOLJER I NORSK ARBEIDSLIV"**

Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) gjennomfører en eksponeringskartlegging for organofosfater som har opphav fra hydraulikk- og smøreoljer. Prosjektet er direkte finansiert fra Arbeids- og inkluderingsdepartementet (AID) som et doktorgradsprosjekt. Innledningsvis i prosjektet er det utviklet og validert analytisk metodikk (publisert i 2007) som muliggjør eksponeringsmålinger av organofosfater fra hydraulikkoljer fra luft (publikasjonen er tilgjengelig på <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2007.05.087>).

Vi har nylig avsluttet den delen av prosjektet som har rettet seg mot luftfartsindustrien, hvor det er blitt gjennomført opp mot 900 eksponeringsmålinger knyttet til mulige eksponeringssituasjoner hos flymekanikere, stuere og flygende personell. Vår erfaring er at den utviklede metodikken er velfungerende til formålet, og at gjennomføringen av eksponeringskartleggingen har gått som forventet i godt samarbeid med bransjen. Vi er i ferd med å skrive sammen og sende inn ytterligere tre vitenskapelige artikler på bakgrunn av arbeidet så langt i prosjektet. Vi har håp om at eksponeringskartleggingen i offshoresektoren også skal resultere i én vitenskapelig publikasjon.

STAMI har på bakgrunn av det første protokollutkastet og de etterfølgende møter og kommunikasjon med alle involverte parter utarbeidet et nytt utkast for en felles prøvetakingsprotokoll. **Hvert selskap stiller med eget HMS-personale (som er kjent på installasjonen) for utførelsen av den praktiske prøvetakingen. For å sikre en harmonisering av alle målingene som skal gjøres i bransjen stiller STAMI med én person på den første dagen, eller utvalgte dager, for prøvetaking på hver installasjon så langt det er praktisk mulig, særlig i forbindelse med å identifisere stasjonære målepunkter.** STAMI dekker alle utgifter knyttet til prøvetakere og analyse av disse.

## Følgende felt/installasjoner er inkludert:

1. Installasjon 1
2. Installasjon 2
3. Installasjon 3
4. Installasjon 4
5. Installasjon 5
6. Installasjon 6
7. Installasjon 7

STAMI foreslår at de samme typer målemetoder som er blitt gjennomført i luftfartsbransjen gjennomføres offshore. Følgende metoder ønskes benyttet (A - parallelle aktive luftmålinger, B - parallelle passive luftmålinger, C - insidentmålinger):

- A-1. Pumpet prøvetaking av organofosfater (OP) i luft
- A-2. Pumpet prøvetaking av oljetåke/damp (OTD) (parallelt med OP-målingene)
- A-3. Pumpet prøvetaking av flyktige organiske forbindelser (VOC) (parallelt med OP-målingene)
  
- B-1. Passiv wipe-prøvetaking (stasjonært): Deponering/adsorpsjon fra omgivelsene på 400 cm<sup>2</sup> ren overflate (tapet felt) i 1-2 måneder (vaskes av med kompress vætet med løsemiddel før ekstraksjon av kompress i løsemiddel)
- B-2. Passiv prøvetaking (stasjonært): Deponering/adsorpsjon fra omgivelsene på 100 cm<sup>2</sup> ren overflate (aktivert kull i form av stoffstykke) i 1-2 måneder (desorberes i løsemiddel). Plasseres nær wipe-prøvetaker.
  
- C-1. Utplassering av insident-prøvetakere i 6 måneder (1 sampler pr. installasjon) til bruk i turbinhall ved lekkasje eller andre insidenter. Sampleren kan enkelt aktiveres for prøvetaking i 30 minutter. Etter evt. aktivering sendes prøvetakerne til STAMI for analyse, og ny utsendelse innenfor tidsrammen på 6 måneder.

