



# **Historisk eksponering for kjemikalier i den norske olje- og gassindustrien**

**- yrkeshygieniske eksponeringsmålinger inntil år 2007**

Arbeids- og miljømedisin  
Universitetet i Bergen og Uni helse  
Rapport nr. 2, 2010

ISBN: 998-8291232-80-5  
ISSN 0806-9662

Rapporten er utarbeidet av;

Magne Bråtveit, Universitetet i Bergen og Uni helse

Bjørg Eli Hollund, Helse Bergen

Kari Stave Vågnes, Uni helse

# INNHOLDSFORTEGNELSE

|  |    |
|--|----|
| Forord   | 5  |
| Sammendrag   | 6  |
| 1. Bakgrunn  | 14 |
| Målsetting   | 15 |
| 2. Metoder   | 16 |
| Organisering   | 16 |
| Kontaktpunkter   | 16 |
| Innsamling av eksponeringsdokumentasjon                            | 17 |
| Kvalitetsvurdering av måledata                                     | 18 |
| Administrative normer  | 18 |
| Dataanalyse  | 19 |
| 3. Oversikt over eksponeringsmålinger                              | 21 |
| Målerapporter  | 21 |
| Gruppering av målinger   | 26 |
| 4. Produksjon og prosess offshore                                  | 27 |
| Produksjonsstrømmens sammensetning                                 | 27 |
| Eksponeringsmålinger av BTEX i prosessområdene offshore            | 28 |
| Arbeidsoppgaver med eksponeringsmålinger av BTEX                   | 31 |
| Prosesstekniske oppgaver – uspesifiserte                           | 32 |
| Åpning av hydrokarbonførende systemer                              | 32 |
| Prøvetaking og labarbeid   | 33 |
| Blåsing av transmittor   | 35 |
| Flotasjon  | 35 |
| Vedlikehold av filter  | 36 |
| Pigging  | 36 |
| Rengjøring og vedlikehold  | 37 |
| Separator- og tankarbeid   | 38 |
| Oppgave ikke oppgitt   | 38 |
| Eksponering for BTEX fordelt på yrkeskategorier                    | 39 |
| Eksponering for benzen fordelt på årstall                          | 43 |
| Eksponering for hydrogensulfid (H <sub>2</sub> S)                  | 44 |
| Eksponering ved biocidbehandling                                   | 44 |
| Oljetåke og oljedamp i lukket rom                                  | 45 |
| Vurdering av måledataene; Produksjon og prosess offshore           | 46 |
| 5. Landanlegg  | 49 |
| Oversikt over eksponeringsmålingene                                | 49 |
| Eksponering for benzen fordelt på arbeidsoppgaver                  | 51 |
| Eksponering for BTEX fordelt på yrkeskategorier                    | 52 |
| Eksponering for benzen fordelt på årstall                          | 54 |
| Eksponering for totalstøv  | 56 |
| PAH (Polyaromatiske hydrokarboner)                                 | 56 |
| Vurdering av måledataene; Landanlegg                               | 57 |
| 6. Boring  | 59 |
| Innledning   | 59 |
| Sammensetning av borevæske   | 59 |
| Baseoljer  | 59 |
| Tilsetningsstoffer   | 61 |
| Eksponeringsforhold og målinger av oljetåke og oljedamp ved boring | 61 |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| Oversikt over eksponeringsmålinger av oljedamp og oljetåke | 62   |     |
| Shakerområdet  | 64   |     |
| Slamtankområdet  | 72   |     |
| Pumperom   | 73   |     |
| Mudlab   | 73   |     |
| SMACC anlegget   | 73   |     |
| Eksponering for benzen                                     | 74   |     |
| Eksponering for støv                                       | 75   |     |
| Mikserom   | 75   |     |
| Sementering  | 78   |     |
| Vurdering av måledataene; Boring                           | 79   |     |
| 7. Vedlikehold   | 82   |     |
| Bakgrunn   | 82   |     |
| Varmt arbeid   | 82   |     |
| Overflatebehandling  | 83   |     |
| Generelt vedlikehold                                       | 86   |     |
| Materiale og metode  | 87   |     |
| Eksponering ved varmt arbeid                               | 91   |     |
| Støvmålinger   | 91   |     |
| Sveising/varmt arbeid                                      | 91   |     |
| Eksponering ved overflatebehandling                        | 96   |     |
| Isocyanater  | 96   |     |
| Metylenklorid  | 98   |     |
| Organiske løsemidler                                       | 98   |     |
| Eksponering ved metallisering                              | 101  |     |
| Eksponering ved generelt vedlikehold                       | 102  |     |
| Fiber  | 102  |     |
| Keramiske fibre  | 103  |     |
| Kvikksølv  | 103  |     |
| Turbinoljer/hydraulikkoljer – hudeksponering               | 104  |     |
| Generelt vedlikehold                                       | 105  |     |
| Vurdering av måledataene; Vedlikehold                      | 106  |     |
| Konklusjon - vedlikehold                                   | 109  |     |
| 8. Referanser  | 110  |     |
| APPENDIX 1   | Eksponering for kreftfremkallende faktorer (web-link)    | 113 |
| APPENDIX 2   | Informasjonsbrev til olje- og gassindustrien             | 114 |
| APPENDIX 3   | Et utvalg historiske endringer innen boring              | 115 |
| APPENDIX 4a  | Produksjon og prosess – personlige målinger              | 117 |
| APPENDIX 4b  | Produksjon og prosess – stasjonære målinger              | 125 |
| APPENDIX 4c  | Produksjon og prosess – stasjonær/personlig ikke oppgitt | 129 |
| APPENDIX 5a  | Landanlegg – personlige målinger                         | 132 |
| APPENDIX 5b  | Landanlegg – stasjonære målinger                         | 137 |
| APPENDIX 5c  | Landanlegg – stasjonær/personlig ikke oppgitt            | 139 |
| APPENDIX 6   | Boring – personlige og stasjonære målinger               | 140 |
| APPENDIX 7   | Vedlikehold – personlige og stasjonære målinger          | 150 |

## **FORORD**

Denne rapporten er en sammenfatning av et oppdrag Arbeids- og miljømedisin, Universitetet i Bergen og Uni Helse har utført som en del av Bransjeprosjektet "Kjemisk arbeidsmiljø i olje- og gassindustrien" som ønsket en sammenstilling av historisk eksponering for kjemikalier. Rapporten er basert på yrkeshygieniske målerapporter som bransjen har gjort tilgjengelig for oss. Rapporten gir derfor en oversikt over hva bransjen har fokusert på med hensyn til kvantitativ dokumentasjon av kjemisk eksponering fram til år 2007. Vi ber leserne være oppmerksomme på at rapporten ikke gir noe fullstendig bilde av historisk eksponering i bransjen, og at de målte verdiene som gjengis i varierende grad kan tolkes som representative for eksponeringsnivået i bransjen.

Vi vil takke alle i oljebransjen som har bidratt til å gjøre denne informasjonen tilgjengelig for oss. Vi setter også stor pris på diskusjonene vi har hatt med både arbeidsgiver- og arbeidstakerorganisasjoner i bransjen i løpet av prosjektperioden.

En stor takk til Kjemikalieprosjektet i olje- og gassbransjen som har finansiert og ellers lagt til rette for å gjennomføre prosjektet

Bergen, november 2010

Magne Bråtveit

Bjørg Eli Hollund

Kari Stave Vågnes

# Sammendrag

Bransjeprojektet "Kjemisk arbeidsmiljø i olje- og gassindustrien" som har finansiert det foreliggende arbeidet, ønsket en sammenstilling av historisk eksponering for kjemikalier som kan tenkes å utgjøre en helserisiko i den norske olje- og gassindustrien. Dette oppdraget som er oppsummert i denne rapporten, er utført ved Arbeids- og miljømedisin, Universitetet i Bergen (UiB). Prosjektet har hatt en tidsramme på ett år (01.07.09 til 30.06.10).

Vi har i første rekke valgt å fokusere på dokumentert kjemisk eksponering (måledata) knyttet til de arbeidsprosessene som særpreger olje- og gassindustrien, dvs innen boring og brønn, produksjon og prosess og utvalgte vedlikeholdsoppgaver. Vi har tolket eksponering som ekstern eksponering, dvs at biologiske prøver ikke er tatt med. For kjemiske komponenter som vi ikke har mottatt kvantitativ eksponeringsdokumentasjon om, vil vi blant annet henvise til rapporten "Eksponering for kreftfremkallende faktorer" (Steinsvåg et al., 2005), der det er gitt en oppsummering av eksponeringsgradering for ulike kjemikalier fordelt på yrkesgruppe og tidsperiode.

## Målsetting

Vi har i dette arbeidet hatt som hovedmålsetting å skaffe en oversikt over kvantitativ, historisk eksponeringsdokumentasjon for kjemikalier som tenkes å kunne utgjøre en helserisiko i olje- og gassindustrien i Norge. Eksponeringsdokumentasjonen (fram til 2007) knyttes til aktuelle eksponerings scenarier for disse kjemikaliene, og vurderes med hensyn kvalitet, representativitet og om dokumentasjonen kan benyttes til å indikere tidstrender i eksponering.

## Materiale og metode

Prosjektgruppen sendte via OLF, NI og RF et informasjonsbrev om prosjektet til relevante bedrifter der de ble bedt om å sende oss det de hadde av yrkeshygienisk eksponeringsdokumentasjon. I løpet av prosjektperioden har prosjektgruppen også gjennomført flere besøk og møter med selskaper, kontraktører, BHT, tilsynsmyndigheter og organisasjoner. Prosjektgruppen har deltatt på møte med leger og yrkeshygienikere i OLF og drøftet innholdet i rapporten med dem.

Informasjon om eksponering offshore er også blant annet basert på datainnsamlingen fra ett doktorgradsprosjekt for OLF om eksponering for kreftfremkallende stoffer, ett doktorgradsprosjekt for Norges Forskningsråd om eksponering for benzen og ett kompetanseprosjekt for Norges forskningsråd innen kjemisk helsefare offshore.

I prosjektet: "Eksponering for kreftfremkallende faktorer i norsk offshoreindustri 1970-2005" (Steinsvåg, 2005) samlet vi inn data fra selskaper i bransjen ved å gjennomføre 23 besøksrunder der vi intervjuet ledere og arbeidstakere fra ulike yrkesgrupper. Vi samlet også inn det som var tilgjengelig av målerapporter om kjemiske stoffer fram til og med 2004.

For kvalitetsvurdering av data har vi tatt utgangspunkt i fire hovedpunkter fra European Chemicals Agency sin veiledning med hensyn til yrkeseksponering knyttet til eksponeringsscenarier (ECHA, 2010): Passende type data, tilstrekkelig kontekstuell informasjon, tilfredsstillende prøvetakings- og analysemetoder, antall målinger med hensyn til representativitet

## Oversikt over eksponeringsmålinger

De innsamlede målerapportene inneholder både personlige og stasjonære målinger i arbeidsatmosfæren. I vår framstilling har vi fokusert på de personlige målingene siden disse generelt antas å være et bedre mål for arbeidstakernes eksponering enn stasjonære målinger.

Målingene har blitt fordelt på 4 hovedområder: 1) Produksjon og prosess offshore, 2) landanlegg, 3) boring og 4) vedlikehold. Innen disse hovedområdene har målingene videre blitt fordelt på arbeidsoppgaver/eksponeringsscenario, yrkesgrupper/kategorier, tidsperiode (før 1990, 1990-1999 og 2000-2007) og prøvetakingstid (<15 min og >15 min).

Tidsperioder er altså delt inn i tre grupper, men antallet målinger i hver av disse gruppene er i mange tilfelle så lavt at de i stedet har blitt presentert samlet. Innen boring (oljedamp og oljetåke) er det benyttet en annen tidsinndeling som følger endringer i type baseoljer som er benyttet.

Målinger <15 min refererer hovedsakelig til korttidsmålinger tatt under spesifiserte oppgaver oppgitt i målerapportene slik som prøvetaking, flotasjonsarbeid, osv.

Målinger over 15 min er også fordelt på oppgitt oppgave, selv om varigheten av disse oppgavene i de fleste tilfeller har vært betydelig kortere enn den totale prøvetakingstiden.

Vi har i fremstillingen fokusert på arbeidsoppgaver/eksponeringsscenarioer der kvantitativ eksponeringsdokumentasjon var tilgjengelig.

## Produksjon og prosess offshore

Potensiell eksponeringsfare for petroleumsstrømmer oppstår ved åpning av prosesssystemene. Ved normal drift åpnes disse bare i kortere perioder ved f.eks prøvetaking av råolje, kondensat og/eller produsert vann, inspeksjon og arbeid i flotasjonsanlegget, mottak og sending av rensespigg, jetting av separatore, skifte og rengjøring av ventiler og filtre, åpning av flenser og vedlikeholdsarbeid i tanker. Nedstengninger er karakterisert ved høy manuell aktivitet og kan ha en varighet fra dager til flere uker. I denne perioden blir større deler av prosesssystemene åpnet for rengjøring og vedlikehold, og det utføres arbeid inne i prosessutstyr og i råoljetanker.

Totalt har vi mottatt 1387 målinger av benzen fra 38 installasjoner. Av disse er 913 personlige og 319 stasjonære målinger, mens det for 155 målinger hovedsakelig fra før 1990 er ukjent om de er personlige eller stasjonære. De personlige målingene av benzen inkluderte totalt 27 rigger: 9 i perioden 1990-1999 og 22 etter 1999. I mange tilfeller er disse prøvene også analysert for bl.a. toluen, etylbenzen og xylen.

Vi har mottatt et lite antall personlige målinger av formaldehyd (n=9 fra 2 installasjoner) og glutaraldehyd (n=6 fra 2 installasjoner) i forbindelse med biocidbehandling.

### Hovedresultater:

- I produksjon og prosessområdene er de personlige eksponeringsmålinger hovedsakelig tatt av benzen, toluen, etylbenzen og xylen pluss enkelte andre hydrokarboner i prosesstrømmen. De fleste personlige målingene er tatt på prosesstekniker, mekaniker, dekkarbeidere og laboratorietekniker.
- Det har generelt vært mer fokus på å få et mål for langtidseksponering over et skift enn på eksponering i løpet av en arbeidsoppgave/scenario.
- De personlige eksponeringsmålingene er fra etter 1990. Tidligere målinger har ikke angitt om de var personlige eller stasjonære, og har derfor ikke blitt vektlagt i denne rapporten.

- Antallet personlige målinger per arbeidsoppgaver/scenarioer er for det meste svært lavt
- De personlige målingene viser relativt høye korttidseksponeringer (median) for benzen ved flotasjonsarbeid (1,03 ppm, n=9), vedlikehold av filter (0,95 ppm; n=8) og ved spesielt rengjøringsarbeid som rensing av plateseparatorer (n=2: 1,8 og 9,2 ppm). Kun et fåtall målinger (n=6), alle etter 1999 er mottatt for pigging, og disse viste lavere benzen nivåer (0,38 ppm). Prøvetaking viste hovedsakelig lave korttidsverdier (median 0,23 ppm, n=62), men høye verdier ble funnet ved peiling av cargotanker (median 4 ppm, n=7) og spotting (median 7 ppm, n=3) .
- Personlige langtidsmålinger av benzen viste hovedsakelig median verdier under 0,1 ppm. Rengjøring av tanker og separatorer (median 0,22 ppm; range <lod-17, n=26) og pigging (median 0,14 ppm; range 0,01-0,6, n=7) var forbundet med høyest langtidseksponering. Ti av de 26 målingene tatt ved rengjøring av tanker/separatorer var høyere enn 0,6 ppm.
- Det var lave eksponeringer sammenlignet med dagens administrative normer for toluen, etylbenzen og xylen for de ulike yrkesgruppene.
- Ved intervjuene trakk flere arbeidstakere spesielt fram flotasjonsarbeid som en oppgave som i kortere perioder medførte spesielt høy eksponering. I forbindelse med slike intervjuer ble også rengjøring av tanker og separatorer samt pigging også tatt med som oppgaver som medførte høy eksponering.
- Det henvises i flere rapporter at det har blitt gjort tekniske modifikasjoner av diverse prosessutstyr som flotasjonsenhet, piggluser, prøvetakingssted, osv. Det er grunn til å anta at slike modifikasjoner har redusert eksponering for benzen over tid. Imidlertid er det gjennomgående for lite datagrunnlag til å analysere kvantitativt hvilken betydning slike endringer har hatt for personlig eksponering.
- Et betydelig antall målepunkter mangler essensiell kontekstuell informasjon som prøvetakingstid, type måling (personlig/stasjonær), yrke, arbeidsprosess og tidsbruk per arbeidsprosess. For omkring 300 av de personlige målingene innen produksjon og prosess har det ikke vært mulig å knytte de aktuelle eksponeringsmålingene til spesifikke arbeidsoppgaver, og disse er derfor plassert i gruppen uspesifiserte prosess tekniske oppgaver.
- Måledatene gir en indikasjon på eksponeringsnivå ved ulike arbeidsoppgaver/scenarioer, hovedsakelig fra etter år 2000. Med såpass få rigger/målinger inkludert per scenario kan det generelt stilles spørsmål om kvaliteten på dataene mht representativitet, både historisk, for ulike arbeidsoppgaver/scenarioer og for installasjoner/felter. De fleste målingene er tatt etter 1999. Vi har derfor i svært liten grad vært i stand til å undersøke tidstrender i eksponering.
- For personlig prøvetaking var median konsentrasjon av formaldehyd 0,14 mg/m<sup>3</sup> (range 0,06-0,29 mg/m<sup>3</sup>, n=9). Personlige målinger av glutaraldehyd (n=6) i perioden 1991-2000 viste alle konsentrasjoner <lod.
- Det er gjort få personlige målinger av H<sub>2</sub>S. På en installasjon ble det utført både personlige og stasjonære målinger i forbindelse med skifte av celleventil i utstyrsskaft. Direktevisende målinger viste høye topp-konsentrasjoner av H<sub>2</sub>S for mekaniker: 66-200 ppm. Prosessoperatører i nærheten hadde toppverdier på 20-50 ppm.
- Vi har ikke mottatt noen rapporter som omhandler kvantitativ hudeksponering blant operatører i prosessområdene
- Kvantitative eksponeringsestimater for eksponering for benzen bør vurderes i forbindelse med oppfølging av kreftkohorten i Kreftregisteret.



## Landanlegg

Vi har mottatt målerapporter fra to landanlegg, og også for disse har vi fokusert mest på personlige eksponeringsmålinger av benzen i prosessområdene. Av totalt 291 målinger av benzen var 224 personlige og 50 stasjonære målinger, mens det for 17 målinger er ukjent om prøvene var personlige eller stasjonære.

### Hovedresultater:

- På landanlegg er det hovedsakelig utført eksponeringsmålinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylen pluss enkelte andre hydrokarboner i prosessstrømmen.
- De fleste personlige eksponeringsmålingene for benzen er fra perioden 1990-1999 (n=188), -vi har mottatt kun 24 målinger av benzen etter år 2000.
- De personlige målingene viser hovedsakelig relativt lave korttidseksponeringer (<15 min) for benzen ved prøvetaking (median 0,36 ppm, range <lod-13,6 ppm, n=28). Ved prøvetaking av bensin og råolje viser 4 korttidsmålinger høye nivåer (>3 ppm). Dette var ved prøvetaking av råolje eller bensin i 1990/91.
- De personlige målingene viser også hovedsakelig lave langtidseksponeringer ved åpning av HC systemer (median 0,5 ppm, range <lod-1,8 ppm, n=5), prøvetaking (0,05 ppm, n=21), nedkjøring/stans (0,03 ppm, n=89) og lasting (0,1 ppm, n=14). Imidlertid viste arbeid i renseanlegg i 1989 høye benzen eksponeringer (median 1,1 ppm, range 0,1-3,9); dvs 6 av totalt 12 målinger var over 1,0 ppm).
- Det var lave eksponeringer sammenlignet med dagens administrative normer for toluen, etylbenzen og xylen for de ulike yrkesgruppene.
- Høy personlige eksponering for totalstøv (koksstøv) ble rapportert for 8 målinger under arbeid med renhold/støvsuging i et spesielt område i 1990
- To rapporter fra koksanlegg på et landanlegg i 1991 og 1991 viste til dels høye eksponeringer for PAH ved drenering/trykkavlasting til koksgård
- Sammenlignet med offshore er det for landanlegg en mindre andel av målepunktene som mangler essensiell kontekstuell informasjon som type måling, yrke og arbeidsprosess. Tidsbruk per arbeidsprosess er imidlertid sjelden oppgitt. For omkring 5% av de personlige målingene innen produksjon og prosess har det ikke vært mulig å knytte de aktuelle eksponeringsmålingene til spesifikke arbeidsoppgaver, og disse er derfor plassert i gruppen uspesifiserte prosess tekniske oppgaver.
- Antallet korttidsmålinger er lite. Dette betyr at de målte verdiene av eksponeringen ved ulike arbeidsoppgaver/scenarioer er usikker med hensyn til representativitet, både historisk, for ulike arbeidsoppgaver/scenarioer og for anlegg. Det er for lite datagrunnlag til å gjøre en kvantitativ analyse av eventuelle tidstrender i eksponering.
- Vi har ikke mottatt noen rapporter som omhandler kvantitativ hudeksponering på landanlegg

## Boring

Ved oljeboring benyttes borevæsker for blant annet smøring og kjøling av borekrone og borestreng, trykkstøtte i brønnen og for å transportere borekaks til overflaten. I slambehandlingsområdet renses borevæsken for kaks og resirkuleres via tanker. Borevæsken er en kompleks vann- eller oljebasert blanding med et stort antall tilsetningsstoffer avhengig av hvilket system som blir brukt og formasjonen det bores i. Vannbaserte systemer benyttes i de øvre seksjonene av en brønn, mens oljebasert væske benyttes i lange og dype brønner. Sammensetningen av disse systemene har variert med periode, formasjoner det bores i og mellom ulike leverandører og selskaper.

Blandig av slam skjer på miksestasjon. Ferdigblandet slam pumpes vha mudpumper fra aktiv mud pit ned i brønn. Fra brønnen pumpes slammet opp via boredekk og over shakerne hvor

det renses for kaks. Shakerne er første trinn i rensing av boreslammet. Deretter blir slammet transportert i flowline inn i en av slamtankene (mudpit). Kaks transporteres fra shakerne til SMACC anlegget for knusing slik at en får en slurry for reinjisering i brønnen. I slambehandlingsområdene kan borepersonell bli eksponert for boreslam både ved inhalasjon av aerosol og damp eller ved hudkontakt.

### Hovedresultat:

- Eksponeringsmålinger blant operatører i slambehandlingsområdene har hovedsakelig vært begrenset til målinger av oljedamp og oljetåke. Nærmere karakterisering av eksponeringen mht tilsetningsstoffer, omdannelsesprodukter og innslag av mineraler og olje/gass-komponenter fra formasjonen det bores i har ikke blitt gjort i svært liten grad. Eksponering i forbindelse med miksing av borekjemikalier er lite dokumentert.
- De personlige målingene av oljedamp/oljetåke (n=767) er hentet fra 28 faste og 14 flyttbare installasjoner. Antallet installasjoner med målinger er størst i den siste tidsperioden (etter 1998) og lite før 1985.
- Prøvetakingstiden for oljedamp og oljetåke har hovedsakelig vært 2 timer, dvs at resultatene gir gjennomsnittskonsentrasjon for denne perioden og er ikke knyttet til spesifikke arbeidsoppgaver/scenario.
- De fleste personlige målingene er gjort i shakerområdet;
  - o Før 1985; Innbefatter tre målerapporter som viser høy eksponering for dieseldamp (median: 1280 mg/m<sup>3</sup>, range: 298-2650 mg/m<sup>3</sup>, n=23).
  - o 1985-1997; Det ble i denne perioden benyttet lav-aromatiske baseoljer. For oljedamp var det noe høyere medianverdier på flyttbare (37 mg/m<sup>3</sup>) sammenlignet med faste installasjoner (27 mg/m<sup>3</sup>), dvs eksponeringer rundt administrativ norm. For oljetåke det liten forskjell mellom flyttbare (0,42 mg/m<sup>3</sup>) og faste installasjoner (0,50 mg/m<sup>3</sup>) dvs. i underkant av norm.
  - o Fra 1998; Det ble i denne perioden benyttet ikke-aromatiske baseoljer, og det ble utført flere målinger enn i den forrige tidsperioden. Målte eksponeringer var høyere på flyttbare enn på faste installasjoner både for oljedamp (18 og 11 mg/m<sup>3</sup>) og oljetåke (0,38 og 0,22 mg/m<sup>3</sup>). Det var en synkende tendens i målte verdier på begge typene installasjoner sammenlignet med perioden 1985-1997.
  - o Statistiske modeller for personlig eksponering for oljedamp og oljetåke som funksjon av året målingene ble utført viser en nedadgående tidstrend i eksponeringsnivå for faste installasjoner; oljedamp: -10,5% og oljetåke -10,7% pr år. Tilsvarende var reduksjonen for flyttbare installasjoner på -4,7% og -3,4% pr år. Dette sammenfaller med tekniske og prosessmessige endringer i slambehandlingsområdene
  - o Personlige målinger i andre slambehandlingsområder viste generelt samme tendens som i shakerområdet; høyere på flyttbare enn på faste installasjoner og en viss nedadgående tidstrend.
  - o Personlig målinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylen viser hovedsakelig lave verdier i slambehandlingsområdene. En måleverdi for benzen var 0,29 ppm, ellers var alle målingene <0,01 ppm.
- Målerapportene beskriver i liten grad tekniske forhold i slambehandlingsområdene En liten andel av målerapportene gir opplysninger om spesifikke arbeidsoppgaver operatørene har utført i løpet av måleperioden, men ikke om tidsbruk per oppgave i løpet av målingen. Det er derfor ikke mulig å vurdere hvor mye den enkelte arbeidsprosess bidrar til målt eksponering.

- Informasjon om oppholdstid i ulike områder og om hvilke arbeidsoppgaver som ble utført og varigheten av disse ville ha gjort det mulig å bestemme hvilket bidrag disse faktorene gir til eksponering.
- Det har vært en forbedring over tid, spesielt etter 1998, mht informasjon i målerapportene om prosestetniske faktorer som mudtemperatur, mudflow, seksjon det bores i og om antall shakere i drift.
- Resultatene fra personlige målinger i shakerområdet skulle gi en relativt god indikasjon på eksponering for oljetåke og oljedamp ved daglig drift i de to siste tidsperiodene når det benyttes oljebasert mud. Eksponering i perioden før 1985 er imidlertid trolig lite representativ siden vi for denne perioden har få målinger ved bruk av diesel som baseolje.
- Personlige støvmålinger ved miksing (n=25) og sementering (n=2) er så få at de kun må ses på som stikkprøver som tyder på at eksponeringen kan være høy, spesielt ved manuell miksing/sekkekutting. Det har i svært liten grad blitt målt på komponenter i støvet som for eksempel krystallinsk kvarts. Det finnes ingen målinger ved tilsetning av asbest fra den tiden det ble benyttet i boreslammet.
- Vi har ikke mottatt noen rapporter som omhandler kvantitativ hudeksponering blant borepersonell.
- Kvantitative eksponeringsestimat for eksponering til oljetåke og oljedamp via innånding bør vurderes i forbindelse med epidemiologiske studier.

## **Vedlikehold**

Vi har delt vedlikehold inn i varmt arbeid, overflatebehandling og generelt vedlikeholdsarbeid. Arbeidstakerne som har arbeidet med disse typer jobber har vært eksponert for mange ulike forurensninger, og de har ofte vært ansatt i et kontraktørselskap. Varmt arbeid inkluderer montering, demontering, reparasjon og vedlikehold hvor det benyttes åpen ild, oppvarming, sveising, skjæring, lodding og/eller sliping. Varmt arbeid skal helst utføres på fast, spesielt tilrettelagt arbeidssted (sveiseverksted). Vedlikeholdsoperatører som er beskrevet i dette kapitlet er mekanikere, sveisere, rørleggere, elektrikere, platearbeidere og overflatearbeidere.

Overflatebehandling omfatter malingsfjerning og påføring. Det benyttes malingsystemer som ofte består av flere malingslag fra grunning (primer) til toppstrøk (topcoat).

Korrosjonsbeskyttende maling benyttes i stor grad på stålstrukturer i offshoreindustrien.

Ved generelt vedlikehold har vi beskrevet eksponeringer for oljer, asbest, keramiske fibrer, kvikksølv og generelt rengjøringsarbeid.

## **Hovedresultat**

Vi har hatt fokus på personlige prøver da disse antas å gi et bedre bilde av eksponeringen til operatørene enn stasjonære prøver.

### ***Varmt arbeid***

I perioden før 1990 og frem til 2006 har vi fått data på 88 støvmålinger fra offshore-installasjoner. De fleste målingene er tatt ved sveising i verksted.

*Alle personlige støvmålingene samlet:*

- Selve datamaterialet er mangelfullt og i utgangspunktet er det vanskelig å si noen om eksponeringsnivået
- Før 1989 er mediannivåene for personlige totalstøv-målinger  $2,9 \text{ mg/m}^3$ , - fra 1990-1999 er mediannivået lavere offshore
- 20 % av alle målingene av totalstøv offshore er over administrativ norm på  $3 \text{ mg/m}^3$

- 47 % av de målingene fra offshore relatert industri på land har nivåer over 3 mg/m<sup>3</sup>

*Prøver tatt ved sveising i verksted:*

- De fleste personlige prøvene tatt ved sveising er tatt i verkstedet offshore
- 24 % av alle målingene av totalstøv offshore ved sveising i verksted er over administrativ norm på 3 mg/m<sup>3</sup>
- Det er noen høye nivåer av krom og nikkel på 90-tallet, -dette er de samme prøvene som viser høye totalstøvmålinger i et verksted uten ventilasjon
- Det er ikke tatt målinger ved habitatsveising. Dette må belyses bedre
- Vi har ikke mottatt måleresultater av gasser dannet ved sveising; nitrøse gasser eller ozon.

***Overflatebehandling***

Selve datamaterialet er mangelfullt og i utgangspunktet er det vanskelig å si noen om eksponeringsnivået. De fleste isocyanatmålingene er tatt ved varmt arbeid og ved maling. Vi har hatt mest fokus på isocyanater (HDI) fordi det var her vi mottok flest måleresultater. Vi har mottatt få prøver av organiske løsemidler ved overflatebehandling.

- Det er tatt svært få prøver ved maling offshore, antall prøver gjør at det er umulig å konkludere
- De få rapportene som finnes viser at ca. ¼ av HDI-målingene er over administrativ norm ved varmt arbeid, og at det er behov for mer felt arbeid innen feltet.
- Personer som ikke selv arbeider med påføring av maling, men er i randsonen av malingsaktiviteten har også høye nivåer av HDI
- Luftveiseksponering for reaktive stoffer ved eposymalinger er ikke kartlagt.
- De fleste løsemiddelmålingene er tatt i åpne moduler, men datamaterialet er mangelfullt
- Det er få av målingene som overskrider administrativ norm, men det er behov for mer eksponeringskartlegging.

***Generelt vedlikehold***

*Eksponeringsmålinger for fiber*

- Det er mottatt 29 fibermålinger, 20 av disse er tatt på respirable fibre og 9 på totale fibre. Det er ikke dokumentert hvilke fibre det er målt på her, dvs. om det er asbest eller MMMF.
- Gjennomsnittsnivået av respirable fibre var 0.44 fibre/cm<sup>3</sup> luft. Administrativ norm offshore er 0,06 fibre/cm<sup>3</sup> luft. Det tyder på at det er vanskelig å overholde normene ved det arbeidet som er gjennomført
- Nivåene er høyest ved isoleringsarbeid, og aller høyest i lukkede rom

*Eksponering for kvikksølv*

- Vi har mottatt 31 stasjonære målinger og 49 personlige målinger av kvikksølv. I tillegg har vi mottatt en rapport med 299 direktevisende målinger, tatt i pustesonen til operatørene ved en nedstengingsperiode. Prøvetakingstiden her er ikke beskrevet, men vi har beregnet ca 1 min.
- 38 av 49 personlige prøver er tatt i verksted, og gjennomsnittsnivået her er 0.009 mg/m<sup>3</sup>, mens gjennomsnittet for alle de personlige Hg prøvene er 0.008 mg/m<sup>3</sup>.

## Konklusjoner

- Rapporten er basert på yrkeshygieniske målerapporter som bransjen har gjort tilgjengelig for oss. Rapporten gir derfor en oversikt over hva bransjen har fokusert på med hensyn til skaffe fram kvantitativ dokumentasjon av kjemisk eksponering fram til år 2007. Vi har i liten grad gjort ytterligere vurderinger av eksponeringen. Vi ber leserne være oppmerksomme på at rapporten ikke gir noe fullstendig bilde av historisk eksponering i bransjen, og at de målte verdiene som gjengis i svært varierende grad kan tolkes som representative for eksponeringsnivået i bransjen.
- Hovedtyngden av kvantitativ eksponeringsdokumentasjon er på benzen, toluen, etylbenzen, xylen i produksjon/prosess, oljedamp og oljetåke ved boring og sveiserøyk, støv, fiber og xylen ved vedlikeholdsarbeid. For hovedresultater fra eksponeringsmålingene av disse komponentene vises det til oppsummeringen av disse under det enkelte hovedområde i sammendraget.
- Det har i bransjen generelt vært mer fokus på å få et mål for langtidseksponering over et skift enn på eksponering i løpet av en arbeidsoppgave/scenario.
- Personlige målinger i innen produksjon/prosess og vedlikehold har blitt fordelt på arbeidsoppgaver/scenarioer. Personlige målinger av oljedamp og oljetåke innen boring er fordelt på arbeidsområder og ikke på spesifikke arbeidsprosesser siden opplysninger om dette ikke var tilstrekkelig gitt i rapportene.
- Antallet personlige målinger er høyest for oljedamp/oljetåke i shakerområdet og benzen ved prøvetaking av olje og produsert vann i prosess. Ellers er antallet målinger per arbeidsoppgaver/område for det meste lavt. Når det er få rigger/ målinger inkludert per scenario kan det generelt stilles spørsmål om kvaliteten på dataene mht representativitet, både historisk, for arbeidsoppgaver/ scenarioer og for rigger.
- Innen vedlikeholdsarbeid er omfanget av eksponeringsmålinger lite og mangelfullt
- Personlig eksponering for oljedamp og oljetåke i shakerområdet viser en nedadgående tidstrend i eksponeringsnivå. Dette sammenfaller med tekniske og prosessmessige endringer i slambehandlingsområdene. For andre agens var det for lite historisk datagrunnlag til å gjøre en kvantitativ analyse av eventuelle tidstrender i eksponering.
- Innen produksjon og prosess henvises det i flere rapporter at det har blitt gjort tekniske modifikasjoner av diverse prosessutstyr, og det er grunn til å anta at slike modifikasjoner har redusert eksponering for benzen over tid. Datagrunnlaget slik det foreligger i dag er ikke tilstrekkelig til å analysere kvantitativt hvilken betydning slike endringer har hatt for personlig eksponering for benzen.
- Et betydelig antall målepunkter mangler essensiell kontekstuell informasjon som prøvetakingstid, type måling, yrke, arbeidsprosess og tidsbruk per arbeidsprosess. Spesielt innen boring har det vært en forbedring for en del av denne typen informasjon over tid, hovedsakelig etter 1998.
- De personlige eksponeringsmålingene av BTEX innen produksjon og prosess er fra etter 1990. Tidligere målinger har ikke angitt om de var personlige eller stasjonære, og er derfor ikke tillagt noe vekt i denne rapporten.
- Vi har ikke mottatt noen rapporter som omhandler kvantitativ hudeksponering innen produksjon/prosess og boring. En rapport fra 2005 beskriver kvantifisering av hudeksponering for turbinoljer for turbinmekaniker.
- I en oppfølging av denne rapporten foreslås det at kvantitative eksponeringsestimat for for benzen i prosess og oljedamp/oljetåke innen boring kan utvikles i forbindelse med fremtidige analyser av kreftkohorten i Kreftregisteret og eventuelt andre epidemiologiske studier. Kvantitative eksponeringsestimat for sveiserøyk og asbest kan også vurderes siden analoge eksponeringer i landindustri er bra dokumentert.

# 1. Bakgrunn

Bransjeprosjektet "Kjemisk arbeidsmiljø i olje- og gassindustrien" som har finansiert det foreliggende arbeidet, ønsket en sammenstilling av historisk eksponering for kjemikalier som kan tenkes å utgjøre en helserisiko i den norske olje- og gassindustrien. Dette oppdraget som er oppsummert i denne rapporten, er utført ved Arbeids- og miljømedisin, Universitetet i Bergen (UiB).

Petroleumstilsynets pilotprosjekt som ble ferdigstilt i 2007 (Petroleumstilsynet, 2007) konkluderer blant annet med at kunnskap om eksponering kan danne grunnlag for studier om sammenheng mellom historisk/fremtidig eksponering og helseutfall. Dessuten vil en eksponeringskarakterisering være et utgangspunkt for utredningen av pasienter fra oljeindustrien, for å kunne vurdere om det er en sammenheng mellom arbeid i offshore-industrien og arbeidsrelatert sykdom. I Petroleumstilsynets pilotprosjekt vises det til at eksponerings-dokumentasjon for komponenter som er tilstede i arbeidsatmosfæren offshore er utilstrekkelig. Det angis at årsakene til dette er sammensatte og viser til følgende punkter:

- I tidlig fase (1966 til 1980) var det mangelfulle kunnskaper og krav.
- Utover på 80- og 90-tallet har utvikling av kunnskap, regelverkskrav og etablering av styringssystemer bedret situasjonen
- Den norske tradisjonen innenfor yrkeshygiene har vektlagt kvalitative vurderinger framfor eksponeringsmålinger
- Næringen har hatt oppmerksomhet rundt et fåtall, antatt risikofylte arbeidsprosesser
- Ved antatt høy eksponering har selskapene prioritert tiltak framfor å dokumentere nivå med eksponeringsmålinger

I en rapport basert på et seminar om retrospektiv eksponeringsvurdering i norsk petroleumindustri (STAMI, 2007) blir industrien utfordret til å gjennomføre en komplett eksponeringsvurdering som kan benyttes i epidemiologiske studier og pasientutredninger. Videre blir det anbefalt at det blir gjennomført fokuserte eksponeringsstudier som er skreddersydd til spesifikke forskningshypoteser. I første omgang ble det anbefalt at det lages en oversikt over hva som er tilgjengelig av eksponeringsdata og vurdere kvaliteten av disse dataene. Det siste punktet er hovedmålsettingen i den foreliggende rapporten.

Arbeids- og miljømedisin, UiB har tidligere gjennomført flere prosjekter med relevans for historisk eksponering innen petroleumindustrien. Vi ledet ett av fire kompetanseprosjekter "Kjemisk helsefare" for Norges forskningsråd (NFR) innen feltet HMS Petroleum i tiden 2002-2006.. NFR finansierte også doktorgradsprosjektet "Benzen og leukemi hos arbeidstakere på norsk sokkel" (Kirkeleit, 2007). På oppdrag av OLF har vi gjennomført doktorgradsprosjektet "Eksponering for kreftfremkallende faktorer i norsk offshoreindustri 1970-2005" i perioden 2003-2005 (Steinsvåg, 2005; Appendix 1), prosjektet "Modellering av oljedamp- og oljetåkekonsentrasjon i shakerområdet" i 2006-2007 (Bråtveit et al., 2009) med oppdatering i 2009 og prosjektet "Kjemisk eksponering i petroleumsvirksomheten, relatert til produksjonsstrømmer, produsert vann og boreslam" i 2006-2007 (Bråtveit & Moen, 2007).

Vi har valgt å se det foreliggende prosjektet i sammenheng med Kreftregisteret sin kohort av ca. 28000 tidligere og nåværende offshorearbeidstakere. I vårt tidligere prosjekt "Eksponering for kreftfremkallende faktorer" laget vi en jobb-eksponeringsmatrise (JEM) som skulle kunne benyttes i fremtidige analyser av sammenheng mellom eksponering og kreft blant offshorearbeiderne (Steinsvåg et al., 2005). Denne matrisen bygget på kvantitativ

eksponeringsdokumentasjon, og på kvalitative vurderinger som ble gjort av en ekspertpanel. Vi anser den rapporten fortsatt som å danne ryggraden i den historiske eksponeringsvurderingen for de mest aktuelle kjemikalier med størst relevans for helserisiko for arbeidstakergrupper offshore. Vi samlet i den forbindelse i praksis inn det som var tilgjengelig av målerapporter om kjemiske stoffer fram til og med år 2004.

I det foreliggende prosjektet har vi supplert informasjonen fra de tidligere prosjektene med ytterligere innsamling av kvantitativ eksponeringsdokumentasjon for perioden fram til 2007. Vi har i tråd med European Chemicals Agency sin "Guidance on information requirements and chemical safety assessment" (ECHA, 2010) tolket eksponering som ekstern eksponering, dvs ikke inkludert biologiske prøver.

Vi har i første rekke valgt å fokusere på dokumentert kjemisk eksponering (måledata) knyttet til de arbeidsprosessene som særpreger olje- og gassindustrien, dvs innen boring og brønn, produksjon og prosess og utvalgte vedlikeholdsoppgaver. Opphogging er ikke inkludert. For de kjemiske komponentene som vi i det foreliggende prosjektet ikke har mottatt ytterligere eksponeringsdokumentasjon om, vil vi henviser til rapporten "Eksponering for kreftfremkallende faktorer" (Steinsvåg et al., 2005), der det blant annet er gitt en oppsummering av eksponeringsgradering for ulike kjemikalier fordelt på yrkesgruppe og tidperiode.

## **Målsetting**

Vi har i dette arbeidet hatt som hovedmålsetting å skaffe en oversikt over kvantitativ, historisk eksponeringsdokumentasjon for kjemikalier som tenkes å kunne utgjøre en helserisiko i olje- og gassindustrien i Norge. Eksponeringsdokumentasjonen (fram til 2007) knyttes til aktuelle eksponeringsscenarioer for disse kjemikaliene, og vurderes med hensyn kvalitet, representativitet og om dokumentasjonen kan benyttes til å indikere tidstrender i eksponering.

## 2. Metoder

### Organisering

Prosjektet har hatt en tidsramme på ett år (01.07.09 til 30.06.10), og har blitt finansiert av bransjeprojektet "Kjemisk arbeidsmiljø i olje- og gassindustrien". Dette har gitt lønnsmidler i ett år for totalt en full stilling som har blitt fordelt på de fire deltakerne i prosjektgruppen:

Prosjektgruppen har bestått av:

- Prosjektleder Magne Bråtveit, Professor, Uni helse/UiB
- Kari Stave Vågnes, Yrkeshygieniker/PhD, Uni helse
- Bjørg Eli Hollund, Yrkeshygieniker/PhD, Helse Bergen
- Berit Larsen, sekretær

### Kontaktpunkter

I løpet av prosjektperioden har prosjektgruppen gjennomført bedriftsbesøk og møter, og hatt kontakt med personer og bedrifter via telefon og e-post.

Bedriftsbesøk og møter:

- OLF, Stavanger; 03.09.09
- ConocoPhillips, Stavanger 30.09.09
- Petroleumstilsynet, Stavanger 11.11.09 og 23.02.10
- StatoilHydro, Bergen
- Aibel, Stavanger 11.11.09
- Odfjell Drilling, Bergen 13.11.09
- Beerenberg, Bergen 13.11.09
- Kokstad Bedriftshelsetjeneste, Bergen 13.11.09
- ALF Offshore, Stavanger 23.02.10

Kontakter;

- Jakob Nærheim og Lene Håland, OLF
- Trygve Østmo og Berit Sørseth, Norsk Industri (NI)
- Kjersti Høgestøl og Lars Sætersdal i Norges Rederiforbund (RF)
- Sigvart Zachariassen, Petroleumstilsynet, Stavanger
- Anne Helene Skorve, Statoil, Mongstad
- Inger Margrethe Haaland, Statoil, Bergen
- Trond Schei, ConocoPhillips
- Hans Thore Smedbold, Occupational Hygiene Solutions
- Halvor Eriksteinm, SAFE , Stavanger 30.09.09
- Kreftregisteret v/Tom Grimsrud, Jo Stenehjem og Tone Eggen 11.06.10
- John Cherrie, IOM, Edinburgh 11.06.10

Informasjon om prosjektet via møter:

- Møtet i HMF, dvs OLFs forum for HMS-sjefer i september 2009: OLF informerte der om prosjektet og om at det skulle distribueres et brev til bransjen om prosjektet.
- Bransjen ble også informert gjennom styringsgruppen der prosjektgruppene presenterte planen
- OLFs fagnettverk for helse og arbeidsmiljø (legegruppen) og yrkeshygienegruppen



## Innsamling av eksponeringsdokumentasjon

Prosjektgruppen formulerte et informasjonsbrev om prosjektet der det ble bedt om yrkeshygienisk eksponeringsdokumentasjon (Appendix 2). OLF, NI og RF sendte dette brevet ut som vedlegg til e-post gjennom sine kanaler.

Som eksempel sendte OLF denne e-posten til HMS-lederne i sine medlemsbedrifter i oktober 2009:

- Prosjekt kjemisk arbeidsmiljø i olje- og gassindustrien har som et av sine formål å gi et helhetlig bilde av den nåværende og tidligere eksponeringssituasjonen for kjemikalier i petroleumsvirksomheten. Prosjektet har inngått et samarbeid med Arbeids- og miljømedisin, Universitetet i Bergen om å lage en sammenstilling av historisk eksponering i den norske olje- og gassindustrien. Som informert på forrige møte i HMF vil en nå foreta en innsamling av historiske måledata fra selskapene. Dette er orientert om i OLFs fagnettverk yrkeshygiene og fagnettverk helse og arbeidsmiljø. Alle selskapene er imidlertid ikke representert i disse nettverkene, og vi sender nå ut informasjon til alle selskapene i OLF via HMF, jf vedlagte brev. Vi ber selskapene gjøre tilgjengelig sine yrkeshygieniske eksponeringsmålinger/målerapporter som er gjennomført før 01.01.2007 for Arbeids- og miljømedisin, UiB innen **6. november 2009**. Andre typer rapporter som inneholder eksponeringsvurderinger for ulike arbeidsprosesser vil en gjerne også ha tilsendt. Dersom selskapene ikke har relevante historiske måledata ber vi også om tilbakemelding på det. Det understrekes at målerapportene/måledataene vil bli anonymisert og vil ikke bli knyttet opp mot et enkelt selskap eller person. Både personvern og vern av det enkelte selskap vil bli godt ivarettatt

I etterkant mottok vi yrkeshygieniske målerapporter via e-post, minnepinner og skriftlig fra selskap og kontraktører i bransjen.

### Annen hovedkilde til eksponeringsdokumentasjon

Prosjektet: "Eksponering for kreftfremkallende faktorer i norsk offshoreindustri 1970-2005" som Arbeids- og miljømedisin, UiB ved stipendiat Kjersti Steinsvåg gjennomførte i perioden 2003-2005 (Steinsvåg et al., 2005; Appendix 1) fremskaffet informasjon som vi nå har benyttet.

Det ble da samlet inn data fra selskaper i bransjen ved å besøke disse og intervjuere ledere og arbeidstakere fra ulike yrkesgrupper. Vi samlet i praksis inn det som var tilgjengelig av målerapporter om kjemiske stoffer fram til og med 2004. Ulike yrkesgrupper som prosessteknikere, boremannskap, bedriftslege, HMS-leder og yrkeshygienikere ble intervjuet angående arbeidsprosesser og kjemikalier brukt offshore.

Det ble da gjennomført intervjurunde i følgende selskaper:

#### Oljeselskaper

- BP Norge AS
- ConocoPhillips Norge AS
- Esso Norge AS
- Norsk Hydro ASA
- A/S Norske Shell
- Statoil ASA – Bergen
- Statoil ASA – Stavanger
- Total E&P Norge AS

#### Boreselskaper

- Maersk Contractors Norge AS
- Odfjell Drilling
- Prosafe ASA
- Smedvig ASA
- Transocean

#### Brønnservicebedrifter

- Baker Hughes INTEQ
- Halliburton AS

- Swaco Norge AS
- Vedlikeholdskontraktører
- ABB Offshore Systems AS (nå Vetco Aibel AS)
  - Aker Kværner Offshore Partner
  - Dalseide & Fløysand Group AS

Forpleiningsbedrift

- ESS Offshore AS

Kjemikalieleverandør

- M-I Norge AS

I tillegg ble tre relevante, offentlige myndigheter besøkt på tilsvarende måte:

Myndigheter

- Oljedirektoratet (nå Petroleumstilsynet)
- Statens forurensingstilsyn
- Statens Strålevern

Under og etter intervjurunden hos de enkelte selskapene fikk vi tilgang til dokumentasjon av forskjellig art: Yrkeshygieniske målerapporter, risikovurderingsrapporter og HMS-datablad m.m. Det ble skrevet referat fra alle intervju.

Etter denne innsamlingsrunden ble det bygget opp en Jobb-eksponerings-matrise (JEM)

De faktorene som ble antatt å være av størst betydning med hensyn til antall personer eksponert og mengde brukt, ble valgt ut til å inngå i en JEM som inneholdt 27 yrkeskategorier.

JEM ble fylt ut av en ekspertgruppe bestående av 8 personer, og inkluderte en gradering av eksponering med hensyn til sannsynlighet (0-1-2), hyppighet (1-2-3) og intensitet (1-2-3) (Steinsvåg et al., 2005).

## Kvalitetsvurdering av måledata

Vi har tatt utgangspunkt i fire hovedpunkter fra European Chemicals Agency sin "Guidance on information requirements and chemical safety assessment" (ECHA, 2010) med hensyn til yrkeseksponering. De foreslår at det blir tatt hensyn til følgende punkter når eksponeringsmålinger knyttes til eksponeringsscenarioer:

- er dataene passende for scenarioet som undersøkes?
- er dataene støttet av tilstrekkelig kontekstuell informasjon slik at relevansen til scenarioet kan bestemmes?
- har dataene blitt hentet inn med passende/tilfredsstillende prøvetakings- og analysemetoder?
- er antallet målinger tilstrekkelig for å kunne anta at målingene er representative for scenarioet som blir vurdert?

## Administrative normer

Administrative normer endrer seg over tid. Vi har i denne fremstillingen kun sammenlignet målte eksponeringer med dagens administrative normer, dvs de som gjelder i 2010 (Administrative normer, 13. utgave november 2009).

For lettere å kunne sammenligne resultatene fra eksponeringsmålingene som er gitt i denne rapporten med dagens administrative normer, viser Tabell 2.1 et utvalg av aktuelle normer for komponenter innen produksjon, boring og vedlikehold. For å kompensere for 12 timers skiftordningen offshore foreslo Petroleumstilsynet (2006) at de administrative normene skal multipliseres 0,6. Disse 12 timers normene er også angitt i tabellen. Vi har også benyttet Arbeidstilsynet sin tommelfingerregel for hvor store overskridelser som kan aksepteres i perioder på inntil 15 min.

**Tabell 2.1. Dagens administrative normer (2009) for noen aktuelle komponenter.**

| Stoff   | Administrativ norm                                 |  | Korttidsverdi  |
|---|--|--|--|
|   | 8 timer  | 12 timer   | Inntil 15 min  |
| Benzen  | 1 ppm, K   | 0,6 ppm  | 3 ppm  |
| Toluen  | 25 ppm, H  | 15 ppm   | 37,5 ppm   |
| Etylbenzen  | 5 ppm, H, K  | 3 ppm  | 10 ppm   |
| Xylen (alle isomere)                                    | 25 ppm, H  | 15 ppm   | 37,5 ppm   |
| <i>n</i> -Heksan  | 20 ppm, R  | 12 ppm   | 30 ppm   |
| PAH (Polyaromatiske hydrokarboner)                      | 0,04 mg/m <sup>3</sup> K<br>40 ng/l                | 0,024 mg/m <sup>3</sup><br>24 ng/l               | 0,12 mg/m <sup>3</sup>                               |
| Formaldehyd   | 0,5 ppm<br>0,6 mg/m <sup>3</sup> A,K               | 0,3 ppm  | 1 ppm (Takverdi)<br>1,2 mg/m <sup>3</sup> (Takverdi) |
| Oljedamp  | 50 mg/m <sup>3</sup>                               | 30 mg/m <sup>3</sup>                             | 75 mg/m <sup>3</sup>                                 |
| Oljetåke  | 1 mg/m <sup>3</sup>                                | 0,6 mg/m <sup>3</sup>                            | 3 mg/m <sup>3</sup>                                  |
| Totalstøv   | 10 mg/m <sup>3</sup>                               | 6 mg/m <sup>3</sup>                              | 15 mg/m <sup>3</sup>                                 |
| Respirabelt støv  | 5 mg/m <sup>3</sup>                                | 3 mg/m <sup>3</sup>                              | 10 mg/m <sup>3</sup>                                 |
| Krystallinsk silika:<br>-Totalstøv<br>-Respirabelt støv | 0,3 mg/m <sup>3</sup> K<br>0,1 mg/m <sup>3</sup> K | 0,18 mg/m <sup>3</sup><br>0,06 mg/m <sup>3</sup> | 0,9 mg/m <sup>3</sup><br>0,3 mg/m <sup>3</sup>       |
| Sveiserøyk (uspesifisert)                               | 5 mg/m <sup>3</sup>                                | 3 mg/m <sup>3</sup>                              | 10 mg/m <sup>3</sup>                                 |
| Krom VI<br>Krom II og III                               | 0,02 mg/m <sup>3</sup> AK<br>0,5 mg/m <sup>3</sup> | 0,012 mg/m <sup>3</sup><br>0,3 mg/m <sup>3</sup> | 0,06 mg/m <sup>3</sup><br>1,5 mg/m <sup>3</sup>      |
| Nikkel  | 0,05 mg/m <sup>3</sup> KRA                         | 0,03 mg/m <sup>3</sup>                           | 0,15 mg/m <sup>3</sup>                               |
| Asbest  | 0,1 fibre/cm <sup>3</sup> K                        |  |  |
| Heksan-1,6-diisocyanat (HDI)                            | 0,005 ppm<br>0,035 mg/m <sup>3</sup> A             | 0,003 ppm<br>0,021 mg/m <sup>3</sup>             | 0,01 ppm   |
| Kvikksølv og kvikksølvforbindelser                      | 0,02 mg/m <sup>3</sup> A                           | 0,012 mg/m <sup>3</sup>                          | 0,06 mg/m <sup>3</sup>                               |
| Hydrogensulfid  | 10 ppm<br>15 mg/m <sup>3</sup> T                   | 6 ppm<br>9 mg/m <sup>3</sup>                     | 10 ppm   |

*K=kreftfremkallende; A=allergifremkallende; R=reproduksjonsskadelige; H=hudopptak; T=takverdi*

## Dataanalyse

Måledata for oljetåke som ble hentet fra målerapportene ble lagt inn og analysert i statistikkprogrammet SPSS 15.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

På grunn av skjevfordelte måledata har vi valgt å benytte median som en sentraltendens i stedet for aritmetisk gjennomsnitt som er basert på normalfordelte data. I statistikken er medianen den verdien av en variabel (f.eks. lønn, alder, høyde) som ligger midt i det statistiske materialet, det vil si at like mange individer i materialet har verdier over medianen som under den. Alternativt kunne geometrisk gjennomsnitt (GM) blitt benyttet. Imidlertid blir GM udefinert dersom verdier lik "null" bli inkludert. Ved beregning av median vil alle målinger, selv de med verdi lik "null" for inntil halvparten av verdiene, bli tatt med i beregningen. For de fleste komponentene har vi også oppgitt målte min og max-verdier.

For de fleste figurer som viser eksponeringsnivå har vi valgt å benytte box-plot. I disse figurene vil 50% av antall målte verdier ligge innenfor boksene, og linjene inne i boksene viser medianverdiene.