I enighet med aktørene er det blitt bestemt at det først og fremst skal måles på arbeidsoperasjoner fremfor stillingstitler/yrkeskategorier. På bakgrunn av de videre tilbakemeldingene er det satt opp generelle arbeidsoperasjoner som kan tenkes å inkludere i størst mulig grad de faktiske og aktuelle arbeidsoperasjonene på de forskjellige installasjonene. Det skal først og fremst gjøres personlig prøvetaking, med unntak av stasjonær prøvetaking i turbinhall og -hood (punkt B-1 og B-2, det presiseres at de stasjonære målingene ikke vil representere reelle personlige eksponeringsnivåer og vil fungere kun som en indikator for eventuelle punktutslipp). Det må ved hver operasjon noteres den nøyaktige arbeidsoperasjonen, samt noteres om arbeidet utføres ved varm eller kald turbin.

**Det må utføres minst tre selvstendige målinger (på forskjellige personer eller på forskjellige tidspunkter) for hver arbeidsoperasjon og hvert målepunkt som det måles på.**

Det er ellers viktig at én brukt og én ny oljeprøve sendes inn fra hver installasjon som referanse.

---

Postadresse:  
Postal address:  
Pb 8149 Dep.  
NO-0033 Oslo, Norway

Besøksadresse:  
Visiting address:  
Gydas vei 8  
Majorstuen

Telephone: +47 23 19 51 00  
Telefax: +47 23 19 52 00  
Org. nr. 874 761 222

E-mail: [stami@stami.no](mailto:stami@stami.no)  
[www.stami.no](http://www.stami.no)



Aktiv prøvetaking (med metoder A1-A3):

- P-1. **Tilstandskontroll av turbin.** Spesifikk arbeidsoperasjon som ser ut til å utføres på alle installasjoner, og inkluderer prøvetaking av turbinoljen.
- P-2. **Turbininspeksjon.** Spesifikk arbeidsoperasjon som ser ut til å utføres på alle installasjoner (men noe variasjon av frekvens).
- P-3. **Lekkasjesøk.** Spesifikk arbeidsoperasjon som ser ut til å utføres på alle installasjoner (men noe variasjon av frekvens).
- P-4. **Direkte håndtering av turbinolje.** En generell arbeidsoperasjon. Dette kan inkludere fylling av olje, skift av olje og rengjøring av olje.
- P-5. **Annen vedlikehold på turbin.** Spesifiseres for hver installasjon i samråd med STAMI.
- P-6. **Annen inspeksjon/vedlikehold.** Dette gjelder på annet utstyr i turbinhall mens turbiner er i drift, f.eks. arbeid som skifte av belysning i turbinhood utført av elektrikere. Spesifiseres i samråd med STAMI for hver installasjon.

Passiv prøvetaking (med metoder A1-A3 og B1-B2):

- P-7. **Stasjonære prøvetakinger i turbinhall.** Prøvetaking i 4-8 timer.
- P-8. **Stasjonære prøvetakinger i turbinhood.** Prøvetaking i 4-8 timer.

Aktiv prøvetaking (med metoder A1-A3):

- P-i. **Stikkprøver ved behov.** Det legges opp til mulighet for stikkprøver ved behov i samråd med STAMI, f.eks. for operasjoner som utføres sjelden men som skal utføres i prosjektperioden, eller der det er mulighet for å gjøre "worst case" målinger (for eksempel turbinbytte, filterskifte og "worst case" ved avluftningsventil på turbin).

### Omfang av prøvetakingen

Det legges opp til at det gjennomføres 3 målinger av hver type knyttet til de personlige prøvetakingene samt 3 målinger av de stasjonære målingene. **Samlet vil disse 18 personlige, 6 stasjonære og 2 passive eksponeringsmålingene gi maksimalt 76 prøver pr. installasjon:**

- P-1 til P-6. 3 parallelle personlige målinger av OP, OTD og VOC knyttet til hver av de seks arbeidsoperasjonene (totalt 54 prøver).
- P-7. 3 parallelle stasjonære målinger av OP, OTD og VOC (totalt 9 prøver) i *turbinhall*.
- P-8. 3 parallelle stasjonære målinger av OP, OTD og VOC (totalt 9 prøver) i *turbinhood*.
  
- P-7, P-8. 1 wipe-prøvetaking for hvert stasjonært punkt (totalt 2 prøver)
- P-7, P-8. 1 karbonduk-prøvetaking for hvert stasjonært punkt (totalt 2 prøver)

Med tanke på disponering av utstyr er det en fordel om hovedandelen av disse eksponeringsmålingene gjennomføres i løpet av en ganske intensiv periode, eksempelvis i løpet av 1 uke pr. installasjon, men at hver installasjon som utgangspunkt beholder utstyr i en måned hver.

## Vedlegg 1-9: Beskrivelse av prøvetakingen og utstyret.

Med vennlig hilsen  
Statens arbeidsmiljøinstitutt

---

Kasper Solbu  
Stipendiat

---

Syvert Thorud  
Senioringeniør

## Vedlegg 1: Prøvetaking

- **Oljetåkekassetten** og **organofosfatkassetten** (Vedlegg 2) henges i pustesonen på hver side av skulderen (Figur 1), oljetåke og ATD-rør på høyre side og organofosfat på venstre side. ATD-røret (Vedlegg 3) skal ha luftinntak i samme retning som oljetåkefilterkassetten (kan festes sammen med strips eller teip, Figur 1).



Figur 1: Venstre: Plassering av personlige prøvetakere. Høyre: Plassering av ATD-rør ved siden av oljetåkeprøvetakeren (her er det vist ved en stasjonær montering).

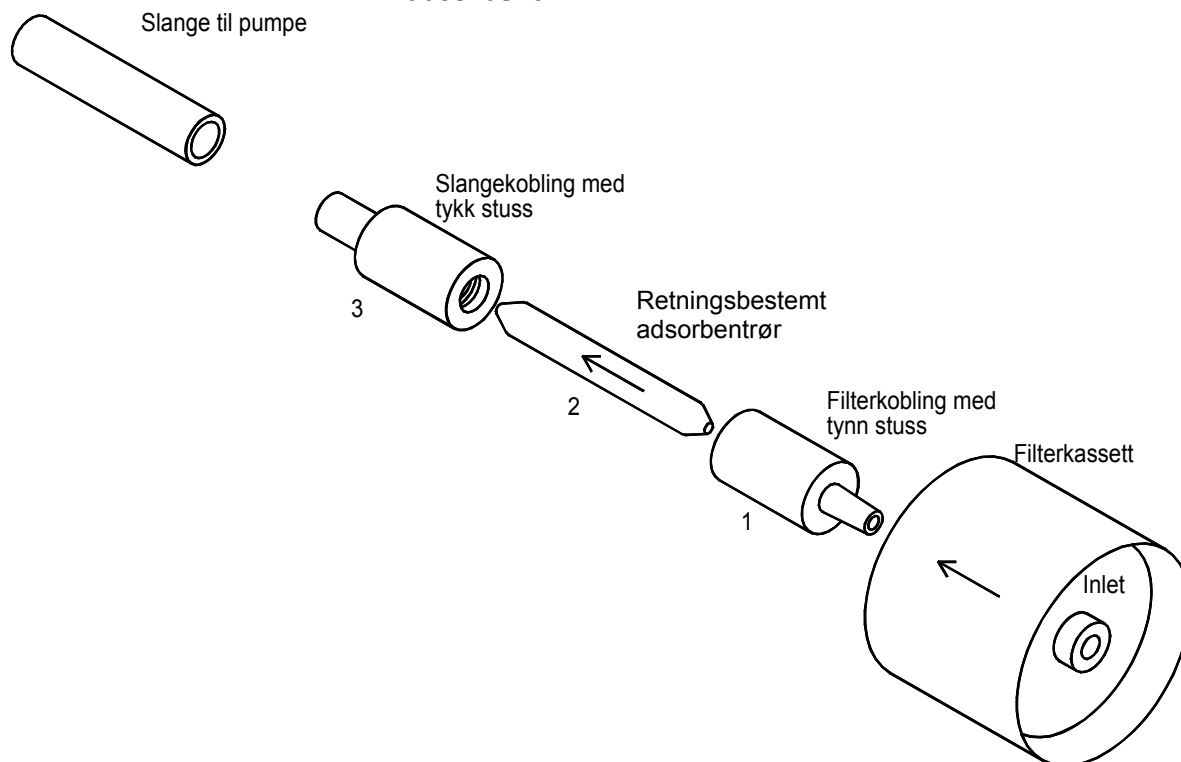
- ATD-rørene (Vedlegg 3): Skruen skrus opp (45-90 grader) og trekkes av røret (ikke demonter fullstendig slik som vist i vedlegg 3). Rillene på røret viser den siden som er luftinntak. Kobles til Pocket Pump (Vedlegg 5). Ikke skru igjen for hardt etterpå!
- STAMIs prøvetakingsskjema for organiske forbindelser skal benyttes (Vedlegg 6-7). Alle pumpenumre og kassett/adsorbentnumre må noteres i prøvetakingsskjema, for ATD-rør noteres nummeret som er gravert inn i metallet. Filterkassetten har ferdig påklistret nummer, merkelapper følger med til adsorbenttrørene. Flow på støvpumper (Vedlegg 4) må måles med rotameter før og etter arbeidsoperasjonen. La pumpen gå 1 minutt i forkant av flowmåling før prøvetakingen (OBS: viktig at dette skjer på et sted som ikke kan kontaminere prøven). Fyll ut øvrige data så fullstendig som mulig.
- Prøvetakingen ønskes å vare så lenge som mulig, men skal ikke vare lenger enn selve arbeidsoperasjonen det måles på (unngå fortykning av prøven). Konferer med STAMI om det dreier seg om mer enn 4 timer.
- For svært korte arbeidsoperasjoner (under 15 minutter) bør det undersøkes om det gjøres flere liknende operasjoner serielt som dermed kan ansees som én operasjon, slik at man får utvidet arbeidsoperasjonenes varighet.