### Deteksjonsgrenser

Deteksjonsgrensene (LOD) for konsentrasjonsbestemmelse i luftprøvene er avhengig av flere faktorer som sensitiviteten av selve analysemetodikken og prøvetakingstiden. Angivelse av dette i målerapportene er svært varierende, og de aller fleste rapporter mangler opplysninger om LOD for de ulike komponentene det analyseres på.

Eksempelvis kan nivåer under LOD i ulike målerapporter være oppgitt som 0 (null), mindre enn en gitt verdi (for eksempel  $<0,1$ ) eller uten angivelse (-). For benzen har LOD endret seg med utvikling av analysemetodikken. Ut fra rapportene oppgis LOD for fullskiftmålinger av benzen før 1990 oftest som 0,1 ppm, i perioden 1990-1999 er LOD oftest oppgitt som 0,01 ppm, og fra 2000 som 0,001 ppm. I våre beregninger av aritmetisk gjennomsnitt som gjengis i Appendix 4, har vi benyttet disse verdiene for benzen i de respektive tidsperiodene, og dividert med 2 når verdier  $<LOD$  er rapportert. Vi har gjort tilsvarende for oljedamp og oljetåke ved boring (Appendix 6), men ikke for andre agens.

### 3. Oversikt over eksponeringsmålinger

#### Målerapporter

Vi har i denne rapporten beskrevet eksponering ved ulike arbeidsoppgaver/scenarioer for de komponentene der vi har fått tilgang til kvantitative eksponeringsmålinger. Dette gjelder spesielt eksponering knyttet til arbeidsprosesser som særpreger olje- og gassindustrien. For de kjemiske komponentene som vi i det foreliggende prosjektet ikke har mottatt ytterligere eksponeringsdokumentasjon om, vil vi som tidligere nevnt henviser blant annet til rapporten "Eksponering for kreftfremkallende faktorer" (Steinsvåg et al., 2005), der det blant annet er laget en jobb-eksponerings matrise, samt en oppsummering av eksponeringsgradering for ulike kjemikalier fordelt på yrkesgruppe og tidsperiode.

De innsamlede målerapportene inneholder både personlige og stasjonære målinger i arbeidsatmosfæren. Tabell 3.1 gir en oversikt over antall målerapporter vi har fått tilgang til med tilhørende personlige og stasjonære målinger fordelt på de komponentene med mest kvantitativ dokumentasjon. Tabell 3.2 gir en oversikt over sammenhenger mellom arbeidsoppgaver/scenarioer, agens, helserisiko, jobbgrupper med mulig eksponering og henvisning til eksponeringsdokumentasjon.

*Tabell 3.1 Oversikt over antall målerapporter med personlige og stasjonære målinger fordelt på de komponentene med mest kvantitativ dokumentasjon.*

|   | Antall rapporter | Personlig prøvetaking; antall målinger (installasjoner) | Stasjonær Prøvetaking; antall målinger (installasjoner) |
|---|------------------|---|---|
| Benzen -prosess offshore                        | 72               | 913 (27)  | 319 (26)  |
| Benzen -landanlegg                              | 15               | 224 (2)   | 50 (2)  |
| Formaldehyd -biocidbehandling/ prosess offshore | 5                | 9 (2)   | 20 (3)  |
| Oljedamp -boring                                | 159              | 767 (42)  | 2002 (46)   |
| Oljetåke -boring                                | 148              | 584 (39)  | 1844 (44)   |
| Støv ved miksing -boring                        | 16               | 25 (8)  | 52 (9)  |
| Støv - vedlikehold                              | 22               | 151 (16)  | 104 (11)  |
| Asbest - fiber                                  | 2                | 14 (1)  | 15 (2)  |
| HDI - varmt arbeid                              | 5                | 2 (1)   | 51 (3)  |

I vår framstilling har vi fokusert på de personlige målingene siden disse generelt antas å være et bedre mål for arbeidstakernes eksponering enn stasjonære målinger. Resultater fra de personlige målingene gjengis i resultatkapitlene i form av figurer og tabeller, mens resultater fra de stasjonære målingene hovedsakelig er gitt i Appendix 4-7).

Tabell 3.2 Produksjon/prosess: Oversikt over sammenhenger mellom utvalgte arbeidsoppgaver/scenarioer, agens, helserisiko, jobbgrupper med mulig eksponering og type eksponeringsdokumentasjon.

| Arbeidsprosess/<br>eksponeringsscenario  | Kjemikaliegruppe | Agens/<br>komponenter          | Helserisiko   | Jobbgruppe med mulig<br>eksponering<br>(Steinsvåg et al., 2005)   | Eksponerings-dokumentasjon   |
|--|------------------|--------------------------------|---|---|--|
| Drift i prosessanlegg<br>-åpning av systemer<br>-prøvetaking og lab<br>-flotasjon<br>-vedlikehold filter<br>-pigging<br>-tanker og separatorer<br>-separator og tankarbeid | Råolje/gass      | Benzen                         | Akutt:<br>Svimmelhet, tretthet, hodepine,<br>kvalme, nedsatt koordinasjon,<br>luftveisirritasjon, øyeirritasjon<br><br>Kronisk:<br>Kreft/leukemi (IARC 1)         | Prosess, lab, dekk,<br>elektriker, instrument,<br>rørlegger, sveiser,<br>mekaniker,<br>overflatebehandler,<br>isolatør, stilasbygger,<br>industrirenjører | Foreliggende rapport (kvantitativ)<br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)<br>Bråtveit & Moen, 2007 (UiB) |
|  |                  | Toluen<br>Ethylbenzen<br>Xylen | Akutt:<br>Hovedsakelig som benzen<br><br>Kronisk:<br>Løsemiddelskade<br>Kontaktseksem   |   | Foreliggende rapport (kvantitativ)<br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)<br>Bråtveit & Moen, 2007 (UiB) |
|  |                  | Kvikksølv                      | Kronisk:<br>Nevrotoksiske skader:<br>Søvnvansker, nedsatt matlyst,<br>angst, hukommelsessvikt,<br>personlighetsendringer<br><br>Nyreskader<br>Allergifremkallende |   | Biologiske prøver; Woldbæk et al., 2009<br>(STAMI)   |
|  |                  | H <sub>2</sub> S               | Akutte:<br>Luftveisirritasjon,<br>hodepine, svimmelhet, kvalme,<br>oppkast<br>Kronisk:<br>Nervesystem ??  |   |  |

|                                      |                    |                                    |  |  |   |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--|--|---|
| Rengjøring av utstyr                 | Rengjøringsprodukt | Diesel (benzen)<br><br>Klorerte HC | Kreft/leukemi knyttet til benzen (IARC 1)<br><br>Akutte: Hodepine, svimmelhet, tretthet, øyeirritasjon Lever- og nyretoksiske<br>Kronisk: Hjerne- og nerveskader, kreftfremkallende (tri- og tetrakloretylen: IARC 2A) | Prosess, dekk, industrirensjører elektriker, instrument, sveiser, mekaniker, | Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)   |
| Drift og vedlikehold av biocid enhet | Biocid             | Formaldehyd                        | Akutte:<br>Luftveis- og øyeirritasjon<br><br>Kronisk:<br>Kreft/nese/øvre luftveier (IARC 1)<br>Luftveisobstruksjon<br>Sensibilisering hud/luftveier<br>Kontakteksem  | Prosess, dekk, instrument, mekaniker, elektriker                             | Foreliggende rapport (kvantitativ)<br><br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB) |

Tabell 3.2 forts *Boring og brønn*: Oversikt over sammenhenger mellom utvalgte arbeidsoppgaver/scenarioer, agens, helserisiko, jobbgrupper med mulig eksponering og type eksponeringsdokumentasjon.

| Arbeidsprosess/<br>eksponeringsscenario | Kjemikaliegruppe                     | Agens/komponent                                  | Helserisiko   | Jobbgruppe med mulig<br>eksponering<br>(Steinsvåg et al., 2005) | Eksponerings-dokumentasjon   |
|---|--------------------------------------|--|---|---|--|
| Slambehandling                          | Baseolje i boreslam<br><br>Bremsbånd | Diesel (benzen)<br><br>Mineralolje<br><br>Asbest | Se under prosess<br><br>Se under prosess<br><br>Kreft/mesoteliom (IARC 1)   | Boredekkarb,<br>boreslamarbeider,<br>tårnmann, mudoperatør      | Foreliggende rapport (kvantitativ)<br>Steinsvåg et al., 2005 (UiB)<br>Bråtveit et al., (2009)<br><br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB) |
| Blanding av boreslam                    | Additiver i boreslam                 | Støv<br><br>Asbest<br><br>Krystallinsk silika    | Luftveiseeffekter avhengig av<br>type/innhold<br>Akutt: Luftveisinflammasjon<br><br>Kronisk:<br>Lungekreft og mesoteliom (IARC 1),<br>asbestose<br><br>Akutt: Luftveisinflammasjon<br>Kronisk:<br>Lungekreft (IARC 1), silikose | Tårnmann  | Foreliggende rapport (kvantitativ)<br><br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)<br><br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)       |
| Påføring av gjengefett                  | Gjengefett                           | Bly  | Akutt:<br>Tretthet, søvnforstyrrelser<br>Kronisk:<br>Encephalopati, nyreskader, kreft<br>(IARC 2A), reproduksjon- og<br>arvestoffsskadelig  | Boredekksarb.   | Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)  |
| Brønnservice<br>-sentering              | Sement                               | Støv<br>Krystallinsk silika                      | Luftveiseeffekter avhengig av type/<br>innhold<br>Silikose lungekreft (IARC 1)  | Brønnservicearb.  | Foreliggende rapport<br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)  |
| Rengjøring av utstyr                    | Rengjørings-<br>produkt              | Diesel (benzen)<br>Klorerte HC                   | Se under prosess  | Boredekkarb,<br>boreslamarbeider,<br>tårnmann, mudoperatør      | Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)  |



Tabell 3.2forts *Vedlikehold: Oversikt over sammenhenger mellom utvalgte arbeidsoppgaver/scenarioer, agens, helserisiko, jobbgrupper med mulig eksponering og type eksponeringsdokumentasjon.*

| Arbeidsprosess/<br>eksponeringsscenario                               | Kjemikaliegruppe  | Agens/komponent                                      | Helserisiko  | Jobbgruppe med mulig<br>eksponering<br>(Steinsvåg et al., 2005)                    | Eksponerings-dokumentasjon   |
|---|---|--|--|--|--|
| Vedlikehold i prosessanlegg<br>-fjerning av pakninger<br>og isolasjon | Fibre   | Asbest<br><br>Keramiske fibre                        | Se under boring<br><br>IARC 2B   | Isolatør, prosess,<br>vedlikehold, inspeksjon,<br>dekk, maler                      | Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)<br>(inneholder også resultat fra noen målinger)  |
| Maling  |   | Hydrokarboner<br><br>Bly<br>Isocyanater<br><br>Epoxy | Se under prosess<br><br>Se under boring<br>Akutt: Slimhinneirritasjon<br>Kronisk: Sensibilisering av luftveier,<br>astma, kroniske plager fra<br>sentralnervesystemet<br>Allergisk kontakteksem,<br>luftveisallergi<br>Herdere(aromatiske aminer- kreft) | Overflatebehandler<br>Dekksarbeider  | Foreliggende rapport<br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)<br>Rømyhr et al., 2002 (Arbeidsmed, Trondh.)                                   |
| Malingsfjerning<br>-Kjemisk/fysisk                                    |   | Diklormetan<br>Krystalinsk silika<br>Bly             | Se klorerte HC under prosess<br>Se under boring<br>Se under boring   | Overflatebehandler<br>Dekksarbeider  | Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB)  |
| Varmt arbeid<br>-malingsfjerning<br>-<br>Sveising, sliping<br>-<br>-  |   | Isocyanater<br><br>Cr <sup>VI</sup><br><br>Ni        | Se over<br><br>Akutt: Luftveisirritasjon<br>Kronisk: Hudallergi, bronkitt,<br>lungekreft (IARC 1)<br>Akutt: Luftveisirritasjon<br>Kronisk: Hudallergi,<br>luftveisinflammasjon,<br>lunge- nese og strupekreft (IARC 1)                                   | Overflatebehandler<br><br>Sveiser, mekaniker,<br>platearb.                         | Dalene et al, 2007<br>(Institutet för Kemisk Analys, Sverige)<br>Hetland & Westby, 2007 (Eurofins)<br>Foreliggende rapport                           |
| Arbeid på hydrauliske<br>system og turbiner                           | Hydraulikkoljer<br>Turbinoljer<br>Sylinderoljer<br>Smøreoljer | Mineraloljer   | Luftveisirritasjon<br>Lungefibrose   | Turbintekniker,<br>hydrauliker, mekaniker,<br>maskinist, prosess,<br>dekksarbeider | Malvik & Bjørseth, 2005, (SINTEF)<br>Malvik et al., 2005 (SINTEF)<br>Svendsen et al., 2005 (SINTEF)<br>Kvalitativ- JEM; Steinsvåg et al., 2005 (UiB) |

## Gruppering av målinger

Målingene har blitt fordelt på 4 hovedområder: 1) Produksjon og prosess offshore, 2) landanlegg, 3) boring og 4) vedlikehold. Innen disse hovedområdene har målingene videre blitt fordelt på arbeidsoppgaver/eksponeringsscenario, yrkesgrupper/kategorier, tidsperiode (før 1990, 1990-1999 og 2000-2007) og prøvetakingstid (<15 min og >15 min).

Vi har benyttet de samme yrkeskategoriene som i rapporten "Eksponering for kreftfremkallende faktorer" (Steinsvåg et al., 2005).

Tidsperioder er altså delt inn i tre grupper, men antallet målinger i hver av disse gruppene er i mange tilfelle så lavt at de i stedet har blitt presentert samlet. Innen boring (oljedamp og oljetåke) er det benyttet en annen tidsinndeling som følger endringer i type baseoljer som er benyttet i ulike tidsperioder.

### Prøvetakingstid og arbeidsoppgave

Målingene har i de fleste tilfeller blitt fordelt på prøvetakingstider enten kortere enn 15 min eller lengre enn 15 min (<15min og >15 min). Dette med utgangspunkt i Arbeidstilsynets tommelfingerregel om hvor store overskridelser som kan aksepteres i perioder på opptil 15 minutter,

Målinger <15 min refererer hovedsakelig til korttidsmålinger tatt under spesifiserte oppgaver oppgitt i målerapportene slik som prøvetaking, flotasjonsarbeid, osv.

Målinger over 15 min er også fordelt på oppgitt oppgave, selv om varigheten av disse oppgavene i de fleste tilfeller har vært betydelig kortere enn den totale prøvetakingstiden.

I mange tilfeller har det i rapportene ikke blitt oppgitt hvilke arbeidsoppgaver operatørene har utført, og målingene er da gruppert under uspesifiserte oppgaver.

Vi har ikke utført noen tidsvektede beregninger av eksponeringsnivåer, dvs. vi har kun benyttet oppgitte måleresultater for angitte prøvetakingstider.

## 4. Produksjon og prosess offshore

Petroleumsstrømmene som pumpes opp består av en blanding av råolje, gass og vann. På produksjonsplattformer blir denne blandingen ført i et lukket prosesssystem og separert. Råolje og gass sendes til en onshore terminal via rør eller fraktes med skip, mens det produserte vannet enten blir reinjisert i brønnen eller renses og sluppet ut i sjøen. Det er først ved åpning av systemkomponenter at det oppstår en potensiell eksponeringsfare for kjemikalier. Ved normal drift åpnes prosesssystemene bare i kortere perioder ved f.eks prøvetaking av råolje, kondensat og/eller produsert vann, inspeksjon og arbeid i flotasjonsanlegget, mottak og sending av rensespigge, jetting av separatorer, skifte og rengjøring av ventiler og filtre, åpning av flenser og vedlikeholdsarbeid i tanker. Arbeid i flotasjonsanlegg på eldre plattformer ble regnet som å kunne medføre kortvarig, men høy, eksponering for benzen. Nedstengninger er karakterisert ved høy manuell aktivitet og kan ha en varighet fra dager til flere uker. I denne perioden blir større deler av prosesssystemene åpnet for rengjøring og vedlikehold, og det utføres arbeid inne i prosessutstyr og i råoljetanker. På noe felt gjennomføres en total shut-down (nedstengning) hvert annet år.

### Produksjonsstrømmens sammensetning

#### Råolje

Råoljens sammensetning varierer fra felt til felt, og består av en kompleks blanding av hydrokarboner, og et stort antall oksygen-, nitrogen- og svovelforbindelser, samt små mengder (0,0001-0,1%) metaller som nikkell, vanadium, natrium, kobolt, jern, krom, kobber, sink og kvikksølv. Av kreftfremkallende stoffer finnes bl.a benzen, polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og fenoler.

Gjennomsnittlig benzen-konsentrasjon (vekt%) i råolje og kondensat fra 17 felt (tall lagt ut på nettet av Hydro og Statoil, samt tall fra Esso) var 0.41, range: 0.0079-2.04.

PAH-konsentrasjon (vekt %) i råolje og kondensat fra 15 felt (tall lagt ut på nettet av Hydro og Statoil samt tall fra Esso): 0.31, range: 0.0081-0.48.

#### Produsert vann

Produsert vann varierer både i mengde og sammensetning mellom oljefeltene. Vannet består av olje, kjemiske stoffer som finnes naturlig i reservoaret og kjemikalier som tilsettes under produksjonsprosessen. Som eksempel på komponenter fra formasjonen kan nevnes PAH (polysyklisk aromatiske hydrokarboner), NPD (naftalen, phenantren og dibenzotiofen), BTEX (benzen, toluen, etylbenzen og xylen) og alkylfenoler. Produsert vann inneholder også naturlig forekommende tungmetaller i varierende mengder.

Benzen vil særlig følge de lette hydrokarbonfraksjonene, og det medfører noe høyere konsentrasjon i produsert vann enn i råolje. Ifølge tall fra SFT finner man følgende gjennomsnittskonsentrasjon av benzen i produsert vann (fra 25 felt):  $6.6 \text{ g/m}^3$ , range:  $0.12 - 29.2 \text{ g/m}^3$ . I ERES-rapporten (OHS, 2009) oppgis det følgende konsentrasjoner av BTEX i produsert vann på en installasjon (mg/l): Benzen (1,98-8,5), toluen (0,44-6,3), etylbenzen (0,01-0,3) og xylen (0,06-2,4).

PAH-konsentrasjon i produsert vann fra 25 felt (ifølge tall fra SFT):  $0.316 \text{ g/m}^3$ , range  $0.059 - 0.845 \text{ g/m}^3$ .

## Tilsetningsstoffer

Forbruket av de ulike gruppene av tilsetningsstoffer varierer mellom de ulike feltene. Disse tilsetningsstoffene har ulike funksjoner som for eksempel hydrathemmere, biocider, avleiringshemmere, emulsjonsbrytere, korrosjonshemmere, flokkulanter og skumdempere. Antallet kjemiske komponenter innen disse gruppene er svært stort, og noen eksempler på slike er gitt i Bråtveit & Moen (2007)

## Eksponeeringsmålinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylen (BTEX) i prosessområdene offshore

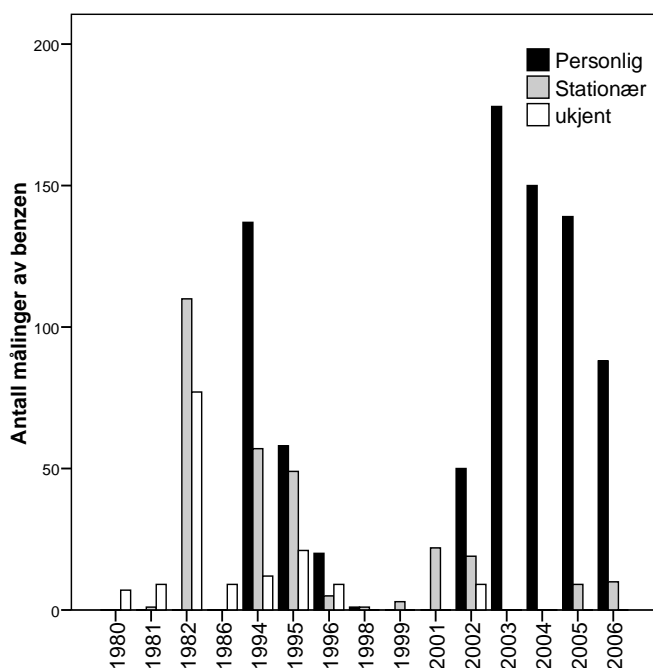
Totalt har vi mottatt 1387 målinger av benzen fra 38 installasjoner. Av disse er 913 personlige og 319 stasjonære målinger, mens det for 155 målinger hovedsakelig fra før 1990 er ukjent om de er personlige eller stasjonære. De personlige prøvene er analysert på X-lab (46%), STAMI (32%), Eurofins (4%), Sykehuset Telemark (4%) og ukjent lab (14%).

De personlige målingene av benzen inkluderte totalt 27 rigger: 9 i perioden 1990-1999 og 22 fra etter 1999. Personbåren fullskifts-eksponering for benzen, toluen, etylbenzen og xylen har i stor grad blitt målt med passive dosimetre festet på arbeidstakerens krage. Ved korttidsmålinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylene har det også blitt benyttet tenaxrør (se Tabell 4.2 og 4.3).

Vi har her fokusert på personlige eksponeringsmålinger av benzen i prosessområdene. Personlige målinger av toluen, etylbenzen og xylen har også blitt kort omtalt, mens resultater for disse, for andre hydrokarboner og for stasjonære målinger er oppsummert i tabeller i Appendix 4 som også inneholder informasjon om antall rigger målingene er hentet fra.

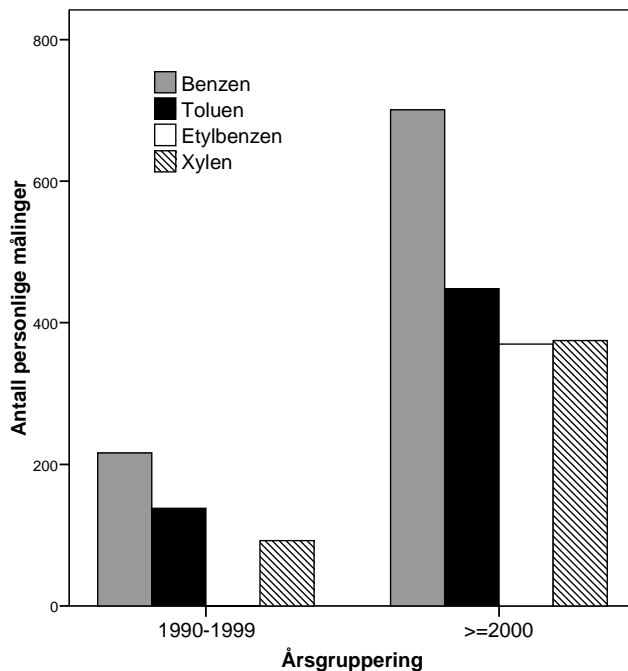
### Antall målinger

Figur 4.1 viser at andelen personlige målinger av benzen i prosessområdene er betydelig høyere etter år 2000 sammenlignet med tidligere. I perioden fra 1980 til 1996 er det for mange av målingene ikke angitt om de er personlige eller stasjonære (oppgitt som ukjent i Figur 4.1), og disse målingene (Appendix 4c) er derfor ikke tillagt noe vekt i denne rapporten.



Figur 4.1 Antall personlige og stasjonære målinger av benzen i prosessområdene på offshore installasjoner fordelt på årstall målingene ble utført.

Figur 4.2 viser at antallet personlige målinger av BTEX var omtrent tredoblet i perioden etter år 2000 sammenlignet med tidligere. Ingen målinger før 1990 er angitt som personlige.



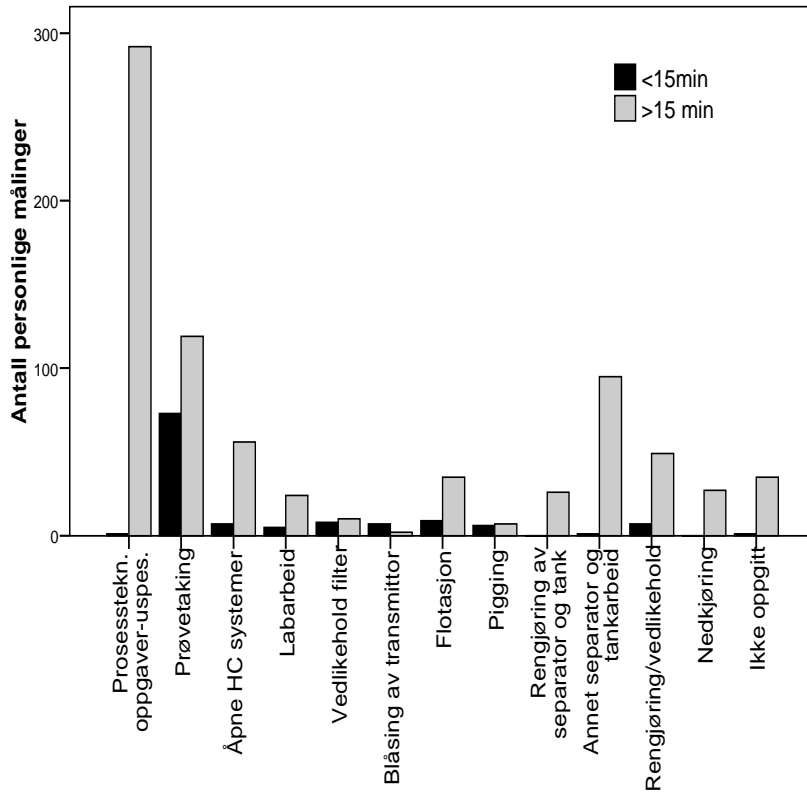
Figur 4.2 Antall personlige målinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylen i prosessområdene på offshore installasjoner fordelt på årsgruppering for når målingene ble foretatt.

### Arbeidsoppgaver, prøvetakingstid og yrkeskategorier

De personlige målingene av benzen ble videre fordelt på arbeidsoppgaver og prøvetakingstid (<15min og >15 min) (Figur 4.3). Målinger <15 min refererer hovedsakelig til korttidsmålinger tatt under spesifiserte oppgaver oppgitt i målerapportene slik som prøvetaking, åpne HC systemer, flotasjonsarbeid, osv.

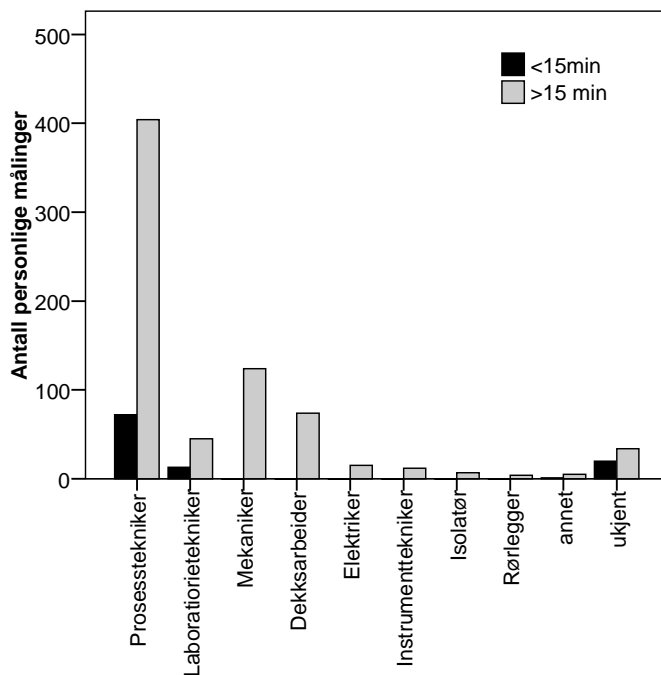
For målinger over 15 min er median prøvetakingstid lik 12 timer (10-90 persentilen; 1,5-12 timer).

Antallet målinger >15 min er størst for uspesifiserte prosesstekniske oppgaver. I slike tilfeller har det i rapportene ikke blitt oppgitt hvilke arbeidsoppgaver operatørene har utført. I de tilfellene arbeidsoppgaver har blitt oppgitt for målingene over 15 min, så er også disse fordelt på oppgitt oppgave, selv om varigheten av disse oppgavene i de fleste tilfeller trolig har vært betydelig kortere enn den totale prøvetakingstiden.



Figur 4.3 Antall personlige målinger av benzen i prosessområdene på offshore installasjoner fordelt på arbeidsoppgaver

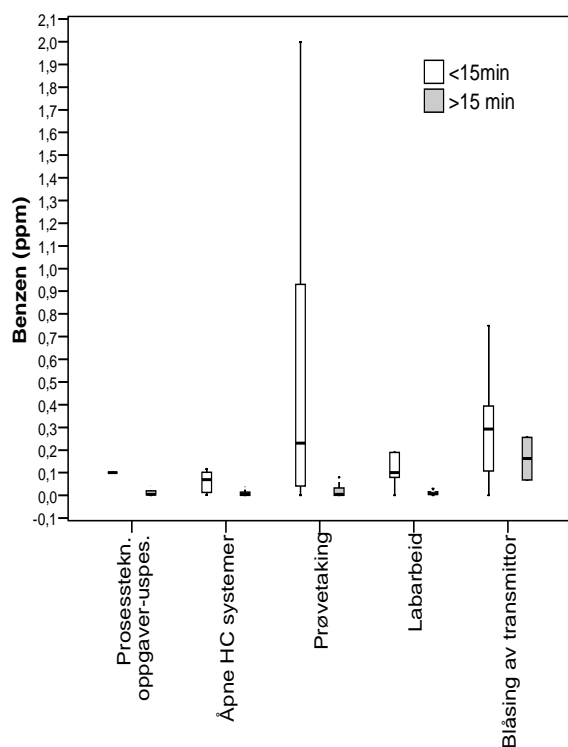
De personlige målingene av benzen ble også fordelt på yrkeskategorier og prøvetakingstid (<15min og >15 min) (Figur 4.4). Det er hovedsakelig blitt gjort målinger på prosessstekniker/operatør, laboratorietekniker, mekanikere og dekkarbeidere.



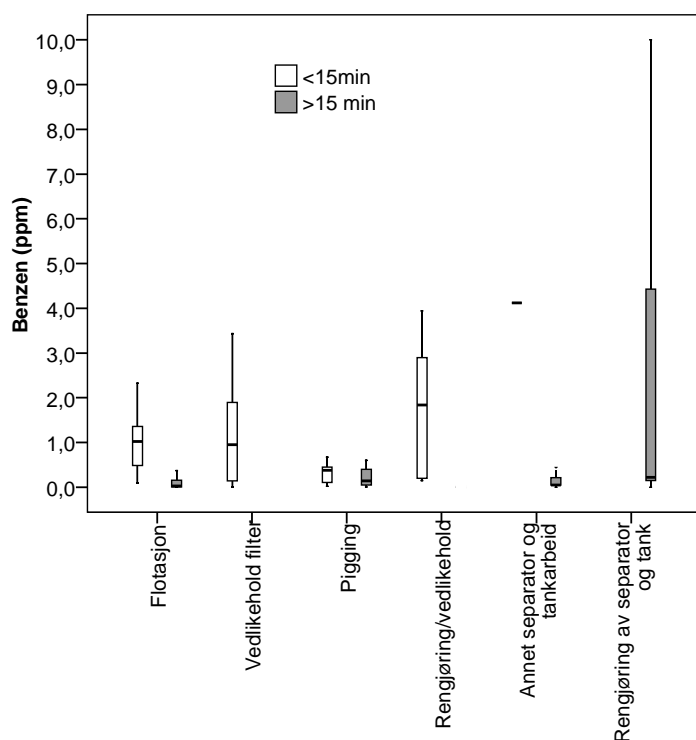
Figur 4.4 Antall personlige målinger av benzen i prosessområdene på offshore installasjoner fordelt på yrkeskategorier.

## Arbeidsoppgaver med eksponeringsmålinger av BTEX

Resultat fra personlige målinger er presentert i Figur 4.5-4.7 og i Appendix 4a. Appendix 4b viser resultater fra stasjonære målinger og Appendix 4c viser resultater der type prøvetaking er ukjent.



Figur 4.5 Personlige eksponeringsmålinger av benzen med prøvetakingstid <15 min og >15 min fordelt på arbeidsprosesser



Figur 4.6 Personlige eksponeringsmålinger av benzen med prøvetakingstid <15 min og >15 min fordelt på arbeidsprosesser

## **PROSESSTEKNISKE OPPGAVER - uspesifiserte**

For omkring 300 av de personlige målingene innen produksjon og prosess har det ikke vært mulig å knytte de aktuelle eksponeringsmålingene til spesifikke arbeidsoppgaver, og disse er derfor plassert i gruppen uspesifiserte prosestetniske oppgaver. Med prosestetniske oppgaver regnes arbeid langs hele prosessen fra oljen og gassen kommer fra havet og til den blir sendt av gårde i rør samt oppgaver knyttet til overvåkning og manøvrering av strøm-, vannforsynings- og dieselprosser. Noen av arbeidsoppgavene er databaserte, og foregår inne i kontrollrommet, mens andre arbeidsoppgaver vil dreie seg om en fysisk kontroll i prosessmodulene. Arbeidstakere som arbeider med prosestetniske oppgaver kan eksponeres for hydrokarboner både fra produksjonsstrømmen, diesel, jetfuel og mineraloljer.

### **Yrkeskategorier som faller inn under gruppen som har utført uspesifikke prosestetniske oppgaver (antall benzen-målinger i parentes):**

Prosesstekniker (128), laboratorietekniker (13), mekaniker (70), dekksarbeider (31), elektriker (15), instrumenttekniker (12), isolatør (7), rørlegger (4), ukjent (4)

### **Eksponeringsmålinger (Figur 4.5 og Appendix 4a)**

- De personlige målingene (>15 min) viste hovedsakelig verdier under 0,1 ppm (96% av målingene). To høye verdier (over 1 ppm) ble funnet for dekksarbeidere på en installasjon (2,6 og 11,9 ppm).

## **ÅPNING AV HYDROKARBONFØRENDE SYSTEMER**

Åpning av hydrokarbonførende systemer skjer ved åpning av flenser, sning av briller, skifte av ventiler, og når ventiler åpnes i forbindelse med skifte av filter. Før filterskifte foretar man en avblødning av trykk. Ved åpning av rør som inneholder råolje, naturgass eller produsert vann vil man bli eksponert for hydrokarboner med varierende flyktighet. Prøvetaking av råolje og produsert vann er beskrevet i eget punkt.

### **Arbeidsoppgaver knyttet til åpning av hydrokarbonførende systemer som er beskrevet i innsamlet materiale:**

Åpning av ventil, "bleeding pressure from annulus with crude-oil and water", ventil-jobber, arbeid på celleventil, skifting av ventil, blinding av rør, visuell inspeksjon av produsert vann, tømning av spillolje, åpning av flens, avblødning og tune proover under sirkulasjon.

### **Yrkeskategorier som faller inn under gruppen som har utført åpning av hydrokarbonførende systemer (antall benzen-målinger i parentes):**

Prosesstekniker (23), mekaniker (19), dekksarbeider (5), ukjent (10)

### **Eksponeringsmålinger (Figur 4.5 og Appendix 4a)**

- De fleste av disse målingene har prøvetakingstider >15 min med median tid 11 timer, og det angis ikke i målerapportene hvor stor andel av denne tiden som går med til åpning av HC-systemer.
- Median for benzen var lav både for målinger kortere og lengre enn 15 min.
- Tre målinger på mekaniker med henholdsvis 0,5- ,25 timers prøvetakingstid viste verdier over 1 ppm(1, 2 og 4 ppm), i forbindelse med skifte av celleventil i utstyrsskift.
- Ellers var alle verdier med prøvetakingstid over 15 min under 0,4 ppm.
- Datagrunnlaget er for lite til å se kunne vurdere historiske endringer i eksponering i forbindelse med slikt arbeid



## **PRØVETAKING OG LABARBEID**

De fleste målingene er utført i forbindelse med prøvetaking av olje eller av produsert vann. Prøvetaking utføres fra en til flere ganger per skift. Olje- og vannprøvene har en høy temperatur ved tapping.

Prøvetaking av olje kan foregå både automatisk og manuelt. Utføres som regel av driftsoperatør eller laborant. Automatisk prøvetaking foregår ved at sylinder fylles automatisk med råolje. Ved manuell prøvetaking blir råoljen som står i rørene først tappet ut i en bøtte. Deretter blir oljen tappet ned på en halvliters plastflaske. Dette foregår enten åpent i prosessområdet, eventuelt kan prøvetakingspunktet være bygget inn i et skap. Prøven blir tatt med til laboratoriet for analyse.

Prøvetaking av produsert vann foregår ved at man først flusher 4-5 liter og taper manuelt på små flasker. Vannet holder gjerne 60-70 °C. Vannprøven blir tatt med til laboratoriet og analysert for innhold av olje eller sendt til land for analyse. Produsert vann inneholder vannløselige hydrokarboner, for eksempel benzen, toluen, xylen osv. På grunn av temperatur og gassinhold på det produserte vannet vil en del av disse forbindelsene fordampe lett.

### Andre typer prøvetaking

Det er også utført et mindre antall korttidsmålinger under prøvetaking av jetfuel (n=5), sloptank (n=7), spotting (tømming av olje som står i rør ned i bøtte) (n=3) og ved peiling av cargotank (n=7).

### Labarbeid

Laborarieteknikere eksponeres ved prøvetaking av produsert vann og råolje, samt ved analyse av prøvene på laboratoriet. Ren benzen har også blitt brukt til analyse på laboratoriet.

På laboratoriet blir oljen fordelt i flere små beholdere og tilsatt kjemikalier før sentrifugering og resultatavlesing. Videre blir utstyret rengjort med for eksempel white spirit eller Arrow Delta, og oljerester blir tømt i kjemikalieskapet. Arbeidet med analyse og rengjøring har foregått både med og uten avtrekkskap. Laboratoriet var i starten et lite kott med dårlig utstyr og ventilasjon.

### **Prøvetakingsoppgaver beskrevet i innsamlet materiale:**

Prøver fra produsert vann, prøvetaking av råolje, vannprøveuttak separator, oljeprøver fra testseparator, gass fra draintank, prøvetaking av kondensat, peiling av cargotanker, spotting, prøvetaking av sloptank, gasstesting.

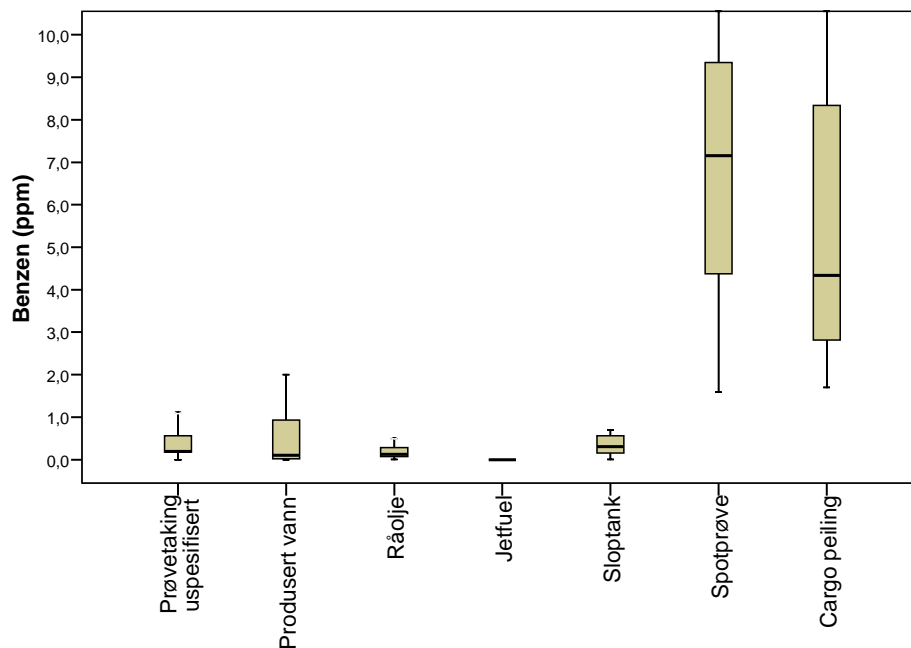
### **Yrkeskategorier som faller inn under gruppen som har utført prøvetaking (antall benzen-målinger i parentes):**

Prosesstekniker (118), laborarietekniker (29), mekaniker (4), ukjent (14)

### **Eksponeringsmålinger (Figur 4.5, Figur 4.7 og Appendix 4a)**

- Median for alle korttidsmålingene (n=73) var 0,23 ppm. Median var 0,20 ppm før 1999 og 0,24 ppm etter 1999.
- Korttidseksponeringer for benzen var høye for 9 av de personlige målingene, dvs over anbefalt 15-min norm (3 ppm). Disse prøvene var tatt i 2004/2005 på to rigger, hovedsakelig ved peiling av cargotanker og spotting, og disse hadde prøvetakingstid 5 til 7 min (Figur 4.7).

- Et større antall langtidsmålinger (n=119) var tatt der det i løpet av måleperioden var utført prøvetaking. Disse målingene viste lave median og gjennomsnittsverdier for benzen eksponering (median 0,06 ppm før 1999 og 0,003 ppm etter 1999).
- Målingene som var gjort i forbindelse med labarbeid viste relativt lave nivåer, men antallet målinger var lite.
- Det henvises i enkelte målerapporter at det har blitt gjort tekniske modifikasjoner av prøvetakingssted og for labarbeid, f.eks ved innebygging i skap. Selv om prøvetaking er den arbeidsoppgaven med flest korttidsmålinger, er det for lite grunnlag til å se på historiske endringer i eksponering i forbindelse med slikt arbeid.



Figur 4.7 Personlige korttidsmålinger (<15 min) tatt ved ulike typer prøvetaking.

## **BLÅSING AV TRANSMITTOR**

Blåsing av transmittor utføres ved trykkavlastning til friluft

### **Arbeidsoppgaver knyttet til blåsing av transmittor som er beskrevet i innsamlet materiale:**

Blåsing av transmittor, gassinjektor messanin.

### **Yrkeskategorier som faller inn under gruppen som har utført blåsing av transmittor (antall benzen-målinger i parentes):**

Prosesstekniker (5), ukjent (4)

### **Eksponeringsmålinger (Figur 4.5 og Appendix 4a)**

- Korttidsmålingene er i området <10 til 0,75 ppm, med en median (og snittverdi) på 0,29 ppm, men antallet målinger er lavt (n=7).
- Kun 2 langtidsmålinger er rapportert der blåsing av transmittor er oppgitt.

## **FLOTASJON:**

Flotasjonsanleggene skiller olje fra vann. Det bobles gass (produksjonsgass) fra bunnen av GFU-tanken (Gas Flotation Unit). Når boblene stiger oppover vil de bære med seg oljedråper til overflaten, hvor de akkumulerer og skummes av.

Det er nivået av hydrokarboner i det produserte vannet som avgjør hvor hyppig flotasjonsanlegget må inspiseres. Som regel ble det foretatt inspeksjon fra to til seks ganger per skift. Siden GFU'en skulle fjerne de lettflyktige komponentene fra vannet antas det at konsentrasjonen av forurensninger var høy inne i tanken. For å inspisere tanken måtte arbeidstaker åpne en luke og stikke hodet inn og det ble raket av, noe som kan ha ført til en høy eksponering i noen sekunder. Det var mye gass inne i flotasjonsenhetene og temperaturen var rundt 80-90°C.

Flotasjonsarbeid utføres trolig ikke lenger, men på enkelte installasjoner ble det utført fram til 2007. I dag er flotasjonsenhetene erstattet med fliterpakker og hydrocycloner.

### **Flotasjonsoppgaver beskrevet i innsamlet materiale:**

Åpne luke på flotasjonspakken, inspeksjon av flotasjonsanlegget, drenering, sjekking av utstyr og inspeksjon av kar (vessel)

### **Yrkeskategorier som faller inn under gruppen som har utført arbeid på flotasjonsanlegg (antall benzen-målinger i parentes):**

Prosesstekniker (48), ukjent (1)

### **Eksponeringsmålinger (Figur 4.6 og Appendix 4a)**

- Korttidsmålinger i forbindelse med flotasjonsarbeid har vi mottatt kun fra en installasjon. Denne viser en median (og snitt) for benzen på 1 ppm for 9 målinger. Høyeste målte verdi var 2,3 ppm, og 5 av de 9 målingene viste verdier over 1 ppm.
- Når flotasjonsarbeid inngår i langtidsmålinger er median benzen konsentrasjon 0,05 ppm (range <10-0,7 ppm)
- Ved intervjuene trakk flere arbeidstakere fram flotasjonsarbeid som den oppgaven som i kortere perioder medførte høyest eksponering
- Flotasjonsarbeid utføres trolig ikke lenger, men på enkelte installasjoner ble det utført fram til 2007. I dag er flotasjonsenhetene erstattet med fliterpakker og hydrocycloner.

## **VEDLIKEHOLD AV FILTER**

Skifte for eksempel av produsert vann filter kan foregå ved at filteret tas ut av filterbeholderen, spyles og settes i syrebad. Avdampingen kan være høy idet filteret tas opp fra beholderen.

### **Arbeidsoppgaver knyttet til vedlikehold av filter som er beskrevet i innsamlet materiale:**

Skifte av fakkelpumpefilter, skifte av produsert vann filter, skifte av strainer, bleed på MEG-filter pakke, åpning av MEG-filter pakke og åpning av sentrifuge fødefilter, sandfelle.

**Yrkeskategorier som faller inn under gruppen som har vedlikeholdt/skiftet filter** (antall benzen-målinger i parentes):

Prosesstekniker (15), mekaniker (1), ukjent (2)

### **Eksponeringsmålinger (Figur 4.6 og Appendix 4a)**

- Korttidseksponeringer (n=8) har blitt utført på 3 installasjoner, og halvparten av disse målingene viste benzen verdier over 1 ppm. Høyeste målte verdi var 3,4 ppm.
- Langtidsmålinger der vedlikehold av filter var oppgitt viste lave verdier.
- Datagrunnlaget er for lite til å se kunne vurdere historiske endringer i eksponering i forbindelse med slikt arbeid

## **PIGGING**

Hensikten med pigging er hovedsakelig å rense og inspisere rørledninger innvendig. Fjerning av skit og voksavleiringer i rørsystemet øker rørledningens levetid og gir maksimum gjennomstrømning og effektivitet.

I enkelte perioder kan det være nødvendig å pigge daglig, mens det i andre perioder kan være tilstrekkelig å pigge hver fjortende dag. Operatøren vil eksponeres både ved sending og mottak av pigg. Når piggen sendes vil eksponeringen skje idet operatøren åpner sluseluken og skyver piggen inn, samt når oljen tørkes av lukeåpningen. Ved mottak av pigg vil operatøren eksponeres når piggen hentes ut av slusen, olje og voks skrapes av piggen og ned i oljefatet, og når lukeåpningen smøres med voks før den stenges. Piggen ble tidligere rengjort med vann og rengjøringsmidler. Det er rapportert fra en installasjon at denne oppgaven ble rasjonalisert bort rundt år 2000, noe som medførte at piggen nå ble sendt til land for rensing. Pigging medfører oljedamp, hudeksponering og til dels mye søl.

På slutten av 1990-tallet ble det på noen installasjoner etablert et "piggsystem", der piggen ble kokt med olje og vann i piggslusen i 18 timer før den ble tatt ut. På denne måten fjernes voks-, olje- og kvikksølvrester fra piggen, og tappes til et lukket tanksystem.

### **Arbeidsoppgaver knyttet til pigging som er beskrevet i innsamlet materiale:**

Mottak av pigg og sending av pigg.

**Yrkeskategorier som faller inn under gruppen som har utført pigging** (antall benzen-målinger i parentes):

Prosesstekniker (9), annet (2), ukjent (1)

### **Eksponeringsmålinger (Figur 4.6 og Appendix 4a)**

- Vi har kun mottatt resultater fra 6 korttidsmålinger (<15 min) fra pigging fordelt på 4 installasjoner. Median benzen konsentrasjon var 0,4 ppm (range 0,1-0,67 ppm) for disse målingene

- Målingene (n=7) med prøvetakingstid >15 min hadde noe lavere verdier. Prøvetakingstiden for 5 disse målingene var mindre enn 1,3 timer (benzen; 0,09-0,6 ppm), mens 2 målinger hadde varighet 7,5 timer (benzen; 0,01 ppm)
- Ved intervjurundene trakk flere arbeidstakere fram pigging som en av oppgavene som medførte høyest eksponering.
- På slutten av 1990-tallet ble det på noen installasjoner etablert et ”piggsystem”, der piggen ble kokt med olje og vann i piggslusen før den ble tatt ut. Denne løsningen har trolig redusert eksponeringen sammenlignet med tidligere.

## **RENGJØRING OG VEDLIKEHOLD**

I tillegg til daglige vedlikeholds og rengjøringsoppgaver er det vanlig å ha en revisjonsstans/vedlikeholdsstans (nedstenging) på installasjonene annet hvert år. Eksponeringen er antatt å være størst ved nedstenging og ved renhold av tanker. Ved nedstenging åpnes alt utstyr og rengjøres i løpet av en periode på 5-14 dager.

Økt fokus på helse, miljø og sikkerhet har ført til utfasing av enkelte produkter og lukking av prosesser. Bl.a. har electraclean (1.1.1 trikloretan) vært brukt i perioden 1978-1992. Etter 1992 ble forbruket redusert betraktelig, og i 1998 kom det forbud mot bruk av stoffet. Trikloretalen (TRI) har også vært i daglig bruk som avfettingsmiddel frem til midten av 1980-tallet. Vi har ikke mottatt måledata for klorerte hydrokarboner. Diesel har også blitt brukt som vaskemiddel.

### **Rengjøring og vedlikeholdsoppgaver beskrevet i innsamlet materiale:**

Rensing av plateseparator, høytrykkspyling av tanker, rensing av strainer på pumpe til vokshemmertank, klargjøring og drenering av råoljemanifold, tilbakespyling av sykloner, drenering av tank og nominasjon, rengjøring av hydrosyklon, rengjøring på innsiden av flotasjonsenhet, foreredelse til rengjøring av sentrifuge.

### **Yrkeskategorier som har utført rengjøring- og vedlikeholdsoppgaver (antall benzenmålinger i parentes):**

Prosesstekniker (10), laboratorietekniker (2), dekkarbeider (11), mekaniker (18), ukjent (11)

### **Eksponeringsmålinger (Figur 4.6 og Appendix 4a)**

- Vi har kun mottatt resultater fra 7 korttidsmålinger (<15 min) fra rengjøring fordelt på 5 installasjoner. Median benzen konsentrasjon var 1,8 ppm (range 0,2-9,2 ppm) for disse målingene. Den høyeste verdien(9,2 ppm) ble funnet ved rensing av plateseparator. Ved intervjurundene trakk arbeidstakere fram rensing av plateseparator som en oppgave som medførte høy eksponering
- Målingene viser altså at eksponeringen for benzen kan være høy i kortere perioder ved spesielt rengjøringsarbeid
- Langtidsmålingene som inneholder rengjøringsoppgaver av ukjent varighet var lave.
- Vi har ikke mottatt måledata for klorerte hydrokarboner.
- Datagrunnlaget er for lite til å se kunne vurdere historiske endringer i eksponering i forbindelse med slikt arbeid

## **SEPARATOR- OG TANKARBEID**

Dette arbeidet kan være vedlikehold og rengjøring av tanker, inspeksjon av tank, avgassing av tank, tømning og skylling av tank, prøvetaking i tank, reparasjoner, bygging av stillas i tank og sveisearbeid i tank.

Rengjøring av tanker fører medfører eksponering for oljedamp og andre lettflyktige komponenter. Den høyeste eksponeringen vil en antageligvis få når en entrer tanken og begynner å spa i slammet.

**Yrkeskategorier som har utført rengjøring av tank** (antall benzen-målinger i parentes):  
Prosesstekniker (17), dekkarbeider (6), ukjent (9)

### **Eksponeringsmålinger ved rengjøring av tank (Figur 4.6 og Appendix 4a)**

- Målingene er hentet fra 4 installasjoner i perioden 2004-2007, og alle prøvetakingstider er over 40 min (median 1,7 timer; 0,7-9 timer)
- Det er rapportert høye benzen eksponeringer ved rengjøring av tanker. Gjennomsnitt av 26 personlige målinger med median prøvetakingstid på 2 timer var 3 ppm (median 0,2 ppm; range <lod-17 ppm). Ti av disse målinger var over 0,6 ppm.
- Eksponeringsmålingene er alle av nyere dato, men det er grunn til å anta at denne typen arbeid også tidligere har medført høye eksponeringer.

### **Yrkeskategorier som har utført annet separator- og tankarbeid**

Dette gjelder drenering, inspeksjon og vedlikehold av separator og tank og bygging av stillas i lagertank (antall benzen-målinger i parentes),  
Prosesstekniker (55), mekaniker (9), dekkarbeider (13), ukjent (18)

### **Eksponeringsmålinger ved annet separator- og tankarbeid (Figur 4.6 og Appendix 4a)**

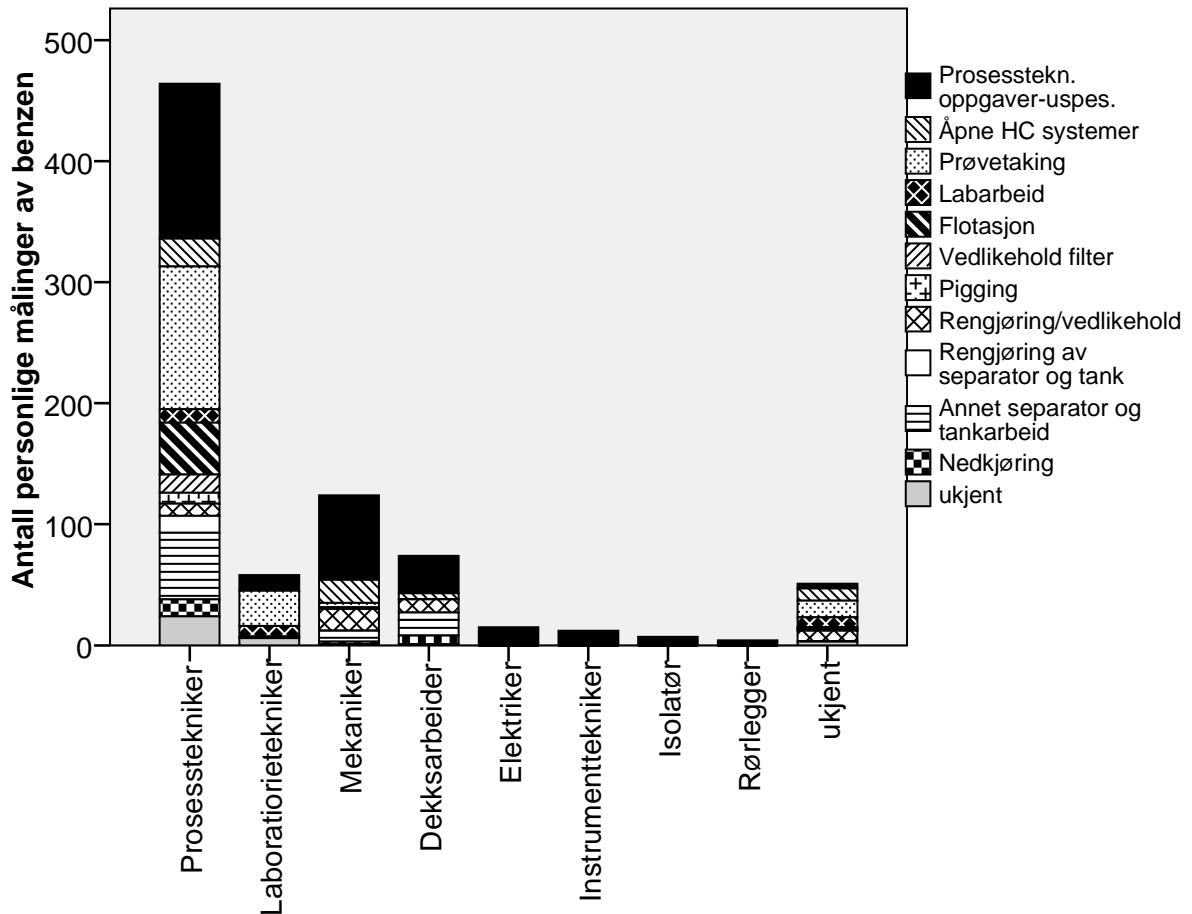
- Målingene er hentet fra 4 installasjoner i perioden 2004-2007
- Det er rapportert til dels høye benzen eksponeringer ved disse arbeidsoppgavene, om enn noe lavere enn ved rengjøring av tanker. Gjennomsnitt av 95 personlige målinger var 0,6 ppm (median 0,05 ppm; range <lod-14 ppm). Median prøvetakingstid var 6 timer (range 0,3-16 timer). Ni av målingene var over 0,6 ppm. De to høyeste målingene (12 og 14 ppm) hadde kort prøvetakingstid (ca. 20 min).
- Datagrunnlaget er for lite til å se kunne vurdere historiske endringer i eksponering i forbindelse med slikt arbeid

## **OPPGAVE IKKE OPPGITT**

En oversikt over disse målingene er gitt i appendix 4a. Disse målinger mangler flere vesentlige opplysninger, f.eks er kun et fåtall av disse målingene knyttet til jobbtittel eller oppholdssted.