**Lagring av prøver:** Alle prøver, unntatt ATD-rør, lagres så kjølig som mulig (kjøleskap/fryser) selv om prøvene i prinsippet skal tåle noen dager med lagring i romtemperatur. ATD-rør skal lagres kjølig (romtemperatur er OK) uten at det er fuktig (dvs. ikke i kjøleskap).

**Lading av pumper:** Etter en dags bruk må alle pumpene lades opp. Ladetiden for de fleste løsemiddel- og støvpumper som STAMI sender ut er 14 - 16 timer.

## Vedlegg 2: Montering av utstyr for organofosfat- og oljetåkemålinger

### Montering av prøvetakingsutstyr, filter og adsorbent



Utstyret består av filterkassett, adsorbentør (oljetåke: kullør Anasorb CSC, organofosfater: gulaktig Chromosorb 106), 2 hvite plastkoblinger, slange og pumpe. Kassett og adsorbentør skal ha samme nummer. Rekkefølgen på nummereringen bør følge rekkefølgen på målingene.

Ta av proppene på filterkassetten (organofosfatkassetter har rød kork, oljetåkekassetter har blå kork) og åpne kulløret i begge ender med glassfilen. Adsorbentørret kobles til filterkassett og pumpe slange ved bruk av plastkoblingene som vist på tegningen. Husk å sette adsorbentørret slik at pilen på røret går i luftretningen, dvs. **mot** pumpen.

Når utstyret er satt sammen, måles flow ved å koble flowmeteret i **inlet** på filterkassetten. Hold utstyret slik at kassetten og flowmeteret henger **ned**. Pumpen (Vedlegg 4) må være satt på og ha gått i ca. 1 min før avlesning av flowverdien som vises **midt på kulen** på flowmeteret. Noter flowverdien før start av prøvetakingen og ved prøvetakingens slutt. Noter også klokkeslett ved start og stopp av prøvetakingen.

Pumpen festes i beltet eller puttes i en lomme, og filterkassetten med adsorbentør festes i skjortekragen pekende **ned** så nær pustesonen som mulig. Ved frittstående plassering er det ønskelig at utstyret plasseres i en tilsvarende høyde.

Etter prøvetakingen tas delene fra hverandre igjen, proppene settes på kassetten, og de røde korkene settes på adsorbentørret (det holder at halve korklengden dekker røret).

### Vedlegg 3: Automatisk termisk desorpsjon (ATD) - ATD-rør for måling av VOC

På en person må utstyret festes som vist i vedlegg om prøvetaking. Pumpen (SKC pocket pump) er på forhånd stilt inn på 50 mL/min og nøyaktig flow har blitt målt hos STAMI. Ved forsendelse til og fra må rørene være lukket med Swagelock mutter-system som vist under.



Figur 2: Rekkefølge på delene til høyre. Merk at ferrulen (det hvite midtstykke) skal ha koningen ut fra røret. Det er til vanlig IKKE nødvendig å demontere fullstendig slik som vist her.

**NB!** Endestykkene må presses godt på ved tilbakesendelsen, men skru **ikke for** hardt til.

**NB! Ikke skriv eller bruk tape direkte på ATD-røret!** Nummeret på røret må i stedet noteres ned.

**NB!** De to rillene i røret er på den siden som er inlet (dvs. at røret tres inn på slangen i andre enden).

## Vedlegg 4: Eksplosjonssikre støvpumper - SKC standard (Teknolab)

### Bruk av pumpen:

- Plastslange kobles til pumpen over et utvendig filter på høyre side
- Sett på adsorbentrør og filterkassett i den andre enden av plastslangen. Adsorbentrøret skal være nærmest pumpen.
- La pumpen gå ca. 1 min og mål flow med det medsendte flowmeteret. Adsorbentrør og filterkassett må henge fritt og med luftinntaket vendt rett ned. Flowmeteret kobles til inlet på kassetten.
- Det innvendige flowmeteret i pumpen er ikke kalibrert og er bare som en indikator. Ved en reell flow på ca. 1.5 L/min viser det ca 2.
- Foran på pumpen er det en skrue merket flow. Her justeres flowverdien (den er justert på STAMI til riktig flow). Foran på pumpen er det også av/på-knapp (settes i en øvre eller nedre posisjon) i tillegg til en "hold"-knapp som kan trykkes inn uten at displayet slukkes. Displayet viser pumpetid i minutter (men viktig å notere start- og stopp-klokkeslett likevel, man kan være uheldig ved at pumpen slås av – da mister man pumpens egen tidtaking!).
- Skru på beskyttelsesdekelet for å beskytte display, av-knapp og hold-knapp mens pumpene benyttes under personlig prøvetaking.

### Lading av pumpen:

- Laderen kobles til nede, bak på pumpen.
- Pumpen bør lades etter 6 timers bruk. OBS! 14-16 timers ladetid!
- Laderen plugges inn og står på til lysdioden blinker. Pumpen er da klar til bruk igjen.

### Vedlegg 5: SKC pocket pump:

- Pumpen kan befinne seg i én av tre tilstander: SLEEP, HOLD eller RUN.
- **SLEEP:** Pumpen er slått helt av og displayet er mørkt
- Ved dra skyvedekselet under displayet ned, avdekker man tre taster (▲ \* ▼)
- Fra **SLEEP** til **HOLD:** Trykk på hvilken som helst tast ("hold" blinker i displayet)
- Stjernetast \* brukes for å bla i displayet og se på parametrene
- Fra **HOLD** til **RUN:** Trykk på begge piltastene samtidig (▲ ▼) - pumpen starter og telleverket for tid (minutter) og volum (liter) går
- Fra **RUN** til **HOLD:** Trykk på begge piltastene samtidig (▲ ▼) - pumpen stopper og "hold" blinker i displayet

Slangen kobles til det høyre tilkoblingsrøret/luftinntaket der det er to slike rør. Det venstre er luftutgangen. Pumpen på bildet har bare ett rør ("eksosen" slippes rett ut i pumpen).