## Eksposering for BTEX fordelt på yrkeskategorier

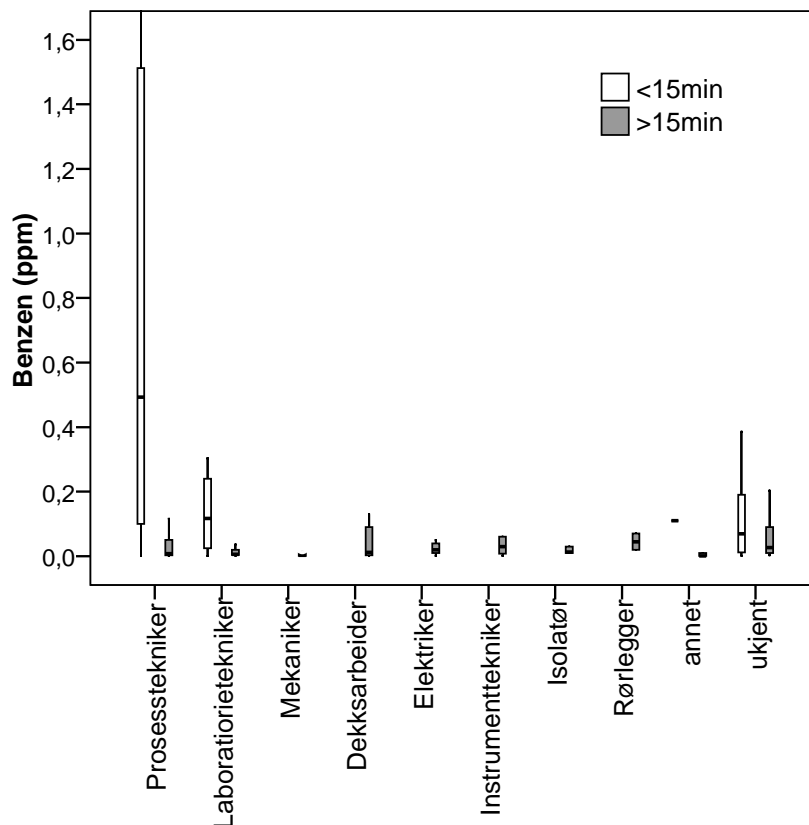
Figur 4.8 gir en oversikt over antall personlige eksponeringsmålinger som har blitt utført fordelt på yrkeskategorier og arbeidsprosesser som oppgitt i målerapportene. For prosesstekniker er eksempelvis de fleste målingene utført ved uspesifisert prosesstekniske oppgaver og ved prøvetaking.



Figur 4.8 Antall personlige eksponeringsmålinger av benzen fordelt på yrkeskategorier og arbeidsoppgaver.

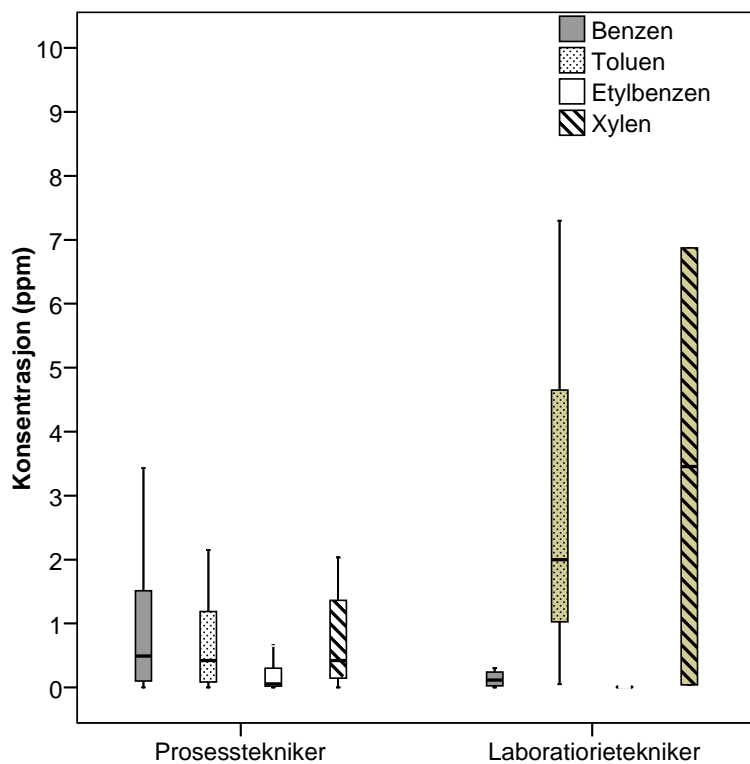
Korttidsmålinger (<15 min) inkluderer hovedsakelig prosesstekniker og laboratorietekniker, og viser stor variasjonsbredde for benzen eksponeringer for prosesstekniker (Figur 4.9, Tabell 4.1). Dette skyldes som beskrevet tidligere de relativt få høye, kortvarige eksponeringene ved rengjøring/vedlikehold (rensing av plateseparatorer), vedlikehold av filter, flotasjonsarbeid og prøvetaking (peiling/spotting av cargotanker)(Figur 4.7).

Personlige eksponeringsmålinger over 15 min viser generelt lave median konsentrasjoner av benzen for alle yrkesgruppene (Figur 4.9 og Tabell 4.1). De relativt få, men høye verdiene ved rengjøring av tanker for prosessteknikere og dekkarbeidere drar opp gjennomsnitteksponeringen (AM) sammenlignet med median for disse gruppene (Tabell 4.1) Figurene 4.10 og 4.11 viser lave eksponeringer sammenlignet med dagens administrative normer for toluen, etylbenzen og xylen for de ulike yrkesgruppene.

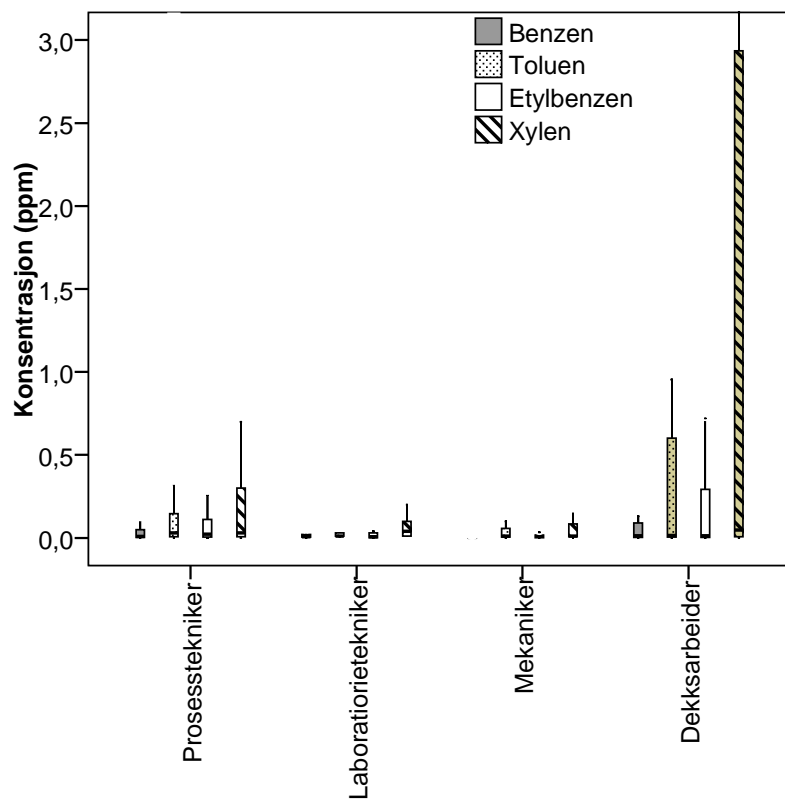


Figur 4.9 Personlige eksponeringsmålinger av benzen med prøvetakingstid <15 min og >15 min fordelt på yrkeskategorier.





Figur 4.10 Personlige eksponeringsmålinger med prøvetakingstid <15 min for prosessteknikere og laboratorieteknikere.



Figur 4.11 Personlige eksponeringsmålinger med prøvetakingstid >15 min for prosessteknikere, laboratorieteknikere, mekanikere og dekkarbeidere.

**Tabell 4.1** Personlige eksponeringsmålinger av benzen (ppm) med prøvetakingstid <15 min og >15 min fordelt på yrkeskategorier

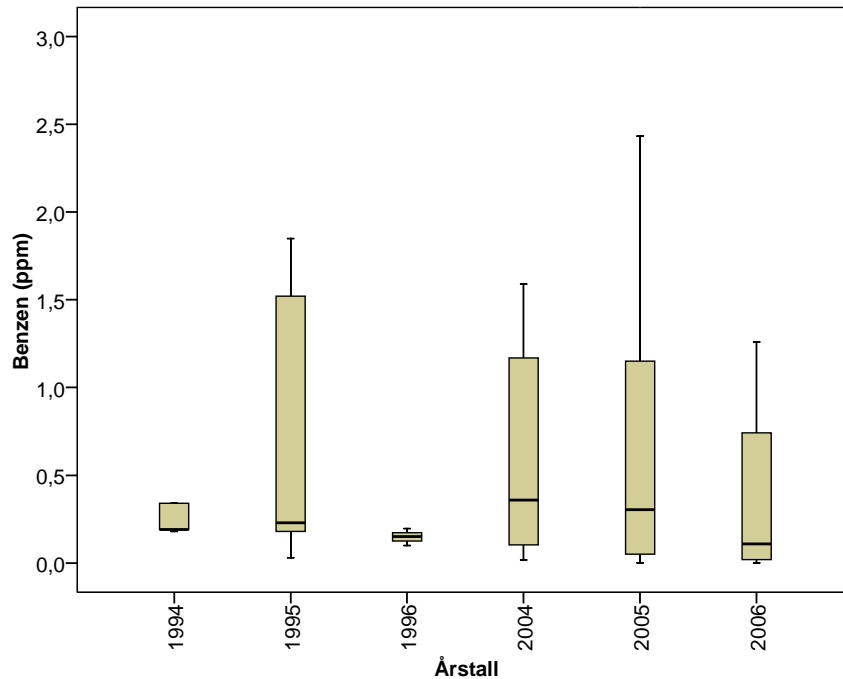
| YRKESKATEGORIER     | Personlige målinger     |    |       |        |           |                         |    |        |   |
|---------------------|-------------------------|----|-------|--------|-----------|-------------------------|----|--------|---|
|                     | Prøvetakingstid <15 min |    |       |        |           | Prøvetakingstid >15 min |    |        |   |
|                     | n(m)                    | r  | AM    | median | min-maks  | n(m)                    | r  | median | M |
| Prosesstekniker     | 72(9)                   | 8  | 1,43  | 0,493  | <lod-12,7 | 404(177)                | 20 | 12     |   |
| Laboratorietekniker | 13(2)                   | 3  | 0,942 | 0,117  | <lod-9,24 | 45(14)                  | 8  | 12     |   |
| Mekaniker           |                         |    |       |        |           | 124(55)                 | 9  | 12     |   |
| Dekksarbeider       |                         |    |       |        |           | 74(16)                  | 3  | 11,5   |   |
| Elektriker          |                         |    |       |        |           | 15(2)                   | 2  | 12     |   |
| Instrumenttekniker  |                         |    |       |        |           | 12                      | 2  | 12     |   |
| Isolatør            |                         |    |       |        |           | 7                       | 2  | 12     |   |
| Rørlegger           |                         |    |       |        |           | 4                       | 2  | 12     |   |
| annet               | 1                       | 1  | 0,110 | 0,110  | ,110      | 5(3)                    | 2  | 8,5    |   |
| ukjent              | 20(1)                   | 6  | 2,11  | ,0690  | <lod-40,0 | 34(4)                   | 5  | 1,4    |   |
| Total               | 106(12)                 | 14 | 1,49  | ,242   | <lod-40,0 | 724(271)                | 24 | 12     |   |

*n(m)* = antall målinger (antall målinger under deteksjonsgrensen; <lod)

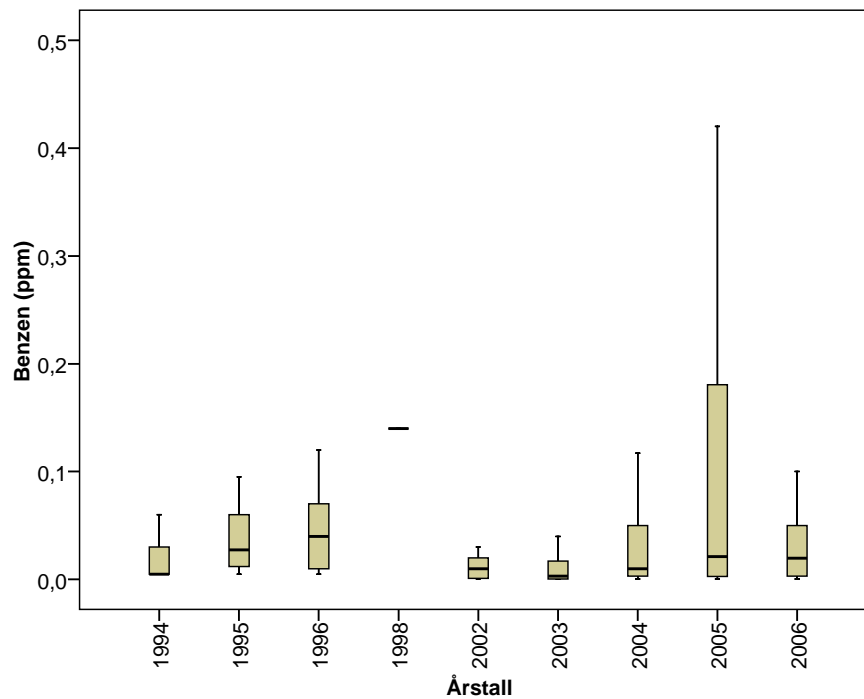
*r* = antall rigger

## Eksposering for benzen fordelt på årstall

Figurene 4.12 og 4.13 viser ingen klare tidstrender i personlige benzeneksponeringer for målinger med prøvetakingstider <15 min eller >15 min. Det var heller ingen korrelasjon mellom årstall for måling og benzeneksponering når alle personlige målinger ble inkludert, verken for prøvetakingstider <15 min eller >15 min.



Figur 4.12. Personlige målinger av benzen med prøvetakingstid <15 min fordelt på årstall for måling



Figur 4.13. Personlige målinger av benzen med prøvetakingstid >15 min fordelt på årstall for måling

## **Eksposering for hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S)**

H<sub>2</sub>S har vært et tema siden slutten på 70-tallet i forbindelse med biologisk nedbrytning av organisk materiale i lagertanker for råolje og produsert vann. Direktevisende målere for H<sub>2</sub>S har vært benyttet siden 70-tallet, og har vært brukt for varsling ved overskridelser av alarmnivåene (opprinnelig 20 ppm senere senket til 10 ppm midt på 80-tallet og videre til 6 ppm). I OHS (2009) gis det en oversikt over antall H<sub>2</sub>S alarmer som har gått i perioden 1989-1996 på en installasjon og det er gitt resultater fra noen områdemålinger. Det er imidlertid ikke gjort personlige målinger eller noen estimater av dette.

På en annen installasjon ble det utført noen personlige og stasjonære målinger av H<sub>2</sub>S i forbindelse med skifte av celleventil i utstyrsskaff. Det går ikke fram hvilket måleutstyr som ble benyttet, men det er trolig direktevisende utstyr siden toppverdier er angitt i rapporten. Målingene viste at det i umiddelbar nærhet av der arbeidet pågikk var det svært høye konsentrasjoner av H<sub>2</sub>S. Toppverdier som ble notert for mekanikeren som arbeidet på celleventilen var 66, 75, 196 og 200 ppm (oppgitt som personlige prøver). Prosessoperatører i nærheten hadde toppverdier på 20-50 ppm. På dekk i nivåene under og over celleventilen var konsentrasjonene lave. Det oppgis i rapporten at arbeidet med klargjøring, selve jobben og ferdigstilling tar 2-3 døgn.

## **Eksposering ved biocidbehandling**

Før produsert vann injiseres i grunnen blir det tilsatt biocid. Det rapporteres at det også var vanlig å helle biocid i sluker en gang i uken for å hindre lukt.

Vanninjeksjon har foregått siden 80-tallet. Formaldehyd, glutaraldehyd og kvartære aminer har blitt brukt. Flere selskaper rapporterer at glutaraldehyd har vært mye i bruk. Fra ca. år 2002 er formaldehyd trolig erstattet av andre typer biocider. På noen installasjoner ble glutaraldehyd benyttet frem til 1999, da man startet med nitrat.

Biocid pumpes først over til lagertank via slanger. Biocidtanken har gjerne vært plassert i kjemikaliepakken / kjemikalierom / lagersted. Det har vært problemer med søl fra disse slangene, og det har forekommet uhell ved overfylling og feilfylling. På 90-tallet var ikke biocidtankene utstyrt med mengdemåler, slik at operatørene måtte sjekke innholdet ved å åpne tankene. Slangene fikk tilbakeslag og det kunne føre til søl. Det rapporteres også at slangen av plast sprakk fra tid til annen slik at biocid sprutet ut. Påfylling av biocidtanken skjer ca. hver fjortende dag. Operatørene kan bli eksponert for biocid ved påkobling/frakobling av slange.

Biocid går i lukket system fra tank ned til biocidskid, hvor biocidet injiseres i systemene. Eventuelle lekkasjer fra biocidskiddens samles opp i beholder og fortynnes med vann. Vann tilføres kontinuerlig i tilfelle lekkasjer oppstår. Formaldehyd brukes sammen med glutaraldehyd som biocid ved spesielle operasjoner som for eksempel ved sending av batch/pille gjennom lange rørledninger for å hindre vekst.

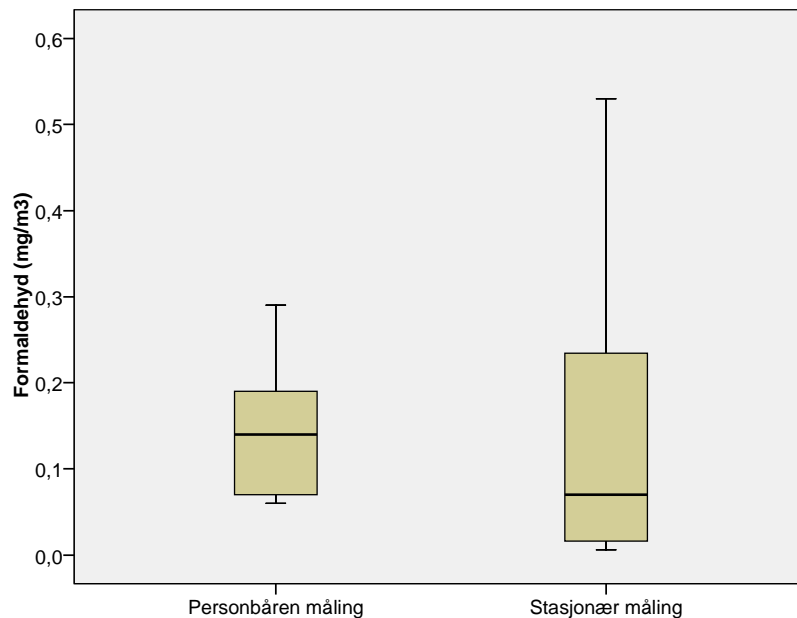
Biocider blir også brukt for å hindre "dieseldyr" i tanker og utstyr. Glutaraldehyd pumpes fra kanne med flyttbar pumpe til diesel- og oljetanker. Det er sannsynlig at operatørene kan helle biocid i uten å gå via pumpe

Operatører som har utført vedlikehold i kjemikaliepakken eller tilsvarende kan ha blitt eksponert for søl av biocid ved bytting av slanger, filter etc. tilknyttet biocidtanken. Åpning av pumper, kalibrering av injeksjonspumper, påfyll fra transporttank til biocidtank eller injisering av biocid til vanninjeksjonssystemet kan føre til eksponering for biocidsøl. Flere selskaper har oppgitt at operatører har blitt akutt syke etter eksponering for biocid i prosessanlegg (Steinsvåg et al., 2005).

Det er særlig prosessoperatører og dekkarbeidere som har potensiale for eksponering for biocider, men også andre vedlikeholdsyrker i prosessområdene som instrumenttekniker, mekaniker og elektriker kan eksponeres.

#### **Eksponeringsmålinger for formaldehyd ved biocidbehandling (Figur 4.14 og Appendix 4a)**

- Personlige (n=9) og stasjonære målinger (n=20) fra perioden 1991-2000 er utført på følgende steder; Prosessområde (n=6), kjemikalieenhet (n=5) og biociddekk (n=18).
- Prøvetakingstid er ukjent for 15 av 29 målinger. Median prøvetakingstid for de 14 målingene med oppgitt tid er 7 timer.
- For personlig prøvetaking var median (og snitt) konsentrasjon av formaldehyd 0,14 mg/m<sup>3</sup> (range 0,06-0,29 mg/m<sup>3</sup>)
- Personlige (n=6) og stasjonære målinger (n=16) av glutaraldehyd (1991-2000) viste alle konsentrasjoner < lod (<0,02-<0,06 mg/m<sup>3</sup>)



*Figur 4.14 Personlige og stasjonære målinger av formaldehyd ved biocidbehandling. Prøvetakingstid er ukjent for 15 av 29 målinger.*

Formaldehyd ved biocidbehandling har blitt målt ved hjelp av GMD dosimetre med 2,4-dinitrophenylhydrazine impregnerte filtre, utviklet av Arbeidsmiljøinstituttet i Umeå. Filtrene ble analysert med væskechromatograf (HPLC) (Steinsvåg et al., 2005).

### **Oljetåke og oljedamp i lukket rom**

Det har blitt utført 2 timers stasjonære målinger av oljetåke (n=45) og oljedamp (n=75) på 5 installasjoner. Av disse var henholdsvis 27 målinger og 39 målinger < lod.

I generatorrom (kun en installasjon) var median konsentrasjon av oljetåke 0,02 mg/m<sup>3</sup> (range < lod-0,28, n=15) og for oljedamp 0,3 mg/m<sup>3</sup> (range 0,1-0,8 mg/m<sup>3</sup>, n=39) I generatorrom var henholdsvis 3 og 13 av disse målingene < lod for oljetåke og oljedamp. I turbinrom var alle målingene av oljedamp < lod, mens 21 av 25 målinger av oljetåke var < lod

# Vurdering av måledataene; Produksjon og prosess offshore

## 1) Data/agens inkludert

Petroleumsstrømmene: Utførte målinger er fokusert hovedsakelig på benzen, - i mange tilfelle supplert med analyse av toluen, etylbenzen og xylen. Fokuset på benzen synes fornuftig ut fra en risikovurdering mht kreft.

Petroleumsstrømmene og produsert vann inneholder også en rekke andre forbindelser som alkylfenoler, kvikksølv, H<sub>2</sub>S, organiske syrer, biocider, monoetylglykol, osv. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) finnes i de tyngre petroleumsfraksjonene og som bestanddel av diesel og dieseleksos.

På tross av at PAH er kreftfremkallende (lunger, hud og blære), har vi ikke mottatt eksponeringsdata for PAH verken under vanlig drift, under revisjonsstanser eller under rengjøring og vedlikeholdsarbeid i tanker, separatorer og annet prosessutstyr.

Blant tilsetningsstoffene er det gjort noen målinger på formaldehyd og glutaraldehyd som har vært benyttet som biocid.

Rengjøring: Det mangler historisk måledokumentasjon på klorerte hydrokarboner.

Kvikksølv har hovedsakelig blitt målt ved biologiske prøver.

Personlige målinger av H<sub>2</sub>S er av svært begrenset omfang.

## 2) Kontekstuell informasjon

Et betydelig antall målepunkter mangler essensiell kontekstuell informasjon. Som det går fram i oppstillingen nedenfor har det imidlertid vært en forbedring etter 1999 sammenlignet med før den tid:

- Av totalt 1387 målinger av benzen fra 38 installasjoner var 913 personlige og 319 stasjonære målinger, mens det for 155 målinger, hovedsakelig fra før 1990, er ukjent om prøvene var personlige eller stasjonære.

Vi har fokusert på personlige eksponeringsmålinger av benzen i prosessområdene siden disse generelt antas å være et bedre mål for arbeidstakernes eksponering enn stasjonære målinger.

- Vi har ikke mottatt personlige målinger fra før 1990. Det kan imidlertid være at noen av de 155 målingene før 1990 som ikke hadde spesifikk angivelse av type måling kan ha vært personlige.
- Prøvetakingstiden varierer mellom 1 min og 15,5 timer. Prøvetakingstid var ikke angitt for 26,4% av målingene fra perioden 1990-1999 og for 1,9% av målingene etter 1999
- Yrke var ikke angitt for 29,6% av målingene i perioden 1990-99 og for 10,8% av målingene etter 1999.
- Arbeidsoppgave i prosessområdene var ikke spesifisert for 55,1% av målingene i perioden 1990-99 og for 31,5% av målingene etter 1999.
- Når arbeidsoppgaver var spesifisert for prøvetakingstider >15 min er det kun i et fåtall tilfeller angitt tidsbruk for denne arbeidsoppgaven. Det er derfor ikke mulig å vurdere hvor mye den enkelte arbeidsprosess bidrar til målt eksponering, spesielt ved lengre prøvetakingstider utover arbeidsprosessens varighet.

## 3. Prøvetakings- og analysemetoder

Benzen og andre hydrokarboner

Personbåren fullskifts-eksponering for benzen, toluen, etylbenzen og xylen har i stor grad (79% av målingene) blitt målt med passive dosimetre festet på arbeidstakerens krage (Tabell 4.2). Kullet fra dosimeteret desorberes i karbondisulfid og blir deretter analysert

kvalitativt og kvantitativt ved hjelp av gasskromatografi med massespektrometri (NIOSH, 1994). Ved personlige korttidsmålinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylene har aktiv prøvetaking med ATD blitt benyttet i større grad for påfølgende analyse med termisk desorpsjon, gasskromatografisk separasjon og massespektrometrisk deteksjon (ATD/GC/MS). (NIOSH, 1994). Dette synes fornuftig mht sensitivitet gitt kort oppsamlingstid. For ATD er median prøvetakingstid for passiv prøvetaking 2 timer 13 min (range 17 min – 14 timer); og for aktiv prøvetaking 15 min (range 2 min – 1 time 54 min)

Tabell 4.2 Antall (%) målinger <15 min og >15 min gruppert på type måling, samt gruppert på målemetode (kun for personlige målinger).

|            |              | <15 min   | >15 min   |
|------------|--------------|-----------|-----------|
|            |              | Antall(%) | Antall(%) |
| Type       | Personlig    | 126(68)   | 789(66)   |
|            | Stasjonær    | 49(27)    | 266(22)   |
|            | Ikke oppgitt | 10(5)     | 143(12)   |
| Personlige | Dosimeter    | 1(0,8)    | 625(79)   |
|            | Kullrør      | 43(34)    | 7(0,9)    |
|            | ATD          | 56(44)    | 85(11)    |
|            | Ikke oppgitt | 26(21)    | 72(9)     |

Tabell 4.3 viser at at det over tid har vært en trend mot en større andel personlige målinger. Etter år 2000 har en stor andel av korttidspåvene blitt tatt med aktiv prøvetaking med ATD, men en mindre del har blitt tatt med kullrør. De fleste personlige langtidspåvene blir fortsatt tatt med dosimeter

Tabell 4.3 Antall (%) målinger i ulike tidsperioder gruppert på type måling og målemetoder.

|                        |                | <1990     | 1990-1999 | >=2000    | Alle år   |
|------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                        |                | Antall(%) | Antall(%) | Antall(%) | Antall(%) |
| Type                   | Personlige     | 0         | 216(58)   | 700(87)   | 916(66)   |
|                        | Stasjonær      | 110 (52)  | 116(31)   | 93(12)    | 319(23)   |
|                        | Ikke oppgitt   | 102(48)   | 42(11)    | 11(1,4)   | 155(11)   |
| Metode<br>(pers+stasj) | Dosimeter      | 0         | 169(45)   | 512(64)   | 681(49)   |
|                        | Kullrør        | 95(45)    | 13(4)     | 66(8)     | 174(13)   |
|                        | ATD            | 0         | 0         | 191(24)   | 191(14)   |
|                        | Direktevisende | 0         | 3(0,8)    | 22(2,7)   | 25(1,8)   |
|                        | Indikatorrør   | 0         | 11(2,9)   | 0         | 11(0,8)   |
|                        | Ikke oppgitt   | 117(55)   | 177(48)   | 13(1,6)   | 307(22)   |
| ATD<br>(pers+stasj)    | Aktiv          |           |           | 84(48)    |           |
|                        | Passiv         |           |           | 57(33)    |           |
|                        | Ikke oppgitt   |           |           | 33(19)    |           |
| Dosimeter              | Personlige     |           | 127(75)   | 499(98)   | 626(92)   |
|                        | Stasjonære     |           | 8(5)      | 13(2)     | 21(3,1)   |

#### 4) Tilstrekkelig antall målinger per scenario mht representativitet?

Siden tidsbruk per arbeidsoppgave i de fleste tilfelle ikke var oppgitt for langtidsmålinger vil eksponering for et gitt scenario best bestemmes ved de målingene som dekker varigheten til dette, dvs som ikke er lengre enn dette. Det har generelt vært mer fokus på å få et mål for langtidseksponering over et skift enn på eksponering i løpet av en arbeidsoppgave/scenario. De personlige målingene av benzen inkluderte totalt 27 rigger: 9 i perioden 1990-1999 og 22 fra etter 1999.

Tabell 4.4 viser at korttidsprøver (<15 min) og langtidsprøver (>15 min) av benzen for de fleste arbeidsoppgavene inkluderte få rigger pr arbeidsoppgave/scenario. Ett unntak er prøvetaking der korttidsmålinger inkluderer 12 rigger med 72 målinger. Imidlertid viser Figur 4.7 at disse målingene fordeler seg over minst 7 ulike prøvetakingsscenarioer. Også innen hvert av de andre scenarioene som er beskrevet her er det variasjoner/heterogenitet.

Måledatene gir en indikasjon på eksponeringsnivå ved ulike arbeidsoppgaver/scenarioer. Med såpass få rigger/målinger inkludert per scenario kan det generelt stilles spørsmål om kvaliteten på dataene mht representativitet. Et bredere utvalg av målinger ville også gjort det mulig å bestemme for eksempel om variabiliteten i eksponering for et scenario kan forklares av ulike determinanter som teknisk utforming, benzen innhold i petroleumsstrømmen osv.

**Tabell 4.4** Personlige eksponeringsmålinger ved noen utvalgte arbeidsoppgaver/scenarioer fordelt på antall rigger og prøvetakingstid.

|                                    | Prøvetakingstid <15 min |          | Prøvetakingstid >15 min |          |
|------------------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
|                                    | rigger                  | målinger | rigger                  | målinger |
| Åpne HC systemer                   | 4                       | 6        | 7                       | 53       |
| Prøvetaking                        | 12                      | 72       | 15                      | 119      |
| Flotasjonsarbeid                   | 1                       | 9        | 2                       | 40       |
| Pigging                            | 4                       | 12       | 3                       | 14       |
| Rengjøring av separatore og tanker |                         |          | 4                       | 26       |
| Annet separator og tankarbeid      | 1                       | 1        | 4                       | 95       |



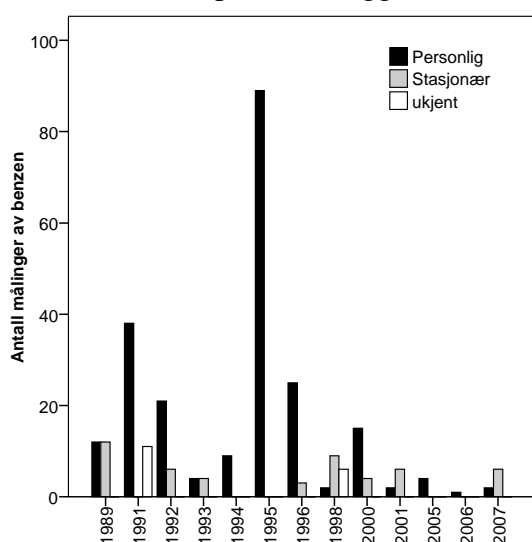
## 5. Landanlegg

### Oversikt over eksponeringsmålingene

Vi har mottatt målerapporter fra to landanlegg, og også for disse har vi fokusert mest på personlige eksponeringsmålinger av benzen i prosessområdene. Av totalt 291 målinger av benzen var 224 personlige og 50 stasjonære målinger, mens det for 17 målinger er ukjent om prøvene var personlige eller stasjonære. De personlige prøvene er analysert på Arbeidstilsynet Kristiansand (88%), Høyskolen i Agder (7%), X-lab (1%), STAMI (1%), og ukjent lab (3%). Personlige målinger av toluen, etylbenzen og xylen har også blitt kort omtalt i teksten. Mer utfyllende resultater for disse og for andre hydrokarboner samt for stasjonære målinger er oppsummert i tabeller i Appendix 5.

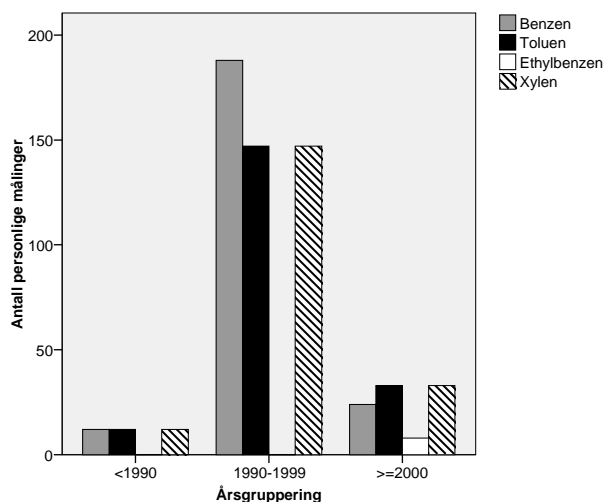
#### Antall målinger

Figur 5.1 viser at det er utført flere personlige enn stasjonære målinger av benzen i prosessområdene på landanlegg i de fleste årene mellom 1989-2007.



Figur 5.1 Antall personlige og stasjonære målinger av benzen i prosessområdene på landanlegg fordelt på årstall målingene ble utført.

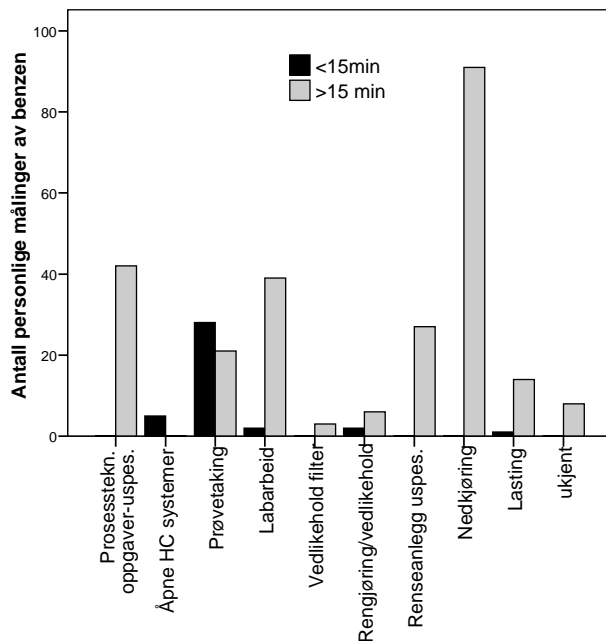
Figur 5.2 viser at de fleste personlige målingene vi har mottatt for benzen, toluen, etylbenzen og xylen er fra perioden 1990-1999.



Figur 5.2 Antall personlige målinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylen i prosessområdene på landanlegg fordelt på årsgruppering for når målingene ble foretatt.

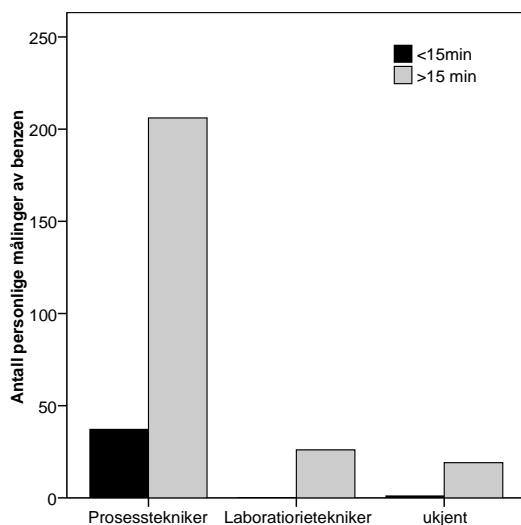
### Arbeidsoppgaver, prøvetakingstid og yrkesgrupper

De personlige målingene av benzen ble fordelt på arbeidsoppgaver og prøvetakingstid (<15min og >15 min) (Figur 5.3). Målinger <15 min refererer hovedsakelig til korttidsmålinger tatt under de spesifiserte arbeidsoppgavene prøvetaking og åpning av HC systemer. For målinger over 15 min er median prøvetakingstid lik 6,5 timer (10-90 persentilen; 4-8 timer). Antallet målinger >15 min er størst for nedkjøring, uspesifiserte prosessstekniske oppgaver, labarbeid og uspesifisert arbeid på renseanlegg. Arbeidsoppgaver oppgitt for målinger over 15 min er benyttet til gruppering selv om varigheten av disse oppgavene i mange tilfeller trolig har vært betydelig kortere enn den totale prøvetakingstiden



Figur 5.3 Antall personlige målinger av benzen i prosessområdene på landanlegg fordelt på prøvetakingstid og arbeidsoppgaver oppgitt i målerapportene.

De personbårne målingene av benzen ble også fordelt på yrkesgrupper og prøvetakingstid (<15min og >15 min) (Figur 5.4). Målingene vi har mottatt er blitt gjort på prosessstekniker/operatør og laboratorietekniker. For 20 målinger er det ikke angitt noen yrkesgruppe.



Figur 5.4 Antall personlige målinger av benzen i prosessområdene på landanlegg fordelt på jobbgrupper.

## Eksponeringsmålinger av BTEX fordelt på arbeidsoppgaver

Resultat fra personlige målinger er presentert i Figur 5.5-5.11 og i Appendix 5a.

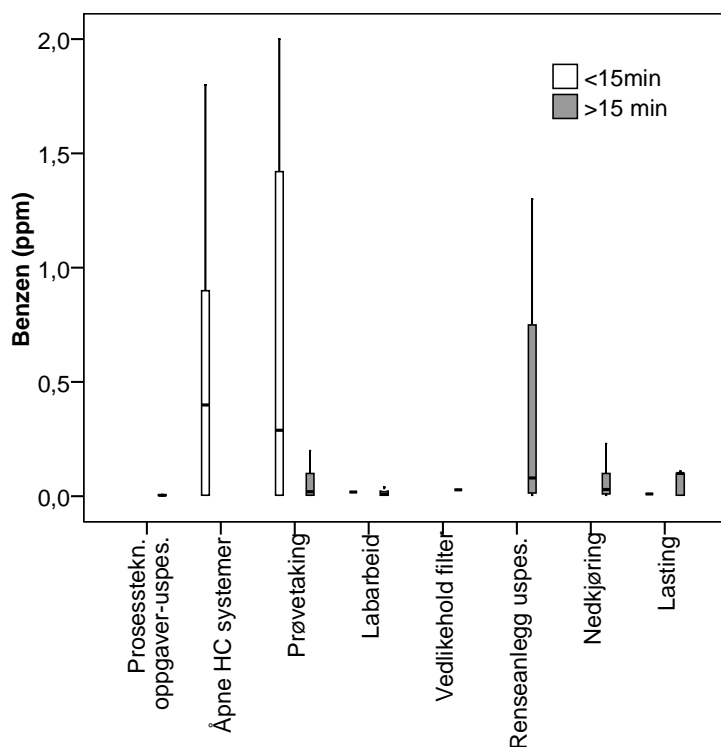
Appendix 5b viser resultater fra stasjonære målinger og Appendix 5c viser resultater der type prøvetaking er ukjent.

### Korttidseksponering (<15 min) (Figur 5.5 og Appendix 5a)

- Antallet korttidsprøver er lite.
- Median eksponering for benzen ved åpning av HC førende systemer (ventiler) (5 målinger i 1991) var 0,4 ppm (aritmetisk gjennomsnitt 0,8 ppm) .
- Ved prøvetaking (28 målinger) varierte eksponeringen fra <lod-13,6 ppm. Fire av målingene var over 3,0 ppm benzen (3-13,6 ppm). Dette var ved prøvetaking av råolje eller bensin i 1990/91.

### Eksposering ved prøvetakingstid >15 min (Figur 5.5 og Appendix 5a)

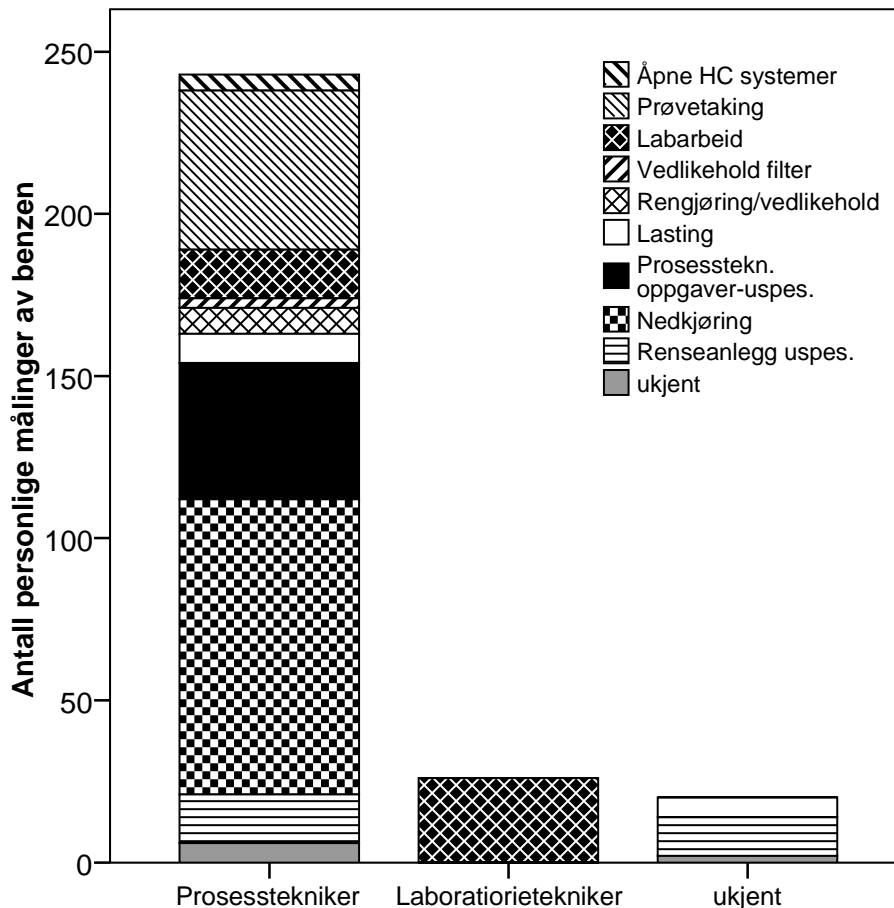
- Median prøvetakingstid for disse målingene var 7 timer (10-90 persentil; 4-8 timer)
- Målingene der det var oppgitt prøvetaking, åpning av HC-system og uspesifikke prosess tekniske oppgaver viste lave verdier for benzen, med medianer under 0,1 ppm.
- Arbeid i vannrenseanlegg var forbundet med høye eksponeringer før 1990. (6 av 12 målinger over 1,0 ppm benzen). Målinger i renseanlegg etter 2000 (n=15) viste lave eksponeringer.
- Målinger tatt i forbindelse med nedkjøring av anlegg og lasting viste lave verdier. Ved nedkjøring var 87 av 89 målinger under 0,6 ppm.



Figur 5.5. Personlige eksponeringsmålinger av benzen med prøvetakingstid <15 min og >15 min fordelt på arbeidsprosesser på landanlegg

## Eksposering for BTEX fordelt på yrkeskategorier

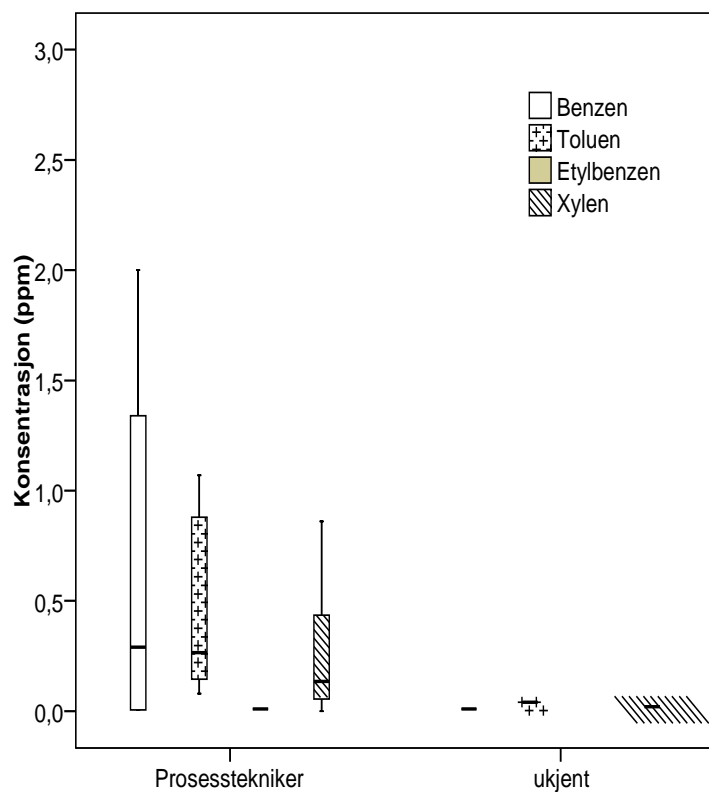
Figur 5.6 gir en oversikt over antall personlige eksponeringsmålinger som har blitt utført fordelt på yrkesgrupper og arbeidsoppgaver som oppgitt i målerapportene.



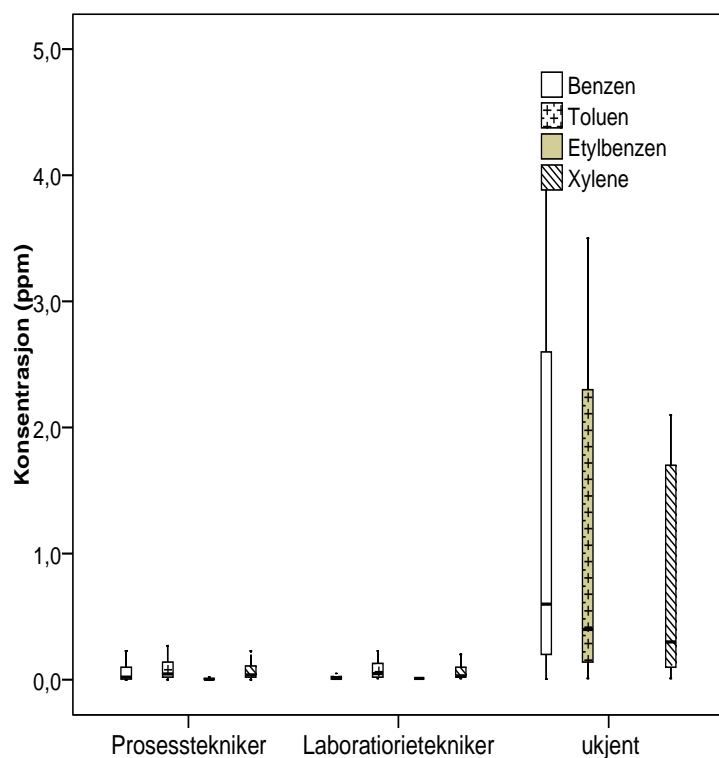
Figur 5.6 Antall personlige eksponeringsmålinger av benzen fordelt på yrkeskategorier og arbeidsoppgaver på landanlegg.

Korttidsmålinger (<15 min) inkluderer hovedsakelig prosesstekniker, og viser stor variabilitet for benzen eksponeringene (Figur 5.7). Dette skyldes som beskrevet tidligere mest de høye, kortvarige eksponeringene ved prøvetaking av råolje og bensin i 1990/91 (Figur 5.5).

Personlige eksponeringsmålinger over 15 min viser generelt lave median konsentrasjoner av benzen for både prosesstekniker og laboratorietekniker (Figur 5.8). De høye verdiene ved arbeid i renseanlegg på slutten av 1980-tallet bidrar sterkt til relativ høye eksponering for gruppen ukjent, dvs. rapporten gav ingen opplysninger om hvem som utførte denne oppgaven. Figurene 5.7 og 5.8 viser lave eksponeringer for toluen, etylbenzen og xylen for de ulike yrkesgruppene



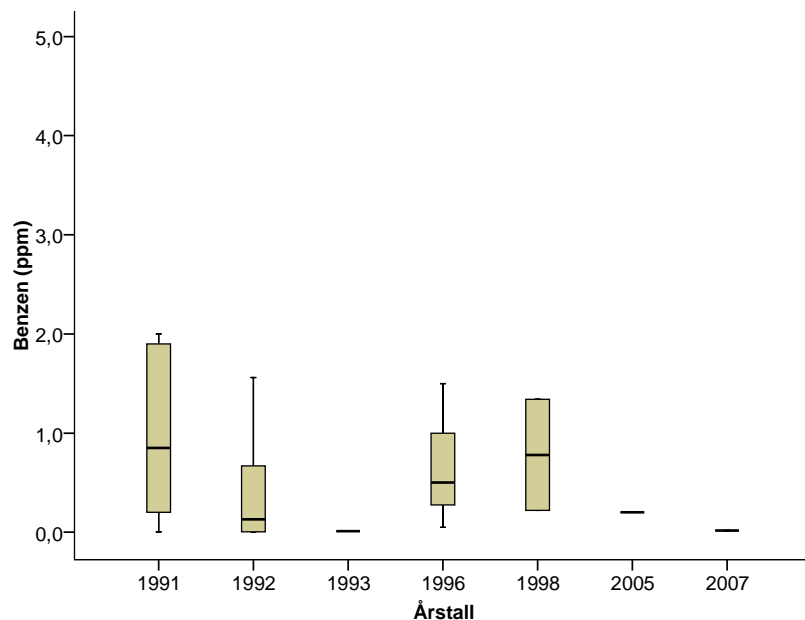
Figur 5.7 Personlige eksponeringsmålinger med prøvetakingstid <15 min fordelt på yrkesgrupper på landanlegg.



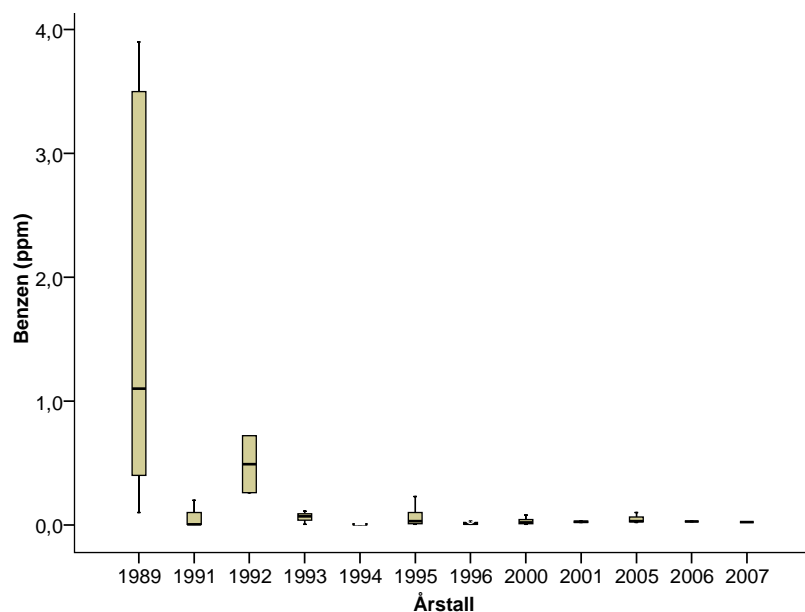
Figur 5.8 Personlige eksponeringsmålinger med prøvetakingstid >15 min fordelt på yrkesgrupper på landanlegg

## Eksposering for benzen fordelt på årstall

Figurene 5.9 og 5.10 viser at det ble målt flere høye verdier før år 2000 sammenlignet med etter den tid både for målinger med prøvetakingstider <15 min og >15 min. Antallet målinger pr år er imidlertid for lite til å si noe om trender over tid. Eksempelvis er målingene med prøvetakingstid >15 min fra 1989 dominert av de relativt få målingene høye eksponeringer i renseanlegg.