# Prøvetakingsskjema

Side 1

**Innsendt fra:**

Bedriftsnavn: \_\_\_\_\_

Referanse person: \_\_\_\_\_

Postadresse \_\_\_\_\_

Tlf: \_\_\_\_\_ Faks: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

**Bedriften hvor prøvene er tatt:**

Foretaksnr: \_\_\_\_\_ Antall ansatte (ca.): \_\_\_\_\_

Bedriftsnavn: \_\_\_\_\_

Avdeling/sted: \_\_\_\_\_

Postadresse: \_\_\_\_\_

Tlf: \_\_\_\_\_ Faks: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Bransjebeskrivelse: \_\_\_\_\_

**Analysesvar sendes :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Faktura sendes:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Prøvetaking:**

Metode: \_\_\_\_\_ (kullrør, filtertype etc.)

Begrunnelse: \_\_\_\_\_  
bedriftsønske, inspeksjon eller pålegg, prosjekt, rutinekontroll,  
før forbedringer, etter forbedringer, annet

Ansvarlig person: \_\_\_\_\_  
Navn, bedrift, tlf. og e-mail

**Opplysninger til laboratoriet :**

Hvilke analyser ønskes: \_\_\_\_\_

Merknader til undersøkelsen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Send stoffopplysninger og datablad.

Send oljeprøve til oljetåkebestemmelser



# Prøvetakings skjema for organiske forbindelser

Side 2

Prøve nr.	Dato	Personopplysninger			Åndedrettsvern ja/nei/ periodevis	Ventilasjonsingen/generell/ lokal/ lukket prosess	Personlig/ Stasjonær	Arbeidsforhold bedre/ vanlig/ verre	Arbeidsoperasjon f.eks. maling, , tapping, avfetting, etc.	Arbeidsoperasjonens varighet i timer per uke, f.eks. 37,5
		Navn	Fødselsdato	Kjønn K/M						

Flowmeter nr.: .....

Dos type	ID nr	Temp °C	Start kl.	Stopp kl.	Prøvetakings tid (min)	Telleverk start	Telleverk stopp	Ant. dosveksler av	Flow start	Flow stopp	Merknader	Arbeidssted f.eks. produksjonshall, lakkeringsrom, klasserom, lager etc.
Pumpe nr	Prøve nr							Luft volum				

Analyseresultater fra alle yrkeshygieniske målinger som utføres ved Statens arbeidsmiljøinstitutt lagres sammen med opplysningene oppgitt i tilhørende prøvetakings skjemaer i vårt eksponeringsregister EXPO. Derfor må prøvetakings skjemaet fylles ut fullstendig. Personopplysninger lagres anonymisert. I henhold til Lov om behandling av personopplysninger må det foreligge samtykke fra de registrerte personene på prøvetakings skjemaene. Vi ber om at de involverte blir informert ved at de får utlevert medfølgende informasjonsskriv og muntlig samtykke fra dem blir innhentet. Ta gjerne kontakt om noe er uklart, tlf 23195100/faks 23195206. På forhånd takk! ☺

Muntlig samtykke er innhentet:

 \_\_\_\_\_  
 Signatur (ansvarlig for informasjon til de registrerte personene)



# Prøvetakings skjema for organiske forbindelser

Side 2-7

Prøve nr.	Dato	Personopplysninger			Åndedretts vern ja/nei/ periodevis	Ventilasjons ingen/generell/ lokal/ lukket prosess	Personlig/ Stasjonær	Arbeids- forhold bedre/ vanlig/ verre	Arbeidsoperasjon f.eks. maling, , tapping, avfetting, etc.	Arbeids- operasjonens varighet i timer per uke, f.eks. 37,5
		Navn	Fødsels- dato	Kjønn K/M						
07	2009 27/5	Navn og fødselsdato ved personlige prøver			nei	generell	P	vanlig	Boroskopiering ved FV (forebyggende vedlikehold)	