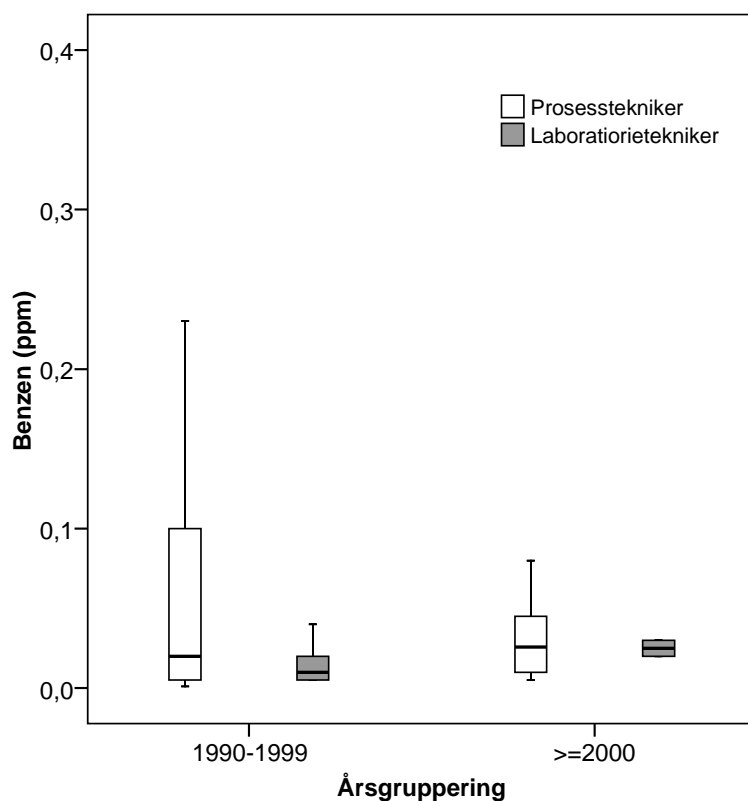


Figur 5.9. Personlige målinger av benzen med prøvetakingstid <15 min fordelt på årstall for måling på landanlegg



Figur 5.10. Personlige målinger av benzen med prøvetakingstid >15 min fordelt på årstall for måling på landanlegg

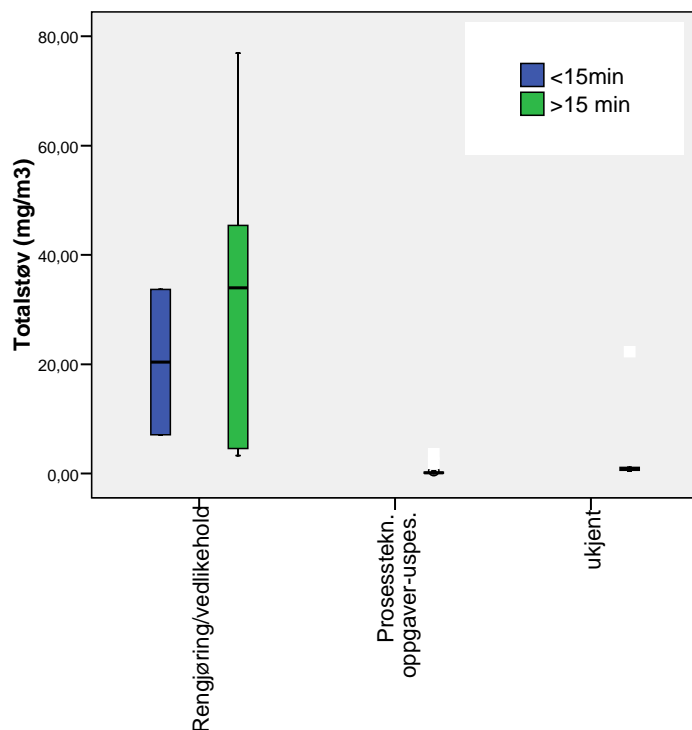
Når målingene med prøvetakingstid >15 min fordeles på grovere årsgrupper er det ingen klar tidstrend, verken for prosesstekniker eller laboratorietekniker (Figur 5.11). Det var en større variabilitet i målt eksponering før år 2000 enn etter år 2000.



Figur 5.11 Personlige målinger av benzen med prøvetakingstid >15 min på landanlegg fordelt på yrkes- og årsgrupper

## Eksposering for totalstøv

Figur 5.12 viser svært høye personlige eksponeringer for totalstøv ved rengjøring/vedlikehold. Dette gjelder 8 målinger av koksstøv under arbeid med renhold/støvsuging i et spesielt område (fra en rapport i 1990) For målingene >15 min (n=6) var prøvetakingstiden 5-7 timer.



Tabell 5.12 Personlig eksponering for totalstøv.

## PAH (Polyaromatiske hydrokarboner)

To rapporter fra koksanlegg på et landanlegg i 1990 og 1991 viste til dels høye konsentrasjoner ved drenering/trykkavlasing til koksgård som ble utført en gang i døgnet. Prøvetakingstiden varierte mellom 6 og 31 minutt. Fire av 18 målinger var over dagens administrative norm, - de tre høyeste var 200-1100 ng/l PAH (Appendix 5c). Det er uklart om prøvene var personlige eller stasjonære.



# Vurdering av måledataene; Landanlegg

## 1) Agens inkludert

Petroleumsstrømmene: Fokuset har hovedsakelig vært på benzen, - i de fleste tilfelle supplert med analyse av toluen, etylbenzen og xylen. Fokuset på benzen synes fornuftig ut fra en risikovurdering mht kreft.

Vi har fra landanleggene mottatt svært få målinger av andre agens enn hydrokarboner fra petroleumsstrømmene.

## 2) Kontekstuell informasjon

For landanlegg er det en mindre andel av målepunktene som mangler essensiell kontekstuell informasjon.

Av totalt 291 målinger av benzen på 2 landanlegg var 224 personlige og 50 stasjonære målinger, mens det for 17 målinger er ukjent om prøvene var personlige eller stasjonære.

Vi har fokusert på personlige eksponeringsmålinger av benzen siden disse generelt antas å være et bedre mål for arbeidstakernes eksponering enn stasjonære målinger.

- De fleste personlige målingene av benzen er fra perioden 1990-1999. Vi har ikke mottatt målinger fra før 1989.
- Prøvetakingstiden varierer mellom 1 min og 12 timer. Prøvetakingstid var ikke angitt for 16% av målingene fra perioden 1990-1999 og for 64% av målingene etter 1999. For målingene uten oppgitt prøvetakingstid har vi antatt >15 min.
- Yrke var ikke angitt for 8% av målingene
- Arbeidsoppgave i prosessområdene var ikke spesifisert for 5,4% av målingene
- Når arbeidsoppgaver var spesifisert for prøvetakingstider >15 min er det kun i et fåtall tilfeller angitt tidsbruk for denne arbeidsoppgaven. Det er derfor generelt vanskelig å vurdere hvor mye den enkelte arbeidsprosess bidrar til målt eksponering, spesielt ved lengre prøvetakingstider utover arbeidsprosessens varighet.

## 3. Prøvetakings- og analysemetoder

Benzen og andre hydrokarboner

Personbåren fullskifts-eksponering for benzen, toluen, etylbenzen og xylen har i stor grad blitt målt med passive dosimetre festet på arbeidstakerens krage (Tabell 5.1). Ved korttidsmålinger er aktiv oppsamling på kullrør blitt mest benyttet. ATD har nesten ikke blitt benyttet, heller ikke for korttidsprøver. Totalt er det tatt svært få korttidsprøver.

Tabell 5.1 Antall (%) målinger <15 min og >15 min gruppert på type måling, samt gruppert på målemetode (kun for personlige målinger).

|            |              | <15 min   | >15 min   |
|------------|--------------|-----------|-----------|
|            |              | Antall(%) | Antall(%) |
| Type       | Personlig    | 35(77)    | 189(80)   |
|            | Stasjonær    | 3(7)      | 43(18)    |
|            | Ikke oppgitt | 7(16)     | 4(2)      |
| Personlige | Dosimeter    | 0         | 143(76)   |
|            | Kullrør      | 32(97)    | 43(23)    |
|            | ATD          | 1(3)      | 3(1)      |
|            | Ikke oppgitt | 0         | 0         |

Tabell 5.2 viser at etter 1990 er det personlige målinger som dominerer. De fleste personlige langtidsprøvene blir fortsatt tatt med dosimeter og kullrør.

Tabell 5.2 Antall (%) målinger i ulike tidsperioder gruppert på type måling og metode

|                        |              | <1990     | 1990-1999 | >=2000    | Alle år   |
|------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                        |              | Antall(%) | Antall(%) | Antall(%) | Antall(%) |
| Type                   | Personlige   | 12(50)    | 188(83)   | 24(63)    | 224(77)   |
|                        | Stasjonær    | 12(50)    | 22(10)    | 14(37)    | 50(17)    |
|                        | Ikke oppgitt | 0         | 17(7)     | 0         | 17(6)     |
| Metode<br>(pers+stasj) | Dosimeter    | 0         | 141(62)   | 2(5)      | 143(49)   |
|                        | Kullrør      | 24(100)   | 84(37)    | 34(85)    | 142(49)   |
|                        | ATD          | 0         | 0         | 4(10)     | 4(1,4)    |
|                        | Indikatorrør | 0         | 2(1)      | 0         | 2(0,7)    |
|                        | Ikke oppgitt | 0         | 0         | 0         |           |
|                        |              |           |           |           |           |

#### 4) Tilstrekkelig antall målinger per scenario mht representativitet?

Det har også for landanlegg generelt vært mer fokus på å få et mål for langtidseksponering over et skift enn på eksponering i løpet av en arbeidsoppgave/scenario. Siden tidsbruk per arbeidsoppgave i de fleste tilfelle ikke var oppgitt for langtidsmålinger vil eksponering for et gitt scenario best bestemmes ved de målingene som dekker varigheten til dette, dvs som ikke er lengre enn dette.

De personlige målingene av benzen inkluderte kun to landanlegg

Figur 5.3 viser at antallet korttidsprøver (<15 min) av benzen for ulike arbeidsoppgaver/scenarioer var lite. Det var gjort flest målinger ved prøvetaking (n=28 for >15 min) men disse målingene fordeler seg over flere varianter av prøvetaking, bl.a. prøvetaking av bensin som gav høye eksponeringer.

Med såpass få målinger og landanlegg inkludert per scenario kan det generelt stilles spørsmål om kvaliteten på dataene mht representativitet.

De fleste målingene av benzen er tatt i perioden 1990-1999. Vi har derfor i svært liten grad vært i stand til å undersøke tidstrender i eksponering.

## 6. Boring

### Innledning

Ved oljeboring benyttes borevæsker for blant annet smøring og kjøling av borekrone og borestreng, trykkstøtte i brønnen og for å transportere borekaks til overflaten. I slambehandlingsområdet renses borevæsken for kaks og resirkuleres via tanker. Borevæsken er en kompleks vann- eller oljebasert blanding med et stort antall tilsetningsstoffer avhengig av hvilket system som blir brukt og formasjonen det bores i. Vannbaserte systemer benyttes i de øvre seksjonene av en brønn, mens oljebasert væske er det eneste alternativet i lange og dype brønner. Sammensetningen av disse borevæskesystemene har variert med periode, formasjoner det bores i og mellom ulike leverandører og selskaper.

Blanding av slam skjer på miksestasjon. Ferdigblandet slam pumpes ved hjelp av mudpumper fra aktiv mud pit ned i brønn. Fra brønnen pumpes slammet opp via boredekk og over shakerne hvor det renses for kaks. Shakerne er første trinn i rensing av boreslammet. Deretter blir slammet transportert i flowline inn i en av slamtankene (mudpit). Kaks transporteres fra shakerne til SMACC anlegget for knusing slik at en får en slurry for reinjisering i brønnen. I slambehandlingsområdene kan borepersonell bli eksponert for boreslam både ved inhalasjon av aerosol og damp eller ved hudkontakt.

Appendix 3 (modifisert etter Sjonfjell et al., 2005) gir en oversikt over ulike endringer i boreområdene som har betydning for eksponering for kjemikalier.

### Sammensetning av borevæske

Borevæsker/boreslam består av en væskefase som tilsettes ulike tilsetningsstoffer slik at den har de egenskapene som kreves under de gitte forholdene. Slammet må ha riktige egenskaper med hensyn til tetthet, viskositet, filtreringstap og avleiring.

Detaljerte beskrivelser av ulike borevæsker og tilhørende tilsetningsstoffer finnes i en rapport utgitt av OGP (2009) samt i tre rapporter som omhandler vannbaserte- og oljebaserte borevæsker (Hudgins, 1991; HSE, 2000) og syntetiske borevæsker (HSE, 1998).

Ifølge OGP (2009) består generelt vannbaserte borevæsker av vann/saltvann (vekt %; 76%), vektmateriale (barytt; 14%) og leire (bentonitt; 6%).

En typisk oljebasert borevæske består av (vekt %) 46% baseolje, 18% saltvann, 33% vektmateriale (barytt), 2% emulgeringsmidler.

I tillegg tilsettes de ulike borevæskene en rekke ulike additiver for å modifisere egenskapene til slammet, blant annet viskositetsdanner, pH-regulatorer, salt-regulatorer, skumdempere, biocider (glutaraldehyd, formaldehyd), korrosjonshemmere, avleiringshemmere, smøremidler, dispergeringsmiddel og filtertapskontrollerende produkter

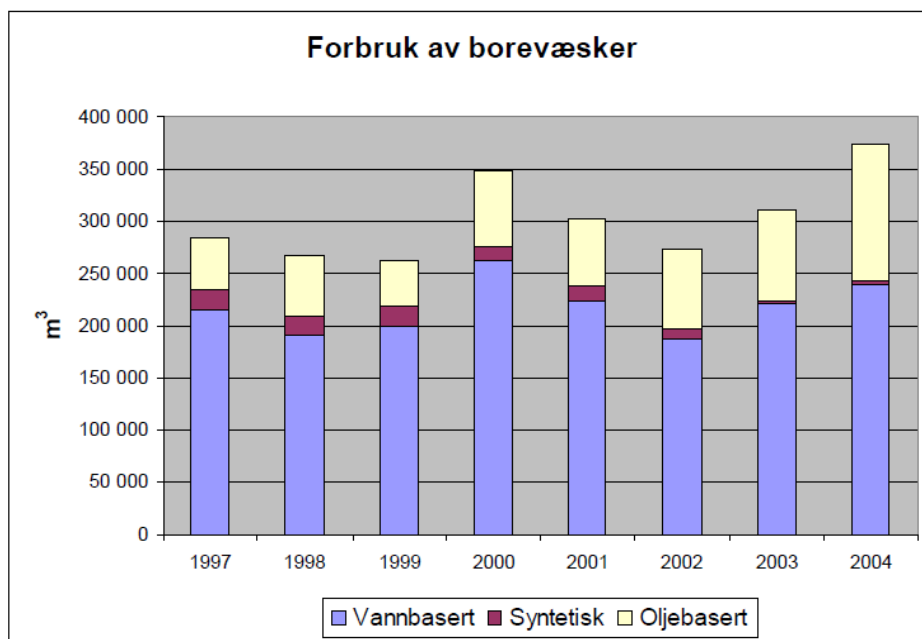
Borevæsken kan kontamineres med hydrokarboner, inkludert benzen fra de geologiske formasjonene det bores i, eller fra hydrokarboner som tilsettes borevæsken for å forbedre boreegenskapene (Verma et al., 2000).

### Baseoljer

Det originale oljebaserte boreslammet inneholdt diesel som baseolje (Davidson *et al.*, 1988). Diesel inneholder generelt under 0.02% benzen (IARC, 1989a).

Diesel ble faset ut tidlig på 1980-tallet og gradvis substituert med petroleumsbaserte baseoljer med redusert aromatisk innhold (HSE, 2000, OSG, 2009). På norsk sokkel ble dieselbasert borevæske brukt på noen installasjoner i perioden 1979-1984 (Steinsvåg, 2006). I tillegg har det blitt benyttet syntetiske baseoljer, som har tekniske egenskaper som på mange måter tilsvarer oljebaserte borevæsker. Disse ble benyttet i en periode på 1990-tallet, men er nå svært lite brukt. Figur 6.1 viser at det i perioden 1997-2004 hovedsakelig har blitt benyttet vann- og oljebaserte borevæsker.

Figur 6.1 Forbruk av borevæsker i perioden 1997-2004.



Bruk av de ulike baseoljene kan deles inn i ulike tidsperioder (Steinsvåg et al., 2006):

Før 1979 Hovedsakelig vannbaserte borevæsker

ca. 1979-1984 Diesel – aromatinnhold >15%  
 • Kokepunktintervall 150-370°C

ca. 1985-1997 Lavaromatiske mineraloljer - aromatinnhold 1-10%  
 • Kokepunktintervall 220-325°C

Fra ca. 1990-2002 I denne perioden ble det også benyttet syntetiske baseoljer basert på eter, ester eller olefin.

Fra ca. 1998 Ikke-aromatiske baseoljer - aromatinnhold <0,01%  
 • Kokepunktintervall 230-320°C for baseoljer med normal viskositet (3,0-4,5 mm<sup>2</sup>/s ved 40 °C)

- Kokepunktintervall 210-260°C for baseoljer med lav viskositet (2,0-2,3 mm<sup>2</sup>/s ved 40 °C). Lange og kompliserte brønner med høy temperatur og høyt trykk kan kreve bruk av disse lav viskøse baseoljene som antas å være mer flyktige enn de med normal viskositet.

En detaljert oversikt over en rekke baseoljer med bl.a. tilhørende aromatinnhold, viskositet, og kokepunkt er gitt i OGP-rapport (2009)

## Tilsetningsstoffer

Forbruket av tilsetningsstoffer domineres av vektmaterialer og uorganiske kjemikalier, med barytt som det viktigste. Vektmaterialene barytt og bentonitt inneholder begge krystallinsk silika. Det er myndighetskrav om at kvartsinnholdet er mindre enn 5%, med respirabel fraksjon på maksimalt 0,3% (Steinsvåg et al., 2005). Barytt varierer i kvarts og tungmetallinnhold. Bentonitt inneholder kvarts og litt tungmetaller (mindre enn for barytt). Soltex, et sulfonert asfaltprodukt, er et stoff som tidligere ble brukt som tilsetning til borevæske for å hindre filtertap, dog i mindre grad. Soltex har et kvartsinnhold på under 1% (Steinsvåg et al., 2005).

*Eksempler på andre borekjemikalier med helserisiko(Steinsvåg et al., 2005);*

- *Asbest*; Et oljeselskap opplyser at krysotil asbest under handelsnavnene Flosal Drilling Mud Asbestos Additive og Flosal Viscosifier ble brukt som tilsetningsstoff i mud frem til 1980. Oljedirektoratet satte totalforbud mot asbestholdige boreslamskjemikalier 26.10.1983
- *Biocid*; Ved boring helte man tidligere glutaraldehyd i bøtter og tømte disse rett i mud piten. Det er rapportert å føre til mye slumsing og søl, med påfølgende såre øyne og klager. Klagen førte til at biocidet ble levert i mindre beholdere som kunne helles rett i pit. Etterhvert begynte boremannskapet med manuelle pumper. Ved boring trenger man en batch biocid hvis borevæsken blir stående
- *Lime/hydratkalk* for pH-kontroll; Inneholder 90-100% kalsiumhydroksid som er irriterende og kan virke etsende på hud og slimhinner
- *Steelseal* som inneholder rent karbon/kull
- *Baracarb* (kalsitt) består i det vesentligste av kalsiumkarbonat som også kan gi hud- og luftveisirritasjoner.
- *Aminer, amider polyamider*; I for eksempel emulsjonsdannere, viskositetsregulerende stoff (VG Plus)

## Eksponeringsforhold og målinger av oljetåke og oljedamp ved boring

Bruk av oljebaserte slamsystemer medfører hydrokarbonforurensing (oljetåke og oljedamp) i arbeidsatmosfæren i slambehandlingsområdene. Det er potensiale for inhalasjon av oljetåke og oljedamp langs flowlines fra toppen av brønnen til separasjonsutstyret som inkluderer blant annet vibrasjonssikter, sentrifuger og slamtank.

Eksponeringsmålinger blant operatører i slambehandlingsområdene har hovedsakelig vært begrenset til målinger av oljedamp og oljetåke. Nærmere karakterisering av

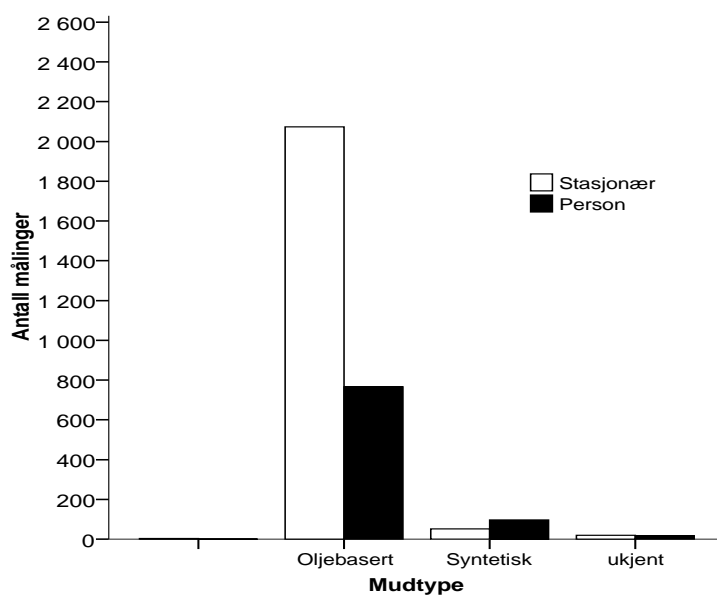
eksponeringen mht tilsetningsstoffer, omdannelsesprodukter og innslag av mineraler og olje/gass-komponenter fra formasjonen det bores i har ikke blitt gjort i nevneverdig grad. Prøvetakingsmetoden som har vært mest benyttet i løpet av de siste årene ble utviklet i 1989, og består av en seriekopling av et glassfiberfilter for oppsamling av tåke og et kullrør for oppsamling av dampfraksjonen. Denne metoden gjør det mulig å samtidig samle opp tåke og dampfraksjonen i løpet av en 2 timers periode, dvs over vesentlig kortere tidsrom enn selve arbeidsdagen. Målinger av olje- og dieseldamp før 1985 ble gjort med dosimeter (passiv prøvetaking) eller med kullrør (aktiv prøvetaking).

For personlige målinger gir bare en svært liten andel av rapportene opplysninger om hvilke arbeidsoppgaver operatørene har utført i løpet av måleperioden. Tidsbruk for arbeidsoppgavene er ikke oppgitt, heller ikke hvor lang tid operatøren har oppholdt seg i shakerbu eller i andre områder. Det er derfor generelt ikke mulig å vurdere hvor mye den enkelte arbeidsprosess/scenario bidrar til målt eksponering. Slik det er nå vil eksponeringsscenarioet her være generelt arbeid i slambehandlingsområder, og ikke knyttet til spesifikke arbeidsoppgaver.

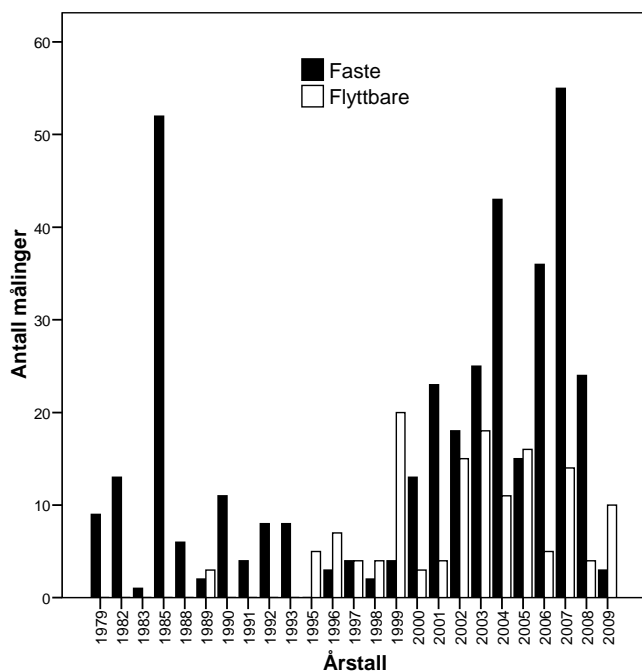
## Oversikt over eksponeringsmålinger av oljedamp og oljetåke

Ved boring med oljebasert mud er det tatt nesten tre ganger så mange stasjonære som personlige målinger (Figur 6.2). Figur 6.3 viser at de fleste årene har blitt gjort flere målinger på faste enn på flyttbare installasjoner. De personlige målingene (n=767) er hentet fra 28 faste og 14 flyttbare installasjoner og er analysert ved X-lab (36%), WestLab (28%), STAMI (20%), SINTEF (5%), andre (5%), ukjent (6%).

Noen målinger tatt ved boring med vannbasert og syntetiske borevæskesystemer er gitt i Appendix 6.

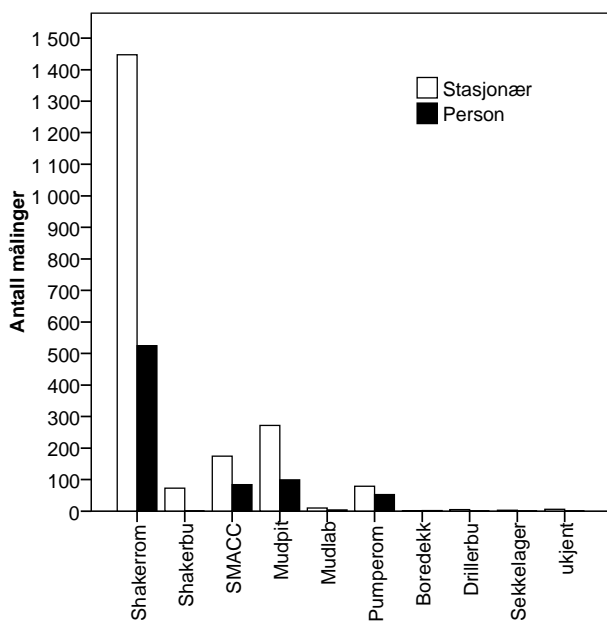


Figur 6.2 Totalt antall personlige og stasjonære målinger av oljedamp/oljetåke i på boreinstallasjoner fra 1979-2010 ved boring med oljebasert mud.



Figur 6.3 Fordeling av antall målinger på faste og flyttbare installasjoner ved boring med oljebasert mud i perioden 1979-2009.

Målinger i shakerområdet dominerer med hensyn til antall målinger fulgt av mudpit og SMACC (Figur 6.4).



Figur 6.4 Antall personlige og stasjonære målinger av oljedamp/oljetåke i perioden 1979-2009 fordelt på hvor målingene er gjort.

## Shakerområdet

### Tekniske forhold

Shakerne som renses boreslammet er oftest plassert ved siden av hverandre. Avsugshetter fra shakerne og mudrenner kan være delvis eller fullstendig lukket. Det er arbeidsbord og vask i området for arbeid med slamprøver (veiing), og et område der kaksprøver behandles. Det er også vanlig med en oppholdsbu der operatørene kan oppholde seg innimellom arbeidsoppgavene.

Utstyret til slambehandling var opprinnelig konstruert for vannbasert boreslam ved å være åpne, og kontroll av forurensinger var via naturlig ventilasjon. Tekniske tiltak for å redusere eksponeringen har hovedsakelig vært å bygge shakerbu for operatørene og installere mer effektive ventilasjonssystemer. Noen installasjoner har for eksempel lukket vibrasjonssiktene inn i ventilasjonshetter. Lukking av åpne renner og slamtank har trolig også redusert eksponeringsnivået.

På bakgrunn av målerapportene som er samlet inn er det ikke mulig å lage en systematisk oversikt over tekniske endringer som er gjort i slambehandlingsområdene de siste tiårene. Imidlertid refereres det i flere rapporter til hensikten med at målingene ble gjort. I noen rapporter fra før 2000, men spesielt etter 2000 er det angitt at hensikten var å kontrollere effekten av tiltak som i første rekke var forbedring av ventilasjonsforhold i shakerrommet (nytt ventilasjonsanlegg, bedre avtrekkshetter), men etter 2000 er også andre tiltak som lukking av mudrenner og installasjon av mudkjøler angitt som hensikt med målingene.

I forbindelse med et annet OLF-prosjekt har vi samlet inn diverse teknisk informasjon fra totalt 25 faste og 15 flyttbare installasjoner, der det ble spurt bl.a. om når det ble installert shakerbu. Tabell 6.1 gir en oversikt over hvor stor andel av disse installasjonene som hadde shakerbu/miljøbu på ulike tidspunkter. Tabellen viser at det på alle tidspunkter var det en større andel av de faste enn de flyttbare som hadde miljøbu, men at andelen med miljøbu har øket gradvis i perioden 1990 til 2007 for begge typene installasjoner.

*Tabell 6.1 Oversikt over andel av faste og flyttbare installasjonene som hadde shakerbu/miljøbu på ulike tidspunkter.*

|           | 1990       | 1995       | 2000        | 2007        |
|-----------|------------|------------|-------------|-------------|
| Faste     | 3/12 (25%) | 5/15 (33%) | 16/22 (73%) | 23/25 (92%) |
| Flyttbare | 1/10 (10%) | 2/11 (18%) | 6/12 (50%)  | 10/13 (77%) |

### Arbeid på shakerne

Operatørene (boredekkarbeidere, roughnecks) utfører diverse arbeidsoppgaver i shakerområdet;

- Kontroll/inspeksjon av shaker. Inspeksjoner på shaker foretas nå i større grad enn tidligere fra shakerbua som har innsyn til shakerne gjennom vindu eventuelt via videoovervåkning. Bua blir brukt når de ikke har arbeid som skal utføres ute i shakerrommet, og har trolig medført en reduksjon i operatørenes eksponering. I bua er det vanligvis mekanisk tilluft.



- Prøvetaking/henting av slam og "cuttings" i forbindelse med registrering av egenvekter. Det blir vanligvis tatt tetthetsprøver (uttak/veiging) av slammet 2-4 ganger i timen (tar ca. 3-5 min hver gang). Tetthetsprøvene av mud prepareres ved veiebenken
- Vedlikehold, spyling, lapping og skifting av screen; Skifting av screen kan gjøres i løpet av få minutter (1-3 min) f.eks hver andre time. Når det skal skiftes screen på flere shakere, kan det gå med inntil 30 minutter i shakerrom. Vask og skift av screen kan være en utsatt operasjon nede innimellom shakerne som typisk vil foregå med noen timers mellomrom.
- Utspading av slam fra shaker
- Rengjøring/spyling av dørk etter behov
- Når oljebasert mud benyttes, rapporteres det at plattformen blir mer sølete. Shale shaker og mud pit spyles rene med baseolje

Boredekksarbeiderne prøver å oppholde seg minst mulig i shakerrommet. Effektiv oppholdstid ute i shakerområdet er antatt å være omlag 2-3 timer i løpet av en 12-timers arbeidsdag ved normalt aktivitetsnivå. I perioder med mye aktivitet eller problemer i shakerrommet kan operatørens daglige oppholdstid bli vesentlig lengre, dvs. ca. 4-5 timer pr. arbeidstaker pr. skift.

Avhengig av hvilken seksjon det bores i vil det være 1-3 boredekksarbeidere i shakerområdet. Boredekksarbeiderne kan rullere slik at eksempelvis 2 personer arbeider 6 timer hver på shaker mens en tredje avløser. Ved behov får man bistand fra hjelpearbeidere. Jobbrotasjon blir praktisert blant boredekksarbeiderne, hvorav for eksempel 3 arbeidstakere skifter på å gjennomføre arbeidsoppgaver på boredekk og shaker og en på smaccc-unit. De som arbeider på boredekk/shaker oppgir å være mesteparten av tiden i snitt oppe på boredekk eller inne i miljøbu/shakerbu med egen ventilasjon der de har utsikt til shakerne, eller det finnes monitorer slik at de kan følge med på shakerne. Operatørene er på boredekk i forbindelse med "connection", gjerne ca. 1 gang pr. prøvetaking á 2 timer.

Bruk av verneutstyr har vært og er fortsatt varierende. Det blir oftest benyttet åndedrettsvern ved skifting av screen. Ikke alle typer masker som har blitt benyttet har gitt beskyttelse mot oljetåke. Det har blitt rapportert at hanskene som blir brukt av de ansatte har lav mansjett og de har sømmer noe som gjør at hansken ikke er tett og det er mulighet for at mud kommer innenfor. Det blir anbefalt hansker som er tette og som har lengre mansjetter slik at det ikke kommer mud mellom hanske og overall-arm. Engangs kjemikaliedresser blir brukt ved arbeid i shakerrommet på noen installasjoner.

### **Eksponeringsmålinger i shakerrommet**

Det er i totalt samlet inn 521 personlige eksponeringsmålinger ved arbeid i shakerrom fra 28 faste og 13 flyttbare borerigger i perioden 1979-2009 (Figur 6.4), dvs. ved boring med olje-basert borevæske.

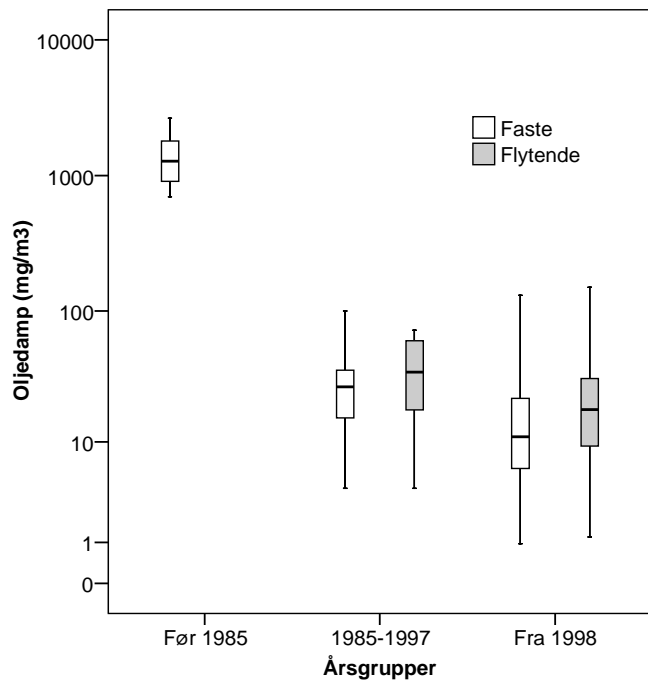
Vi har også samlet inn resultater fra 68 stasjonære målinger i shakerbu på 11 faste og 6 flyttbare installasjoner (Figur 6.4).

Hovedresultater (Figur 6.5-6.8 og Appendix 6):

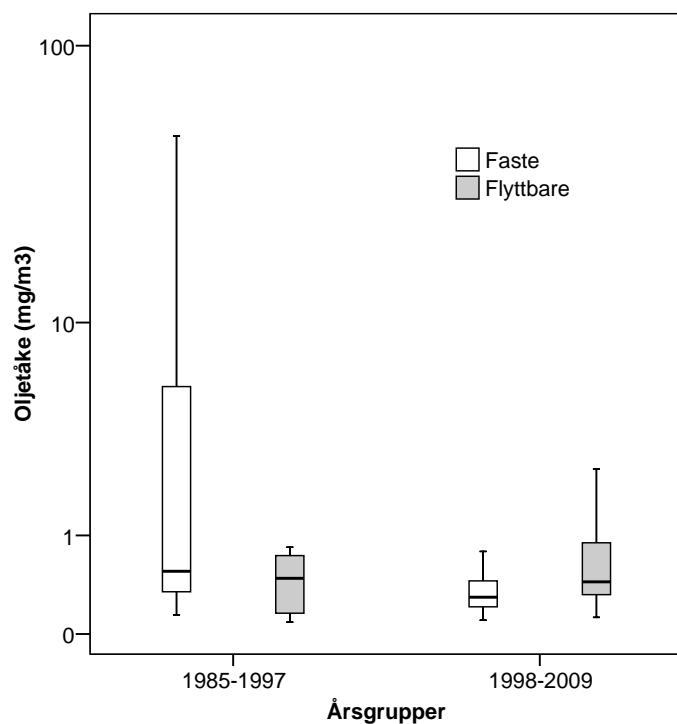
- Før 1985; Innbefatter tre målerapporter fra 1979, 1982 og 1983 som viser høy eksponering for dieseldamp (median: 1280 mg/m<sup>3</sup>, range: 298-2650 mg/m<sup>3</sup>, n=23).
- 1985-1997; Det ble i denne perioden benyttet lav-aromatiske baseoljer. For oljedamp var det noe høyere medianverdier på flyttbare (37 mg/m<sup>3</sup>) sammenlignet med fast installasjoner (27 mg/m<sup>3</sup>), dvs eksponeringer rundt administrativ norm. For oljetåke det

liten forskjell mellom flyttbare ( $0,42 \text{ mg/m}^3$ ) og faste installasjoner ( $0,50 \text{ mg/m}^3$ ), dvs. i underkant av administrativ norm.

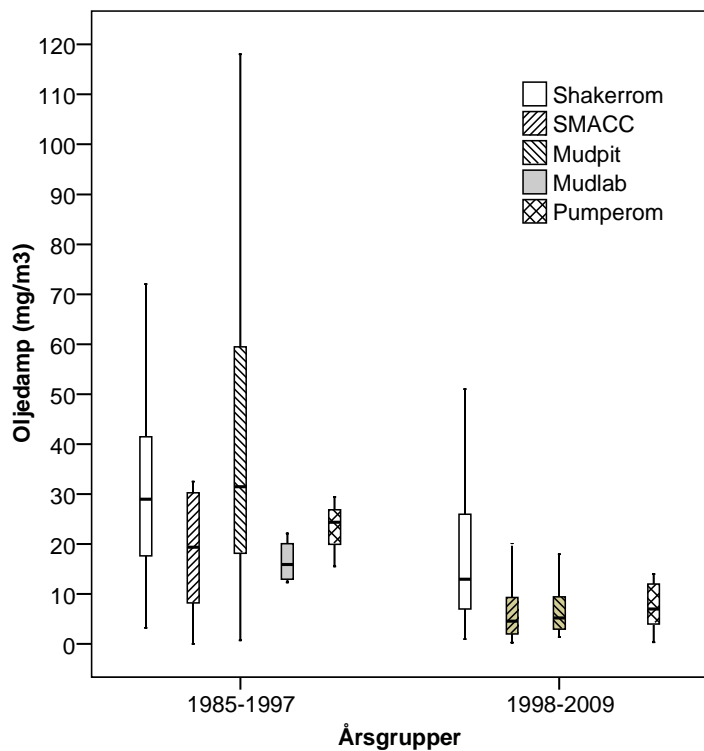
- Fra 1998; Det ble i denne perioden benyttet ikke-aromatiske baseoljer, og det ble utført flere målinger enn i den forrige tidsperioden. Målte eksponeringer var høyere på flyttbare enn på faste installasjoner både for oljedamp og oljetåke. Det var en synkende tendens i målte verdier på begge typene installasjoner sammenlignet med perioden 1985-1997.
- Stasjonære målinger i shakerrommet viste høyere nivåer, men de samme tendensene som de personlige prøvene; generelt høyere konsentrasjoner på flyttbare enn på faste installasjoner, og reduserte konsentrasjoner i perioden etter 1997 sammenlignet med 1985-1997 (Appendix 6).
- Stasjonære målinger i shakerbu viste betydelig lavere nivåer enn stasjonære målinger i selve shakerrommet (Figur 6.9 og 6.10 og Appendix 6)



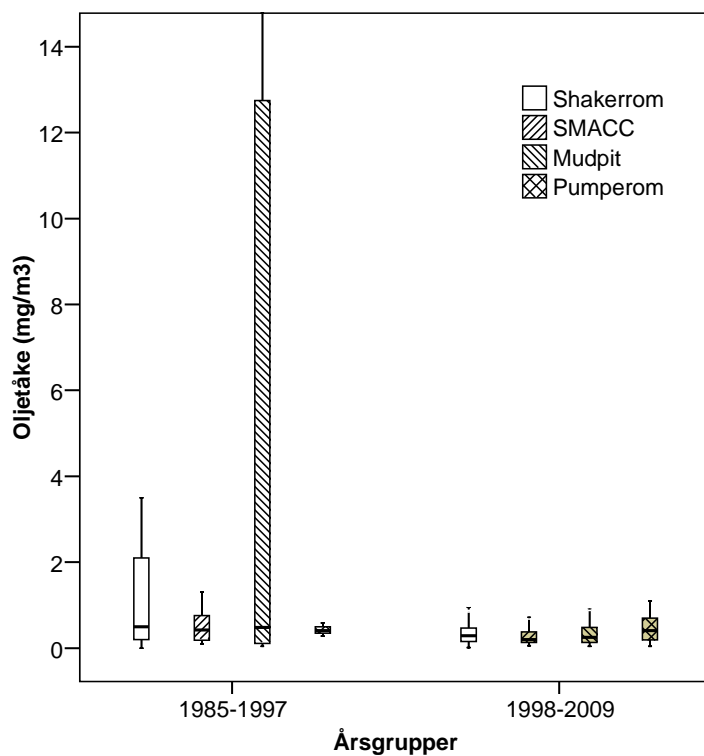
Figur 6.5 Personlig eksponering for oljedamp (logaritmisk skala) for operatører i shakerrom ved boring med oljebasert borevæske i tre tidsperioder, dvs. hentet fra målerapporter fra perioden 1985-2009.



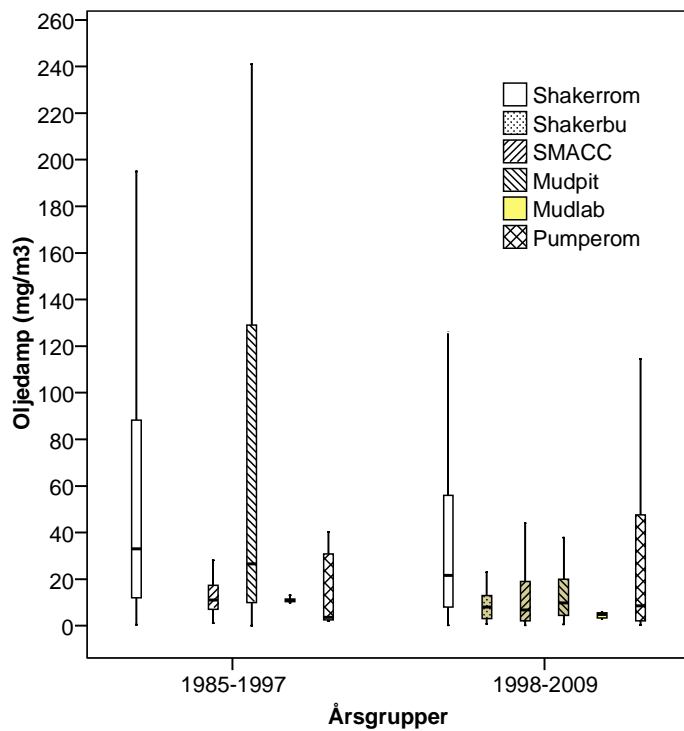
Figur 6.6 Personlig eksponering for oljetåke (logaritmisk skala) for operatører i shakerrom ved boring med oljebasert borevæske i tre tidsperioder, dvs. hentet fra målerapporter fra perioden 1985-2009



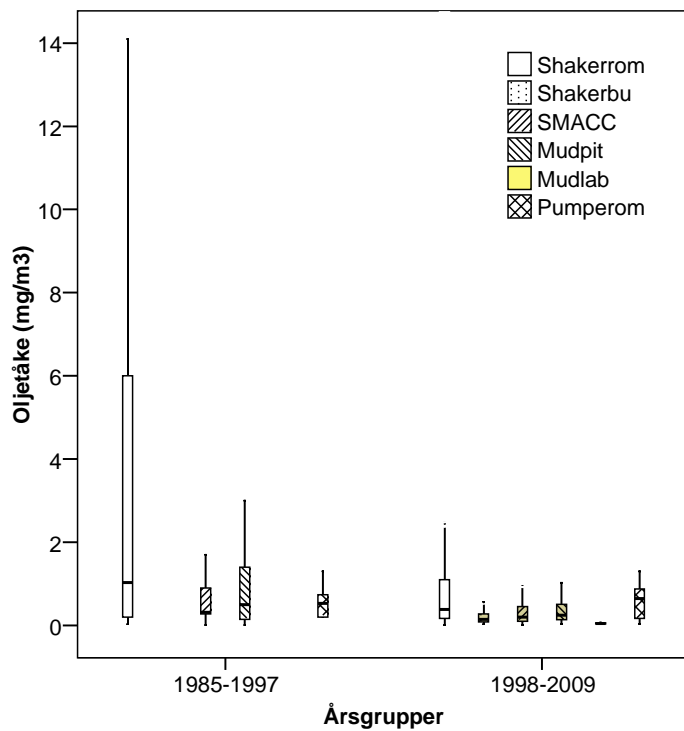
Figur 6.7 Resultat fra personlige eksponeringsmålinger av oljedamp i ulike arbeidsområder ved bruk av oljebasert borevæske



Figur 6.8. Resultat fra personlige eksponeringsmålinger av oljetåke i ulike arbeidsområder ved bruk av oljebasert borevæske



Figur 6.9 Resultat fra stasjonære eksponeringsmålinger av oljedamp (unntatt dosimetermålinger) i ulike slambehandlingsområder.

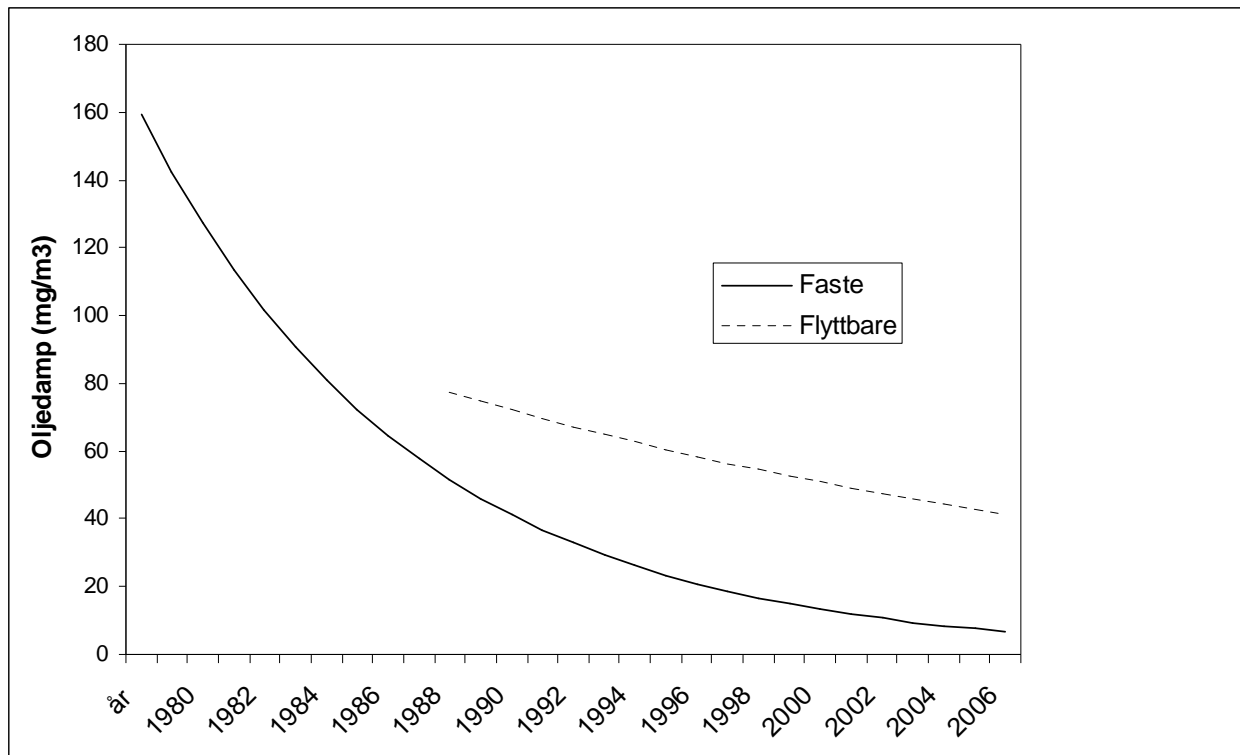


Figur 6.10 Resultat fra stasjonære eksponeringsmålinger av oljetåke i ulike slambehandlingsområder.

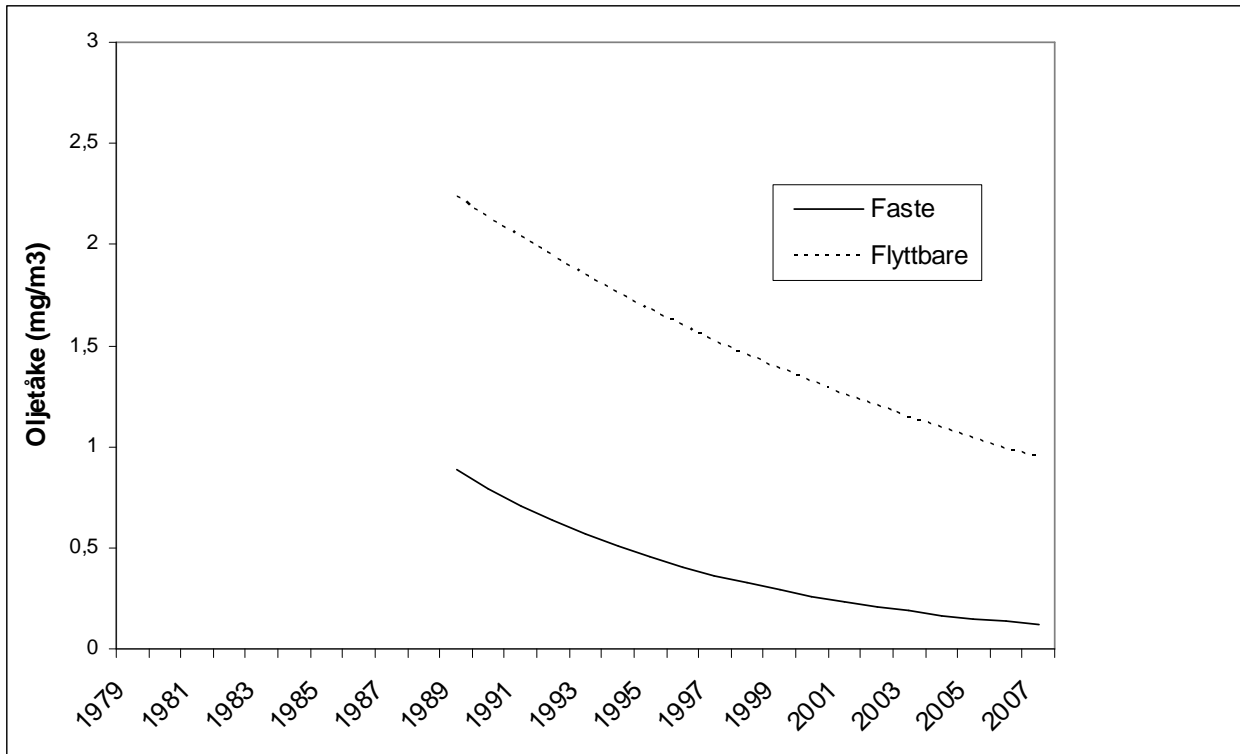
Figur 6.11 og 6.12 viser en statistiske modeller for personlig eksponering for oljedamp og oljetåke som funksjon av året målingene ble utført. Utgangspunktet for denne beregningen er alle personlige eksponeringsmålingene i shakerrommet fra perioden 1979-2009 (oljedamp: n=521 målinger og oljetåke: n=425 målinger). Modellene viser at eksponeringen både for oljetåke og oljedamp var høyere på flyttbare enn på faste installasjoner. Konsentrasjonene viser en synkende tendens med tiden på begge typene installasjoner, både for oljedamp og oljetåke. Den nedadgående tidstrenden i eksponeringsnivå for faste installasjoner var; oljedamp: -10,5% og oljetåke -10,7% pr år. Tilsvarende var reduksjonen for flyttbare installasjoner på -4,7% og -3,4% pr år.

I disse statistiske modellene var personlig eksponering både for oljedamp og oljetåke halvert dersom installasjonene har shakerbu.

Vi har tidligere vist at det er mange faktorer som har betydning for eksponeringsnivået i slambehandlingsområdet; f.eks riggtype (faste eller flyttbare), boreslamtemperatur, type baseolje, baseoljens viskositet, arbeidsområde, ventilasjonsforhold, årstid og om målingen var gjort for å dokumentere tiltak eller for å sammenligne med norm (Steinsvåg et al., 2006; Bråtveit et al., 2009).



Figur 6.11. Lineær regresjon av personlig eksponering for oljedamp for operatører i shakerområdet som funksjon av året målingene ble utført. Beregningene er basert på 521 personlige målinger av oljedamp shakerområdet ved boring med oljebasert mud fra perioden 1979-2009 (for flytende installasjoner er målingene fra perioden 1990-2009).



Figur 6.12. Lineær regresjon av personlig eksponering for oljetåke for operatører i shakerområdet som funksjon av året målingene ble utført. Beregningene er basert på 425 målinger av oljetåke shakerområdet ved boring med oljebasert mud fra perioden 1990-2009.

## Slamtankområdet

### Tekniske forhold

Det varme slammet føres inn via en renne inn i den tanken som benyttes. Hovedkildene til dampnivået over slamtank vil være fra rennen med varmt slam inn mot aktiv pit og avdamping fra selve piten. Slammet i pitten vil som regel ha en lavere temperatur enn slamtemperaturen i shaker ( gjerne ca. 10°C lavere).

Dekket i slamtankrommet kan være delvis tett, delvis med grating. Det kan være ventilasjonsavsug langs rennen og over tankene. Det kan være en oppholdsbu i området der operatørene kan være innimellom arbeidsoppgavene. Det kan være installert automatisk overvåking av slamvekt som medfører redusert behov for å ta slamprøver ute ved slamtankene.

### Arbeid i slamtankområdet

Tårnmann og assistent befinner seg i området rundt pittene i perioder der de utfører diverse oppgaver som;

- Jevnlige inspeksjonrunder av returflow i pittrommet
- Prøvetaking og mudveiling. Det er vanlig med arbeidsbord og vask i området for veiling av slamprøver.
- Tømme tankene for slam. I noen tilfeller entres tanken før vannspyling. I andre tilfeller etter at den er blitt spylt

### Eksponeringsmålinger i slamtankområdet

Fra perioden 1979-2009 er det totalt samlet inn 72 personlige eksponeringsmålinger fra 15 rigger der arbeid i mudpit/slamtankområdet er oppgitt som hovedområde, dvs. ved boring med olje-basert borevæske.

Hovedresultater (Figur 6.7-6.10 og Appendix 6):

- Før 1985; Innbefatter tre målerapporter fra 1979, 1982 og 1983 som viser høy eksponering for dieseldamp (median: 1076 mg/m<sup>3</sup>, range: 73-1750 mg/m<sup>3</sup>, n=17).
- 1985-1997; Det var utført et lite antall personlige målinger på faste (13 målinger) og flyttbare (11 målinger) installasjoner som viser stor variasjonsbredde, men median eksponeringsnivåer på omtrent samme nivå som for shakeroperatørene.
- Fra 1998; Det ble utført noen flere målinger enn i den forrige tidsperioden. Målte eksponeringer var noe høyere på flyttbare enn på faste installasjoner både for oljedamp og oljetåke. Det var en synkende tendens i målte verdier sammenlignet med perioden 1985-1997.
- Stasjonære målinger i slamtankrommet i perioden 1985-1997 viste like høye nivåer som i shakerrommet i samme tidsperiode. Nivået ble redusert i perioden etter 1997 sammenlignet med 1985-1997, og det var da ingen forskjell mellom faste og flyttbare. Etter 1997 var stasjonære konsentrasjoner i slamtankområdet lavere enn stasjonære målinger i shakerrommet (Appendix 6).



## **Pumperom**

### **Arbeid i pumperom**

Tårnmann og assistent utfører diverse oppgaver som;

- Jevnlige inspeksjonsrunder
- Tårnmenn utfører arbeid på mudpumper som overhaling/vedlikehold
- Diverse justeringer i forbindelse med oppstart av ny brønn og seksjonsskifte. Opphold over lengre tid ved f.eks linerskifte

### **Eksponeringsmålinger i pumperom**

Fra perioden 1979-2009 er det totalt samlet inn 18 personlige eksponeringsmålinger fra 5 rigger der arbeid i pumperom er oppgitt som hovedområde, dvs. ved boring med oljebasert borevæske.

Hovedresultater (Figur 6.7-6.10 og Appendix 6):

- Det var gjort såpass få målinger at man skal være svært forsiktig med å anse disse som representative. Generelt var nivåene ved personlig eksponering noe lavere enn ved arbeid i shakerområdet.
- Stasjonære målinger på en flyterigg i 2008 viste svært høye nivået som ifølge rapporten skyldtes åpne aktive pitter.