SL

Notes prøvetype her!  
↓ OP, oil og VOC

Flowmeter nr.: R2-507

Dos type	ID nr	Temp °C	Start kl.	Stopp kl.	Prøve takings tid (min)	Telle- verk start	Telle- verk stopp	Ant. dos- veksler av	Flow start	Flow stopp	Merknader evt. merknader	Arbeidssted f.eks. produksjonshall, lakeringsrom, klasserom, lager etc.
Pumpe nr	Prøve nr							Luft volum				
OP	132		1252	1507	134	0	134		41,5	38		M23, mellommezzanindekk,
oil	135		"	"	134	0	134		38	34		turbinhall, maskin 27 B
VOC	105		"	"	130	152	282					

Analyseresultater fra alle yrkeshygieneiske målinger som utføres ved Statens arbeidsmiljøinstitutt lagres sammen med opplysningene oppgitt i tilhørende prøvetakings skjemaer i vårt eksponeringsregister EXPO. Derfor må prøvetakings skjemaet fylles ut fullstendig. Personopplysninger lagres anonymisert. I henhold til Lov om behandling av personopplysninger må det foreligge samtykke fra de registrerte personene på prøvetakings skjemaene. Vi ber om at de involverte blir informert ved at de får utlevert medfølgende informasjonsskriv og muntlig samtykke fra dem blir innhentet. Ta gjerne kontakt om noe er uklart, tlf 23195100/faks 23195206. På forhånd takk! ☺

Muntlig samtykke er innhentet:

Signatur (ansvarlig for informasjon til de registrerte personene)

← Husk signatur!



**Til personer som bærer prøvetakingsutstyr, direktevisende måleutstyr eller avleverer biologiske prøver som skal analyseres ved Statens arbeidsmiljøinstitutt:**

## **INFORMASJON OM ELEKTRONISK LAGRING AV YRKESHYGIENISKE MÅLEDATA VED STATENS ARBEIDSMILJØINSTITUTT**

Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) lagrer permanent opplysninger som står på prøvetakingskjemaene sammen med relevante analyseresultater i databasen EXPO.

Personopplysninger som blir oppgitt på prøvetakingsskjemaene (navn og fødselsdato) legges ikke inn i EXPO, men lagres i en persontabell. Persontabellen er av sikkerhetsgrunner lokalisert på en separat PC, som ikke er i nettverk. I persontabellen blir hver enkelt person tildelt et unikt nummer som blir lagt inn i EXPO og knyttet til de øvrige prøveopplysningene. Dette sikrer sporbarhet av de anonymiserte dataene. Persontabellen inneholder pr. 2003 ca. 20.000 navn.

Formålet med registreringen er å skaffe en historisk oversikt over eksponering for forurensninger i arbeidsatmosfæren hos norske arbeidstakere i ulike bransjer, til beste for myndigheter og partene i arbeidslivet.

Alle som har sine navn lagret i persontabellen, kan ved skriftlig henvendelse til STAMI få utlevert eksponeringsdata fra EXPO knyttet til sitt unike nummer i persontabellen. Enkelte har ønsket dette i forbindelse med blant annet trygderettssaker. Dersom personopplysningene ikke skulle være korrekte, kan personen kreve å få dem rettet eller slettet. Data fra EXPO knyttet til personopplysninger i persontabellen utleveres kun etter skriftlig samtykke fra den personen dataene kan knyttes til.

Anonymiserte oversikter fra EXPO, uten bedrifts- og personopplysninger, brukes i flere sammenhenger, blant annet av yrkesmedisinske klinikker som faglig grunnlag ved pasientutredninger. Slike anonymiserte oversikter etterspørres også av bedriftshelsetjenester og Arbeidstilsynet forbindelse med utarbeidelse eller etterprøving av risikovurderinger. Anonymiserte data fra EXPO kan også bli brukt i forskningssammenheng.

Det er Statens arbeidsmiljøinstitutt ved Yrkeshygienisk seksjon som har ansvaret for drift og registrering av data i basen. Det er kun én saksbehandler som kan ta data ut av basen for videre distribuerings.

Databasen har konsesjon fra Datatilsynet.