## **Mudlab**

Fra perioden 1985-2009 er det totalt samlet inn 4 personlige og 10 stasjonære målinger fra 2 rigger der arbeid i mudlab er oppgitt som hovedområde, dvs. ved boring med oljebasert borevæske.

Hovedresultater (Figur 6.7-6.10 og Appendix 6):

- Alle målingene viste lave verdier sammenlignet med shakerområdet.

## **SMACC anlegget**

### **Tekniske forhold**

SMACC anlegg består av mølleshaker, mølleknuser og slurrytank. Kaks fra shakerne transporteres til mølleknuser for oppmaling. Kaks blir blandet med slopvann (består av avfallsvæsker, forurensede baseoljer, forurenset vann etc.) for å få den ønskede viskositet og partikkelsammensetning. Blandingen transporteres til en tank i pumpe/tankrom for reinjisering.

### **Arbeid i SMACC-området**

- Smacc-operatør oppholder seg i smacc-bu, men er i perioder ute på selve smacc-uniten.
- Arbeidstaker overvåker tilstanden i møllen
- Det blir foretatt regelmessige viskositetsmålinger av blandingen som transporteres over mølleshaker
- Operatør foretar også spyling og rengjøring av unit etter behov

### **Eksponeringsmålinger i SMACC-området**

Fra perioden 1985-2009 er det totalt samlet inn 81 personlige eksponeringsmålinger fra 13 faste installasjoner der arbeid i SMACC-området er oppgitt som hovedområde, dvs. ved boring med olje-basert borevæske.

Hovedresultater (Figur 6.7-6.10 og Appendix 6):

- 1985-1997; Det var utført et lite antall personlige målinger (n=15) som viser median eksponeringsnivåer for oljetåke på omtrent samme nivå som for shakeroperatørene, men noen lavere enn disse for oljedamp
- Fra 1998; Det ble utført noen flere målinger enn i den forrige tidsperioden. Det var en synkende tendens i målte verdier sammenlignet med perioden 1985-1997. Nivået av oljedamp var også i denne perioden lavere enn for shakeroperatørene.
- Stasjonære målinger i SMACC området perioden 1985-1997 viste lavere nivåer enn i shakerrommet i samme tidsperiode. Nivået i SMACC ble redusert i perioden etter 1997 sammenlignet med 1985-1997. Etter 1997 var målte konsentrasjoner i slamtankområdet noe lavere enn stasjonære målinger i shakerrommet (Appendix 6).

## **Eksponering for benzen**

### **Boring**

To rapporter fra en installasjon viser til personlige eksponeringsmålinger av benzen ved arbeid i shakerområdet i 2006 (n=2; benzen eksponering; 0,03 og 0,29 ppm) og i mudpit i 2008 (n=6; benzen eksponering; <10d-0,015 ppm). Prøvetakingstiden var ca 2 timer. Eksponeringen for toluen, etylbenzen og xylen var også lav (Appendix 6). Stasjonære målinger av benzen i shakerområdet og mudpit varierte i området (0,03-0,26 ppm) i 2006 målingen mens de stasjonære i 2008 var lavere enn 0,01 ppm.

Stasjonære målinger (n=13) i shakerområdet fra en annen installasjon i 2006 varierte i området 0,01-0,03 ppm.

### **Jetting**

I en målerapport beskrives det at sand fjernes fra separatorene ved jetting, dvs. slik at sanden virvles opp og strømmes ut av tanken og det sandholdige vannet kommer så til SMACC-uniten før det blir pumpet ned i et reservoar eller til tank. Sanden som blir jettet ut av separatorene vil ta med seg rester av olje og hydrokarboner. Når jettevannet (slurry) når SMACC-uniten vil det kunne ha temperaturer på rundt 80°C.

To personlige prøver ved jetting viste oljedampkonsentrasjoner på 4,6 og 15,2 mg/m<sup>3</sup> og lave eksponeringer for benzen, toluen, etylbenzen og xylen. (alle <0,01ppm) i SMACC enheten. Stasjonære prøver viste benzen nivåer på <0,01 til 0,24 ppm, og til dels høye oljedampkonsentrasjoner (n= 6; 3,3-356 mg/m<sup>3</sup>).

# Eksposering for støv

## Mikserom

### Tekniske forhold

Borevæsken blandes til i borevæsketanker (mud pits) i mikserrommet/sekkeromet. Ferdigblandet slam pumpes ved hjelp av mudpumper fra aktiv pit ned i brønn.

Kjemikalier som det brukes mye av (f.eks. barytt) tilsettes fra bulk i et lukket system. Håndtering av "big bags" med bulk-kjemikalier, for eksempel barytt, ved hjelp av kran til "big bag unit" kan forårsake støving. Tilsetningen går i lukket system, men utblåsing kan skje f.eks. hvis gummibelger sprekker. Tømming av en "big bag" tar ca. 20 minutter. Systemet er åpent der barytten og tilsetningen fra sekkekutteren møtes, og det kan her bli noe støvutvikling.

Kjemikalier i mindre kvanta tilsettes fra sekk ( gjerne 20/25-kg-sekker). (Bentonitt tilsettes fra sekker- kvartsinhold 2-3%). Det hender at det er brekkasje på sekkene, for eksempel etter håndtering med truck.

Før ca. 1990 ble sekkene kuttet opp manuelt og tømt i åpen "hopper" (beholder/trakt). Dette førte til mye støvdannelse. Manuell tilsetning av mindre mengder i direkte i hopper skjer fortsatt innimellom, og er beskrevet i målerapporter helt fram til 2007.

I første halvdel av 90-tallet innførte de fleste faste installasjoner med borefasiliteter automatiske innelukkede sekkekutteanlegg (Procon-anlegg) i sekkerrommet, noe som trolig har redusert støveksponeringen vesentlig. Innføring av automatiske sekkekuttere tok noe lenger tid blant flyttbare borerigger, og manuell tilsetning er beskrevet i rapporter så sent som år 2002. På Procon-anlegg skjæres sekkene oftest manuelt før de skyves inn i sekkekuttemaskinen som automatisk åpner sekken ved å skru den over en skrue. Det er ofte avsug over sekkekutteren, men operatør står gjerne mellom kutter og avsug.

### Arbeid på mikserom

Det er først og fremst tårnmann og ass.tårnmann som utfører arbeidet med blanding av borekjemikalier på miksestasjon etter ordre fra mudingeniøren. De er en del av tiden i kontrollrommet, men mesteparten av tiden i pumperom/mikserom med diverse aktiviteter deriblant miksing/håndtering av sekkekutter. Miksing pågår sporadisk, f.eks. annenhver dag. Mest miksing ved start av ny seksjon og ny mud. Da må det mikses nytt, og dette kan strekke seg over et helt skift, såkalt "premix".

- Kjemikaliene fra sekkekutteanlegget blandes inn i borevæsken via en "hopper". Operatørene bruker 1-2 minutter på å håndtere hver sekk. For en ordinær brønn kan det gå med 4000-5000 sekker. Spesielt intensiv er iblandingen ved oppstart (seksjon 17 ½ tommer) og ved overgang fra vannbasert til oljebasert borevæske ved seksjon 12 ¼ tommer. Innimellom foregår det mer sporadisk miksing. Det kan komme et "gufs" med støv akkurat idet en putter sekken inn i sekkekutteren. Dersom tørrstoffet må tilsettes kontinuerlig over tid, vil sjansen for "blow-out" være tilstede, og føre til høy støveksponering.
- Det forekommer for eksempel at maskinen må åpnes for å fjerne tørrstoff og sekker som hopper seg opp, og støv kan da sprute ut i rommet. Det vil også kunne bli støveksponering i forbindelse med annet vedlikehold på sekkekuttermaskinen.

- Tomsekker blir samlet automatisk i en tett plastsekk som byttes manuelt for ca. hver 50. sekk. Manuell bytting av plastsekk tar ca. 10 min, og ved boring av en hel brønn blir dette gjerne gjort 90 ganger. Ved skifting av plastsekken som samler opp tomsekkene kan det støve.
- For å tømme tankene brukes det trykkluft eller vibrasjon. Det kan være montert en støvsuger som kobles til lufterventilen på kjemikalietankene. Denne blir brukt ved enkelte operasjoner som f.eks risting av tankene. Denne aktiviteten støver mye.
- Tilsetning av flytende kjemikalier skjer via Procon "Liquid additive skit" i sekkerrommet. Kjemikalierne overføres fra fat og kanner via doseringspumper i et lukket system til borevæsken. Det er mulighet for uhellseksposering av hud og øyne når man åpner fat og kanner og stikker "sugerør" oppi. Glutaraldehyd ble benyttet som biocid og representerte en risiko for inhalasjon. Operatørene bruker gjerne ikke åndedrettsvern, men benytter seg av kjemikaliehansker. Operasjonen tar fra 5-30 min avhengig av mengden som tilsettes, og langt sjeldnere enn tilsetning av tørrstoff. Under boring av en brønn ble for eksempel biocid tilsatt 4 ganger i løpet av boretiden på 88 dager.
- Varierende bruk av åndedrettsvern fra ingen, P2 støvmaske, batteridrevet og friskluft.

Eksponeringssituasjonen i forbindelse med sekkehåndtering varierer altså fra å tilsette noen få sekker med 10 min mellomrom til arbeid med sekkekutter mesteparten av arbeidsdagen.

Eksponering når arbeidstaker kutter sekkene før de går til sekkekutter, dessuten under selve sekkekuttingen samt ved håndtering av tomsekker.

En målerapport fra 2001 angir følgende arbeidsoperasjoner som særlig støvende:

- Arbeid for å få pulvertransporten til å fungere etter at det har tettet seg
- Frakobling av plastsekk på Procon stasjon etter at denne er fylt opp med tomsekker
- Håndtering av sundrevne sekker
- Rengjøring av klær/sko med trykkluft
- Spyling av området med vann

I dag foregår mye av kjemikalietilsetningen til muden på land. Ferdigblandet slam kan også mottas fra andre installasjoner. Ferdigblandet slam må også vedlikeholdes ved tilsetning via sekkekutterstasjonen til slam i aktiv pit.

### **Eksponeringsmålinger ved miksing av boreslam**

Det er lite måledata som er tilgjengelig for støveksposering ved miksing av boreslam. Siden miksing foregår med ujevne mellomrom har det blitt rapportert at det også har vært vanskelig å få representative målinger.

Resultatene fra totalt 25 personbårne målinger av totalstøv i mikserom/sekkerom i perioden 1997-2007 viste et gjennomsnitt på 16,5 mg/m<sup>3</sup> (range 0,22-98,1 mg/m<sup>3</sup>) (Figur 6.13 og Appendix 6). Målingene var gjort ved sekkekutting med Procon-anlegg. De fleste prøvene var tatt ved tilsetning av Lime. I noen av prøvene var det også noe manuell tilsetning til hopper.

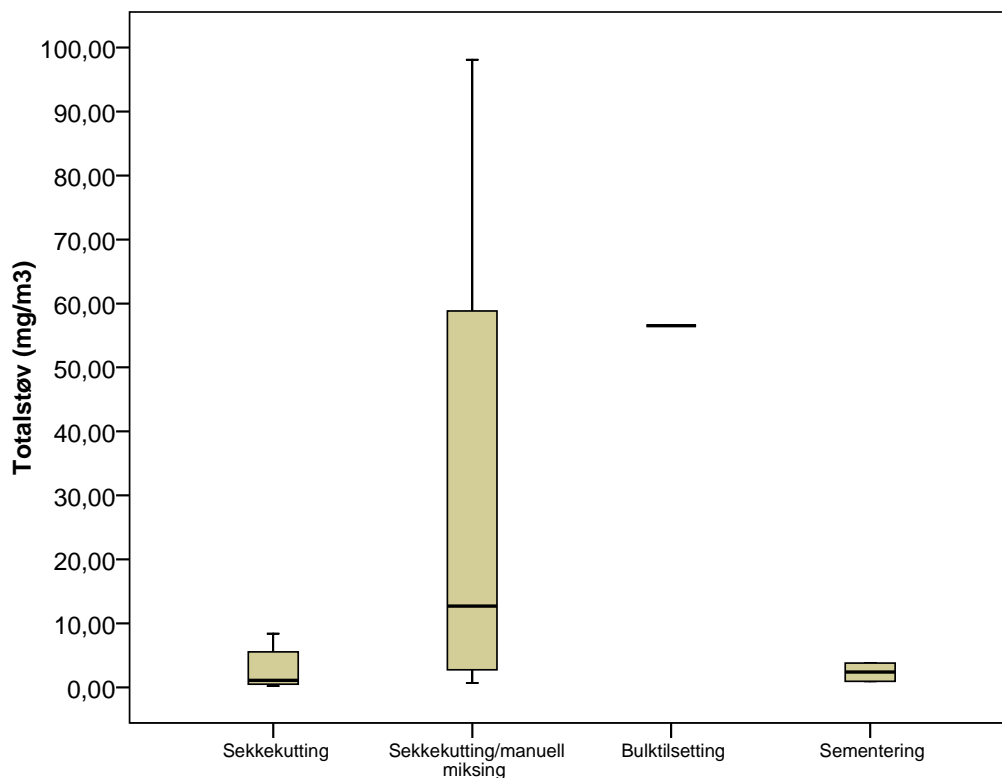
Det var stor variasjon i eksponeringen (Figur 6.13 og Appendix 6). Den høyeste eksponeringen er funnet når det foregikk manuell miksing. En høy måleverdi ble også funnet ved tilsetning av barytt i bulk da det ble overtrykk ved påfylling (53 min måleperiode).

Resultatene indikerer at støveksposeringen kan være høy både ved arbeid med sekkekutter og ved manuell miksing ved hopper. Selv om og det er usikkert om målingene er representative for eksponeringsnivået for totalt støv på et Procon-sekkekutteanlegg tyder resultatene på at i de periodene miksing foregår, så kan eksponeringen være høy. Median prøvetakingstid for totalstøv var for disse målingene var 102 min.

Støvmengden vil trolig variere noe fra hvilket kjemisk stoff som håndteres på sekkekutteren, men det for få målinger til å kunne analysere slike forskjeller. Det rapporteres betydelig eksponering spesielt ved miksing av lime og barytt. Målinger med direktevisende instrument viste støvnivåer i området 0,05-5,0 mg/m<sup>3</sup> ved sekkekutting, men varigheten av målingene var ikke angitt.

### Asbest

Et oljeselskap opplyser at krysotil asbest under handelsnavnene Flosal Drilling Mud Asbestos Additive og Flosal Viscosifier ble brukt som tilsetningsstoff i mud frem til 1980. Flosal ankom i 20 kg-sekker. Sekkene ble kuttet opp med kniv og tømt i hopper av operatørene. Dette har sannsynligvis medført høy støveksposering.



Figur 6.13 Personlig eksponering for totalstøv ved ulike arbeidsoperasjoner i mikserom i forbindelse med miksing av borekjemikalier (tørrstoff) og ved sementering.

## Sementerering

### Tekniske forhold

Foringsrøret sementeres fast til hullveggen for å hindre strømning av væske/gass mellom formasjonen og overflaten når man borer i undersjøisk grunn, samt for å forankre og støtte foringsrørstrengen og beskytte den mot rustangrep. Sementen inneholder i utgangspunktet litt krystallinsk silika (<0.1%), men tilsettes i tillegg silika (på land) for å tåle de høye temperaturene som oppstår ved store dyp. Det vanlige blandingsforholdet er 0,35 % bwoc (by weight of cement) med silica. Jo dypere brønnen er, jo høyere temperatur får sementen, og desto mer silika må være iblandet. Selve sementen har lavt silikainnhold, og kvartsmengden i betong varierer hovedsakelig med kvartsinnholdet i sanden.

Frem til slutten av 70 tallet ankom sementen i sekker offshore. Sementtørrstoffet og -væsker ankommer nå plattformen i store transporttanker og overføres til mellomagringstanker. Tilsetningsstoffer til sementen er primært flytende. Det er forskjellige måter for tilsetting. Det kan premikses i pit, og det er doseringssystemer for direkte tilsetting under sementeringsjobben.

Tørrstoffet går i lukket system til blandingstank på sementeringsenheten, hvor vann og additiver blir blandet sammen med tørrstoffet, før blandingen pumpes ned i brønnen. Litt sementtørrstoff ankommer i 25-kg sekker som blandes i mikseanlegget i sekkerommet. En batchmikser er et mikseanlegg som består av to tanker. Ventilasjon/punktavsug er montert på mange installasjoner.

Diesel har blitt brukt inntil nylig av sementere ved perforering av brønner. Væsken går i lukket system. Tidligere har det vært diesel i åpne tanker. Diesel brennes opp i en brønntestsituasjon.

Ett kontraktørselskap gjennomførte en intervjurunde blant sementeringspersonell som sier at de utsettes for mye støv i sitt arbeide. De rapporterte at støvproblemet har vært uendret siden 80-tallet. I spørreundersøkelsen oppga operatørene at det var støvproblemer på 9 av 32 rigger. Fem av riggene hadde punktavsug. Det er installert slike avsug på flere installasjoner i ettertid. Flere installasjoner har fått nye kontrollrom til sementerne.

### Arbeid med sementerering

Det er normalt 2 operatører som sementerer, en styrer prosessen mens den andre kontrollerer tanker og foretar manuell sjekk

Sementerering foregår ikke på hver offshoretur for sementerne. Gjennomsnittlig blir det en til to jobber per tur. Resten av tiden jobbes det med vedlikehold og trykktesting av boreutstyret. Dette fører til noe eksponering for mud. På enkelte turer kan det være 13-17 sementjobber/støpinger avhengig av hvilken fase i brønnen man er i. Tiden en sementjobb varer varierer etter hvilken seksjon som er boret. De største jobbene tar inntil seks timer.

Trykktesting er en av de faste arbeidsoppgavene for sementere, derfor blir de ofte kalt for trykktestere.

I en rapport som beskriver sementerering rapporteres det om mulig eksponering ved:

- Oppkopling av slanger fra transporttank
  - o Opptil 2-2,5 timer, 2-3 ganger per uke
  - o Søl på øynene kan forekomme ved uhell. Lite innånding av støv
- Justering av ventiler på mellomagringstank

- Korte perioder ukentlig
- Små lekkasjer i ventilene kan forekomme, men liten eksponering via luft antas. Hudkontakt med søl kan forekomme, operatørene bruker gummihandsker og vernebriller
- Prøvetaking fra mellomlagringstank.
  - Ca. 0,5 timer pr gang, ca. 4 ganger per brønn
  - Operatør åpner kran og fyller på flasker. Hud og øyeeksponering kan forekomme ved søl.
- Sekkekuttemaskin
  - En mindre mengde av sement-tørrstoffet kommer i 25 kg sekker, og blandes i mikseanlegget for borekjemikalier
  - 30-35 sekker per brønn
- Sementering – kjøring av sementeringsenheten
  - Sementereren blander vann, tørrstoff og additiver sammen i en blandetank og foretar sementeringen. Tørrstoffet går i lukket system til blandingstanken. Blanding pumpes ned i brønnen
  - Selve sementeringsoperasjonen medfører vanligvis lite støveksponering for sementereren via inhalasjon, samt hud og øyne. Det forekommer imidlertid støveksponering ved driftsproblemer, f.eks ”utblåsing” fra blandetanken som til dels er åpen.
  - Hver sementeringsøkt kan ta fra 40 min til 6 timer. Ved boring av en typisk brønn blir sementeringsenheten benyttet 1-3 ganger. Tiden det tar varierer fra 5-8 timer.
- Rengjøring av sementsilo
  - Etter en sementeringsjobb må sementsiloen rengjøres. Operatøren samler opp sementrestene fra silo i en sekk som plasseres under røret fra siloen slik at sementrestene strømmer ut
  - Operasjonen medfører stor støvutvikling. Også fare for eksponering av hud og øyne. Operatør bruker hansker, støvmaske og vernebriller.
  - Rengjøringen varer ca. 30 minutter, og foretas 8-10 ganger per brønn.
- Alle linjer blåses rene med trykkluft når en jobb er gjort. Operasjonen krever bruk av støvmaske.

### **Eksponeringsmålinger offshore**

Vi har kun mottatt en målerapport (fra 2006) om støveksponering ved sementering offshore (Figur 6.13 og Appendix 6). Denne består av personbårne og stasjonære målinger av totalstøv, respirabelt støv og kvarts i løpet av to sementeringsjobber på 45 og 85 minutter. Antallet målinger er svært lite og det angis at de kun må ses på som stikkprøver. Det angis at første sementering kan betraktes som et ”worst case” pga driftsproblemer og støvskyer fra blandetank i perioder, og indikerer at en mer omfattende kartlegging er nødvendig for å vurdere risiko ved sementeringsarbeid. Andre sementering ble ansett som representative for ”ordinær” sementering (Appendix 6).

## **Vurdering av måledataene; Boring**

### **1) Data/agens inkludert**

Borevæske: Målingene er fokusert på kvantifisering av oljedamp og oljetåke

Nærmere karakteriseringen av oljedamp og oljetåke i slambehandlingsområdene er ikke rapportert i særlig grad. Dette gjelder partikkelstørrelser i oljetåken og kjemisk sammensetning av oljetåke og oljedamp. Det er ukjent i hvilken grad innslag fra formasjonen det bores i bidrar med komponenter i slammet som resirkuleres. Dette gjelder spesielt dersom det bores i hydrokarbonførende formasjoner. Det er heller ikke kjent om eller hvordan trykk og temperatur eventuelt påvirker komponentene i slammet.

Blanding av tørrstoff og sementering: Det er utført totalstøvmålinger av et begrenset omfang. Det finnes ingen målinger av asbest fra den tiden det ble benyttet som tilsetning til borevæske. Det er ellers svært begrenset med målinger av kvarts ved miksing av tørrstoff.

Vi har ikke mottatt rapporter som omhandler hudeksponering blant borepersonell.

## 2) Kontekstuell informasjon

Målerapportene beskriver i liten grad tekniske forhold i slambehandlingsområdene som for eksempel utforming av shakerrom, shakerbu, mudrenner og ventilasjonsløsninger som avtrekkshetter, tilluftsystem, lufrister i vegg, luftgardin osv. På bakgrunn av målerapportene er det ikke mulig å lage en systematisk oversikt over tekniske endringer som er gjort i slambehandlingsområdene de siste tiårene, og knytte disse til eksponeringsnivå.

En liten andel av målerapportene gir opplysninger om hvilke spesifikke arbeidsoppgaver operatørene har utført i løpet av måleperioden. Tidsbruk for arbeidsoppgavene er ikke oppgitt, heller ikke hvor lang tid operatøren har oppholdt seg i shakerbu eller i andre områder. Det er derfor ikke mulig å vurdere hvor mye den enkelte arbeidsprosess bidrar til målt eksponering. Prosesstekniske faktorer som type baseolje, mudtemperatur, seksjon det bores i har i større grad blitt oppgitt, spesielt etter 1998 (Tabell 6.2). Det har vært en generell forbedring over tid mht kontekstuell informasjon i målerapportene (Tabell 6.2).

Tabell 6.2 *Personlige eksponeringsmålinger av oljedamp i slambehandlingsområdene. Oversikt over andel av målingene som mangler angitt informasjon i tre tidsperioder.*

|                          | Andel av målepunktene som mangler opplysning (%) |         |           |
|--------------------------|--|---------|-----------|
|                          | Før 1985   | 1985-97 | Fra 1998- |
| Skisse/bilde av lokasjon | 100  | 71      | 50        |
| Måletid                  | 88   | 56      | 3         |
| Shakere i drift          | 100  | 86      | 47        |
| Seksjon                  | 100  | 63      | 6         |
| Mudflow                  | 91   | 76      | 17        |
| Mudtemperatur            | 88   | 22      | 1         |
| Baseoljenavn             | 0  | 20      | 16        |
| Jobbtittel               | 24   | 53      | 27        |
| Lufttemperatur ute       | 100  | 92      | 46        |
| Vindstyrke               | 100  | 92      | 43        |

## 3. Prøvetakings- og analysemetoder

### Oljedamp og oljetåke

Prøvetakingsmetoden som har vært mest benyttet i løpet av de siste årene ble utviklet i 1989, og består av en seriekopling av et glassfiberfilter for oppsamling av tåke og et



kullrør for oppsamling av dampfraksjonen. Denne metoden gjør det mulig å samtidig samle opp tåke og dampfraksjonen i løpet av en 2 timers periode (Malvik og Børresen, 1988; James et al., 2000), dvs over vesentlig kortere tidsrom enn selve arbeidsdagen. Oljetåke analyseres med Fourier Transform Infrared Spectrometry (FTIR), og dampfraksjonen analyseres med gass kromatografi (GC) med flamme-ioniserings detektor.

Det er en risiko for at fraksjonen av oljetåke blir underestimert dersom hydrokarboner fra filteret fordampes til det påfølgende kullrøret. Oppsamlingstiden for denne metoden er derfor begrenset til 2 timer. Studier av fordamping av mineraloljer brukt som skjæreoljer har vist tap på opp til 34% etter 1 times oppsamlingstid for mineraloljer med en viskositet på 4-5 mm<sup>2</sup>/s ved 40 °C (Simpson et al., 2000). I en annen studie konkluderte Simpson (2003) med lette mineraloljer kan gå tapt når glassfiberfilter lagres. Det har ikke blitt gjort studier for å kvantifisere analoge tap av mineraloljer brukt i boreslam. Metoden som benyttes til oppsamling og analyse bør derfor valideres for de nyere generasjoner av baseoljer.

Målinger av olje- og dieseldamp før 1985 ble gjort med dosimeter (passiv prøvetaking) eller med kullrør (aktiv prøvetaking).

### Støv

Ved personbåren og stasjonær prøvetaking av støv har det hovedsakelig blitt benyttet pumpe med en lufthastighet på ca 2,0 l/min tilkoblet 37 mm filterkassetter med celluloseacetat-filter med 0.8 um porestørrelse. Prøvetakingstiden fulgte for det meste den tiden arbeidsoperasjonen tok. Total mengde støv ble bestemt gravimetrisk. Noen få tilsvarende målinger har også blitt utført av respirabelt støv med syklon. Noen få prøver av totalstøv og respirabelt støv har blitt analysert for kvarts med røntgendiffraksjonsteknikk.

Støvmålinger med direktevisende støvmåleinstrument (Dust Trac Aerosol Monitor, model 8520) har blitt utført i to rapporter. Målingene ble gjort med ”10 µm inlet”.

#### **4) Tilstrekkelig antall målinger per scenario mht representativitet?**

De personlige målingene av oljedamp er hentet fra 28 faste og 14 flyttbare installasjoner. Appendix 6 viser at antallet installasjoner med målinger er størst i den siste tidsperioden (etter 1998) og lite før 1985.

De fleste målingene er tatt ved arbeid i shakerområdet, og skulle gi en relativt god indikasjon på eksponering for oljetåke og oljedamp ved daglig drift i de to siste tidsperiodene. Eksponering i perioden før 1985 er imidlertid trolig lite representativ siden vi for denne perioden kun har 23 målinger fra 3 rigger ved bruk av diesel som baseolje.

Antallet målinger i de andre områdene er mer usikre siden det finnes få målinger på et mindre antall installasjoner.

Måledatene gir en indikasjon på eksponeringsnivå ved arbeid i ulike områder. Informasjon om oppholdstid i ulike områder og om hvilke arbeidsoppgaver som ble utført og varigheten av disse ville ha gjort det mulig å bestemme hvilket bidrag disse faktorene gir til eksponering. Slik det er nå vil eksponeringsscenarioet her være generelt arbeid i slambehandlingsområder, og ikke knyttet til spesielle arbeidsoppgaver.

Personlige støvmålinger ved miksing (n=25) og sementering (n=2) er så få at de kun må ses på som stikkprøver som tyder på at eksponeringen kan være høy, spesielt ved manuell miksing/sekkekutting.

## 7. Vedlikehold

### Bakgrunn

I dette kapitlet har vi fokusert på vedlikeholdsarbeid som først og fremst er utført av andre enn de ansatte på installasjonene. Vi har delt arbeidet inn i varmt arbeid, overflatebehandling og generelt vedlikeholdsarbeid. Vedlikeholdsoperatører som er beskrevet i dette kapitlet er mekanikere, sveisere, rørleggere, elektrikere, platearbeidere og overflatearbeidere.

### Varmt arbeid

Varmt arbeid er omfatter montering, demontering, reparasjon og vedlikehold hvor det benyttes åpen ild, oppvarming, sveising, skjæring, lodding og/eller sliping.

- Med sveising menes en sammenføyningsmetode der grunnmateriale og/eller tilsatsmaterialet smelter.
- Med termisk skjæring menes en metode der metall blir skåret under smelting eller forbrenning.
- Med lodding menes en sammenføyningsmetode for metallisk materiale der grunnmateriale varmes opp og tilsatsmaterialet smelter.
- Med tilsatsmateriale menes sveiseelektroder, sveisetråd, materiale for termisk sprøyting og materiale for lodding.
- Med oksydasjonshindrende midler menes kjemikalier som skal hindre oksygen i smeltebadet under sveising eller fjerne oksidbelegg ved lodding (flussmiddel). Midlene kan være belegg på sveiseelektroden (fast form), pulver inni rørtråden, pulver over smeltebadet eller dekk-gass.
- Med sliping menes å fjerne materiale med et roterende slipeverktøy. Formålet kan være å bearbeide eller planere en overflate, lage fuge for sveising eller å fjerne feil i et metallisk materiale. Varmt arbeid skal helst utføres på fast, spesielt tilrettelagt arbeidssted (sveiseverksted). Skjer arbeidet utom dette, skal risikovurdering med hensyn til helseskade og brannfare, og planlegging av arbeidet ivaretas spesielt. Reparasjonsarbeid medfører også en del sliping på malte flater og sveiseskøyter, noe som kan medføre mye støv/partikler, særlig i trange rom.

Ved sveising brukes TIG (med 100% argon som dekk-gass) eller rørtrådsveising (82 % argon og 20 % CO<sub>2</sub> som dekk-gass) i over 80% av tilfellene, resten er "pinn-sveising" (dvs. sveising med dekkete elektroder). Det er mest røykutvikling fra pinn-sveising, minst fra TIG. Pulveret som er inni rørtråden som brukes til rørtrådsveising, fungerer som et "flussmiddel" og fester seg til godset under sveisingen. Dette belegget må bankes av eller fjernes vha. vinkelsliper.

Vinkelsliper brukes for øvrig også til å jevne ut selve sveisesømmen. Det brukes for eksempel "Tyrolit" slipeskive til dette. Av og til, når det er mye å gjøre, bruker også sveiserne vinkelsliper. Det er innhentet HMS-datablader for slipeskiver av typen Tyrolit som AKOP brukte ca år 2000. HMS-databladene angir ikke spesifikt hvilket bindemiddel som finnes i skivene. Det er kjent at noen slipeskiver kan inneholde ureaformaldehydharpiks som bindemiddel. Ved oppvarming (eks. ved kutting) kan temperaturen i skivene bli så høy at det kan dannes isocyan-syre og metylisocyanat. Begge stoffene virker irriterende på luftveiene – særlig metylisocyanat

Sveiserøyk inneholder i grove trekk metalloksider (jern, mangan, silisium, nikkel, krom, aluminium, kobber, kadmium) og gasser (ozon, nitrøse gasser, karbondioksid, karbonmonoksid). Hvilke forbindelser som dannes og mengden av disse er avhengig av hva det sveises på og elektrodene som brukes. Bruk av basiske elektroder medfører i tillegg eksponering for blant annet fluorider. Ved brenning og sveising på malt stål dannes det oksider av pigmenter i malingen (bly, krom, jern, sink, kobber, titan), samt mange ulike organiske forbindelser der mange har en svært irriterende effekt på luftveiene, eks. ftalsyreanhydrid, aminer, isocyanater (avhengig av hvilken maling som har vært brukt). Sveising på rustfritt stål kan gi høye eksponeringer for Cr(VI). Det antas at det har blitt mer og mer sveising på rustfritt stål utover perioden, men mer restriksjoner i forhold til sveising i prosessområdene på 1990-tallet.

Innånding av store mengder sveiserøyk er først og fremst forbundet med lungeskader som for eksempel fibrose, astma og KOLS. Noen av metallene kan imidlertid påvirke sentralnervesystemet. Dette gjelder mangan, aluminium og bly. Sveising på manganstål kan gi høye mangankonsentrasjoner. Bly kan også forekomme i sveiserøyk.

En sveiser driver også med annet mekanisk arbeid som sliping og dreining på rustfritt stål. Dette kan gi eksponeringer for seksverdig krom og nikkel, men i lave konsentrasjoner. Metalldele blir punktsveiset til hovedrør. Før punktsveisingen blir området vasket med "teknisk sprit" (96 % etanol med 2 % metyl-isobutylketon). Rørdelene blir så ferdigsveiset ved "sveisestasjonene/verkstedene".

Under skjærebrenning på malte stålfater dannes det mange hundre forskjellige forbindelser, avhengig av grunnmaterialet (stålet), type maling og hvilke temperaturer det brennes ved. Mange av forbindelsene oppstår i bare små konsentrasjoner, mens andre igjen forefinnes i større konsentrasjoner. Fenol er en av mange forbindelsene som dannes under sveising/skjærebrenning på malt ståloverflate.

## **Overflatebehandling**

En overflatebehandler vil veksle mellom å fjerne maling og legge på ny, fordelingen vil variere mye. De kan for eksempel arbeide 50 % av tiden som sprøytemaler, 25% av tiden som sandblåser og 25% av tiden med metallisering.

Fjerning og påføring av maling inne i tank kan kreve at man 75% av tiden er sysselsatt med maling. De kan sandblåse 80 m<sup>2</sup> per 12-timers skift. Da tar det gjerne 2 dager å male en tank etterpå (inkludert flikkmaling og sprøytemaling).

I intervju har de sagt at de brukte friskluftststyr med åpent vesir under sprøytemaling. Dersom tanken var trang brukte de også friskluftststyr ved flikkmaling, men kun halvmaske dersom de flikkmalte større rom.

## **Malingstyper**

Korrosjonsbeskyttende maling benyttes i stor grad på stålstrukturer i offshoreindustrien. Det benyttes malingsystemer som ofte består av flere malingslag fra grunning(primer) til toppstrøk (topcoat) (Tabell 7.1).

Tabell 7.1 Malingsvolumer i perioden 1997-2000 (Rømyhr et al 2002)

| Årstall | Totalvolum<br>(1000 liter) | Epoksybaserte<br>(%) | Polyuretanbaserte<br>(%) | Andre (%) |
|---------|----------------------------|----------------------|--------------------------|-----------|
| 1997    | 816                        | 66                   | 15                       | 19        |
| 1998    | 1029                       | 67                   | 12                       | 21        |
| 1999    | 666                        | 66                   | 9                        | 25        |
| 2000    | 413                        | 61                   | 9                        | 30        |

### Epoksybaserte malinger (Rømyhr et al 2002)

I de epoksybaserte malingene inngår epoksyresin basert på diglysidyleter av bisfenol A (DGEBA). Det benyttes både høy- og lavmolekylære resiner. Noen få spesialprodukter er basert på en epoksyresinene DGEBA og DGEBF (diglysidyleter av bisfenol A/F). Reaktive løsemidler inngår i liten grad i produktspekteret, men kresyl glysidyleter, glysidyleter av C13-15 alkoholer, og glysidyl neodecanester forekommer i spesialprodukter. De fleste malingene herdes med polyaminer, polyamider og amin-epoksyaddukter. De aminene som hyppigst er angitt i sikkerhetsdatabladene for epoksybaserte malinger på tidlig 2000-tall er vist i tabell 7.2.

Tabell 7.2 Aminene som er hyppigst brukt i epoksymalinger

| Stoffnavn                            | Cas nr    |
|--------------------------------------|-----------|
| Dietyltriemin (DETA)                 | 111-40-0  |
| Trietyltrtriemin (TETA)              | 112-24-3  |
| Tetraetylpentamin (TEPA)             | 112-57-2  |
| 2,4,6 tris (dimetylaminometyl)fenol  | 90-72-2   |
| m-xylene $\alpha,\alpha$ diamin(XDA) | 1477-55-0 |
| Isoforondiamin (IPDA)                | 2855-13-2 |
| 1,2 cykloheksandiamin                | 694-83-7  |
| n-aminoetylpiiperazin                | 140-31-8  |
| 3-cykloheksylamin propylamin         | 3312-60-6 |
| Benzylidiametylamin                  | 103-83-3  |
| 3-dimetylaminopropylamin             | 109-55-7  |
| N,n-dietyl-1,3-diaminopropan         | 104-78-9  |

### Polyuretanbaserte malingstyper

De fleste polyuretanbaserte malingene i produktregisteret er basert på heksaetylediisocyanat (HDI). (Rømyhr et al 2002) Isocyanatadduktene kan være både av biuret-og av isocyanurattypen, og produktene inneholder normalt < 0,5% monomer HDI. Malingene kan inneholde andre isocyanatforbindelser som HDI-uretidon, HDI-uretidon-isocyanurat og HDI-diisocyanurat.

Noen polyuretanprodukter er basert på 4,4'-metylendifenylidiisocyanat (MDI) og den vanligste brukte formen som består av oligomerer av MDI som alle p-MDI (polumerisk MDI). Polyuretanprodukter basert på andre isocyanater (som TDI, IPDI) inngår ikke i særlig stor grad i produktregisteret.

### Bruk av metylenklorid (Berntsen et al 1992)

Metylenklorid har blitt benyttet i forbindelse med arbeid med brannisolering av offshoreplattformer. Selve brannisoleringsarbeidet utføres ved at 3 cm lange pinner

punktsveises på stålkonstruksjoner som skal brannisoleres, disse pinnene blir brukt som feste for en metallnetting som igjen utgjør feste for selve brannisoleringsmateriale. Selve det brannhemmende materiale (chartec 3 – et lavmolekylært epoksyprodukt) sprøytes på i en tykkelse fra noen millimeter til flere centimeter. Når brannisoleringsmateriale er sprøytet på, rulles metylenklorid på overflaten. Metylenkloridens funksjon er å unngå at rullen klebrer seg til overflaten av brannisolasjonen. Metylenklorid kom i 200 liters fat og ble tappet over på bøtter. Rullen stikkes ned i det åpne spannet for å mettes med metylenklorid, og aktuell overflate rulles.

### **Påføring av maling**

I Nordsjøen arbeider man med vedlikeholdsmaling av moduler. Arbeidet foregår både innendørs i tanker/trange rom og i mer åpne rom samt utendørs. Under intervju blir det sagt at de først gikk over med kost og rull for å male krinkelkroker der de ikke kom til med sprøyte, og deretter sprøytemalte de. Man brukte en åpen friskluftmaske. Den fungerte egentlig bra, men dersom man stod og malte veldig lenge, ble man likevel susen i hodet og kunne få søtsmak i munnen.

Man brukte flere ulike typer maling som epoksy, og polyuretanmaling. De har også malt en del med sinkmaling (intersink). Denne bestod av et pulver fra sekk som man blandet med herder og tynner. Det ble en del støv av dette før man fikk blandet det skikkelig. Dette var en grunning som ble lagt på før den andre malingen. Sinkmalingen ble sprøytet på. Når den var blitt tørr, var overflaten helt ru og støvete, og man brukte en kost til å børste av støvet. De har også påført en del bunnstoff med sprøyte.

Arbeidstakerne mener at forholdene var forbedret mot slutten av 1990-tallet i Nordsjøen. Noen få ganger var det veldig trangt der det skulle males, slik at han ikke fikk til å bruke maske, men inntrykket er at dette ikke har vært ofte. Det ble etter hvert strengere med hensyn til bruk av verneutstyr.

### **Metallisering**

Metallisering av oljeinstallasjoner i stor målestokk ble første gang tatt i bruk ved Aker Verdal i forbindelse med bygging av Sleipner plattformen vinteren 1992. Metallisering ble også gjort innvendig i tanker. Man brukte såkalt varmmetallisering og la på et lag sink. En tråd med sink gikk gjennom en pistol. Tråden var enten 2,5 eller 7 mm tykk. Man brukte samme åndedrettsvern som ved sandblåsing (vedlegg 7.2). Forekomst av sinkfeber var ikke uvanlig ved metallisering. I forbindelse med metallisering med sink og aluminium har man i korte perioder blitt høyt eksponert for disse metallene.

### **Sandblåsing**

Maling ble på 70 og 80 tallet fjernet ved hjelp av sandblåsing. Sanden kunne inneholde krystallinsk silika. Fra 1970-79 var innholdet av krystallinsk silika i blåsesanden 2-5 %. Fra 1979 ble det innført grense på 1%. Under sandblåsing av gamle installasjoner kan arbeidstakerne blant annet også ha blitt eksponert for bly fra blyholdig maling. Eldre installasjoner ble sandblåst for å fjerne gammel maling og rust. Man brukte en ordinær blåsemaske som bestod av en tøyhette og en gummihette utenpå. Det ble benyttet frisklufttilførsel. Når man sandblåste i tankene, sier noen arbeidstakere at de hostet svart etterpå, selv om man brukte maske. Man antar at maska ikke var helt tett, og at det ble så konsentrert med sand og støv i tanken at det kom på innsiden uansett. Maska lå i tanken, og de sier at man av og til tok av seg maska før støvet hadde lagt seg i tanken, men som regel prøvde de å ha den på seg lengst mulig siden det var svært støvete der.

## **Skjærebrenning**

Fram til ca. 1993/1994 ble det brukt skjærebrenning til å fjerne maling fra rør før de skulle sveises. Etter den tid ble det forbudt. Man kan i den forbindelse ha blitt eksponert for bl.a. dekomponeringsprodukter fra diverse malinger.

## **Generelt vedlikehold**

Under generelt vedlikehold beskrives eksponeringer for oljer, asbest, keramiske fibrer og generelt rengjøringsarbeid.

### Turbinolje

I forbindelse med montering og overhaling av gassturbiner var man ofte med som mekaniker på slike monteringsoppdrag. Dette kunne være ved oljeflushing og skifting av pakninger. Ved skifting av pakninger måtte nødvendige deler skrus opp, og i den forbindelse fikk man ofte olje på seg. Oljen man fikk på seg var ofte litt varm, gjerne ca. 50 grader. Mekanikerne mener selv at de har arbeidet ganske mye med turbiner. Oljen var forholdsvis tynnflytende, og hadde lett for å trenge gjennom tøyet.

### Hydraulikkolje

Mekanikerne mener selv at de var vært mindre i kontakt med hydraulikkolje enn turbinolje. Det var ikke så mye lekkasje av hydraulikkolje som med den andre oljen. I forbindelse med bruk av luftdrevne boltetrekkere ble man imidlertid eksponert for hydraulikkolje fra verktøyet. Det dryppet fra verktøyet man brukte og man fikk det på seg. Man arbeidet også med en del vedlikehold av disse verktøyene, og kom også da i hudkontakt med oljen. Flere mekanikere beskriver uhell med hydraulikkoljer eller turbinoljer, de beskriver at de badet i oljer, og måtte bytte tilsølte klær (1990-tallet).

## **Rengjøring**

Det har vært brukt organiske løsemidler til rengjøring av maskindeler både på stedet og i verkstedet. Sannsynligvis var bruken av løsemidler noe større på 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet enn den har vært etter 1995.

De vasket smådeler, eks. skruer for hånd og blåste de reine med trykkluft. Til rengjøring av større motordeler har man brukt white-spirit lignende produkter. Enten la man delene i bløt i et kar med løsemidler, eller/og man skrubbet de reine med kost og fille. Hvor lang tid man brukte på en rengjøringsjobb kunne variere fra noen minutter til en hel dag alt etter hvor stor jobben var. Vanligvis stod man på verkstedet med dette rengjøringsarbeidet.

Eksempel på løsemidler man har brukt: Electraclean (inkl. klorerte hydrokarboner), aceton, white spirit, diesel.

Man må anta at dersom de har brukt løsemidler en hel dag eller flere dager på rengjøringsarbeid, har man også arbeidet en del dager etterpå uten eksponering for løsemidler. De første årene (før 1989) brukte de trikloretylen. Siden gikk de over til lynol (toluen) og de siste 10 årene har de stort sett brukt loctite produkter.

## Materiale og metode

Dataene bygger på måledokumentasjon samt noen risikovurderinger som er levert fra operatørselskapene og kontraktørene. I tillegg har vi hatt møte med arbeidstakerorganisasjonene.

Vi har mottatt 62 rapporter som vedlikeholdsdelen av rapporten bygger på (Kapittel 7). Totalt er det samlet informasjon fra 1138 målinger relatert til vedlikeholdsjobber, og mange av prøvene kan være analysert for flere ulike komponenter. 686 av disse målingene er tatt offshore. Siden antallet målinger og rapporter offshore var relativt beskjedent har vi benyttet noen tilsvarende målinger fra landbasert industri, men som har offshoreindustrien som kunde. Onshore har vi samlet inn 452 målinger.

224 målinger/prøver er relatert til kontraktører innen olje og gass industrien, og 83 av disse målingene er tatt offshore.

### Registrering

Ved gjennomlesning av alle dokumentene er følgende variabler prøvd notert:

- Årstall – måned
- Kontraktør
- Hvem gjennomførte målingene
  - Hvilket laboratorium ble brukt
- På hvilket anlegg ble prøvene tatt; eks; Ekofisk, SFB osv
  - Offshore/onshore
- Hvor på anlegget ble prøvene tatt
  - Sprøytehall,
  - Kompressorrom/brannpumperom/generatorrom/maskinrom/lukket rom
  - Kontrollrom
  - Sandblåsingshall
  - Lager
  - Renseanlegg
  - Prosessanlegg/åpne moduler/dekk
  - Verksted
  - Skip
  - Tank
  - Seaparator/Cyclon
  - Boligkvarter
  - Laboratorium
  - Sementering
  - Åpning av hydrogenførende systemer
- Hvilket arbeid ble utført og hvordan
  - Sveising med sveisemetoder
  - Platearbeid/skjærebrenning/sliping
  - Isolering av rør
  - Maling, sprøyting, rulling, randsonepersonell, blanderom
  - Fjerning av maling/sandblåsing
  - Kutting
  - Vannjetting
  - Metallisering
  - Vedlikehold/stans/revisjonsstans
  - Rengjøring
  - Fjerning av isolasjon
  - Prøvetaking
- Prøvetakningsmetoder
  - Aktiv/passiv prøvetaking
  - Absorbent/filter
  - Prøvetakingstid
  - Stasjonær/personlige
  - Forhold ved prøvetaking/ventilasjon/ute/inne
  - Bruk av verneutstyr
- Hva er det målt på

Tabell 7.3 gir en oversikt over hvem som står ansvarlig for prøvetakingen, og Tabell 7.4 viser hvor disse prøvene ble analysert.

*Tabell 7.3 Oversikt over hvem som var ansvarlig for prøvetaking i forbindelse med vedlikeholdsarbeid.*

|                        | Offshore   |  | Onshore    |                                       |
|------------------------|------------|--|------------|---------------------------------------|
|                        | Antall     | Prosent av alle målinger tatt offshore | Antall     | Prosent av alle målinger tatt onshore |
| Bedriftshelsetjenesten | 22         | 3                                      | 67         | 15                                    |
| Konsulent              | 169        | 25                                     | 222        | 49                                    |
| Operatør selskap       | 459        | 67                                     | 98         | 22                                    |
| Ikke oppgitt           | 36         | 5                                      | 65         | 14                                    |
| <b>Totalt</b>          | <b>686</b> | <b>100</b>                             | <b>452</b> | <b>100</b>                            |

*Tabell 7.4 Oversikt over hvor prøvene fra vedlikeholdsarbeid ble analysert*

| Analyse Laboratorium  | Antall | Prosent av prøvene |
|---|--------|--------------------|
| X-lab AS  | 74     | 6,5                |
| Lunds Universitet   | 36     | 3,1                |
| West lab  | 56     | 4,9                |
| STAMI   | 74     | 6,5                |
| Laboratoriet ved Yrkes-og Miljømedisinske kliniken ved RegionSykehuset Ørebro | 10     | 0,9                |
| Sykehuset i Telemark  | 337    | 29,5               |
| Arbeidstilsynets Landsdelslaboratorium i Kristiansand                         | 59     | 5,2                |
| Arbeidstilsynets Landsdelslaboratorium i Bergen                               | 98     | 8,6                |
| NAC Nordisk analysesenter   | 79     | 6,9                |
| Umeå  | 12     | 1,0                |
| Institut for Kemisk Analys  | 102    | 8,9                |
| Eurofins  | 2      | 0,2                |
| Ikke oppgitt  | 205    | 17,9               |
| Total   | 1144   | 100,0              |

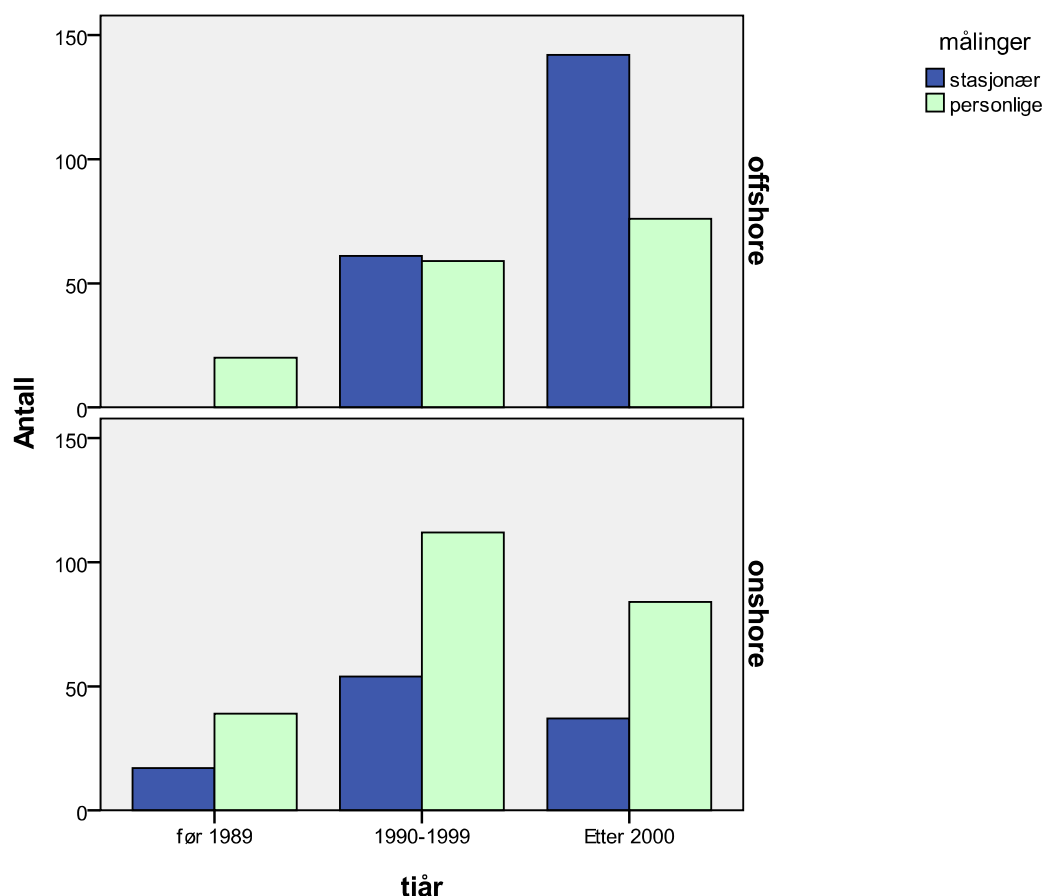
Tabell 7.5 viser antall målinger/prøver ved vedlikeholdsarbeid fordelt på prøvetakingstid. De videre statistiske analysene er ikke delt opp i korttidsmålinger og langtidsmålinger, da de fleste personlige målingene offshore var tatt med en prøvetakingstid over 15 min. Blant korttidsmålingene offshore er det inkludert 312 direktevisende målinger av kvikksølv som hadde en prøvetakingstid på under 5 min.



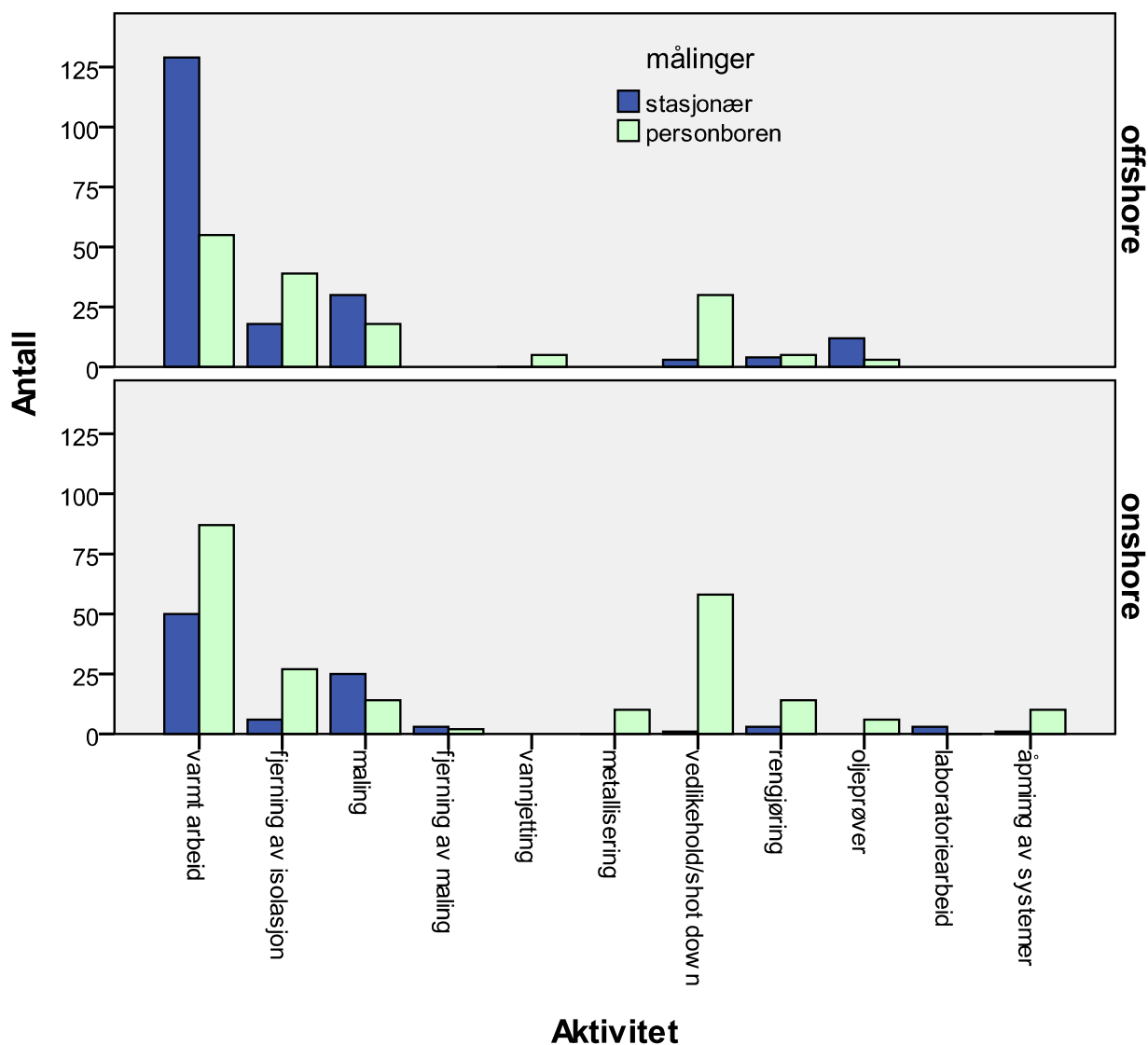
Tabell 7.5 Antall målinger/prøver ved vedlikeholdsarbeid fordelt på prøvetakingstid

|                | Offshore   |            |              | Onshore    |           |              |
|----------------|------------|------------|--------------|------------|-----------|--------------|
|                | Fullskift  | Korttid    | Ikke oppgitt | Fullskift  | Korttid   | Ikke oppgitt |
| Stasjonære     | 67         | 106        |              | 103        | 4         |              |
| Personlige     | 129        | 16         |              | 211        | 5         |              |
| Direktevisende | 0          | 312        |              | 2          | 4         |              |
| Ikke oppgitt   |            |            | 59           |            |           | 138          |
| <b>Totalt</b>  | <b>196</b> | <b>436</b> |              | <b>316</b> | <b>13</b> |              |

Figur 7.1 viser antall stasjonære og personlige prøver ved vedlikeholdsarbeid fordelt på tidsperioder. Her alle typer eksponeringsmålinger inkludert: Støv, løsemidler, asbest og lignende. Figur 7.1 viser at antall personlige prøver har økt siden før 1989, det samme har de stasjonære prøvene. Figur 7.2 viser antall prøver fordelt på ulike vedlikeholdsaktiviteter. Vi har i den følgende framstillingen mest fokus på personlige prøver da de trolig viser et bedre bilde av eksponeringen til operatørene enn de stasjonære prøvene.



Figur 7. 1 Antall stasjonære og personlige målinger ved vedlikeholdsarbeid tatt offshore og onshore i ulike tidsperioder.



Figur 7.2 Antall stasjonære og personlige prøver ved vedlikeholdsarbeid relatert til aktivitet, fordelt på offshore og onshore.

## Eksposering ved varmt arbeid

I to relativt nye rapporter som ble laget på oppdrag fra oljebransjen konkluderes det med at det ved varmt arbeid er behov for mer kunnskap om eksponering (Dalene et al 2007, Hetland et al, 2007). Eksponeringsdata ved habitatsveising er fraværende (Hetland et al, 2007) og for eksponering for organiske forbindelser ved dekomponering er det fremdeles behov for utvikling av prøvetakings- og analysemetoder (Dalene et al 2006).

Sveising på rustfritt stål kan gi høye eksponeringer for Cr(VI). Det antas at det har blitt mer og mer sveising på rustfritt stål utover perioden, men mer restriksjoner i forhold til sveising i prosessområdene på 1990-tallet. På 2000-tallet er det lite sveisearbeid ute på installasjonene. Etter 2000 har sveiseaktivitet ute på installasjonene blitt gjennomført i habitat. Sveisehabitat benyttes der det skal foregå varmt arbeid i miljøer hvor det kan være eksplosjonsfare. Vi har imidlertid ikke mottatt noen eksponeringsmålinger offshore som er gjennomført i habitater. I de mottatte rapportene er bare en liten del av de forbindelsene som dannes under oppvarming av stål og maling målt.

## Støvmålinger

I perioden før 1990 og frem til 2006 har vi fått data fra 88 støvmålinger fra offshore-installasjoner. Det er i utgangspunktet få prøver, og vi har derfor valgt å se disse i sammenheng med data fra offshore relatert industri på land (onshore). Vårt datamateriale bygger da totalt på totalt 331 støvmålinger. Av disse 255 prøvene er 88 tatt offshore og 167 onshore, men i offshore relatert industri.

Av de 88 støvprøvene som er tatt offshore er 45 prøver tatt som personlige prøver, mens det onshore var 106 personlige prøver (av totalt 167 prøver) (Appendix 7a).

Appendix 7b viser at antall personlige støvmålinger er høyest ved ulike sveiseaktiviteter. 26 av 44 støvmålinger offshore er tatt ved sveising, og av disse er 21 tatt i verksted.

*Alle personlige støvmålingene samlet:*

- Selve datamaterialet er mangelfullt og i utgangspunktet er det vanskelig å si noen om eksponeringsnivået.
- Før 1989 er mediannivåene for personlige totalstøv-målinger  $2,9 \text{ mg/m}^3$ , - fra 1990-1999 er mediannivået lavere offshore
- 20 % av alle målingene av totalstøv offshore er over administrativ norm på  $3 \text{ mg/m}^3$ .
- 47 % av de målingene fra offshore relatert industri på land har nivåer over  $3 \text{ mg/m}^3$ .

## Sveising/varmt arbeid

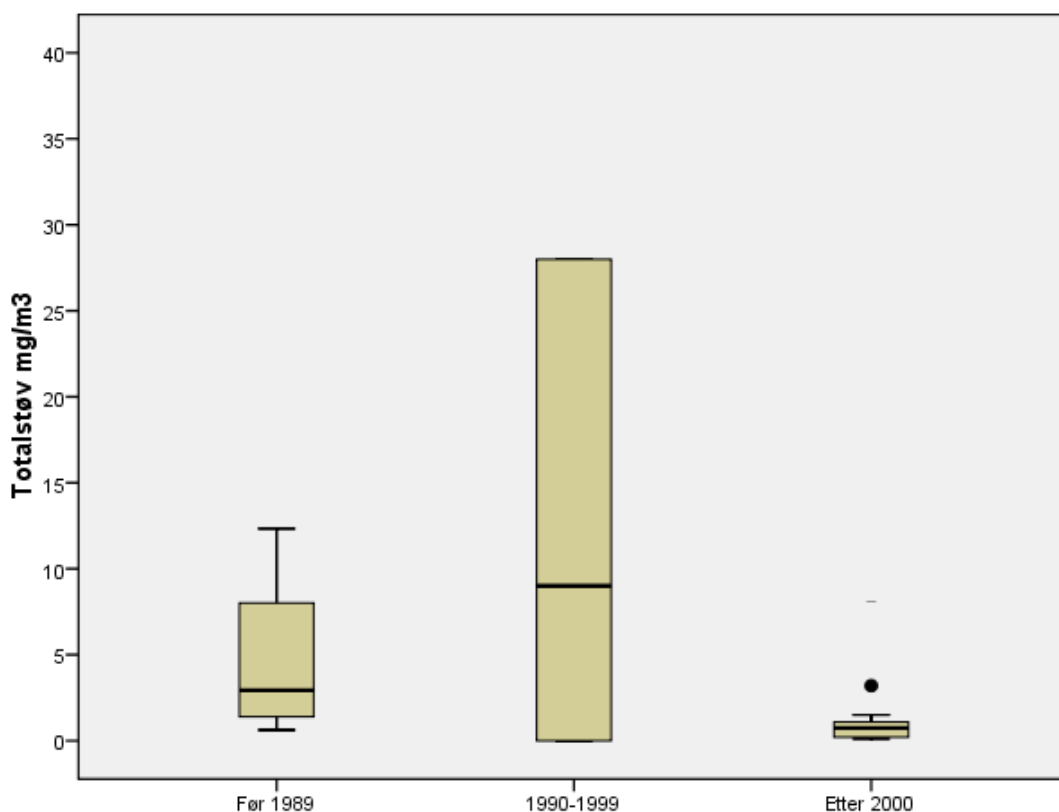
Resultatene bygger på analysesvar fra 13 ulike måleserier og rigger (Figur 7.3 og Appendix 7b-d).

Fig 7.3 viser mediannivået av de personlige totalstøvmålingene som er innrapportert i perioden frem til 2006. Antall personlige prøver offshore er få: 4 før 1990, 6 (på 90-tallet) og 16 (etter 2000). Sveiserøyk har en administrativ norm på  $3 \text{ mg/m}^3$  offshore.

Vannjetting og maling viser også høye gjennomsnittsnivåer, men disse er det ikke gått videre inn på da antall prøver er få og kun tatt på en installasjon (Appendix 7b).

### Totalstøv ved sveising - hovedfunn

- På 1990-tallet er personlig eksponeringsnivå ved sveising offshore høyt (Figur 7.3 og Appendix 7c og 7d). Dette skyldes enkelte ekstremt høye nivåer (2 prøver på 16 og 28 mg/m<sup>3</sup>) i et verksted uten ventilasjon i forbindelse med pannesveising på galvanisert materiale. I dette verkstedet var det installert ventilasjonssystem, men den måtte startes fra kontrollrommet. Dette ble ofte ikke gjort fordi sveiserne bare skulle gjøre en liten jobb. Tiltaket ble at ventilasjonen stod på kontinuerlig i verkstedet
- 23,8 % av alle målingene av totalstøv offshore ved sveising i verksted er over administrativ norm på 3 mg/m<sup>3</sup>.
- 55 % av de målingene vi har fått fra offshore relatert industri på land har nivåer over 3 mg/m<sup>3</sup>.
- Vi har ikke mottatt noen prøver som er tatt ved sveising i habitat.
- Vi har ikke mottatt måleresultater av gasser dannet ved sveising; nitrøse gasser eller ozon.

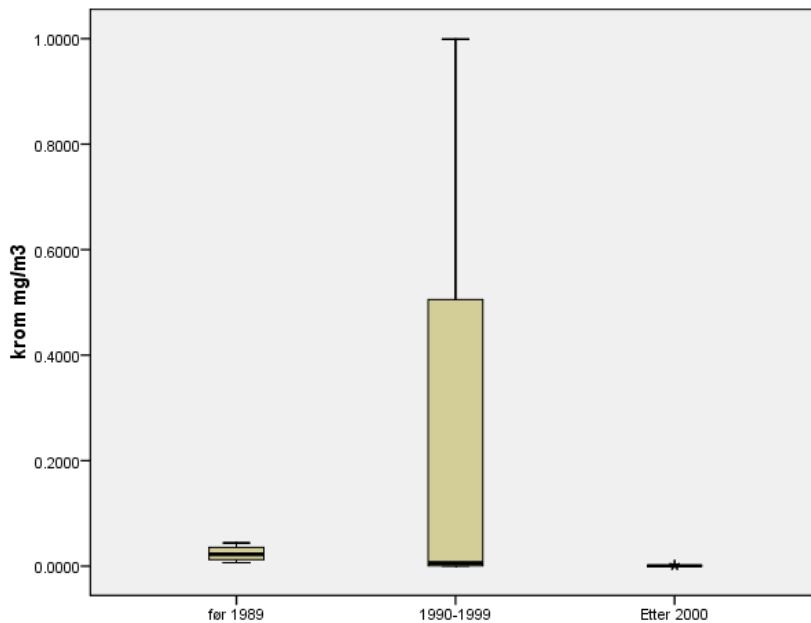


Figur 7.3 Totalstøv for personlige målinger ved sveising offshore, fordelt på tre tidsperioder.

## Krom og nikkel

Resultater fra personlig prøvetaking av krom og nikkel ved sveising er vist i Figur 7.4 og 7.5 og i Appendix 7d. Tolv-timers administrativ norm for krom er  $0,3 \text{ mg/m}^3$ , og for nikkel  $0,03 \text{ mg/m}^3$ . Medianverdiene for krom og nikkel ligger godt under disse nivåene

Det er noen høye nivåer av krom og nikkel på 90-tallet (Figur 7.4 og 7.5), dette er de samme prøvene som viser høye totalstøvmålinger i verksted uten ventilasjon (Fig 7.3 og Appendix 7c og 7d).



Figur 7.4 Personlig eksponering for krom i totalstøv ved sveising offshore. Resultatene bygger på 4 krom-målinger før 1990, 3 på 90-tallet og 12 etter 2000.

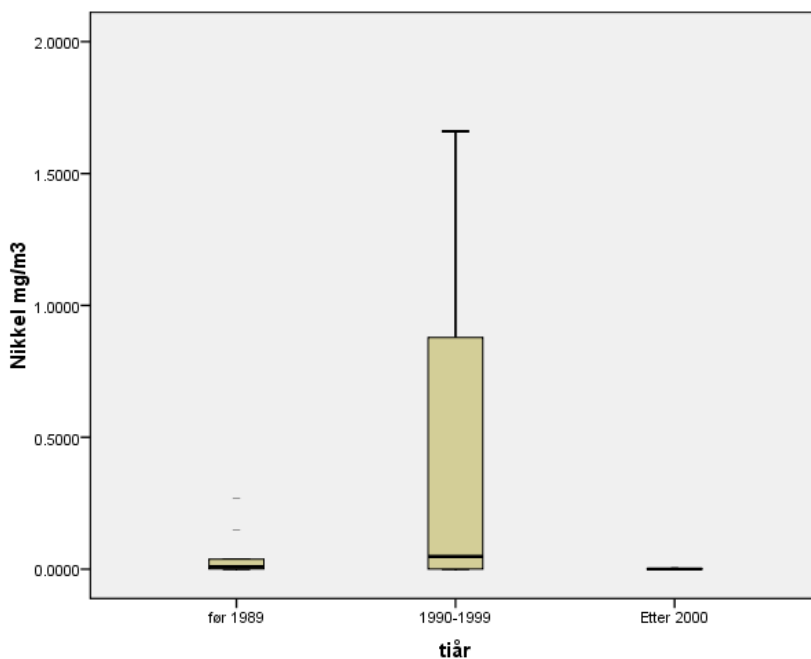


Fig 7.5 Personlig eksponering for nikkel i totalstøv ved sveising offshore. Resultatene bygger på 10 nikkel-målinger før 1990, 3 på 90-tallet og 12 etter 2000.

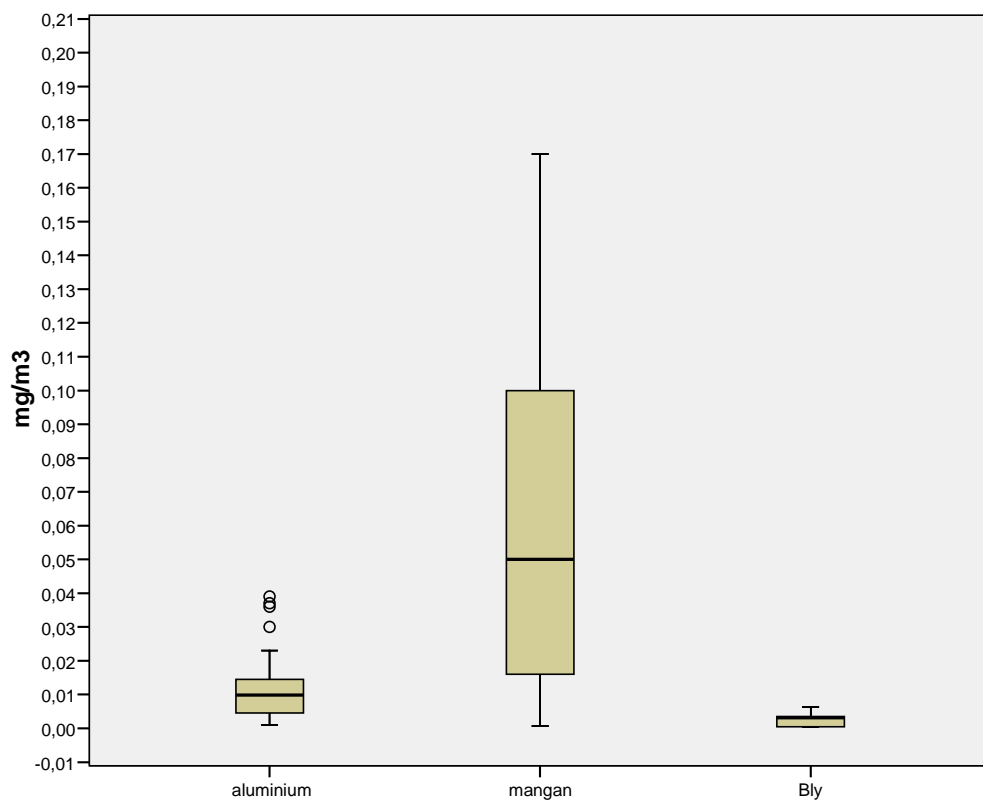
## Metaller som kan gi nevrotoksiske skader

Sveiserøyken kan inneholde bly, aluminium og mangan. Disse metallene er mistenkt til å kunne medføre nevrotoksiske effekter.

Det er analysert på 99 personlige prøver for mangan, og av disse var 8 av prøvene under deteksjonsgrensen. 56 personlige prøver ble analysert for bly og 6 målinger var over deteksjonsgrensen. For aluminium ble det målt på 63 personlige prøver og 2 var under deteksjonsgrensen. De fleste prøvene er tatt ved varmt arbeid (51 prøver for aluminium, 90 for mangan, og 54 for bly).

Aluminium har en administrativ norm (12 timer) på  $1,2 \text{ mg/m}^3$ , mangan har  $0,6 \text{ mg/m}^3$  for inhalerbar fraksjon ( $0,1 \text{ mg/m}^3$  for respirabel fraksjon) og bly har  $0,03 \text{ mg/m}^3$ .

De fleste resultatene her ligger godt under de administrative normene (Figur 7.6), prøvene er tatt som totalstøv, vi vet dermed ikke hvordan partikkelfordelingen vil være.



Figur 7.6 Personlig eksponering for aluminium, mangan og bly onshore og offshore (samlet) i totalstøv, uavhengig av aktivitet.

## Vurdering av måledataene; Sveising

De fleste totalstøvmålingene er tatt ved sveising. Selve datamaterialet er mangelfullt og i utgangspunktet er det vanskelig å si noen om eksponeringsnivået.

Alle målingene fra sveising er vist i Appendix 7c og 7d

Administrativ norm for sveiserøyk er  $3 \text{ mg/m}^3$  offshore, og resultatene viser at det har vært vanskelig å klare å overholde dette nivået i perioden før 2000. Dette støttes også av målingene som er tatt i offshore-relatert industri på land. Selv om de resultatene/rapportene vi har fått ikke nødvendigvis er representative for hele industrien, viser dataene at det er vanskelig å komme under  $3 \text{ mg/m}^3$ .

Disse resultatene er sammenfallende med resultater fra Hetland sin rapport i 2007 (Hetland et al 2007). De analyserte alle støvmålinger som var registrert i EXPO-databasen til STAMI fra 1983 til 2006. Gjennomsnittskonsentrasjonen av de personlige prøvene var på  $3,8 \text{ mg/m}^3$  ( $n=2632$ ). De fleste av disse prøvene var tatt onshore. I 19 av prøvene er støvmengden bestemt som respirabelt støv, nivået var  $1,5 \text{ mg/m}^3$ , men det er liten informasjon om selve prøvene (aktivitet og arbeidssted mangler). Hetland konkluderer i sin rapport med at det ikke har vært noen markert nedgang i konsentrasjonen av total støvmengde i prøver tatt ved varmt arbeid i perioden 1983 til 2006.

Vi har ikke mottatt målinger ved habitatsveising. Heller ikke Hetland fant målinger av dette i sitt arbeid. Dette er et viktig område som må belyses bedre.

# Eksposering ved overflatebehandling

## Isocyanater

Rømyhr et al (2002) gjennomførte eksponeringsmålinger for polyuretanbaserte og epoksybaserte malinger. Målingene ble gjennomførte under standardiserte betingelser. De konkluderer med at ved rullepåføring vil eksponeringen sjelden overstige administrative normer for isocyanater, men ved sprøyting vil eksponeringsnivåene kunne overskride normene betydelig. Ekponeringen vil være en kompleks blanding av isocyanatforbindelser, propolymerer og isocyanataddukter.

I samme undersøkelse (Rømyhr et al 2002) ble det påvist eksponering for isocyanater ved målinger innvendig i personlig verneutstyr, og isocyanatrelaterte aminer ble påvist i urin hos flere operatører som brukte åndedrettsvern. Resultatene understreker behovet for gode rutiner for masketilpasning og tetthetskontroll ved bruk av åndedrettsvern.

Ved rull- og sprøytepåføring av epoksybaserte malingsproduktet tydet resultatene på at aminkonsentrasjonen under feltarbeidet er svært lave. Luftveiseksponeringen for andre reaktive stoffer er ikke godt nok kartlagt (Rømyhr et al 2002).

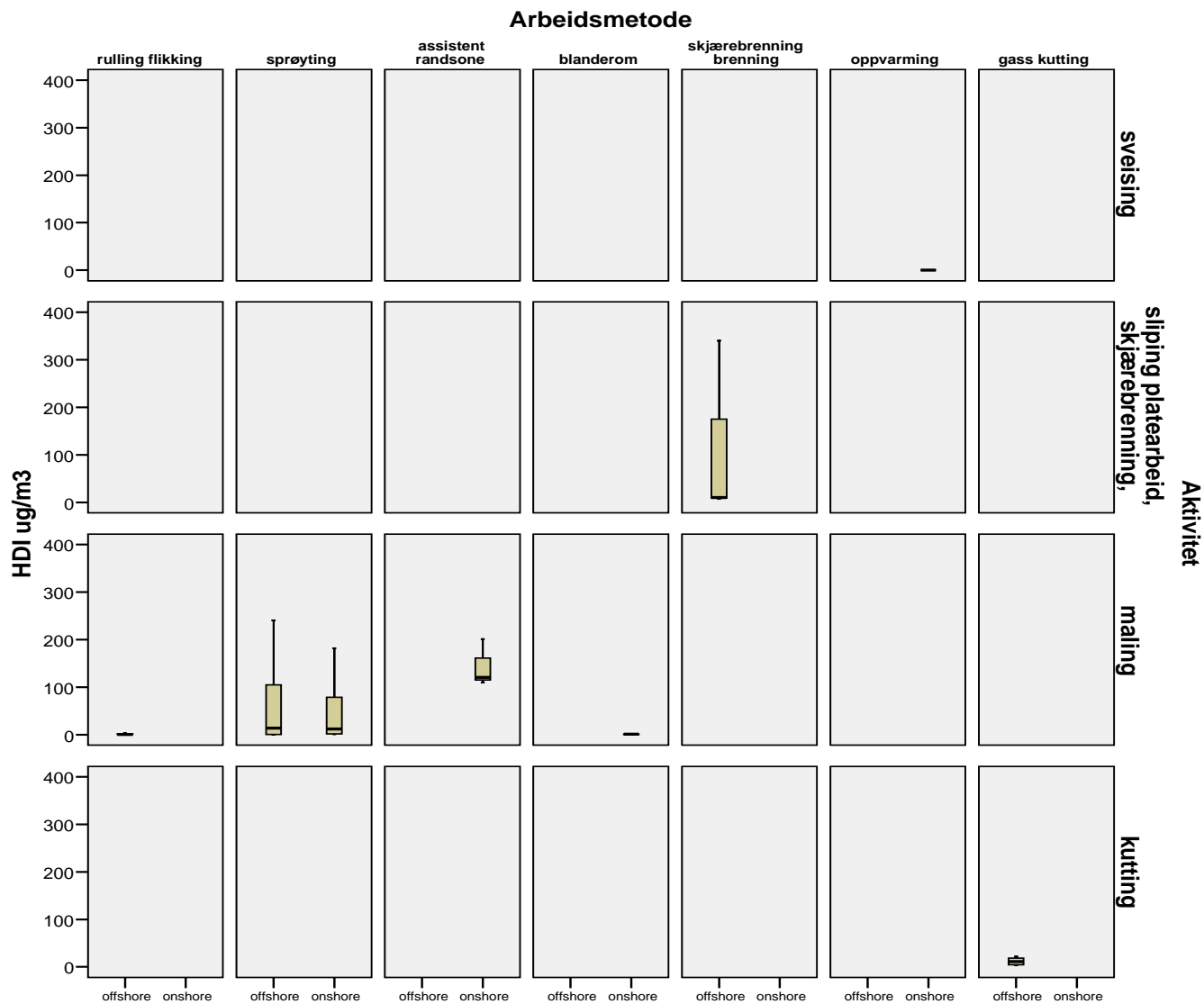
Resultat fra målingene som er samlet inn i det foreliggende prosjektet er oppsummert i Appendix 7e, som viser hvilke isocyanater som har blitt målt, antall målinger som er tatt og nivåene vi finner. Disse målingene bygger på 5 rapporter og inkluderer både personlige og stasjonære målinger ved offshore og onshore vedlikehold. Det er tatt litt flere målinger ved varmt arbeid (n=29) enn ved maling (n=26) (Appendix 7f).

Det er stort sett hexametylendiisocyanat (HDI) som er funnet i prøvene og det er for denne komponenten det er tatt flest prøver av (Appendix 7e). Vi har derfor valgt å ha fokus på HDI videre. 55% (30 prøver) av alle HDI målingene er tatt etter 2000.

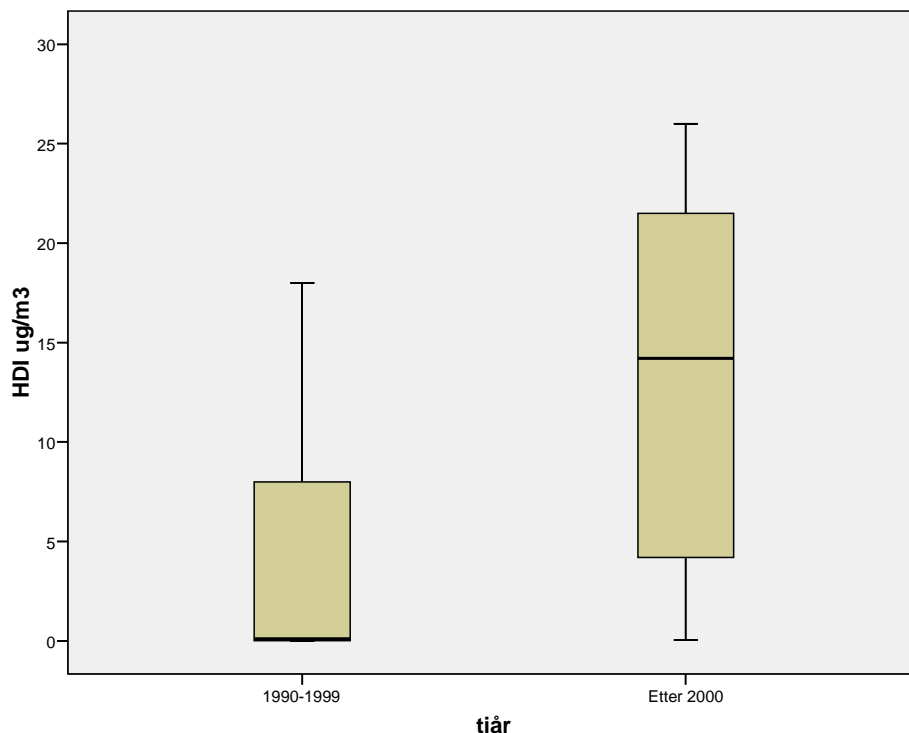
## Hovedresultater

- Nivåene av HDI er høyest ved varmt arbeid og sprøytemaling (Figur 7.7)
- 1 av 4 målinger ved varmt arbeid som sliping og platearbeid overskrider 35 ug/m<sup>3</sup> (Appendix 7f)
- 8 av 26 målinger ved malingsarbeid overskrider 35 ug/m<sup>3</sup> (Appendix 7f)
- Personer som ikke selv arbeider med påføring av maling, men er i randsonen av malingsaktiviteten har også høye nivåer av HDI (Figur 7.7)
- Median nivået for HDI er høyere etter 2000 enn før (Figur 7.8)
- Alle 16 målingene ved varmt arbeid som kutting er under 35 ug/m<sup>3</sup> (Appendix 7f), alle disse resultatene bygger på en analyserapport.
- Luftveiseksponering for reaktive stoffer ved epoxy malinger er ikke kartlagt.





Figur 7.7 Resultat fra målinger tatt onshore og offshore av HDI fordelt på aktivitet og arbeidsmetode.



Figur 7.8 Resultat fra personlige og stasjonære målinger av HDI ved vedlikeholdsarbeid offshore og onshore fra 1990 og frem til 2006. Det var tatt 25 prøver før 2000 og 30 prøver etter år 2000.

### Vurdering av isocyanatmålingene

Selve datamaterialet er mangelfullt og i utgangspunktet er det vanskelig å si noe sikkert om eksponeringsnivået. De få rapportene som finnes viser at HDI målingene overskrider 8-timers normen i ca ¼ av prøvene ved varmt arbeid, men det er behov for mer feltarbeid innen eksponeringer for isocyanater og varmt arbeid.

### Metylenklorid

Kokstad BHT gjennomførte eksponeringsmålinger i 1992 som viste nivåer av metylenklorid langt over administrativ norm under brannisoleringsarbeid (Berntsen et al 1992). Metylenklorid ble målt ved hjelp av passive dosimetre, prøvetakingstiden var 4 timer, og alle målingene ble tatt utenfor åndedrettsvernet. Det er ingen opplysninger om søl på dosimetrene. Målingene viste høye nivåer av metylenklorid ved rulling av metylenklorid, 150-830 ppm. Formenn og pumpemenn som oppholdt seg lite innenfor avsperrret område ble utsatt for lavere nivåer av metylenklorid, 1,9-4,8 ppm.

### Organiske løsemidler

Det har vært gjennomført mye malingsarbeid offshore, men vi har mottatt svært få målerapporter fra denne aktiviteten. Vi har ingen målerapporter relatert til malingsarbeid før 1990. Fra 1990 til 1999 vart det gjennomført målinger med personlige prøvetakere i forbindelse med påføring av maling (Figur 7.9).



Figur 7.9 Antall personlige og stasjonære prøver som er tatt ved malingsarbeid .

I det videre framstillingen angående løsemidler og maling har vi pga få prøver ikke delt opp i tidsperioder, eller i stasjonære og personlige prøver.

Det har vært målt på mange ulike komponenter i malingen; benzen, toluen, MEK, n-butylacetat, xylener, C5-C8, C9-C13 og Total VOC, Additiv faktor har i noen tilfeller blitt beregnet. Det blir svært vanskelig å vurdere eksponeringen av løsemidler i forbindelse med overflatebehandlingen da antall prøver er såpass begrenset.

De fleste målingene som er tatt ved maling og vedlikeholdsarbeid er tatt i åpne moduler eller i prosessområder (Tabell 7.6)

Tabell 7.6 Antall løsemiddelmålinger som er tatt ved maling og annet vedlikeholdsarbeid

| Målepunkt   | Maling   |         | Vedlikehold |         |
|---|----------|---------|-------------|---------|
|   | offshore | onshore | offshore    | onshore |
| Sprøytehall   | 0        | 6       |             |         |
| Kompressorrom, brannpumperom, generator&turbiner, nødgeneratorrom M07, kjelerom, lukka modul, maskinrom | 0        | 10      | 6           | 0       |
| Sandblåsingshall  | 3        | 0       |             |         |
| Renseanlegg   |          |         | 0           | 14      |
| Lager   | 8        | 1       |             |         |
| Prosessanlegg, åpne moduler, mezanine dekk, hoveddekk, landanlegg                                       | 28       | 0       | 10          | 29      |
| Skip  | 4        | 0       |             |         |
| Verksted  |          |         | 3           | 15      |
| Annet   | 0        | 7       | 13          | 0       |

Figurene 7.10 viser hovedresultatene for løsemiddelmålingene ved malingsarbeid.

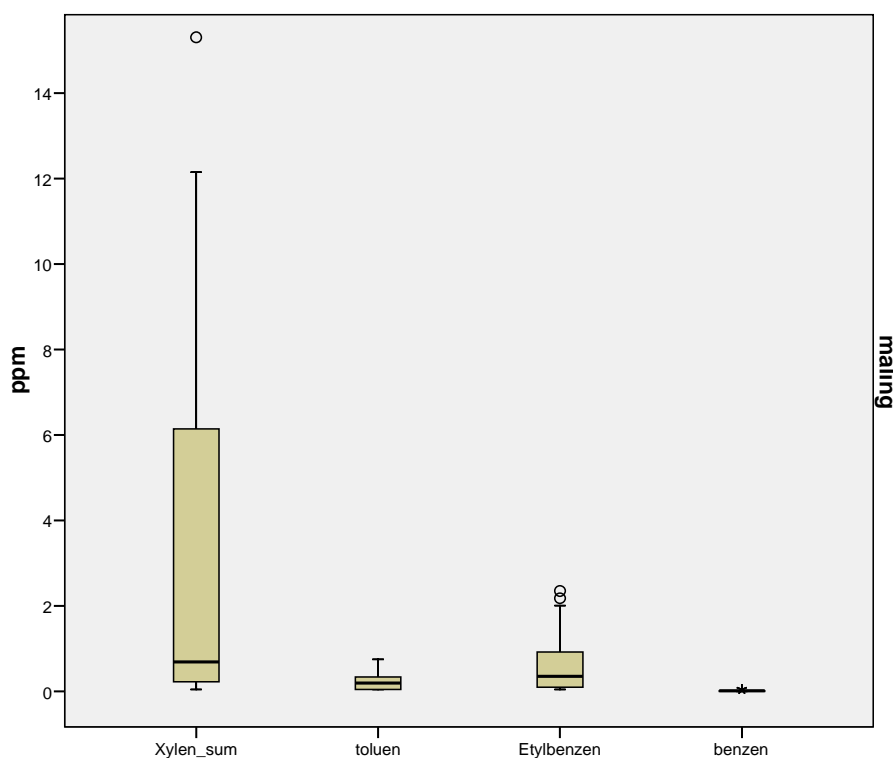


Fig 7.10 Målte konsentrasjoner av benzen, toluen, etylbenzen og xylen tatt offshore ved malingsarbeid (både stasjonære og personlige prøver).

### Hovedresultater for løsemiddel-eksponering ved maling og vedlikeholdsarbeid

#### Maling;

- Det er tatt svært få prøver ved maling offshore, antall prøver gjør at det er umulig å konkludere (Appendix 7g).
- Det er xylen som er den dominerende komponenten ved malingsarbeidet (Figur 7.10)
- To prøver av xylen (alle isomerer) er over administrativ norm offshore ved maling (Appendix 7g)
- Det er ingen av prøvene av benzen, toluen, eller etylbenzen som er over administrativ norm ved maling (Appendix 7g)
- Additiv faktor er over 1,0 i en sprøytehall (onshore), dette bygger på 6 prøver fra en serie

#### Annet vedlikeholdsarbeid;

- En prøve av benzen er over administrativ norm ved vedlikeholdsarbeid (Appendix 7g).
- Additiv faktor er over 1,0 på (offshore, om bord på skip), dette bygger på 4 prøver fra en serie

### **Vurdering av måledataene; Organiske løsemidler**

De fleste løsemiddelmålingene er tatt i åpne moduler. Selve datamaterialet er mangelfullt og i utgangspunktet er det vanskelig å si noen om eksponeringsnivået.

Det er få av målingene som overskrider administrativ norm, men det er behov for mer arbeid for å kunne si noe mer sikkert om eksponeringsforholdene.

## **Eksponering ved metallisering**

Kokstad Bedriftshelsetjeneste gjennomførte eksponeringsmålinger i forbindelse med metalliseringsarbeid onshore på begynnelsen av 90-tallet, med støtte av NHO's arbeidsmiljøfond (Berntsen et al 1994). De konkluderte med at det var svært høye konsentrasjoner av støv/røyk under pågående metalliseringsarbeid, opp mot 150 ganger administrativ norm i verkstedshallen. Nivået av støv/røyk var opp mot 200 ganger administrativ norm. Målinger tatt inne i åndedrettsvernet viser at nivået der ikke oversteg 1/10 av administrativ norm.

De var flere personer som holdt på med å metallisere i samme lokale onshore. Lokalet var forholdsvis stort, men konstruksjonene var store, og det ble mye støv i luften. Man brukte friskluftmaske, men når man skulle ta pause, tok man av seg maska før man gikk ut. En overflatearbeider kunne arbeide 70% med aluminium-metallisering og 30% med sprøytemaling. Andre perioder kunne man male og sandblåse 50/50 av arbeidstiden. Metallisering ble også gjort innvendig i tanker. Det tok lenger tid å metallisere enn å sprøytemale. Man brukte samme åndedrettsvern som ved sandblåsing.

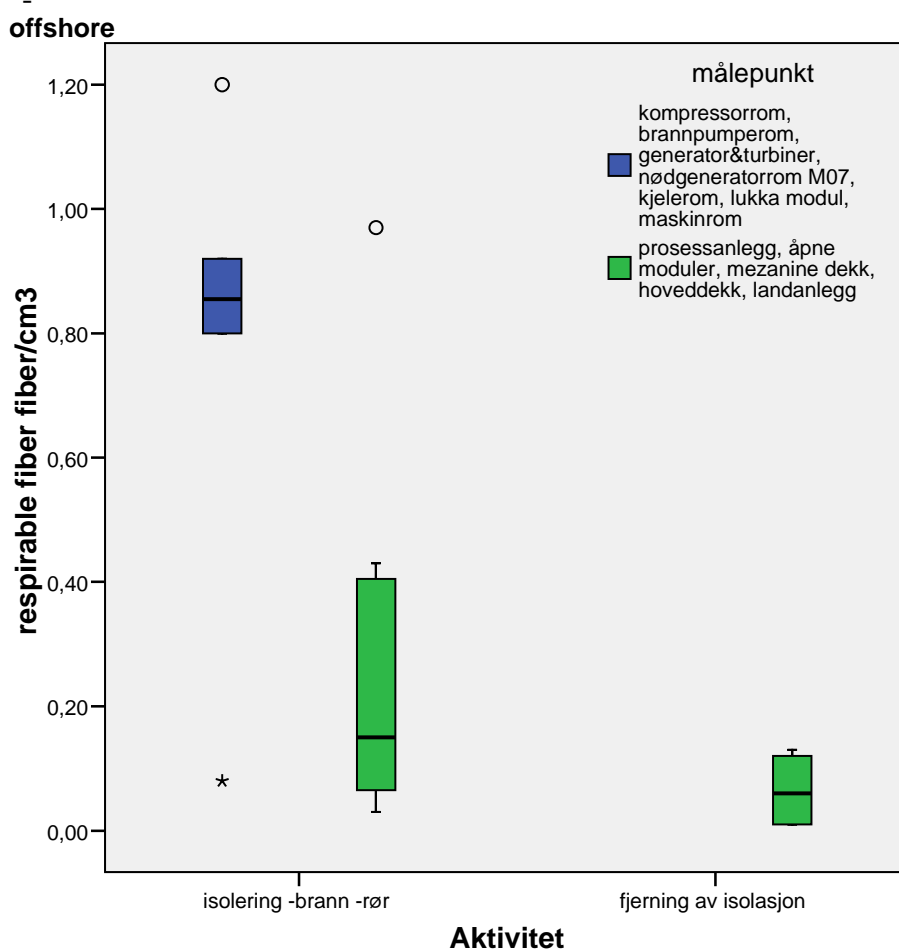
## Eksposering ved generelt vedlikehold

### Fiber

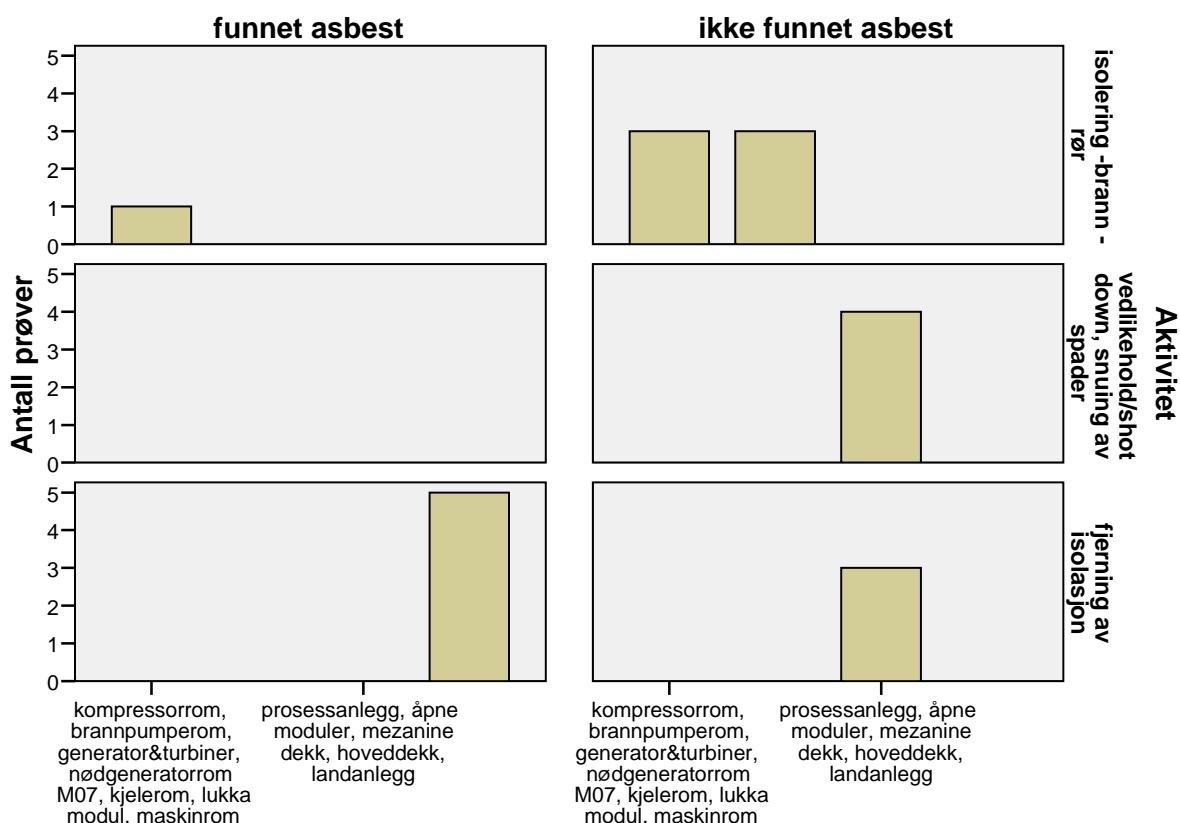
Vi har mottatt resultat fra 29 fibermålinger i luft i både prosessanlegg i åpne moduler og i lukkede rom i forbindelse med bl.a.isolasjonsarbeid . 20 av disse prøvene er tatt på respirable fibre (14 personlige og 6 stasjonære) og 9 på totale fibre (alle var stasjonære). Det er ikke dokumentert hvilke typer fibrer det ble målt på, dvs. om det var asbest eller MMMF (Appendix 7h).

### Hovedresultater

- Gjennomsnittsnivået av de personlige prøvene av respirable fiber i luftprøver var 0.44 fibre/cm<sup>3</sup> luft (de stasjonære var 0,19 fibrer/cm<sup>3</sup>). Administrativ norm offshore er 0,06 fibre/cm<sup>3</sup> luft. Resultatene tyder på at det er vanskelig å overholde administrativ norm ved renovasjonsarbeid av gammel isolasjon (Appendix 7h). (Fire av målingene hadde resultater som var under deteksjonsgrensene)
- Nivåene i luftprøver er høyest ved fjerning av gammel isolering i lukkede rom (Figur 7.11).
- Det er tatt 26 materialprøver for identifikasjon av asbest. Av disse prøvene var 42% positive med hensyn til asbest (Appendix 7i).
- Det ble funnet asbest i materialprøver ved renovering av gammel isolering av rør, dette både i lukkede og åpne moduler (Figur 7.12).



Figur 7.11 Resultat fra fibermålingene i luft offshore fordelt på aktivitet og område.



Figur 7.12 Antall materialprøve for asbestidentifikasjon fordelt på aktivitet og sted offshore.

## Keramiske fibre (RCF)

### Støvdannelse

Det ble opplyst under intervjurunden at arbeid med ildfaste keramiske fibre fører til mye støvdannelse ved legging av ny isolasjon og fjerning av gammel isolasjon. Det er isolatører som først og fremst installerer ny isolasjon, samt river/fjerner (stripper) gammel isolasjon og som dermed eksponeres for RCF. Andre vedlikeholdsoperatører som jobber i nærheten av isolasjonsoppgaver vil også kunne eksponeres.

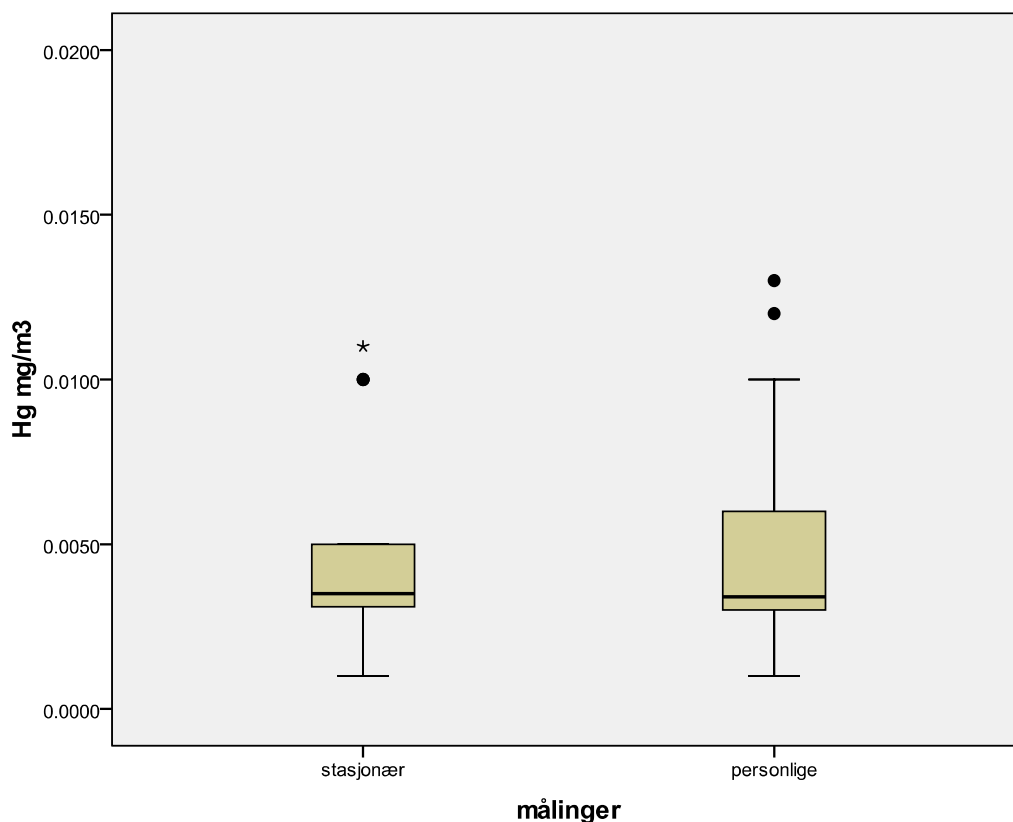
Målinger av arbeid med refraktoriske keramisk fibre viser et fiberinnhold i luft i intervallet  $0.03-1.2 \text{ fibre/cm}^3$  (n=18).

### Kvikksølv

Vi har mottatt 31 stasjonære målinger og 49 personlige målinger av kvikksølv offshore. 38 av de 49 personlige prøver er tatt i verksted, og gjennomsnittsnivået for disse er  $0.009 \text{ mg/m}^3$  (Figur 7.13) Ved 36 av 49 personlige målingene var det varmt arbeid. Gjennomsnittet for alle de personlige Hg prøvene er  $0.008 \text{ mg/m}^3$ .

I tillegg har vi mottatt en rapport med 299 direktevisende målinger, tatt i pustesonen til operatørene i en nedstengingsperiode. Prøvetakingstiden her er ikke beskrevet, men vi har beregnet ca 1 min. De direktevisende målingene er tatt ved åpning av ventiler og systemer, i tillegg til ved entring av tank. Nivåene ved åpning av ventiler er  $0.019 \text{ mg/m}^3$ , mens ved

entring av tank er nivået å  $0.06 \text{ mg/m}^3$ . Dette er resultater som er godt under administrativ norm. Administrativ norm for Hg er  $0.012 \text{ mg/m}^3$  for 12 timer,  $0.06 \text{ mg/m}^3$  for 15 min.



Figur 7.13 Resultat fra kvikksølv målinger ved varmt arbeid, vedlikehold, rengjøring, laboratoriearbeid og åpning av ventiler.

### Turbinoljer/hydraulikkoljer - hudeksponering

Sintefs studie "Organofosfater i hydraulikk- og turbinolje: Bruk og eksponering" (Malvik et al., 2005), konkluderte med følgende: Ut fra de produkttyper som benyttes og de identifiserte arbeidsoperasjoner, synes det klart at eksponeringen for organofosfater er meget lavt.

Grunnpilaren for denne konklusjonen er de aktuelle produkters lave innhold av organofosfater, høyt kokende og stabile kjemikalier, god ventilasjon, kortvarige eksponeringssituasjoner og begrenset hudkontakt.

Sintef utførte også et prosjekt (Svendsen et al., 2005) for å dokumentere i hvor stor grad arbeidstakere blir eksponert for turbinoljer/hydraulikkoljer via hud og klær. Karakterisering av eksponering var via intervju/spørreskjema og ved måling av tilsølte areal på papirkjeledresser. Arbeidsoperasjonene med høyest eksponeringspotensial for turbinolje var forebyggende vedlikehold (FV) på turbinene. I forbindelse med arbeid på turbin vil en gjennomsnitts turbinmekaniker i forbindelse med arbeid på turbin i løpet av et år, være tilsølt i ca 10 arbeidsdager med 0,15% tilsøling av kjeledresser, 1,5 arbeidsdager med 0,8-5,6% av kjeledressen (oppmontering og nedmontering av turbin) og 5 arbeidsdager med tilsølingsgrad på 7,6% (inkl. skifte av smøreoljefilter og tilsvarende). Det konkluderes i rapporten med at denne tilsølingen gir en risiko for hudeksponering, og at det antas at alle disse dagene gir



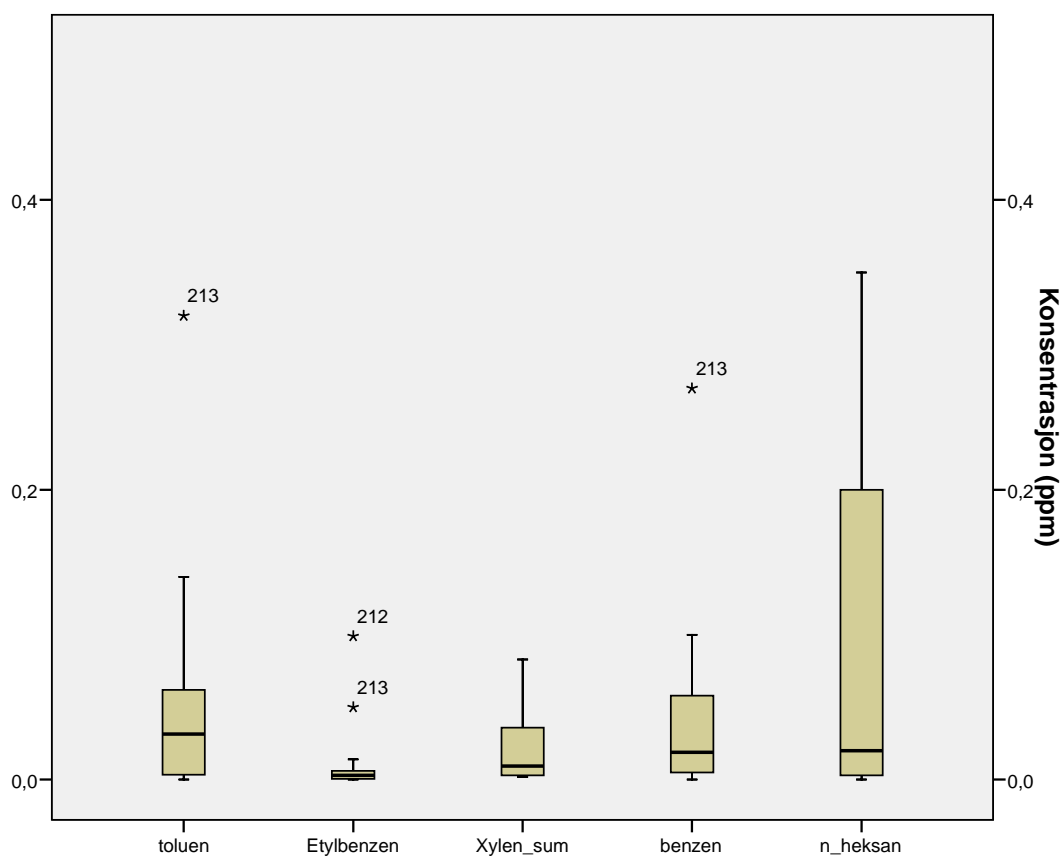
tilsøling også på hender. Hydraulikkolje var den oljen som flest (15,5%) rapporterte at de hadde hyppig hudkontakt med (opp til 30 dager/år samt tilsølt hud en gang iblant eller oftere). Vurderingen av de tilsølte kjeledressene viste at armer og bein blir mest tilsølt, men graden av tilsøling varierer mye fra person til person og mellom de ulike arbeidsoperasjonene.

## Generelt vedlikehold

Generelt vedlikeholdsarbeid har vært skifting av filtre og oljer, fjerning av gammel isolasjon og lignende.

Det er tatt 12 prøver av TVOC, oljedamp og oljetåke ved generelt vedlikeholdsarbeid, median nivået for VOC er 1,1 ppm (min-max; 0,03-20), oljetåke 0,03 mg/m<sup>3</sup> (min-max; 0,03-0,05) og oljedamp 0,5 ppm (min-max; 0,2-0,5).

16 prøver er tatt av BTEX og n-hexan, nivåene er vist Figur 14 og i Appendix 7g.



Figur 7.14 Resultat fra BTEX og n-heksan målinger ved generelt vedlikeholdsarbeid

# Vurdering av måledataene; Vedlikehold

## 1) Passende data/agens inkludert?

I prosjektet har vi definert vedlikeholdsarbeid til å omhandle

- a. varmt arbeid
- b. overflatebehandling
- c. rengjøring
- d. generelt vedlikeholdsarbeid, skifting av deler, bruk av ulike oljer.

### a) Varmt arbeid

Ved sveising og sliping blir det dannet, gasser og røyk fra materialet som blir bearbeidet. Vi har samlet inn resultater fra 185 målinger (30% er personlige målinger) i forbindelse med varmt arbeid offshore.

Av disse målingene er 57 prøver av totalstøv, 40 av prøvene (både personlige og stasjonære) er analysert på nikkelforbindelser og jern, 34 på totalkrom, mens bare 5 prøver er analysert for seksverdig krom. I 59 % av sveise-prøvene er det ikke oppgitt hvilket materialet det er "sveiset" på, 17 % er "sveiset" på svartstål og tilsvarende på rustfrittstål.

Dannelse av isocyanater ved varmt arbeid; 1-3 målinger er tatt av ulike isocyanater som MDI, HDI, PHI.

Det er ikke rapportert noen målinger på nitrose gasser, ozon eller karbonmonoksid.

Det er ikke dokumentert eksponeringsmålinger ved habitatsveising.

#### Vurdering:

- Det er altfor få målinger av seksverdig krom, da 17 % av målingene er tatt på rustfrittstål.
- Det burde vært mer fokus på hva det er sveiset på.
- Gassmålinger mangler.
- Habitatmålinger er fraværende.
- Det er svært lite dokumentasjon på isocyanatnivåene ved varmt arbeid offshore.

### b) Overflatebehandling

Ved overflatebehandling er det brukt løsemiddelholdig maling og polyuretan maling.

Det er tatt 80 prøver ved overflatebehandling offshore, 32 er tatt ved brannisolering og 48 ved malingsarbeid. 42 av prøvene er tatt ved personlig prøvetaking.

31 % av prøvene er analysert på xylen som en adekvat variabel da denne ofte finnes i malingsproduktene. Alifater (C9-C13) er målt på i 3% av prøvene, aromater i 12% og additiv faktor er beregnet for 22% av prøvene. Metyletylketon er målt i 15% av prøvene og butylacetat i 24% av prøvene.

Isocyanater (MDI, HDI, TDI og PHI ) er målt i 7-13 % av prøvene.

#### Vurdering:

- Det har vært høy aktivitet av overflatebehandling offshore, men eksponeringsnivået er dårlig dokumentert.
- Det har vært målt på mange ulike hydrokarboner, og de ulike komponentene som er analysert er aktuelle nok. Det er beskrevet hvilke produkter som har vært i bruk ved 87% av alle prøvene.
- Additiv faktor burde vært bedre dokumentert.
- Alle målinger fra metallisering er tatt onshore.

- Personlig eksponering ved epoxy- og isocyanatholdige målinger burde vært bedre dokumentert.

### **c) Rengjøringsarbeid**

Denne delen omfatter rengjøringsarbeid i forbindelse med vedlikeholdsarbeid generelt (ikke rengjøring av tanker, dette er omtalt under prosess kapitlet).

Additiv faktor er ikke inkludert i analysesvarene og vi har ingen data på klorerte forbindelser ved rengjøringsarbeid. Dette er faktorer som man kan bli eksponert for på oljeinstallasjoner, men vi har ingen informasjon om hva som er brukt som rengjøringsmateriale.

#### Vurdering:

- Analysene våre så langt gjør oss usikre på om det er de rette faktorene som er analysert ved denne typen arbeidsoperasjon.
- BTEX og hexan er aktuelle nok, men det finnes lite informasjon om rengjøringsproduktene.

### **d) Generelt vedlikeholdsarbeid**

Generelt vedlikeholdsarbeid har vært skifting av filtre og oljer, fjerning av gammel isolasjon og lignende. Det er tatt 64 prøver offshore, 36 prøver ved generelt vedlikehold ved revisjonsstanser og 28 prøver ved fjerning av isolasjon.

16 av prøvene er tatt av BTEX og n-hexan, det har vært fokus på den generelle forurensningen i miljøet, 12 av oljedamp, oljetåke og total VOC, det er tatt 12 prøver av asbest (materialprøver) og 6 fibertellinger i luft.

#### Vurdering:

- De aktuelle faktorene kan være aktuelle nok, men det er få prøver og vanskelig å generalisere.
- Vanskelig å finne en argumentasjon for at disse faktorene er valgt.

## 2) Kontekstuell informasjon

- Når det gjelder vedlikeholdsrapportene offshore har vi i 95% av alle tilfellene klart å plassere prøvetakingen som personlig eller stasjonær, ved en form for aktivitet og lokalisering på installasjonen.
- Andelen av stasjonære prøver har økt etter 1989.
- Før 1990 har vi ingen informasjon om hvor på installasjonen prøvene er tatt, dette har bedret seg mye etter 1990, da har vi informasjon om målepunkt for 99% av målingene
- 99% av alle prøvene kan knyttes til yrke
- Prøvetakingstiden varierer mellom 1 min og 19,3 timer. Prøvetakingstid er ikke angitt for 24% av målingene
- Når arbeidsoppgaver var spesifisert for prøvetakingstider >15 min er det kun i et fåtall tilfeller angitt tidsbruk for denne arbeidsoppgaven. Det er derfor generelt vanskelig å vurdere hvor mye den enkelte arbeidsprosess bidrar til målt eksponering, spesielt ved lengre prøvetakingstider utover arbeidsprosessens varighet.

## 3. Prøvetakings- og analysemetoder

Tabell 7.7 Oversikt over prøvetakingsmetoder og prøvetakingstid ved sveising og maling.

| <i>Agens</i>       | <i>Metode</i>   | <i>Prøvetakingstid</i>  | <i>Vurdering</i>   |
|--------------------|---|---|--|
| Sveiserøyk         | 100% aktiv prøvetaking<br>77% har oppgitt hvilket filter som har vært brukt | 35min-11 timer<br>Mean: 6 timer<br>90% fullskift<br>10 % mindre enn 1 time<br>94% av prøvene har oppgitt eksakt prøvetakingstid | Prøvetakingen av sveiserøyk ser ut til å være relevant. Aktiv prøvetaking er valgt, det er hovedsakelig tatt fullskiftsmålninger.  |
| Påføring av maling | <b>Additiv faktor</b><br>Alle er tatt som aktiv prøvetaking på kull         | <b>Additiv faktor</b><br>5 min-50 min<br>Mean: 21min  | <b>Additiv faktor</b><br>Det er tatt svært få prøver ved malingsarbeid der additiv faktor er vurdert<br>Aktiv prøvetaking med kull er OK, men prøvetakingstiden er kort. |
|                    |   | <b>Xylen</b><br>5min-3timer<br>Mean:41 min<br>30% av prøvene har ikke oppgitt prøvetakingstid                                   | <b>Xylen</b><br>Antall prøver er få, alle er tatt som aktiv prøvetaking, ingen dosimetre er brukt.<br>Prøvetakingstiden er relativt kort.                                |

## 4) Tilstrekkelig antall målinger per scenario med hensyn til representativitet?

De innsamlede måledatene er for få til at eksponeringsscenarier er dekket. Det er et lite antall målinger av hvert agens, og disse målingene er gjennomført på få installasjoner/verksteder onshore.

Når det gjelder vedlikeholdsarbeid er datagrunnlaget for snevert til at noen klare konklusjoner kan gis (Tabell 8).

*Tabell 7.8 Antall personlige eksponeringsmålinger ved noen arbeidsoppgaver/scenarioer fordelt på antall installasjoner og prøvetakingstid. Prøvene er tatt både onshore og offshore*

|   | Arbeidssted<br>n | Målinger<br>n |
|---|------------------|---------------|
| Sveising i verksted -støvmålinger       | 8                | 81            |
| Sveising i verksted –krom & nikkel      | 6                | 57            |
| Sveising i verksted –krom <sup>6+</sup> | 2                | 8             |
| Maling - xylen                          | 8                | 39            |
| Maling – additiv faktor                 | 6                | 27            |
| Isocyanater - HDI                       | 3                | 51            |
| Fiber                                   | 1                | 9             |
| Kvikksølv                               | 5                | 49            |

## Konklusjon - vedlikehold

- Når det gjelder vedlikehold er det tatt få prøver ved de ulike arbeidsoppgavene; sveising, maling og lignende. Vi har derfor ikke vært i stand til å undersøke tidstrener i eksponering innen vedlikeholdsarbeid
- Det har generelt vært mer fokus på å få et mål for langtidseksponering over et skift enn på eksponering i løpet av en arbeidsoppgave/scenario.
- Noen få målinger viser høye nivåer av totalstøv, krom og nikkel, men vi kan ikke konkludere fordi antall prøver er lite.
- Det var lave eksponeringer sammenlignet med dagens administrative normer for organiske løsemidler
- Et betydelig antall målepunkter mangler essensiell kontekstuell informasjon som prøvetakingstid, type måling, arbeidsprosess, tidsbruk per arbeidsprosess
- Kvantitative eksponeringsestimat for eksponering for sveiserøyk og asbest kan vurderes i forbindelse med oppfølging av kreftkohorten i Kreftregisteret.

## 8. Referanser

Arbeidstilsynet. (2009) Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære (veiledning, best.nr. 361); <http://www.Arbeidstilsynet.no>

Berntsen et al (1992) Helsekadelige effekter av metylenklorid Arbeidsmiljøfondet

Berntsen et al (1995) Arbeidsmiljø, helse og sikkerhet ved metallisering. Prosjektnr 0727 Arbeidsmiljøfondet

Bråtveit M, Steinsvåg K, Lie SA, Moen BE (2009) Modeling of oil mist and oil vapour in the shale shaker area on offshore drilling installations. J Occup Environ Hyg, 6:679-686.

Bråtveit, M., Steinsvåg, K., Lie, S.A. & Moen B.E. (2007) Modellering av oljedamp- og oljetåkekonsentrasjon i arbeidsatmosfæren i shakerområdet på boreinstallasjoner. Rapport nr. 3/2007 fra Seksjon for arbeidsmedisin, Universitetet i Bergen og UNIFOB, 28 sider

Bråtveit M, Moen BE (2007) Kjemisk eksponering i petroleumsvirksomheten, relatert til produksjonsstrømmer, produsert vann og boreslam. Vedlegg 5 i Petroleumstilsynets rapport: Kjemisk arbeidsmiljø i petroleumsvirksomheten offshore. <http://www.ptil.no/nyheter/ny-rapport-kjemisk-arbeidsmiljoe-i-petroleumsvirksomheten-offshore-article3312-24.html>

Dalene et al. (2006) Decommissioning of Ekofisk 2/4T- Emission of organic in inorganic compounds during "hot" cutting and determination of biomarkers among workers. Rapport for ConocoPhillips.

Dalene M, Skarping G, Spanne M, Willers S. (2007) Present knowledge regarding exposure and possible health effects of "hot work" in coated metal parts offshore Institutet för Kemisk Analys Norden AB. Vedlegg 7 i Petroleumstilsynets rapport: Kjemisk arbeidsmiljø i petroleumsvirksomheten offshore. <http://www.ptil.no/nyheter/ny-rapport-kjemisk-arbeidsmiljoe-i-petroleumsvirksomheten-offshore-article3312-24.html>

Davidson RG, Evans MJ, Hamlin JW, Saunders KJ. (1988) Occupational hygiene aspects of the use of oil-based drilling fluids. Ann Occup Hyg; 32: 325–32.

ECHA - European Chemicals Agency, (2010) Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.14: Occupational exposure estimation. Version: 2, May 2010 <http://echa.europa.eu>

Hetland SM, Westby M. (2007) Kunnskapsstatus kjemisk eksponering ved varmt arbeid. Eurofins Norge Vedlegg 6 i Petroleumstilsynets rapport: Kjemisk arbeidsmiljø i petroleumsvirksomheten offshore. <http://www.ptil.no/nyheter/ny-rapport-kjemisk-arbeidsmiljoe-i-petroleumsvirksomheten-offshore-article3312-24.html>

HSE. (1998) HSE offshore technology report – OTO 97 075. Pseudo oil based muds. Drilling safety issues. A review: Health and Safety Executive.

HSE. (2000) HSE offshore technology report – OTO 1999 089. Drilling fluids composition and use within the UK offshore drilling industry. London: Health and Safety Executive.

Hudgins CM. (1991). Chemical usage in North Sea oil and gas production and exploration operations. Houston: Petrotech Consultants Inc. p. 622.24:665.6:66.

IARC. (1989) Volume 45 Occupational Exposures in Petroleum Refining; Crude Oil and Major Petroleum Fuels. International Agency for Research on Cancer, Lyon, Frankrike. ISBN 92 832 1245 2.

James RW, Schei T, Navestad P, Geddes TA, Nelson MG, Webster D. (2000) Improving the working environment and drilling economics through better understanding of oil-based drilling fluid chemistry. SPE Drilling Completion; 15: 254–60.

Kirkeleit J. (2007) Benzene exposure and hematological effects among offshore workers exposed to crude oil. PhD-thesis, UiB

Malvik B, Bjørseth O. (2005). Organofosfater i hydraulikk- og turbinoljer. Del I: Bakgrunn og teori. SINTEF, TR A6233

Malvik B, Bjørseth O, Svendsen K, Krüger K. (2005) Organofosfater i hydraulikk- og turbinoljer. Del II: Bruk og eksponering, SINTEF, TR A6236

NIOSH (1994) NIOSH manual of analytical methods. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

OHS – Occupational Hygiene Solutions (2009). ERES – Historisk eksponering for kjemikalier på Ekofisk for operatøransatte.

OGP – International Association of oil and gas producers (2009) Drilling fluids and health risk management. OGS Report number 396 <http://www.ogp.org.uk/pubs/396.pdf>

Petroleumstilsynet (2006) Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (aktivitetsforskriften ), seksjon 34. Stavanger: Petroleumstilsynet, Norge.

Petroleumstilsynet (2007) Pilotprosjekt. Kjemisk arbeidsmiljø i petroleumsvirksomheten offshore. <http://www.ptil.no/nyheter/ny-rapport-kjemisk-arbeidsmiljoe-i-petroleumsvirksomheten-offshore-article3312-24.html>

Rømyhr O, Berntsen M, Dalene, M, Karlson, D, Lindahl R Skarping G, Smedbold HT, Leira HL (2002)Yrkeshygieniske målinger ved påføring av epoksy- og polyuretanbaserte industrimalinger. Arbeidsmedisinsk avdeling, Trondheim, Rapport nr. 02.2002

Simpson, A.T.: Comparison of methods for the measurement of mist and vapour from light mineral oil-based metal-working fluids. Appl Occup Environ Hyg. 18:865-76 (2003)

Simpson AT, Groves JA, Unwin J, Piney M. (2000) Mineral oil metal working fluids (MWFs) – development of practical criteria for mist sampling. Ann Occup Hyg; 44: 165–72.

Sjonfjell H, Romsbotn B, Erikstein H, Haaland IM, Nistov A, Nærheim J, Loen K, Sivesind Mehlum I, Lea Svensson J. (2005) Rapport ”Kjemisk eksponering på norsk sokkel” [Vedlegg 2: Oppsummeringstabell fra de ulike arbeidsprosessene](#)

STAMI (1989) Rapport HD 994/89 Sandblåsing – en kartlegging av blåsemidler i Oslo-regionen.

STAMI - Statens arbeidsmiljøinstitutt (2007) Report; Retrospective exposure assessment in the Norwegian offshore petroleum industry. -A seminar addressing the methods and challenges of retrospective exposure assessment. Vedlegg 9 i Petroleumstilsynets rapport: Kjemisk arbeidsmiljø i petroleumsvirksomheten offshore. <http://www.ptil.no/nyheter/ny-rapport-kjemisk-arbeidsmiljoe-i-petroleumsvirksomheten-offshore-article3312-24.html>

Steinsvåg K. (2007) Retrospective assessment of exposure to carcinogens in Norway's offshore petroleum industry. PhD-thesis, UiB

Steinsvåg, K., Bråtveit, M. & Moen, B.E. (2005) Eksponering for kreftfremkallende faktorer i norsk offshore petroleumsvirksomhet 1979-2005. Rapport fra Seksjon for arbeidsmedisin, Universitetet i Bergen og UNIFOB. ISBN 82-91232-52-0 ISSN 0806-9662  
<http://www.uib.no/filearchive/eksponering-for-kreftfremkallende-faktorer-i-norsk-offshore-petroleumsvirksomhet1970-2005.pdf>

Steinsvåg, K., Bråtveit, M., Moen, B.E., (2007) Exposure to carcinogens for defined job categories in the Norway's offshore petroleum industry, 1970-2005. Occup Environ Med 64:250-258

Steinsvåg K, Bråtveit M, Moen BE. (2006) Exposure to Oil Mist and Oil Vapour During Offshore Drilling in Norway, 1979-2004. Ann Occup Hyg; 50:109-122

Svendsen K, Krüger K, Malvik B. (2005). Organofosfater i hydraulikk- og turbinoljer: Del III: Hudeksponering ved arbeid med turbiner. SINTEF, TR A6246

Verma DK, Johnson DM, McLean JD. (2000) Benzene and total hydrocarbon exposures in the upstream petroleum oil and gas industry. Am Ind Hyg Assoc J; 61:255-63.

Woldbæk T, Grimstad ST og Kjuus H. (2009) Kvikksølvmålinger hos ansatte med tilknytning til oljebransjen. STAMI-Rapport, Årg. 10. Nr. 1





UNIVERSITETET I BERGEN



Eksponering for  
kreftfremkallende faktorer  
i norsk offshore  
petroleumsvirksomhet  
1970-2005

Seksjon for arbeidsmedisin  
Universitetet i Bergen / UNIFOB

ISBN 82-91232-52-0  
ISSN 0806-9662

<http://www.uib.no/filearchive/eksponering-for-kreftfremkallende-faktorer-i-norsk-offshore-petroleumsvirksomhet1970-2005.pdf>



## UNIVERSITETET I BERGEN

Institutt for samfunnsmedisinske fag  
Arbeids- og miljømedisin

Til virksomheter i olje- og gassindustrien i Norge

Bergen 05.10.2009

### **VEDRØRENDE DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKT: HISTORISK EKSPONERING I OLJEINDUSTRIEN – INNSENDELSE AV DATA**

Prosjektet *Kjemisk arbeidsmiljø i olje- og gassindustrien* har som ett av sine formål å "gi et helhetlig bilde av den nåværende og tidligere eksponeringssituasjon for kjemikalier i petroleumsvirksomheten." Prosjektet er styrt av en partssammensatt styringsgruppe under koordinering av Oljeindustriens landsforening (OLF). Informasjon om prosjektet finnes her: [www.olf.no/kjemisk](http://www.olf.no/kjemisk). Prosjektet har inngått et samarbeid med Arbeids- og miljømedisin, Universitetet i Bergen om lage en sammenstilling av historisk eksponering i den norske olje- og gassindustrien.

En viktig del av dette prosjektet er å skaffe et felles syn på historisk eksponering for kjemikalier, dvs lage en oversikt over hvordan eksponering for relevante kjemikalier har vært i bransjen fram til i dag. Eksponeringsinformasjon fra blant annet måledata og risikovurderinger vil bli systematisert og knyttet til identifiserte eksponeringssituasjoner.

Arbeids- og miljømedisin, UiB har siden 2002 gjennomført flere prosjekter innen offshoreindustrien. Blant annet har vi samlet vi inn historisk informasjon om eksponering for oljedamp/oljetåke i slambehandlingsområdene og for kreftfremkallende kjemikalier. Vi har laget en oversikt over den eksponeringsinformasjonen som allerede er samlet inn fra selskaper og kontraktører i bransjen, og ønsker nå å hente inn supplerende data fra dere. En forskergruppe fra Arbeids- og miljømedisin vil høsten 2009 og vinteren 2010 også be om å få komme på bedriftsbesøk i noen av bedriftene.

Vi ber om at forskergruppen får så mye informasjon som mulig om temaet, slik at vi kan få best mulig kunnskap om historisk eksponering i bransjen. Det understrekes at alle data som samles inn vil bli anonymisert og ikke knyttet mot enkelte selskap eller personer. Både personvern og vern av det enkelte selskap vil bli godt ivaretatt.

**Vi ber om at alle yrkeshygiene eksponeringsmålinger/målerapporter som er gjennomført før 01.01.2007 sendes til UiB v/Magne Bråtveit innen fredag 6. november 2009. Vi ber også om at vi får tilsendt andre typer rapporter som inneholder eksponeringsvurderinger for ulike arbeidsprosesser.**

Vennlig hilsen

Magne Bråtveit  
Prosjektleder, professor  
Universitetet i Bergen,  
Arbeids- og miljømedisin,  
(mobilnr. 99205955, e-post: [magne.bratveit@isf.uib.no](mailto:magne.bratveit@isf.uib.no))

Gateadresse:  
Kalfarveien 31

Postadresse:  
5018 Bergen

Telefon:  
55 58 61 00

Telefax:  
55 58 61 05

## APPENDIX 3: Et utvalg historiske endringer innen boring

|                                | Før 1980   | 1980-1990   | 1990-2000   | 2000-2007   |
|--------------------------------|--|---|---|---|
| <b>BOREVÆSKER</b>              | Vannbaserte borevæsker (hovedsakelig)  | <b>Dieselbasert borevæske: 1979-1984</b> (aromater; >15%)<br><br><b>Lavaromatiske borevæsker: 1985-1997</b> (aromater; 1-10%) | <b>Lavaromatiske borevæsker: 1985-1997</b> (aromater; 1-10%)<br><b>Ikke-aromatiske borevæsker fra 1998</b> (aromater; <0,01%)<br><br>Syntetiske (fra ca. 1990); Eterbaserte (1990-1995), Esterbaserte (1995-1996), Linær alfa-olefin-baserte (1995-2002). | <b>Ikke-aromatiske borevæsker fra 1998</b> (aromater; <0,01%)<br>Nye lav-viskøse og mer flyktige for boring av lange horisontale brønner, samt HTHP-brønner |
| <b>TILSETTING I BOREVÆSKER</b> | <b>Asbest</b> frem til ca 1984<br><b>Krystallinsk silika;</b> (også i sementeringskjemikalier)<br><b>Attpulgitt;</b> frem til 1984 - begrenset bruk  | <b>Krystallinsk silika</b>  | <b>Krystallinsk silika</b>  | <b>Krystallinsk silika</b>  |
| <b>GJENGEFETT</b>              | <b>Bly;</b> Blyholdig gjengefett   | <b>Bly;</b> Blyholdig gjengefett  | <b>Bly;</b> Blyholdig gjengefett faset ut i 1995, men fortsatt benyttet i spesielle situasjoner.  |   |
| <b>MIKSE/SEKKEROM</b>          | Åpne miksesystemer,<br><br><b>Støveksponering ifm mudmiksing:</b><br>Manuell sekkecutting i åpen hopper (inkl. krystallinsk silika)<br><b>Asbest:</b><br>20 kg sekker kuttet opp med kniv og tømt i hopper.<br>. | Gradvis lukking av miksesystemer<br>Kutteanlegg automatiseres men fortsatt manuell miksing i åpne hoppere.                    | Hovedsakelig automatiske kutteanlegg, gir redusert støveksponering<br>Fortsatt noe manuell miksing i hoppere  | Automatiske kutteanlegg<br>Fortsatt litt manuell miksing i hoppere  |

|                  |   |   |  |  |
|------------------|---|---|--|--|
| <b>SHAKERROM</b> | Åpne systemer designet for vannbaserte systemer   | Liten andel rigger med shakerbu<br><br><b>Oljebaserte borevæsker;</b><br>Betydelig hudeksponering ved slambehandling eksponering for oljetåke/oljedamp (slambehandling)                                       | Gradvis større andel rigger med shakerbu Ventilasjonsforbedringer<br><br>Åndedrettsvern anbefales ved shakerarbeid – men varierende bruk | Shakerbu på de fleste rigger Ventilasjonsforbedringer og lukking av mudrenner på flere rigger<br><br>Fortsatt varierende bruk av verneutstyr |
| <b>MUDPIT</b>    | Åpne mudpiter<br>Åpne renner<br><br>Generelt åpne miksesystemer, manuelle hoppere, åpne mudpit'er, åpne renner.   | Gradvis lukking av miksesystemer, pit'er  |  | Fortsatt flytende rigger med åpen flowline og åpne aktive pitter i pumperom  |
| <b>BOREDEKK</b>  | <b>Asbest:</b> Frigjøring av asbeststøv fra bremsebånd. Eksponering på boredekk.<br><b>Asbest</b> i bremsebånd på heisspill (drawwork) frem til ca 1991.<br><b>Bly;</b> Blyholdig gjengefett påført på manuelt med kost. Hudeksponering | Automatisk rørhåndtering innfasert i perioden 1985 - 1995.<br><br><b>Oljebaserte borevæsker;</b><br>Betydelig hudeksponering (boredekk og slambehandling), eksponering for oljetåke/oljedamp (slambehandling) | <b>Bly;</b> Automatisk rørhåndtering innfasert i perioden 1985 - 1995 førte til redusert eksponering.                                    | <b>Bly;</b> Automatisk rørhåndtering innfasert i perioden 1985 - 1995 førte til redusert eksponering.  |

## APPENDIX 4a

### PRODUKSJON OG PROSESS OFFSHORE – PERSONLIGE MÅLINGER

Tabellene viser personlige målinger utført offshore ved ulike arbeidsoppgaver.

r = antall rigger/installasjoner, AM=aritmetisk gjennomsnitt

n(m) = antall målinger (antall målinger under deteksjonsgrensen; dvs. <lod).

Antall målinger under deteksjonsgrensen er kun gitt for personlige målinger av benzen.

| PROSESSTEKNISKE OPPGAVER- usepesifisert (personlige målinger-prosess offshore) |           |             |                |    |                 |                      |      |            |
|--|-----------|-------------|----------------|----|-----------------|----------------------|------|------------|
| Agens  | Måleenhet | Tidsperiode | Langtidsmåling |    |                 |                      |      |            |
|  |           |             | n(m)           | r  | Måletid (timer) | Konsentrasjon (ppm)  |      |            |
|  |           |             |                |    |                 | Median<br>(min-maks) | AM   | median     |
| Benzen   | ppm       | 1990-99     | 98(64)         | 5  | 12(0,3-12)      | 0,03                 | 0,01 | <lod-0,97  |
|  |           | >1999       | 195(66)        | 10 | 12(0,5-12)      | 0,10                 | 0,01 | <lod-11,9  |
| Toluen   | ppm       | 1990-99     | 39             | 5  | 12(12-12)       | 0,06                 | 0,03 | <lod -0,99 |
|  |           | >1999       | 42             | 6  | 12(0,5-12)      | 0,24                 | 0,01 | <lod -6,16 |
| Etylbenzen   | ppm       | >1999       | 30             | 5  | 12(4-12)        | 0,04                 | <lod | <lod -0,70 |
| Xylen  | ppm       | 1990-99     | 27             | 5  | 12(11-12)       | 0,05                 | 0,02 | 0,01-0,46  |
|  |           | >1999       | 30             | 6  | 12(9-12)        | 0,44                 | <lod | <lod -8,55 |
| C4-C6  | ppm       | 1990-99     | 8              | 4  |                 | 0,30                 | 0,05 | 0,03-1,95  |
|  |           | >1999       | 1              | 1  | 0,5             |                      | 91   |            |
| Oljetåke   | ppm       | >1999       | 2              | 1  | 2               | 0,20                 | 0,29 | 0,19-0,20  |
| Oljedamp   | ppm       | >1999       | 2              | 1  | 2               | 1,00                 | 1,00 | 1,00-1,00  |

**ÅPNING AV HC-SYSTEMER (personlige målinger-prosess offshore)**

| Agens      | Måleenhet | Tidsperiode | Korttidsmålinger ≤15 min |   |      |        |            | Langtidsmåling |   |                 |                     |      |            |
|------------|-----------|-------------|--------------------------|---|------|--------|------------|----------------|---|-----------------|---------------------|------|------------|
|            |           |             | Konsentrasjon (ppm)      |   |      |        |            | n(m)           | r | Måletid (timer) | Konsentrasjon (ppm) |      |            |
|            |           |             | n                        | r | AM   | median | min-maks   |                |   |                 | median (min-maks)   | AM   | median     |
| Benzen     | ppm       | 1990-99     | 1                        | 1 | 0,79 | 0,79   | 0,79-0,79  | 3(1)           | 1 | 12              | 0,01                | 0,02 | <lod-0,02  |
|            |           | >1999       | 5                        | 4 | 0,05 | 0,02   | 0,002-0,12 | 50(17)         | 7 | 11(0,3-13)      | 0,14                | 0,01 | <lod -4,00 |
| Toluen     | ppm       | 1990-99     | 1                        | 1 |      | 0,94   |            | 2              | 1 | 12              | 0,04                | 0,04 | 0,02-0,07  |
|            |           | >1999       | 4                        | 3 | 0,06 | 0,02   | <lod-0,20  | 52             | 6 | 11(0,3-13)      | 0,19                | 0,01 | <lod -4,00 |
| Etylbenzen | ppm       | >1999       | 4                        | 3 | 0,01 | <lod   | <lod-0,03  | 31             | 4 | 11(0,3-12)      | 0,02                | 0,01 | <lod -0,41 |
| Xylen      | ppm       | 1990-99     |                          |   |      |        |            | 1              | 1 |                 |                     | 0,02 |            |
|            |           | >1999       | 4                        | 3 | 0,03 | <lod   | <lod-0,09  | 41             | 4 | 11(0,3-13)      | 0,05                | 0,01 | <lod -1,16 |
| C4-C6      | ppm       | 1990-99     | 1                        | 1 |      | 6,37   |            | 1              | 1 |                 |                     | 0,03 |            |
|            |           | >1999       |                          |   |      |        |            | 6              | 1 | 0,8(0,5-1)      | 285,17              | 205  | <lod -840  |

| PRØVETAKING (personlige målinger-prosess offshore) |                   |             |                        |   |      |        |             |                |    |                   |                     |        |            |
|--|-------------------|-------------|------------------------|---|------|--------|-------------|----------------|----|-------------------|---------------------|--------|------------|
| Agens  | Måleenhet         | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |             | Langtidsmåling |    |                   |                     |        |            |
|  |                   |             | n(m)                   | r | AM   | median | min-maks    | n(m)           | r  | Måletid (timer)   | Konsentrasjon (ppm) |        |            |
|  |                   |             |                        |   |      |        |             |                |    | Median (min-maks) | AM                  | median | Min-maks   |
| Benzen   | ppm               | 1990-99     | 16(1)                  | 5 | 0,35 | 0,20   | <lod -1,20  | 15(1)          | 3  | 9(6-12)           | 0,15                | 0,06   | <lod-0,71  |
|  |                   | >1999       | 56(7)                  | 8 | 2,01 | 0,24   | <lod -40,0  | 104(28)        | 14 | 12(0,3-13)        | 0,06                | <lod3  | <lod -1,50 |
| Toluen   | ppm               | 1990-99     | 15                     | 5 | 0,40 | 0,19   | 0,07-1,48   | 15             | 3  | 9(6-12)           | 0,15                | 0,07   | 0,01-0,84  |
|  |                   | >1999       | 16                     | 6 | 1,33 | 0,03   | <lod -20,00 | 76             | 13 | 12(0,3-13)        | 0,09                | 0,02   | <lod -1,30 |
| Etylbenzen   | ppm               | >1999       | 46                     | 6 | 0,10 | 0,02   | <lod -2,00  | 39             | 9  | 12(0,3-13)        | 0,02                | 0,01   | <lod -0,09 |
| Xylen  | ppm               | 1990-99     | 10                     | 4 | 0,26 | 0,17   | 0,12-0,74   | 13             | 3  |                   | 0,09                | 0,05   | 0,01-0,45  |
|  |                   | >1999       | 16                     | 6 | 0,56 | 0,08   | <lod -7,00  | 52             | 12 | 12(0,3-13)        | 0,06                | 0,02   | <lod -0,46 |
| C4-C6  | ppm               | 1990-99     | 13                     | 5 | 3,52 | 1,09   | 0,34-17,1   | 13             | 3  |                   | 0,88                | 0,41   | 0,02-4,30  |
| C7-C13   | ppm               | >1999       | 9                      | 3 | 13,1 | 1,09   | <lod -111   | 10             | 5  | 8(0,3-13)         | 1,39                | 0,21   | <lod -5,10 |
| Damp   | ppm               | >1999       |                        |   |      |        |             | 2              | 1  | 10(9-12)          | <lod                | <lod   |            |
| Oljedamp   | mg/m <sup>3</sup> | >1999       | 30                     | 1 | 39   | 4,1    | 0,40-360    | 1              | 1  | 1,5               |                     | 1,0    |            |
| Alkohol  | ppm               | >1999       |                        |   |      |        |             | 2              | 1  | 10(9-12)          | 0,05                | 0,05   | <lod -0,10 |
| Aromater   | ppm               | >1999       | 5                      | 1 | 0,62 | 0,58   | 0,54-0,84   | 2              | 1  | 0,30              | 0,97                | 0,97   | 0,83-1,11  |
| Nafta  | ppm               | >1999       | 5                      | 1 | 1,15 | 1,10   | 0,82-1,56   | 2              | 1  | 0,30              | 1,61                | 1,61   | 1,22-2,00  |
| Kvikksølv  | ppm               | >1999       | 16                     | 1 | <lod | <lod   | <lod        |                |    |                   |                     |        |            |
| Sykloheksan  | ppm               | 1990-99     | 1                      | 1 |      | 0,17   |             |                |    |                   |                     |        |            |
|  |                   | >1999       | 2                      | 1 | 60,3 | 60,3   | 0,56-120    | 3              | 2  | 8(8-12)           | 3,19                | 4,70   | 0,17-4,70  |

| LABARBEID (personlige målinger-prosess offshore) |                   |             |                        |   |      |        |            |                |   |                   |      |        |            |
|--|-------------------|-------------|------------------------|---|------|--------|------------|----------------|---|-------------------|------|--------|------------|
| Agens  | Måleenhet         | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |            | Langtidsmåling |   |                   |      |        |            |
|  |                   |             | n(m)                   | r | AM   | median | min-maks   | n(m)           | r | Måletid (timer)   | AM   | median | Min-maks   |
|  |                   |             |                        |   |      |        |            |                |   | median (min-maks) |      |        |            |
| Benzen   | ppm               | 1990-99     | 3(1)                   | 2 | 0,16 | 0,19   | <lod -0,19 | 11(7)          | 3 | 12(10-12)         | 0,01 | 0,01   | <lod -0,06 |
|  |                   | >1999       | 2(1)                   | 2 | 0,04 | 0,04   | <lod -0,08 | 13(2)          | 5 | 1,5(0,4-12)       | 0,01 | 0,01   | <lod -0,04 |
| Toluen   | ppm               | 1990-99     | 2                      | 1 | 0,16 | 0,16   | 0,16-0,16  | 6              | 2 | 12(10-12)         | 0,03 | 0,02   | 0,01-0,10  |
|  |                   | >1999       | 1                      | 1 |      | 0,10   |            | 8              | 3 | 1,5(0,4-12)       | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01  |
| Etylbenzen                                       | ppm               | >1999       | 1                      | 1 |      | 0,01   |            | 8              | 3 | 1,5(0,4-12)       | 0,03 | 0,01   | <lod -0,12 |
| Xylen  | ppm               | >1999       | 1                      | 1 |      | 0,09   |            | 8              | 3 | 1,5(0,4-12)       | 0,09 | 0,03   | <lod -0,58 |
| C4-C6  | ppm               | 1990-99     | 2                      | 1 | 0,33 | 0,33   | 0,33-0,33  | 2              | 1 | 10                | 0,04 | 0,04   | 0,02-0,06  |
|  |                   | >1999       |                        |   |      |        |            | 2              | 1 | 5(3-8)            | 21,4 | 21,4   | 16,49-26,4 |
| C7-C13   | ppm               | >1999       | 1                      | 1 |      | 1,54   |            | 5              | 1 | 1,5(0,5-1,5)      | 4,35 | 2,38   | 0,01-11,4  |
| Oljetåke   | mg/m <sup>3</sup> | >1999       |                        |   |      |        |            | 6              | 1 |                   | 0,05 | 0,05   | 0,05-0,05  |
| Oljedamp   | mg/m <sup>3</sup> | >1999       |                        |   |      |        |            | 6              | 1 | 1,3(1,3-2)        | 11,8 | 11,0   | 3,00-24,   |
| Sykloheksan                                      | ppm               | 1990-99     | 2                      | 1 | 0,17 | 0,17   | 0,17-0,17  | 2              | 1 | 10                | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01  |
|  |                   | >1999       | 1                      | 1 |      | 0,13   |            |                |   |                   |      |        |            |

| BLÅSING AV TRANSMITTOR (personlige målinger-prosess offshore) |           |             |                        |   |      |        |           |
|---|-----------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|
| Agens   | Måleenhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           |
|   |           |             | n(m)                   | r | AM   | median | min-maks  |
| Benzen  | ppm       | 1990-99     |                        |   |      |        |           |
|   |           | >1999       | 7(1)                   | 2 | 0,29 | 0,29   | <lod-0,75 |
| Toluen  | ppm       | 1990-99     |                        |   |      |        |           |
|   |           | >1999       | 2                      | 1 | 0,15 | 0,15   | 0,01-0,29 |
| Etylbenzen  | ppm       | >1999       | 2                      | 1 | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,02 |
| Xylen   | ppm       | 1990-99     |                        |   |      |        |           |
|   |           | >1999       | 2                      | 1 | 0,06 | 0,06   | 0,01-0,12 |
| C4-C6   | ppm       | 1990-99     |                        |   |      |        |           |



| FLOTASJON (personlige målinger-prosess offshore) |           |             |                        |   |      |        |           |                |   |                 |          |           |            |          |            |
|--|-----------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|----------------|---|-----------------|----------|-----------|------------|----------|------------|
| Agens  | Måleenhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           | Langtidsmåling |   |                 |          |           |            |          |            |
|  |           |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  | n(m)           | r | Måletid (timer) |          | AM        | median     | min-maks |            |
|  |           |             |                        |   |      |        |           |                |   | median          | Min.maks |           |            |          |            |
| Benzen   | ppm       | 1990-99     |                        |   |      |        |           |                |   | 32(7)           | 1        | 12(12-12) | 0,10       | 0,05     | <lod -0,70 |
|  |           | >1999       | 9                      | 1 | 1,04 | 1,03   | 0,09-2,33 | 8              | 2 | 12(2-12)        | 0,10     | 0,05      | 0,002-0,40 |          |            |
| Toluen   | ppm       | 1990-99     |                        |   |      |        |           |                |   | 27              | 1        | 12(12-12) | 0,09       | 0,06     | 0,01-0,37  |
|  |           | >1999       | 9                      | 1 | 1,04 | 1,16   | 0,19-2,15 | 8              | 2 | 12(2-12)        | 0,09     | 0,03      | 0,01-0,41  |          |            |
| Etylbenzen                                       | ppm       | >1999       | 9                      | 1 | 1,57 | 1,39   | 0,15-3,67 | 8              | 2 | 12(2-12)        | 0,03     | 0,02      | 0,002-0,05 |          |            |
| Xylen  | ppm       | 1990-99     |                        |   |      |        |           |                |   | 16              | 1        | 12(2-12)  | 0,03       | 0,03     | 0,01-0,17  |
|  |           | >1999       | 9                      | 1 | 0,51 | 0,44   | 0,02-1,11 | 8              | 2 | 12-12           | 0,05     | 0,03      | 0,01-0,18  |          |            |

| VEDLIKEHOLD FILTER (personlige målinger-prosess offshore) |           |             |                        |   |      |        |           |                |   |                 |          |      |        |            |
|---|-----------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|----------------|---|-----------------|----------|------|--------|------------|
| Agens   | Måleenhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           | Langtidsmåling |   |                 |          |      |        |            |
|   |           |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  | n(m)           | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks   |
|   |           |             |                        |   |      |        |           |                |   | median          | Min-maks |      |        |            |
| Benzen  | ppm       | >1999       | 8                      | 3 | 1,18 | 0,95   | 0,01-3,43 | 10             | 5 | 12              | 0,8-12   | 0,01 | 0,01   | <lod -0,02 |
| Toluen  | ppm       | >1999       | 7                      | 3 | 1,20 | 0,71   | 0,01-2,96 | 9(7)           | 5 | 12              | 0,8-12   | 0,01 | <lod   | <lod -0,03 |
| Etylbenzen  | ppm       | >1999       | 7                      | 3 | 0,15 | 0,07   | 0,02-0,44 | 4              | 2 | 12              | 0,8-12   | <lod | <lod   | <lod -<lod |
| Xylen   | ppm       | >1999       | 7                      | 3 | 0,63 | 0,29   | 0,07-1,71 | 7              | 4 | 12              | 0,8-12   | 0,01 | <lod   | <lod -0,02 |
| C7-C13  | ppm       | >1999       |                        |   |      |        |           |                |   | 1               | 1        | 12   |        | <lod       |
| Damp  | ppm       | >1999       |                        |   |      |        |           |                |   | 1               | 1        | 12   |        | <lod       |
| Alkohol   | ppm       | >1999       |                        |   |      |        |           |                |   | 1               | 1        | 12   |        | <lod       |

| PIGGING (personlige målinger-prosess offshore) |           |             |                        |   |      |        |           |                |   |                 |          |      |        |            |
|--|-----------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|----------------|---|-----------------|----------|------|--------|------------|
| Agens  | Måleenhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           | Langtidsmåling |   |                 |          |      |        |            |
|  |           |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  | n              | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks   |
|  |           |             |                        |   |      |        |           |                |   | median          | Min-maks |      |        |            |
| Benzen   | ppm       | >1999       | 6                      | 4 | 0,33 | 0,38   | 0,02-0,67 | 7              | 3 | 0,7             | 0,4-7,5  | 0,24 | 0,14   | 0,01-0,60  |
| Toluen   | ppm       | >1999       | 6                      | 4 | 0,29 | 0,32   | 0,03-0,52 | 7              | 3 | 0,7             | 0,4-7,5  | 0,50 | 0,17   | 0,01-2,00  |
| Etylbenzen                                     | ppm       | >1999       | 6                      | 4 | 0,08 | 0,02   | 0,01-0,35 | 7              | 3 | 0,7             | 0,4-7,5  | 0,20 | 0,05   | <lod -0,49 |
| Xylen  | ppm       | >1999       | 6                      | 4 | 0,11 | 0,10   | 0,02-0,24 | 7              | 3 | 0,7             | 0,4-7,5  | 0,38 | 0,16   | <lod -1,10 |
| C7-C13   | ppm       | >1999       | 1                      | 1 |      | 0,27   |           | 4              | 2 | 4               | 0,5-7,5  | 1,01 | 1,01   | <lod -2,00 |
| Sykloheksan                                    | ppm       | >1999       | 1                      | 1 |      | 0,23   |           | 2              | 1 | 7,7             | 7,5-7,5  | 0,02 | 0,02   | <lod -0,02 |

| RENGJØRING/VEDLIKEHOLD (personlige målinger-prosess offshore) |                   |             |                        |   |      |        |           |                |   |                 |            |       |        |            |
|---|-------------------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|----------------|---|-----------------|------------|-------|--------|------------|
| Agens   | Måleperiode       | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           | Langtidsmåling |   |                 |            |       |        |            |
|   |                   |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  | n(m)           | r | Måletid (timer) |            | AM    | median | Min-maks   |
|   |                   |             |                        |   |      |        |           |                |   | median          | Min-maks   |       |        |            |
| Benzen  | ppm               | 1990-99     | 8                      | 5 | 3,33 | 1,85   | 0,15-9,24 | 3(2)           | 2 | 12              | 12-12      | 0,01  | 0,01   | <lod-0,014 |
|   |                   | >1999       |                        |   |      |        |           | 46(15)         | 6 | 11,3            | 0,33-14,4  | 0,02  | 0,005  | <lod -0,20 |
| Toluen  | ppm               | 1990-99     | 8                      | 5 | 2,87 | 2,05   | 0,13-7,31 | 3              | 2 | 12              | 12,00-12,0 | 0,01  | 0,01   | 0,01-0,01  |
|   |                   | >1999       |                        |   |      |        |           | 42             | 6 | 11,3            | 0,33-14,3  | 0,02  | 0,005  | <lod -0,17 |
| Etylbenzen  | ppm               | >1999       |                        |   |      |        |           | 23             | 2 | 5               | 1-11,7     | 0,03  | 0,007  | <lod1-0,10 |
| Xylen   | ppm               | 1990-99     | 7                      | 4 | 1,88 | 1,21   | 0,11-6,87 | 1              | 1 |                 |            |       | 0,01   |            |
|   |                   | >1999       |                        |   |      |        |           | 25             | 3 | 11              | 0,33-14,4  | 0,008 | 0,008  | <lod -0,65 |
| C4-C6   | ppm               | 1990-99     | 6                      | 4 | 1,91 | 0,41   | 0,37-8,73 | 1              | 1 |                 |            |       | 0,16   |            |
|   |                   | >1999       |                        |   |      |        |           | 2              | 1 | 2,2             | 2-2,5      | <lod  | <lod   | <lod -<lod |
| C7-C13  | ppm               | >1999       | 1                      | 1 |      | 0,83   |           | 4              | 1 | 6,              | 0,33-12    | 0,05  | 0,05   | <lod -0,10 |
| Damp  | ppm               | >1999       |                        |   |      |        |           | 4              | 1 | 6,5             | 0,33-12    | 0,03  | <lod   | <lod -0,10 |
| Alkohol   | ppm               | >1999       |                        |   |      |        |           | 4              | 1 | 6,5             | 0,33-12    | 0,03  | <lod   | <lod -0,10 |
| Oljedamp  | mg/m <sup>3</sup> | >1999       |                        |   |      |        |           | 1              | 1 | 1,8             |            |       | 0,10   |            |
| Nafta   | ppm               | >1999       | 1                      | 1 |      | 0,83   |           |                |   |                 |            |       |        |            |

| RENGJØRING AV SEPARATOR OG TANK (personlige målinger-prosess offshore) |           |             |                |   |                 |          |      |        |            |
|--|-----------|-------------|----------------|---|-----------------|----------|------|--------|------------|
| Agens  | Måleenhet | Tidsperiode | Langtidsmåling |   |                 |          |      |        |            |
|  |           |             | n(m)           | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks   |
|  |           |             |                |   | median          | Min-maks |      |        |            |
| Benzen   | ppm       | >1999       | 26(7)          | 4 | 1,7             | 0,7-9    | 3,04 | 0,22   | <lod -17,0 |
| Toluen   | ppm       | >1999       | 26             | 4 | 1,7             | 0,7-9    | 3,41 | 0,4    | <lod -25,0 |
| Etylbenzen   | ppm       | >1999       | 26             | 4 | 1,7             | 0,7-9    | 0,55 | 0,38   | <lod -4,0  |
| Xylen  | ppm       | >1999       | 26             | 4 | 1,7             | 0,7-9    | 4,60 | 1,20   | <lod -23,0 |

| ANNET SEPARATOR OG TANKARBEID (personlige målinger-prosess offshore) |           |             |                              |    |        |          |                      |   |                 |           |      |        |            |
|--|-----------|-------------|------------------------------|----|--------|----------|----------------------|---|-----------------|-----------|------|--------|------------|
| Agens  | Måleenhet | Tidsperiode | Korttidsmåling (ppm) ≤15 min |    |        |          | Langtidsmåling (ppm) |   |                 |           |      |        |            |
|  |           |             | n                            | AM | median | min-maks | n(m)                 | r | Måletid (timer) |           | AM   | median | Min-maks   |
|  |           |             |                              |    |        |          |                      |   | median          | Min-maks  |      |        |            |
| Benzen   | ppm       | >1999       | 1                            |    | 4,12   |          | 95(28)               | 4 | 5,8             | 0,28-15,5 | 0,58 | 0,05   | <lod -14,0 |
| Toluen   | ppm       | >1999       | 1                            |    | 3,50   |          | 95                   | 4 | 9,6             | 0,28-15,5 | 0,89 | 0,20   | <lod -25,0 |
| Etylbenzen   | ppm       | >1999       | 1                            |    | 0,38   |          | 90                   | 4 | 9,4             | 0,28-15,5 | 0,18 | 0,10   | <lod -3,0  |
| Xylen  | ppm       | >1999       | 1                            |    | 4,16   |          | 93                   | 4 | 9,6             | 0,28-15,5 | 1,14 | 0,50   | <lod -17,0 |

| NEDKJØRING (personlige målinger-prosess offshore) |           |             |                      |   |                 |          |      |        |            |
|---|-----------|-------------|----------------------|---|-----------------|----------|------|--------|------------|
| Agens   | Måleenhet | Tidsperiode | Langtidsmåling (ppm) |   |                 |          |      |        |            |
|   |           |             | n(m)                 | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks   |
|   |           |             |                      |   | median          | Min-maks |      |        |            |
| Benzen  | ppm       | 1990-99     | 4                    | 2 |                 |          | 0,02 | 0,02   | 0,01-0,04  |
|   |           | >1999       | 26(4)                | 1 | 8,4             | 5,2-15,2 | 0,03 | 0,01   | <lod -0,21 |
| Toluen  | ppm       | 1990-99     | 4                    | 2 |                 |          | 0,02 | 0,02   | 0,01-0,04  |
|   |           | >1999       | 26                   | 1 | 8,4             | 5,2-15,2 | 0,07 | 0,02   | <lod -1,05 |
| Etylbenzen  | ppm       | >1999       | 21                   | 1 | 8,4             | 5,2-15,2 | 0,02 | 0,01   | <lod -0,20 |
| Xylen   | ppm       | 1990-99     | 4                    | 2 |                 |          | 0,02 | 0,01   | 0,01-0,06  |
|   |           | >1999       | 23                   | 1 | 8,4             | 5,2-15,2 | 0,15 | 0,04   | <lod -2,01 |
| C4-C6   | ppm       | 1990-99     | 4                    | 2 |                 |          | 0,10 | 0,08   | 0,03-0,19  |

| LASTING (personlige målinger-prosess offshore) |                   |             |                              |   |       |        |             |                      |   |        |          |      |        |            |
|--|-------------------|-------------|------------------------------|---|-------|--------|-------------|----------------------|---|--------|----------|------|--------|------------|
| Agens  | Måleenhet         | Tidsperiode | Korttidsmåling (ppm) ≤15 min |   |       |        |             | Langtidsmåling (ppm) |   |        |          |      |        |            |
|  |                   |             | n                            | r | AM    | median | min-maks    | n(m)                 | r | median | Min-maks | AM   | median | Min-maks   |
| Benzen   | ppm               | >1999       | 2                            | 1 | 1,38  | 1,38   | 1,13-1,63   | 5(5)                 | 1 | 12     | 12-12    | <lod | <lod   | <lod -<lod |
| Toluen   | ppm               | >1999       |                              |   |       |        |             | 5                    | 1 | 12     | 12-12    | <lod | <lod   | <lod -<lod |
| Etylbenzen                                     | ppm               | >1999       | 2                            | 1 | 0,49  | 0,49   | 0,04-0,63   | 5                    | 1 | 12     | 12-12    | <lod | <lod   | <lod -<lod |
| C7-C13   | ppm               | >1999       | 2                            | 1 | 0,14  | 0,14   | 0,04-0,24   |                      |   |        |          |      |        |            |
| Oljedamp                                       | mg/m <sup>3</sup> | >1999       | 2                            | 1 | 34,50 | 34,50  | 27,00-42,00 |                      |   |        |          |      |        |            |
| Nafta  | ppm               | >1999       | 2                            | 1 | 0,14  | 0,14   | 0,04-0,24   |                      |   |        |          |      |        |            |
| Kvikksølv                                      | ppm               | >1999       | 2                            | 1 | <lod  | <lod   | <lod        |                      |   |        |          |      |        |            |
| Acetaldehyd                                    | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 4*                           |   | 0,09  | 0,07   | 0,06-0,14   |                      |   |        |          |      |        |            |

|               |                   |         |    |  |      |      |           |   |      |  |  |      |
|---------------|-------------------|---------|----|--|------|------|-----------|---|------|--|--|------|
| Glutaraldehyd | mg/m <sup>3</sup> | >1999   |    |  |      |      | 1         | 1 | 7,4  |  |  | 0,27 |
|               |                   | 1990-99 | 4* |  | 0,04 | 0,04 | 004-0,04  |   |      |  |  |      |
| Formaldehyd   | mg/m <sup>3</sup> | >1999   |    |  |      |      | 1         | 1 | 7,4  |  |  | 0,02 |
|               |                   | 1990-99 | 4* |  | 0,07 | 0,07 | 0,06-0,07 |   |      |  |  |      |
|               |                   | >1999   |    |  |      |      | 1         | 1 | 7,40 |  |  | 0,29 |

\*ukjent om dette er korttidsmåling eller langtidsmåling

| BIOCIDBEHANDLING (personlige målinger-prosess offshore) |                   |             |                      |   |      |        |           |
|---|-------------------|-------------|----------------------|---|------|--------|-----------|
| Agens   | Måleenhet         | Tidsperiode | Langtidsmåling (ppm) |   |      |        |           |
|   |                   |             | n                    | r | AM   | median | Min-maks  |
| Formaldehyd   | mg/m <sup>3</sup> | 1990-00     | 9                    | 2 | 0,14 | 0,14   | 0,06-0,29 |

| Oppgave ukjent (personlige målinger-prosess offshore) |                   |             |                              |    |        |          |                      |   |                 |           |      |        |            |
|---|-------------------|-------------|------------------------------|----|--------|----------|----------------------|---|-----------------|-----------|------|--------|------------|
| Agens   | Måleenhet         | Tidsperiode | Korttidsmåling (ppm) ≤15 min |    |        |          | Langtidsmåling (ppm) |   |                 |           |      |        |            |
|   |                   |             | n                            | AM | median | min-maks | n(m)                 | r | Måletid (timer) |           | AM   | median | Min-maks   |
|   |                   |             |                              |    |        |          |                      |   | median          | Min-maks  |      |        |            |
| Benzen  | ppm               | 1990-99     |                              |    |        |          | 21(5)                | 5 | 12              | 1-12      | 0,05 | 0,04   | <lod -0,18 |
|   |                   | >1999       | 1                            |    | 0,02   |          | 24(8)                | 7 | 12              | 0,5-14    | 0,05 | 0,002  | <lod -0,90 |
| Toluen  | ppm               | 1990-99     |                              |    |        |          | 5                    | 3 | 9,97            | 10-12     | 0,06 | 0,04   | 0,01-0,12  |
|   |                   | >1999       |                              |    |        |          | 18                   | 5 | 12              | 0,5-14    | 0,07 | <lod   | <lod -1,00 |
| Etylbenzen  | ppm               | >1999       |                              |    |        |          | 9                    | 2 | 12              | 12-12     | 0,02 | 0,01   | <lod -0,03 |
| Xylen   | ppm               | 1990-99     |                              |    |        |          | 2                    | 2 | 6,5             | 1-12      | 0,03 | 0,03   | 0,02-0,05  |
|   |                   | >1999       |                              |    |        |          | 15                   | 4 | 12,0            | 9,5-12    | 0,04 | 0,01   | <lod -0,20 |
| C7-C13  | ppm               | >1999       | 1                            |    | <lod   |          | 10                   | 2 | 11              | 9,5-14,1  | 0,10 | 0,10   | <lod -0,30 |
| Alkohol   | ppm               | >1999       |                              |    |        |          | 5                    | 1 | 11              | 9,5-11,5  | 0,87 | 0,75   | 0,65-1,15  |
| Oljedamp  | mg/m <sup>3</sup> | >1999       |                              |    |        |          | 1                    | 1 | 1,8             |           |      | 0,10   |            |
| Aceton  | ppm               | >1999       |                              |    |        |          | 5                    | 1 | 11              | 9,5-11,5  | 0,16 | 0,05   | 0,05-0,60  |
| SO2   | ppm               | >1999       |                              |    |        |          | 2                    | 1 | 0,5             | 0,4-0,6   | 1,15 | 1,15   | 1,10-1,20  |
| Acetaldehyd   | mg/m <sup>3</sup> | >1999       |                              |    |        |          | 1                    | 1 | 7,4             |           |      | 0,13   |            |
| Glutaraldehyd   | mg/m <sup>3</sup> | >1999       |                              |    |        |          | 1                    | 1 | 7,4             |           |      | 0,02   |            |
| Formaldehyd   | mg/m <sup>3</sup> | >1999       |                              |    |        |          | 1                    | 1 | 7,4             |           |      | 0,20   |            |
| Sykloheksan   | ppm               | 1990-99     |                              |    |        |          | 2                    |   | 10              | 9,95-9,97 | 0,09 | 0,09   | 0,09-0,09  |

## **APPENDIX 4b.**

### **PRODUKSJON OG PROSESS OFFSHORE - STASJONÆRE MÅLINGER**

Tabellene viser stasjonære målinger utført offshore i forbindelse med at det har blitt utført ulike arbeidsoppgaver.

**n= antall målinger, r = antall rigger; AM=aritmetisk gjennomsnitt**

| <b>ÅPNING AV HYDROKARBONFØRENDE SYSTEMER (stasjonære målinger-prosess offshore)</b> |            |             |                              |   |      |        |           |
|---|------------|-------------|------------------------------|---|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling (ppm) ≤15 min |   |      |        |           |
|   |            |             | n                            | r | AM   | median | min-maks  |
| Benzen  | ppm        | >1999       | 2                            | 2 | 1,65 | 1,65   | 1,60-1,70 |

| <b>PRØVETAKING OG ANALYSE (stasjonære målinger-prosess offshore)</b> |            |             |                        |   |      |        |           |                         |   |      |        |           |
|--|------------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|-------------------------|---|------|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           | Langtidsmåling > 15 min |   |      |        |           |
|  |            |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  | n                       | r | AM   | median | Min-maks  |
| Benzen   | ppm        | 1990-99     |                        |   |      |        |           | 4                       | 3 | 2,52 | 0,03   | 0,01-10,0 |
|  |            | >1999       | 5                      | 1 | 1,78 | 0,80   | 0,60-4,90 |                         |   |      |        |           |
| Toluen   | ppm        | 1990-99     |                        |   |      |        |           | 2                       | 2 | 0,04 | 0,04   | 0,02-0,06 |
| Xylen  | ppm        | 1990-99     |                        |   |      |        |           | 2                       | 2 | 0,03 | 0,03   | 0,02-0,04 |
| C4-C6  | ppm        | 1990-99     |                        |   |      |        |           | 2                       | 2 | 0,15 | 0,15   | 0,03-0,27 |

| <b>LABARBEID (stasjonære målinger- prosess offshore)</b> |            |             |                        |   |      |        |           |                         |   |                 |          |       |        |           |
|--|------------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|-------------------------|---|-----------------|----------|-------|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |       |        |           |
|  |            |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM    | median | Min-maks  |
|  |            |             |                        |   |      |        |           |                         |   | median          | Min-maks |       |        |           |
| Benzen   | ppm        | 1990-99     | 2                      | 1 | 0,22 | 0,22   | 0,10-0,33 | 2                       | 2 | 12              | 12-12    | 11,71 | 11,7   | 0,02-23,4 |
| Toluen   | ppm        | 1990-99     | 1                      | 1 |      | 0,20   |           | 1                       | 1 |                 |          |       | 0,03   |           |
| C4-C6  | ppm        | 1990-99     |                        |   |      |        |           | 1                       | 1 |                 |          |       | 0,40   |           |
| C7-C13   | ppm        | >1999       |                        |   |      |        |           | 1                       | 1 | 1,5             |          |       | 0,63   |           |
| Oljetåke   | ppm        | >1999       | 2*                     | 1 | 0,05 | 0,05   | 0,05-0,05 |                         |   |                 |          |       |        |           |
| Oljedamp   | ppm        | >1999       |                        |   |      |        |           | 2                       | 1 | 0,9             | 0,5-1,3  | 4,50  | 4,50   | 3,0-6,0   |
| Aceton   | ppm        | <1990       |                        |   |      |        |           | 1                       | 1 |                 |          |       | 21,3   |           |

\*ukjent om dette er kort eller lang tids eksponering

| BLÅSING AV TRANSMITTOR (stasjonære målinger- prosess offshore) |            |             |                         |   |     |        |           |
|--|------------|-------------|-------------------------|---|-----|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |     |        |           |
|  |            |             | n                       | r | AM  | median | Min-maks  |
| Benzen   | ppm        | 1990-99     | 2                       | 1 | 5,0 | 5,0    | 0,01-10,0 |

| FLOTASJON (stasjonære målinger- prosess offshore) |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|---|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|------------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |            |
|   |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | min-maks   |
|   |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |            |
| Benzen  | ppm        | 1990-99     | 6                       | 1 | 12              | 12-12    | 0,07 | 0,07   | 0,01-10,00 |
| Toluen  | ppm        | 1990-99     | 2                       | 1 | 12              | 12-12    | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,02  |
| Xylen   | ppm        | 1990-99     | 1                       | 1 | 12              |          |      | 0,01   |            |

| PIGGING (stasjonære målinger- prosess offshore) |            |             |                         |   |    |        |          |
|---|------------|-------------|-------------------------|---|----|--------|----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |    |        |          |
|   |            |             | n                       | r | AM | Median | Min-maks |
| Benzen  | ppm        | 1990-99     | 1                       | 1 |    | 10     |          |

| RENGJØRING VEDLIKEHOLD (stasjonære målinger- prosess offshore) |            |             |                         |   |                 |          |      |        |           |
|--|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|  |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|  |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen   | ppm        | 1990-99     | 9                       | 2 | 12              | 12-12    | 0,09 | 0,01   | 0,01-0,75 |
|  |            | >1999       | 2                       |   |                 |          | 0,71 | 0,71   | 0,60-0,81 |
| Toluen   | ppm        | 1990-99     | 2                       | 1 |                 |          | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01 |
|  |            | >1999       | 2                       |   |                 |          | 0,96 | 0,96   | 0,85-1,01 |
| Etylbenzen   | ppm        | >1999       | 2                       |   |                 |          | 0,44 | 0,44   | 0,37-0,51 |
| Xylen  | ppm        | 1990-99     | 2                       | 1 |                 |          | 0,45 | 0,45   | 0,01-0,08 |
|  |            | >1999       | 2                       |   |                 |          | 4,40 | 4,40   | 3,74-5,10 |
| C4-C6  | ppm        | 1990-99     | 2                       | 1 |                 |          | 0,02 | 0,02   | 0,02-0,02 |

| Rengjøring av separator og tank (stasjonære målinger- prosess offshore) |            |             |                         |                 |          |    |        |          |
|---|------------|-------------|-------------------------|-----------------|----------|----|--------|----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |                 |          |    |        |          |
|   |            |             | n                       | Måletid (timer) |          | AM | median | Min-maks |
|   |            |             |                         | median          | Min-maks |    |        |          |
| Benzen  | ppm        | >1999       | 1                       | 0,33            |          |    | 6,0    |          |
| Toluen  | ppm        | >1999       | 1                       | 0,33            |          |    | 6,0    |          |
| Etylbenzen  | ppm        | >1999       | 1                       | 0,33            |          |    | 0,3    |          |
| xylene  | ppm        | >1999       | 1                       | 0,33            |          |    | 4,0    |          |

| Annet separator og tankarbeid (stasjonære målinger- prosess offshore) |            |             |                        |   |      |        |           |                         |   |                 |          |      |        |           |
|---|------------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|   |            |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|   |            |             |                        |   |      |        |           |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen  | ppm        | >1999       | 8                      | 1 | 0,24 | 0,06   | <lod-1,30 | 7                       | 2 | 0,9             | 0,3-10,3 | 0,36 | 0,17   | 0,02-0,81 |
| Toluen  | ppm        | >1999       | 8                      | 1 | 0,56 | 0,13   | 0,01-3,00 | 7                       | 2 | 0,9             | 0,3-10,3 | 0,51 | 0,30   | 0,02-1,08 |
| Etylbenzen  | ppm        | >1999       | 8                      | 1 | 0,70 | 0,01   | <lod-3,00 | 7                       | 2 | 0,9             | 0,3-10,3 | 0,14 | 0,03   | <lod-0,51 |
| xylene  | ppm        | >1999       | 8                      | 1 | 0,66 | 0,10   | 0,01-3,00 | 7                       | 2 | 0,9             | 0,3-10,3 | 1,45 | 0,30   | 0,02-5,07 |

| BIOCIDBEHANDLING (stasjonære målinger- prosess offshore) |                   |             |                         |   |      |        |           |  |
|--|-------------------|-------------|-------------------------|---|------|--------|-----------|--|
| Agens  | Måle enhet        | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |      |        |           |  |
|  |                   |             | n                       | r | AM   | median | Min-maks  |  |
| Formaldehyd  | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 20                      | 3 | 0,13 | 0,07   | 0,01-0,53 |  |

| JETTING (stasjonære målinger- prosess offshore) |                   |             |                         |   |                 |           |      |        |           |
|---|-------------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|-----------|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet        | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |           |      |        |           |
|   |                   |             | n                       | r | Måletid (timer) |           | AM   | median | Min-maks  |
|   |                   |             |                         |   | median          | Min-maks  |      |        |           |
| Alkohol   | ppm               | 1990-99     | 11                      | 2 | 6,00            | 6,0-12,0  | 1,16 | 1,23   | 0,31-1,73 |
| SO <sub>2</sub>                                 | ppm               | 1990-99     | 3                       | 3 |                 |           | <lod | <lod   | <lod-<lod |
| Glutaraldehyd                                   | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 17                      | 3 | 12,00           | 6,0-75,0  | 0,05 | 0,06   | 0,01-0,06 |
| Formaldehyd                                     | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 6                       | 1 | 12,00           | 12,0-75,0 | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,02 |

| Oppgave ukjent (stasjonære målinger- prosess offshore) |                   |             |                        |      |       |        |            |                         |     |                 |          |      |            |           |
|--|-------------------|-------------|------------------------|------|-------|--------|------------|-------------------------|-----|-----------------|----------|------|------------|-----------|
| Agens  | Måle enhet        | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |      |       |        |            | Langtidsmåling > 15 min |     |                 |          |      |            |           |
|  |                   |             | n                      | r    | AM    | median | min-maks   | n                       | r   | Måletid (timer) |          | AM   | median     | Min-maks  |
|  |                   |             |                        |      |       |        |            |                         |     | median          | Min-maks |      |            |           |
| Benzen   | ppm               | <1990       |                        |      |       |        |            | 110                     | 8   |                 |          | 0,13 | 0,10       | 0,10-1,60 |
|  |                   | 1990-99     | 9                      | 3    | 0,51  | 0,10   | 0,10-2,51  | 51                      | 4   | 12              | 1,-12,0  | 0,04 | 0,01       | 0,01-0,76 |
|  |                   |             | 3*                     | 1    | 11,70 | 0,27   | 0,26-34,55 |                         |     |                 |          |      |            |           |
|  |                   | >1999       | 8                      | 3    | 1,89  | 1,56   | <lod-1<lod | 42                      | 8   | 3               | 0,5-12   | <lod | <lod       | <lod-0,02 |
| 1*   | 1                 |             |                        | 0,30 |       |        |            |                         |     |                 |          |      |            |           |
| Toluen   | ppm               | <1990       | 1*                     | 1    |       | 1,00   |            |                         |     |                 |          |      |            |           |
|  |                   | 1990-99     | 3*                     | 1    | 4,97  | 4,97   | 4,97-4,97  | 4                       | 2   | 5,7             | 1-12     | 0,28 | 0,10       | 0,02-0,90 |
|  |                   | >1999       | 4                      | 2    | 2,83  | 0,16   | <lod-11,0  | 27                      | 7   | 3               | 0,6-12   | 0,01 | <lod       | <lod-0,04 |
|  |                   |             | 1*                     | 1    |       | 0,22   |            |                         |     |                 |          |      |            |           |
| Etylbenzen   | ppm               | >1999       | 4                      | 2    | 0,52  | 0,04   | <lod-2,0   | 10                      | 4   | 2               | 0,6-3    | <lod | <lod       | <lod-<lod |
| Xylen  | ppm               | <1990       | 1*                     | 1    |       | 4,00   |            | 2                       | 1   |                 |          | 1,00 | 1,00       | 1,00-1,0  |
|  |                   | 1990-99     |                        |      |       |        |            | 1                       | 1   | 1               |          |      | 0,34       |           |
|  |                   | >1999       | 4                      | 2    | 1,29  | 0,07   | <lod-5,0   | 19                      | 6   | 2,8             | 0,6-3    | <lod | <lod       | <lod-<lod |
|  |                   |             | 1*                     | 1    |       | 0,07   |            |                         |     |                 |          |      |            |           |
| C7-C13   | ppm               | >1999       | 4                      | 2    | 2,75  | 0,01   | <lod-11,0  | 11                      | 4   | 3               | 0,6-6,4  | 0,15 | 0,04       | <lod-1,0  |
| Damp   | ppm               |             |                        |      |       |        | 2          | 1                       | 2   | 1,7-2,2         | 0,50     | 0,50 | 0,33-0,68  |           |
| Oljetåke   | ppm               | >1999       |                        |      |       |        | 45         | 3                       | 2   | 0,3-4,0         | 0,18     | 0,15 | <lod-1,90  |           |
| Oljedamp   | ppm               | >1999       |                        |      |       |        | 75         | 4                       | 2   | 0,3-6,8         | 1,28     | 0,43 | 0,10-2<lod |           |
| Aromater   | ppm               | >1999       |                        |      |       |        | 4          | 1                       | 2   | 1,4-2,8         | <lod     | <lod | <lod-<lod  |           |
| Støv   | mg/m <sup>3</sup> | <1990       | 13*                    | 4    | 0,84  | 0,10   | 0,10-9,40  | 5                       | 4   | 7               | 5,7-9,5  | 180  | 16,3       | 0,10-575  |
| Nafta  | ppm               | >1999       |                        |      |       |        | 5          | 1                       | 6   | 5,7-6,4         | 0,31     | 0,11 | 0,07-1,0   |           |
| Kvikksølv  | ppm               | >1999       | 2                      | 1    | <lod  | <lod   | <lod-<lod  |                         |     |                 |          |      |            |           |
| Acetaldehyd  | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 6*                     | 1    | 0,11  | 0,11   | 0,07-0,13  |                         |     |                 |          |      |            |           |
|  |                   | >1999       |                        |      |       |        | 4          | 1                       | 7   | 6,9-7,1         | 0,17     | 0,17 | 0,16-0,17  |           |
| Glutaraldehyd  | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 6*                     | 1    | 0,04  | 0,04   | 0,04-0,04  |                         |     |                 |          |      |            |           |
|  |                   | >1999       |                        |      |       |        | 6          | 2                       | 7   | 0,3-7,1         | 0,01     | 0,02 | <lod-0,02  |           |
| Formaldehyd  | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 6*                     | 1    | 0,13  | 0,07   | 0,05-0,31  |                         |     |                 |          |      |            |           |
|  |                   | >1999       |                        |      |       |        | 6          | 2                       | 6,9 | 0,3-7,1         | 0,25     | 0,24 | 0,02-0,53  |           |
| Metylisobutylketon                                     | mg/m <sup>3</sup> | <1990       | 1*                     | 1    |       | 0,91   |            |                         |     |                 |          |      |            |           |
| Sykloheksan  | ppm               | >1999       |                        |      |       |        | 2          | 2                       | 1,6 | 1,5-1,8         | 0,03     | 0,03 | 0,01-0,05  |           |

\* ukjent om dette er kort eller lang tids eksponering



## APPENDIX 4c

### PRODUKSJON OG PROSESS OFFSHORE - STASJONÆR/PERSONLIG IKKE OPPGITT

Tabellene viser målinger utført offshore i forbindelse med ulike arbeidsoppgaver der det ikke er kjent om målingene var personlige eller stasjonære.

n= antall målinger, r = antall rigger; AM=aritmetisk gjennomsnitt

| PRØVETAKING OG ANALYSE (stasjonær/personlig ikke oppgitt- prosess offshore) |                   |             |                        |   |      |        |            |                         |   |                 |          |      |        |            |
|---|-------------------|-------------|------------------------|---|------|--------|------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|------------|
| Agens   | Måle enhet        | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |            | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |            |
|   |                   |             | n                      | r | AM   | median | min-maks   | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks   |
|   |                   |             |                        |   |      |        |            |                         |   | median          | Min-maks |      |        |            |
| Benzen  | ppm               | 1990-99     | 1                      | 1 |      | 1,80   |            | 1                       | 1 | 12              |          |      | 0,02   |            |
|   |                   | >1999       | 3                      | 1 | <lod | <lod   | <lod -0,01 | 2                       | 1 | 5,5             | 0,3-10,7 | 0,06 | 0,06   | 0,01-0,11  |
| Toluen  | ppm               | 1990-99     | 1                      | 1 |      | 1,31   |            | 1                       | 1 | 12              |          |      | 0,02   |            |
|   |                   | >1999       | 3                      | 1 | <lod |        |            | 2                       | 1 | 5,5             | 0,3-10,7 | 0,03 | 0,03   | <lod-0,06  |
| Xylen   | ppm               | 1990-99     | 1                      | 1 |      | 0,76   |            | 1                       | 1 | 12              |          |      | 0,01   |            |
|   |                   | >1999       | 3                      | 1 | <lod |        |            | 2                       | 1 | 5               | 0,3-10,7 | 0,01 | 0,01   | <lod -0,02 |
| C4-C6   | ppm               | 1990-99     |                        |   |      |        |            | 1                       | 1 | 12              |          |      | 0,08   |            |
| C7-C13  | ppm               | >1999       | 3                      | 1 | <lod | <lod   | <lod -0,01 | 2                       | 1 | 5,5             | 0,3-10,7 | 0,40 | 0,40   | 0,02-0,78  |
| Alkohol   | ppm               | <1990       |                        |   |      |        |            | 20                      | 1 | 4,              | 3,9-6,1  | 0,01 | 0,02   | <lod -0,03 |
| Oljetåke  | ppm               | >1999       |                        |   |      |        |            | 9                       | 3 | 2               | 0,5-4,1  | 0,48 | 0,17   | 0,11-2,5   |
| Oljedamp  | ppm               | >1999       |                        |   |      |        |            | 9                       | 3 | 2               | 0,5-4,1  | 2,61 | 2,00   | 1,30-7,5   |
| Stoddard solvent  | mg/m <sup>3</sup> | <1990       |                        |   |      |        |            | 9                       | 1 | 4,7             | 4-       | 0,04 | 0,04   | 0,02-0,07  |
| Sykloheksan   | ppm               | 1990-99     | 1                      | 1 |      | 0,60   |            | 1                       | 1 | 12              |          |      | 0,02   |            |

| FLOTASJON (stasjonær/personlig ikke oppgitt- prosess offshore) |            |             |                        |    |        |          |
|--|------------|-------------|------------------------|----|--------|----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |    |        |          |
|  |            |             | n                      | AM | median | min-maks |
| Benzen   | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 1,93   |          |
| Toluen   | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 1,25   |          |
| Etylbenzen   | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 0,77   |          |
| Sykloheksan  | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 0,55   |          |

| RENGJØRING VEDLIKEHOLD (stasjonær/personlig ikke oppgitt- prosess offshore) |            |             |                         |   |                 |          |      |        |           |
|---|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|   |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|   |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen  | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 0,8             | 0,66-1,  | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01 |
| Toluen  | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 0,8             | 0,66-1   | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01 |
| Xylen   | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 0,8             | 0,66-1   | <lod | <lod   | <lod-<lod |

| Separator og tankarbeid (stasjonær/personlig ikke oppgitt- prosess offshore) |            |             |                         |   |                 |          |      |        |           |
|--|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|  |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|  |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen   | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 1,2             | 1,2-1,2  | 1,35 | 1,35   | 0,70-2,0  |
| Toluen   | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 1,2             | 1,2-1,2  | 1,40 | 1,40   | 1,00-1,8  |
| Etylbenzen   | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 1,2             | 1,2-1,2  | 0,06 | 0,06   | 0,05-0,07 |
| Xylen  | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 1,2             | 1,2-1,2  | 0,65 | 0,65   | 0,60-0,70 |

| Oppgave ukjent (stasjonær/personlig ikke oppgitt- prosess offshore) |            |             |                        |   |      |        |           |                         |   |                 |          |      |        |           |
|---|------------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|   |            |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|   |            |             |                        |   |      |        |           |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen  | ppm        | <1990       |                        |   |      |        |           | 102                     | 7 | 5,2             | 4-15     | 0,10 | <lod   | <lod -7,8 |
|   |            | 1990-99     | 6                      | 1 | 0,30 | 0,18   | 0,17-0,76 | 32                      | 3 | 5,7             | 4-12     | 0,16 | 0,03   | 0,01-2,15 |
|   |            |             | 1*                     | 1 |      | 0,18   |           |                         |   |                 |          |      |        |           |
|   |            | >1999       | 2                      | 1 | 0,23 | 0,23   | 0,15-0,31 | 4                       | 2 | 0,6             | 0,50-1   | 0,08 | 0,06   | 0,04-0,15 |
|   |            | 1*          | 1                      |   | 1,49 |        |           |                         |   |                 |          |      |        |           |

|                    |                   |         |    |   |       |       |             |     |   |     |          |       |       |            |
|--------------------|-------------------|---------|----|---|-------|-------|-------------|-----|---|-----|----------|-------|-------|------------|
| Toluen             | ppm               | <1990   |    | 1 |       |       |             | 102 | 7 | 5,2 | 4-15,1   | 0,01  | <lod  | <lod -0,36 |
|                    |                   | 1990-99 | 6  |   | 0,31  | 0,18  | 0,14-0,94   | 32  | 3 | 5,7 | 4-12     | 0,10  | 0,03  | 0,01-1,14  |
|                    |                   | 1*      | 1  |   | 0,11  |       |             |     |   |     |          |       |       |            |
|                    |                   | >1999   | 1* | 1 |       | 0,80  |             | 1   | 1 | 0,7 |          |       | 0,01  |            |
| Xylen              | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 10  | 1 | 4,6 | 4,3-5,9  | 0,01  | <lod  | <lod-0,02  |
|                    |                   | 1990-99 | 4  | 1 | 0,14  | 0,13  | 0,12-0,17   | 26  | 2 | 5,6 | 4-12     | 0,05  | 0,03  | 0,01-0,23  |
|                    |                   | 1*      | 1  |   | 0,08  |       |             |     |   |     |          |       |       |            |
|                    |                   | >1999   | 1* | 1 |       | 0,26  |             | 1   | 1 | 0,7 |          |       | 0,01  |            |
| C4-C6              | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 93  | 7 | 5,2 | 4-15,1   | 0,02  | <lod  | <lod -0,20 |
|                    |                   | 1990-99 |    |   |       |       |             | 1   | 1 | 7,5 |          |       | 0,04  |            |
| Oljedamp           | ppm               | >1999   | 2  | 1 | 17,00 | 17,00 | 12,00-22,00 | 3   | 1 | 0,5 | 0,50-1   | 11,07 | 1,80  | 0,40-31,00 |
| Støv               | mg/m <sup>3</sup> | <1990   | 3* | 2 | 0,08  | <lod  | <lod-0,23   | 22  | 5 | 4,8 | 4,2-5,7  | 0,92  | 0,05  | <lod -9,47 |
| Støv<5µm           | mg/m <sup>3</sup> | <1990   |    |   |       |       |             | 3   | 2 | 5,0 | 5,0-5,4  | 0,14  | 0,17  | 0,07-0,17  |
| Nikkel             | mg/m <sup>3</sup> | <1990   |    |   |       |       |             | 2   | 1 | 8   | 8-8      | <lod  |       |            |
| Aceton             | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 1   | 1 | 5   |          |       | 21,36 |            |
| H <sub>2</sub> S   | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 1   | 1 | 5,7 |          | <lod  |       |            |
| 2-metylpentan      | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 94  | 7 | 5,2 | 4-15     | <lod  | <lod  | <lod-0,07  |
| 3-metylpentan      | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 94  | 7 | 5,2 | 4-15     | <lod  | <lod  | <lod-0,04  |
| Metylcyclopentan   | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 94  | 7 | 5,2 | 4-15     | <lod  | <lod  | <lod-0,08  |
| 1-heksen           | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 3   | 2 | 5,2 | 5,2-5,5  | <lod  | <lod  | <lod-<lod  |
| Isopentan strømmen | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 3   | 2 | 5,2 | 5,2-5,5  | <lod  | <lod  | <lod-<lod  |
| Jernoksid          | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 33  | 1 | 8   | 8-8      | 0,13  | 0,06  | <lod-0,34  |
|                    |                   | 1990-99 |    |   |       |       |             | 4   | 1 | 3,3 | 2,5-4,3  | 0,70  | 0,68  | 0,01-1,41  |
| Metylisobutylketon | mg/m <sup>3</sup> | <1990   |    |   |       |       |             | 2   | 1 | 6,1 | 5,10-7,1 | 0,91  | 0,91  | 0,91-0,91  |
| Kobber             | mg/m <sup>3</sup> | <1990   |    |   |       |       |             | 33  | 1 | 8   | 8-8      | <lod  | <lod  | <lod-0,01  |
| Magnesiumoksid     | mg/m <sup>3</sup> | <1990   |    |   |       |       |             | 33  | 1 | 8   | 8-8      | <lod  | <lod  | <lod-0,01  |
| Kromsyre           | mg/m <sup>3</sup> | <1990   |    |   |       |       |             | 2   | 1 | 8   | 8-8      | <lod  | <lod  | <lod-<lod  |
| Sykloheksan        | ppm               | <1990   |    |   |       |       |             | 28  | 4 |     |          | 0,02  | 0,02  | <lod-0,09  |
|                    |                   | 1990-99 | 6  | 1 | 0,50  | 0,19  | 0,16-1,51   | 29  | 3 |     |          | 0,03  | 0,03  | 0,01-0,27  |
|                    |                   | 1*      | 1  |   | 0,24  |       |             |     |   |     |          |       |       |            |

\* ukjent om dette er korttid- eller langtidmåling

## **APPENDIX 5a**

### **LANDANLEGG - PERSONLIGE MÅLINGER**

Tabellene viser personlige målinger utført på landanlegg ved ulike arbeidsoppgaver.

r = antall anlegg; , AM=aritmetisk gjennomsnitt

n(m) = antall målinger (antall målinger under deteksjonsgrensen; dvs. <lod)

Antall målinger under deteksjonsgrensen er kun gitt for personlige målinger av benzen.

| ÅPNING AV HYDROKARBONFØRENDE SYSTEMER (personlige målinger - landanlegg) |            |             |                         |   |                 |           |      |        |           |
|--|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|-----------|------|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling > 15 min |   |                 |           |      |        |           |
|  |            |             | n(m)                    | r | Måletid (timer) |           | AM   | median | Min-maks  |
|  |            |             |                         |   | median          | Min-maks  |      |        |           |
| Benzen   | ppm        | 1990-99     | 5(2)                    | 1 | 0,07            | 0,03-0,08 | 0,62 | 0,40   | <lod-1,80 |

| PRØVETAKING OG ANALYSE (personlige målinger - landanlegg) |            |             |                        |   |  |  |         |        |            |                         |   |                 |          |      |        |           |
|---|------------|-------------|------------------------|---|--|--|---------|--------|------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |  |  |         |        |            | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|   |            |             | n(m)                   | r |  |  | AM      | median | min-maks   | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|   |            |             |                        |   |  |  |         |        |            |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen  | ppm        | 1990-99     | 27(9)                  | 1 |  |  | 1,57    | 0,36   | <lod-13,6  | 18(10)                  | 1 |                 |          | 0,06 | 0,05   | <lod-0,2  |
|   |            | >1999       | 1                      | 1 |  |  |         | 0,20   |            | 3                       | 1 | 0,8             | 0,7-1,2  | 0,05 | 0,03   | 0,02-0,10 |
| Toluen  | ppm        | 1990-99     | 19                     | 1 |  |  | 1,47    | 0,27   | 0,08-7,50  |                         |   |                 |          |      |        |           |
|   |            | >1999       | 1                      | 1 |  |  |         | 0,08   |            | 3                       | 1 | 0,8             | 0,7-1,2  | 0,04 | 0,03   | 0,02-0,08 |
| Etylbenzen  | ppm        | >1999       | 1                      | 1 |  |  |         | 0,01   |            | 3                       | 1 | 0,8             | 0,7-1,2  | 0,01 | <lod   | <lod-<lod |
| Xylen   | ppm        | 1990-99     | 19                     | 1 |  |  | 0,57    | 0,14   | <lod-3,30  |                         |   |                 |          |      |        |           |
|   |            | >1999       | 1                      | 1 |  |  |         | 0,05   |            | 3                       | 1 | 0,8             | 0,7-1,2  | 0,04 | 0,01   | 0,01-0,10 |
| C4-C6   | ppm        | 1990-99     | 21                     | 1 |  |  | 1045,10 | 19,00  | <lod-21000 |                         |   |                 |          |      |        |           |
| Aromater  | ppm        | 1990-99     | 19                     | 1 |  |  | 0,99    | <lod   | <lod-16,20 |                         |   |                 |          |      |        |           |

**LABARBEID (personlige målinger - landanlegg)**

| Agens      | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |    |        |          | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|------------|------------|-------------|------------------------|----|--------|----------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
|            |            |             | n                      | AM | median | min-maks | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|            |            |             |                        |    |        |          |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen     | ppm        | 1990-99     |                        |    |        |          | 22                      | 1 | 7,5             | 3,7-11,5 | 0,02 | 0,01   | 0,01-0,08 |
|            |            | >1999       | 1                      |    | 0,02   |          | 3                       | 2 | 8               | 1,0-8    | 0,02 | 0,02   | 0,02-0,03 |
| Toluen     | ppm        | 1990-99     |                        |    |        |          | 22                      | 1 | 7,5             | 3,7-11,5 | 0,09 | 0,08   | 0,02-0,23 |
|            |            | >1999       |                        |    |        |          | 14                      | 2 | 6,5             | 6,5-8    | 0,04 | 0,05   | 0,01-0,05 |
| Etylbenzen | ppm        | >1999       |                        |    |        |          | 4                       | 1 | 8               | 8-8      | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01 |
| Xylen      | ppm        | 1990-99     |                        |    |        |          | 22                      | 1 | 7,5             | 3,7-11,5 | 0,06 | 0,03   | 0,01-0,20 |
|            |            | >1999       |                        |    |        |          | 14                      | 2 | 6,5             | 6,5-8    | 0,04 | 0,04   | 0,02-0,04 |
| C4-C6      | ppm        | 1990-99     |                        |    |        |          | 22                      | 1 | 7,5             | 3,7-11,5 | 1,15 | 0,45   | 0,10-5,60 |
|            |            | >1999       |                        |    |        |          | 4                       | 1 | 8               | 8-8      | 0,17 | 0,11   | 0,11-0,36 |
| C7-C13     | ppm        | 1990-99     |                        |    |        |          | 22                      | 1 | 7,5             | 3,7-11,5 | 0,24 | 0,11   | 0,05-1,50 |
|            |            | >1999       |                        |    |        |          | 4                       | 1 | 8               | 8-8      | 0,04 | 0,04   | 0,03-0,06 |
| Aromater   | ppm        | 1990-99     |                        |    |        |          | 22                      | 1 | 7,5             | 3,7-11,5 | 0,09 | 0,05   | 0,01-0,28 |
| Aceton     | ppm        | 1990-99     |                        |    |        |          | 5                       | 1 | 7,1             | 6-8,1    | 0,69 | 0,40   | 0,03-1,30 |
| Kvikksølv  | ppm        | >1999       | 1                      |    | 0,01   |          | 2                       | 1 | 0,6             | 0,3-1,0  | 0,01 | 0,01   | <lod-0,01 |

| ARBEID I RENSEANLEGG (personlige målinger- landanlegg) |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|--|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|------------|
| Eksponeeringsfaktor                                    | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |            |
|  |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks   |
|  |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |            |
| Benzen   | ppm        | <1990       | 12                      | 1 | 4               | 4-4      | 1,77 | 1,10   | 0,10-3,90  |
|  |            | >1999       | 15                      |   |                 |          | 0,05 | 0,02   | 0,01-0,36  |
|  |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
| Toluen   | ppm        | <1990       | 12                      | 1 | 4               | 4-4      | 1,50 | 0,95   | 0,10-3,50  |
|  |            | >1999       | 15                      |   |                 |          | 0,11 | 0,09   | 0,02-0,54  |
|  |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
| Xylen  | ppm        | <1990       | 12                      | 1 | 4               | 4-4      | 0,95 | 0,60   | 0,10-2,10  |
|  |            | >1999       | 15                      |   |                 |          | 0,10 | 0,06   | 0,01-0,54  |
|  |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
| C4-C6  | ppm        | <1990       | 12                      | 1 | 4               | 4-4      | 10,3 | 1,60   | 0,40-107,8 |
|  |            | >1999       | 15                      |   |                 |          | 0,57 | 0,41   | 0,14-1,83  |
|  |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
| C7-C13   | ppm        | <1990       | 12                      | 1 | 4               | 4-4      | 1,43 | 1,05   | 0,40-3,10  |
|  |            | >1999       | 17                      | 1 | 7,5             | 7,5-7,5  | 0,23 | 0,10   | 0,01-1,38  |
|  |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
| Damp   | ppm        | <1990       | 12                      | 1 |                 |          | 0,27 | 0,10   | 0,10-0,70  |
|  |            | >1999       | 15                      |   |                 |          | 0,17 | 0,10   | 0,10-1,10  |
|  |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
| Aromater   | ppm        | <1990       | 12                      | 1 | 4               | 4-4      | 0,38 | 0,20   | 0,10-0,90  |
|  |            | >1999       | 15                      |   |                 |          | 0,08 | 0,05   | 0,01-0,47  |
|  |            |             |                         |   |                 |          |      |        |            |

| VEDLIKEHOLD FILTER (personlige målinger- landanlegg) |            |             |                         |   |                 |          |      |        |           |
|--|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|  |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|  |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen   | ppm        | >1999       | 1                       | 1 | 0,6             |          |      | 0,03   |           |
| Kvikksølv  | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 0,8             | 0,6-1    | 0,01 | 0,01   | <lod-0,01 |

| <b>RENGJØRING/VEDLIKEHOLD (personlige målinger- landanlegg)</b> |                   |             |                        |   |      |        |            |                         |   |                 |          |      |        |           |
|---|-------------------|-------------|------------------------|---|------|--------|------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet        | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |            | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|   |                   |             | n                      | r | AM   | median | min-maks   | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|   |                   |             |                        |   |      |        |            |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Støv  | mg/m <sup>3</sup> | <1990       | 2                      | 1 | 20,4 | 20,4   | 7,10-33,70 | 6                       | 1 | 6,8             | 5-7      | 33,0 | 34,0   | 3,30-76,9 |
|   |                   |             |                        |   |      |        |            |                         |   |                 |          |      |        |           |

| <b>NEDKJØRING/STANS (personlige målinger- landanlegg)</b> |            |             |                         |   |                 |          |      |        |           |
|---|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|   |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|   |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen  | ppm        | 1990-99     | 89                      | 1 | 7               | 3,5-12   | 0,08 | 0,03   | 0,01-0,98 |
| Toluen  | ppm        | 1990-99     | 91                      | 1 | 7               | 3,5-12   | 0,32 | 0,06   | 0,01-8,80 |
| Xylen   | ppm        | 1990-99     | 91                      | 1 | 7               | 3,5-12   | 0,23 | 0,06   | 0,01-5,90 |
| C4-C6   | ppm        | 1990-99     | 91                      | 1 | 7               | 3,5-12   | 5,00 | 1,60   | 0,02-78,0 |
| C7-C13  | ppm        | 1990-99     | 91                      | 1 | 7               | 3,5-12   | 0,98 | 0,20   | 0,04-13,2 |
| Aromater  | ppm        | 1990-99     | 91                      | 1 | 7               | 3,5-12   | 0,18 | 0,06   | 0,01-4,50 |

| <b>LASTING (personlige målinger- landanlegg)</b> |            |             |                        |    |        |          |                         |   |                 |          |    |        |           |
|--|------------|-------------|------------------------|----|--------|----------|-------------------------|---|-----------------|----------|----|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |    |        |          | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |    |        |           |
|  |            |             | n                      | AM | median | min-maks | n(m)                    | r | Måletid (timer) |          | AM | median | Min-maks  |
|  |            |             |                        |    |        |          |                         |   | median          | Min-maks |    |        |           |
| Benzen   | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 0,02   |          | 14(4)                   | 1 | 0,5             | 0,4-6,3  |    | 0,10   | <lod-0,72 |
| Toluen   | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 0,04   |          | 5                       | 1 | 0,5             | 0,4-6,2  |    | 0,14   | 0,01-0,38 |
| Xylen  | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 0,02   |          | 5                       | 1 | 0,5             | 0,4-6,2  |    | 0,05   | 0,01-0,38 |
| C4-C6  | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 3,00   |          | 3                       | 1 | 0,4             | 0,4-0,5  |    | 5,60   | 0,05-7,60 |
| Aromater   | ppm        | 1990-99     | 1                      |    | 0,07   |          | 3                       | 1 | 0,4             | 0,4-0,5  |    | 0,04   | 0,01-0,06 |

| Oppgave ukjent (personlige målinger- landanlegg) |                   |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|--|-------------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|------------|
| Agens  | Måle enhet        | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |            |
|  |                   |             | n(m)                    | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks   |
|  |                   |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |            |
| Benzen   | ppm               |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|  |                   | 1990-99     | 12(5)                   | 1 | 8               | 8-8      | 0,01 | <lod   | <lod-0,07  |
| Toluen   | ppm               |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|  |                   | 1990-99     | 9                       | 1 | 8               | 8-8      | 0,02 | 0,01   | <lod-0,04  |
| Xylen  | ppm               |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|  |                   | 1990-99     | 9                       | 1 | 8               | 8-8      | 0,01 | 0,01   | <lod-0,02  |
| C4-C6  | ppm               |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|  |                   | 1990-99     | 9                       | 1 | 8               | 8-8      | 1,14 | 0,69   | 0,24-4,90  |
| C7-C13   | ppm               |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|  |                   | 1990-99     | 9                       | 1 | 8               | 8-8      | 0,15 | 0,07   | <lod-0,63  |
| Aromater   | ppm               |             |                         |   |                 |          |      |        |            |
|  |                   | 1990-99     | 9                       | 1 | 8               | 8-8      | 0,01 | 0,01   | <lod-0,04  |
| Støv   | mg/m <sup>3</sup> | <1990       | 6                       | 1 | 7,3             | 4,8-8,3  | 4,37 | 0,85   | 0,50-22,30 |
|  |                   | 1990-99     | 30                      | 1 | 7,2             | 6,2-8,1  | 0,33 | 0,11   | <lod-3,60  |
| Nikkel   | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 30                      | 1 | 7,2             | 6,2-8,1  | <lod | <lod   | <lod-<lod  |
| Vanadium   | mg/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 30                      | 1 | 7,2             | 6,2-8,1  | <lod | <lod   | <lod-<lod  |
| Sykloheksan                                      | ppm               | <1990       | 12                      | 1 | 4               | 4-4      | 0,73 | 0,50   | 0,20-2,00  |



## **APPENDIX 5b**

### **LANDANLEGG - STASJONÆRE MÅLINGER**

Tabellene viser stasjonære målinger utført på landanlegg i forbindelse med at det ble utført ulike arbeidsoppgaver.

n=antall målinger, r = antall anlegg; AM=aritmetisk gjennomsnitt

| <b>VEDLIKEHOLD FILTER (stasjonære målinger- landanlegg)</b> |            |             |                         |   |                 |          |      |        |           |
|---|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|   |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|   |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Kvikksølv   | ppm        | >1999       | 2                       | 1 | 1               | 1-1      | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01 |

| <b>LASTING (stasjonære målinger- landanlegg)</b> |            |             |                         |   |                 |          |      |        |           |
|--|------------|-------------|-------------------------|---|-----------------|----------|------|--------|-----------|
| Agens  | Måle enhet | Tidsperiode | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |      |        |           |
|  |            |             | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM   | median | Min-maks  |
|  |            |             |                         |   | median          | Min-maks |      |        |           |
| Benzen   | ppm        | 1990-99     | 4                       | 1 | 0,9             | 0,4-1,0  | 0,03 | 0,01   | 0,01-0,07 |
| Toluen   | ppm        | 1990-99     | 4                       | 1 | 0,9             | 0,4-1,0  | 0,04 | 0,02   | 0,01-0,09 |
| Xylen  | ppm        | 1990-99     | 4                       | 1 | 0,9             | 0,4-1,0  | 0,02 | 0,01   | 0,01-0,03 |
| C4-C6  | ppm        | 1990-99     | 4                       | 1 | 0,9             | 0,4-1,0  | 1,24 | 0,45   | 0,05-4,00 |
| Aromater   | ppm        | 1990-99     | 4                       | 1 | 0,9             | 0,4-1,0  | 0,03 | 0,02   | 0,01-0,08 |

| Oppgave ukjent (stasjonære målinger- landanlegg) |                   |             |                        |   |       |         |           |                         |    |                 |          |          |        |           |            |
|--|-------------------|-------------|------------------------|---|-------|---------|-----------|-------------------------|----|-----------------|----------|----------|--------|-----------|------------|
| Agens  | Måle enhet        | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |       |         |           | Langtidsmåling > 15 min |    |                 |          |          |        |           |            |
|  |                   |             | n                      | r | AM    | media n | min-maks  | n                       | r  | Måletid (timer) |          | AM       | median | Min-maks  |            |
|  |                   |             |                        |   |       |         |           |                         |    | median          | Min-maks |          |        |           |            |
| Benzen   | ppm               | <1990       |                        |   |       |         |           |                         | 12 | 1               | 6        | 6-6      | 4,48   | 2,75      | 0,50-9,70  |
|  |                   | 1990-99     | 3                      | 1 | 12,00 | 5,40    | 0,70-30,0 | 15                      | 1  | 5,8             | 2-10,6   | 0,06     | 0,01   | <lod-0,32 |            |
|  |                   | >1999       | 4*                     | 1 | 0,66  | 0,11    | 0,02-2,39 | 12                      | 2  | 3,5             | 0,8-7,5  | 0,03     | 0,01   | <lod-0,13 |            |
| Toluen   | ppm               | <1990       |                        |   |       |         |           |                         | 12 | 1               | 6        | 6-6      | 4,14   | 2,55      | 0,30-9,10  |
|  |                   | 1990-99     |                        |   |       |         |           |                         | 15 | 1               | 5,8      | 2,1-10,6 | 0,06   | 0,02      | <lod-0,28  |
|  |                   | >1999       | 4*                     | 1 | 0,82  | 0,15    | 0,05-2,91 | 6                       | 1  | 7               | 6-7,5    | 0,04     | 0,03   | 0,01-0,11 |            |
| Etylbenzen                                       | ppm               | >1999       |                        |   |       |         |           | 6                       | 1  | 7               | 6-7,5    | 0,01     | 0,01   | <lod-0,01 |            |
| Xylen  | ppm               | <1990       |                        |   |       |         |           |                         | 12 | 1               | 6        | 6-6      | 2,48   | 1,75      | 0,20-6,10  |
|  |                   | 1990-99     |                        |   |       |         |           |                         | 15 | 1               | 5,8      | 2,1-10,6 | 0,04   | 0,04      | 0,01-0,11  |
|  |                   | >1999       | 4*                     | 1 | 0,74  | 0,14    | 0,06-2,60 | 6                       | 1  | 7               | 6-7,5    | 0,03     | 0,03   | 0,01-0,05 |            |
| C4-C6  | ppm               | <1990       |                        |   |       |         |           |                         | 12 | 1               | 6        | 6-6      | 20,01  | 2,50      | 0,60-119,4 |
|  |                   | 1990-99     | 3                      | 1 | 820   | 970     | 92-1400   | 9                       | 1  | 6               | 4,6-6,4  | 0,25     | 0,18   | 0,06-0,75 |            |
|  |                   | >1999       | 4*                     | 1 | 1,34  | 0,68    | 0,11-3,88 | 6                       | 1  | 7               | 6-7,5    | 0,73     | 0,17   | 0,05-3,03 |            |
| C7-C13   | ppm               | <1990       |                        |   |       |         |           |                         | 12 | 1               | 6        | 6-6      | 7,98   | 4,15      | 0,50-32,90 |
|  |                   | 1990-99     |                        |   |       |         |           |                         | 9  | 1               | 6        | 4,6-6,4  | 0,47   | 0,32      | 0,06-1,95  |
|  |                   | >1999       | 4*                     | 1 | 1,55  | 0,18    | 0,09-5,73 | 6                       | 1  | 7               | 6-7,5    | 0,09     | 0,04   | 0,02-0,32 |            |
| Damp   | ppm               | <1990       | 4*                     | 1 | 1,68  | 0,30    | 0,10-6,00 | 12                      | 1  | 6               | 6-6      | 0,52     | 0,40   | 0,10-1,10 |            |
| Aromater   | ppm               | <1990       |                        |   |       |         |           |                         | 12 | 1               | 6        | 6-6      | 0,77   | 0,45      | 0,10-2,10  |
|  |                   | 1990-99     |                        |   |       |         |           |                         | 9  | 1               | 6        | 4,6-6,4  | 0,09   | 0,05      | 0,01-0,42  |
|  |                   | >1999       | 4*                     | 1 | 0,53  | 0,12    | 0,06-1,82 |                         |    |                 |          |          |        |           |            |
| Støv   | mg/m <sup>3</sup> | <1990       |                        |   |       |         |           | 23                      | 1  | 6,7             | 3,8-8    | 0,98     | 0,40   | 0,10-7,30 |            |
| Støv<5µm   | mg/m <sup>3</sup> | <1990       |                        |   |       |         |           | 11                      | 1  | 6,2             | 5-8      | 0,29     | 0,20   | <lod-1,00 |            |
| Kvikksølv  | ppm               | >1999       |                        |   |       |         |           | 8                       | 1  | 0,9             | 0,7-1,1  | <lod     | <lod   | <lod-0,01 |            |
| SO <sub>2</sub>                                  | ppm               | 1990-99     | 3*                     | 1 | 266   | 73,00   | <lod-725  |                         |    |                 |          |          |        |           |            |
| CO   | ppm               | 1990-99     | 3*                     | 1 | 69,7  | 2<lod   | 2,00-187  |                         |    |                 |          |          |        |           |            |
| Sykloheksan                                      | ppm               | <1990       |                        |   |       |         |           | 12                      | 1  | 6               | 6-6      | 4,69     | 2,10   | 0,20-22,4 |            |

\*ukjent om dette er en lang- eller korttidsmåling

## APPENDIX 5c.

### LANDANLEGG - STASJONÆR/PERSONLIG IKKE OPPGITT

Tabellene viser målinger utført på landanlegg i forbindelse med ulike arbeidsoppgaver der det ikke er kjent om målingene var personlige eller stasjonære.

n=antall målinger, r = antall anlegg; AM=aritmetisk gjennomsnitt

| RENGJØRING/VEDLIKEHOLD (stasjonær/personlig ikke oppgitt- landanlegg) |            |             |                        |   |      |        |           |
|---|------------|-------------|------------------------|---|------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |           |
|   |            |             | n                      | r | AM   | median | min-maks  |
| Benzen  | ppm        | 1990-99     | 4                      | 1 | 1,93 | 1,70   | <lod-4,30 |

| Oppgave ukjent (stasjonær/personlig ikke oppgitt- landanlegg) |                   |             |                        |   |      |        |            |                         |   |                 |          |       |        |           |
|---|-------------------|-------------|------------------------|---|------|--------|------------|-------------------------|---|-----------------|----------|-------|--------|-----------|
| Agens   | Måle enhet        | Tidsperiode | Korttidsmåling ≤15 min |   |      |        |            | Langtidsmåling > 15 min |   |                 |          |       |        |           |
|   |                   |             | n                      | r | AM   | median | min-maks   | n                       | r | Måletid (timer) |          | AM    | median | Min-maks  |
|   |                   |             |                        |   |      |        |            |                         |   | median          | Min-maks |       |        |           |
| Benzen  | ppm               | 1990-99     | 6*                     | 1 | 0,01 | 0,01   | <lod-0,02  | 7                       | 1 | 0,3             | 0,3-0,4  | 0,16  | 0,10   | <lod-0,60 |
| Toluen  | ppm               | 1990-99     | 6*                     | 1 | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01  |                         |   |                 |          |       |        |           |
| Xylen   | ppm               | 1990-99     | 6*                     | 1 | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01  |                         |   |                 |          |       |        |           |
| C4-C6   | ppm               | 1990-99     | 6*                     | 1 | 1,03 | 0,65   | 0,30-2,50  |                         |   |                 |          |       |        |           |
| C7-C13  | ppm               | 1990-99     | 6*                     | 1 | 0,18 | 0,15   | 0,10-0,30  |                         |   |                 |          |       |        |           |
| Aromater  | ppm               | 1990-99     | 6*                     | 1 | 0,01 | 0,01   | 0,01-0,01  |                         |   |                 |          |       |        |           |
| PAH   | ng/m <sup>3</sup> | 1990-99     | 5                      | 1 | 5,20 | <lod   | <lod-26,00 | 10                      | 1 | 0,4             | 0,3-0,5  | 11,40 | 6,50   | <lod-50   |
|   |                   |             | 3*                     | 1 | 667  | 700    | 200-1100   |                         |   |                 |          |       |        |           |

\*ukjent om dette er en kort- eller langtidsmåling

# APPENDIX 6. BORING - PERSONLIGE OG STASJONÆRE MÅLINGER

Tabellene viser personlige og stasjonære målinger utført på faste (fast) og flytende (flyt) boreinstallasjoner fordelt på ulike arbeidsområder.

n(m) = antall målinger (antall målinger under deteksjonsgrensen; dvs. <lod)

Antall målinger under deteksjonsgrensen er kun gitt for målinger av oljetåke/oljedamp.

R = antall rigger/installasjoner; AM=aritmetisk gjennomsnitt; Med=median

## SHAKERROM – målinger av oljetåke og oljedamp

| Type boreslam | Type installasjon | Type måling | R         | Tidsperiode | Oljetåke (mg/m <sup>3</sup> ) |         |      |           | Oljedamp (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           | Oljedamp (dosimeter) (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           |         |  |  |
|---------------|-------------------|-------------|-----------|-------------|-------------------------------|---------|------|-----------|-------------------------------|------|------|-----------|---|------|------|-----------|---------|--|--|
|               |                   |             |           |             | n(m)                          | AM      | Med  | Min-max   | n                             | AM   | Med  | Min-max   | n   | AM   | Med  | Min-max   |         |  |  |
| Oljebasert    | Fast              | Personlig   | 3         | Før 1985    |                               |         |      |           |                               |      |      |           |   |      |      |           |         |  |  |
|               |                   |             | 9         | 1985-1997   | 32(2)                         | 5,52    | 0,5  | <lod-48,1 | 38                            | 33,6 | 27,0 | 3,2-138   | 54  | 103  | 50,0 | 1,41-1450 |         |  |  |
|               |                   |             | 23        | 1998-2009   | 251(22)                       | 0,74    | 0,22 | <lod-86   | 261                           | 17,7 | 11,0 | 0,96-240  |   |      |      |           |         |  |  |
|               | Flyt              | Personlig   |           | Før 1985    |                               |         |      |           |                               |      |      |           |   |      |      |           |         |  |  |
|               |                   |             | 4         | 1985-1997   | 19                            | 1,0     | 0,42 | <lod-6,8  | 17                            | 38,7 | 37   | 4,0-72    | 4   | 38,7 | 37,9 | 31,0-48,0 |         |  |  |
|               |                   |             | 13        | 1998-2009   | 123(10)                       | 0,73    | 0,38 | <lod-8,0  | 124                           | 28,3 | 18,0 | 1,2-150   |   |      |      |           |         |  |  |
| Fast          | Stasjonær         | Stasjonær   | 3         | Før 1985    | 18(2)                         | 0,23    | 0,08 | <lod-1,92 | 40                            | 2514 | 1769 | 172-9520  |   |      |      |           |         |  |  |
|               |                   |             | 8         | 1985-1997   | 103(3)                        | 4,76    | 0,65 | <lod-99   | 109                           | 52,7 | 26,0 | 0,8-434   |   |      |      |           |         |  |  |
|               |                   |             | 26        | 1998-2009   | 791(75)                       | 1,35    | 0,3  | <lod-96   | 805                           | 36,3 | 18,0 | 0,23-365  |   |      |      |           |         |  |  |
|               | Flyt              | Stasjonær   | Stasjonær |             | Før 1985                      |         |      |           |                               |      |      |           |   |      |      |           |         |  |  |
|               |                   |             |           | 6           | 1985-1997                     | 50      | 9,65 | 2,3       | 0,03-79,6                     | 56   | 88,6 | 51,4      | 0,4-387                                   | 16   | 173  | 158       | 6,0-443 |  |  |
|               |                   |             |           | 15          | 1998-2009                     | 346(21) | 6,19 | 0,71      | <lod-120                      | 345  | 60,6 | 33,0      | 0,9-500                                   |      |      |           |         |  |  |
| Syntetisk     | Fast+ Flyt        | Personlig   | 3+1       | 1993-2002   | 74                            | 0,22    | 0,08 | 0,04-1,7  | 71                            | 1,82 | 0,04 | 0,04-18,3 |   |      |      |           |         |  |  |
|               |                   |             | 3+1       |             | 29                            | 1,49    | 1,09 | 0,17-5,8  | 20                            | 18,3 | 17,6 | 0,52-49,5 |   |      |      |           |         |  |  |

<sup>a</sup>Dieseldamp

### SHAKERROM forts. Målinger av andre agens enn oljetåke og oljedamp

| Type boreslam                 | Personlige prøver (ppm) |    |       |        |           | Stasjonære prøver (ppm) |    |       |        |            |
|-------------------------------|-------------------------|----|-------|--------|-----------|-------------------------|----|-------|--------|------------|
|                               | R                       | n  | AM    | Median | Min-max   | R                       | n  | AM    | Median | Min-max    |
| <b>Oljebasert<sup>a</sup></b> |                         |    |       |        |           |                         |    |       |        |            |
| VOC                           | 4+1                     | 26 | 11,8  | 6,2    | 1,0-54,0  | 5+2                     | 64 | 20,5  | 16,5   | 0,1-116    |
| Benzen                        | 1                       | 5  | 0,064 | 0,015  | <lod-0,29 | 1                       | 18 | 0,024 | <lod   | <lod-0,22  |
| Toluen                        | 1                       | 3  |       |        | <lod-<lod | 1                       | 13 | 0,024 | 0,012  | <lod-0,059 |
| Etylbenzen                    | 1                       | 5  | 0,022 | <lod   | <lod-0,09 | 1                       | 18 | 0,019 | <lod9  | <lod-0,13  |
| Xylen                         | 1                       | 3  |       |        | <lod-<lod | 1                       | 13 | 0,040 | 0,021  | <lod-0,12  |
| Hexan                         | 1                       | 3  |       |        | <lod-<lod | 1                       | 13 |       |        | <lod-<lod  |
| Dekaner                       |                         |    |       |        |           | 1                       | 12 | 15,8  | 10,5   | 2,7-38,0   |
| Butylglykol                   |                         |    |       |        |           | 1                       | 6  | 6,1   | 5,9    | 1,3-12,0   |
|                               |                         |    |       |        |           |                         |    |       |        |            |
| <b>Syntetisk<sup>b</sup></b>  |                         |    |       |        |           |                         |    |       |        |            |
| VOC                           | 2                       | 9  | 2,35  | 1,20   | 0,07-10,4 | 2                       | 16 | 3,68  | 1,40   | 0,20-20,7  |
| Butoksyetanol                 | 1                       | 4  | 0,95  | 0,95   | 0,3-1,6   | 1                       | 8  | 17,7  | 20,4   | 0,40-30,3  |
| Etylheksanol                  | 1                       | 4  | 0,63  | 0,60   | 0,20-1,1  | 1                       | 8  | 6,41  | 7,25   | 0,30-10,1  |
| Tetradeken                    | 1                       | 5  | 2,72  | 3,50   | 0,50-4,0  | 1                       | 8  | 4,31  | 1,25   | 1,00-21,9  |

<sup>a</sup>Målinger fra 1996-2008; hovedsakelig flytende

<sup>b</sup>1993-2002; hovedsakelig flytende

**SHAKERBU– målinger av oljetåke og oljedamp**

| Type boreslam     | Type installasjon | Type måling | R | Tidsperiode  | Oljetåke (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           | Oljedamp (mg/m <sup>3</sup> ) |      |     |          |
|-------------------|-------------------|-------------|---|--------------|-------------------------------|------|------|-----------|-------------------------------|------|-----|----------|
|                   |                   |             |   |              | n(m)                          | AM   | Med  | Min-max   | n                             | AM   | Med | Min-max  |
| <b>Oljebasert</b> | Fast              | Stasjonær   |   | Før 1985     |                               |      |      |           |                               |      |     |          |
|                   |                   |             |   | 1985-1997    |                               |      |      |           |                               |      |     |          |
|                   |                   |             |   | 11 1998-2009 | 51(12)                        | 0,19 | 0,12 | <lod-0,91 | 55                            | 9,9  | 8,2 | 0,72-54  |
|                   | Flyt              | Stasjonær   |   | Før 1985     |                               |      |      |           |                               |      |     |          |
|                   |                   |             |   | 1985-1997    |                               |      |      |           |                               |      |     |          |
|                   |                   |             |   | 6 1998-2009  | 17(3)                         | 0,25 | 0,26 | <lod-0,38 | 17                            | 13,1 | 8,0 | 4,5-48,5 |

<sup>a</sup>Dieseldamp**Shakerbu - målinger av andre agens enn oljetåke og oljedamp**

| Type boreslam                 | Stasjonære (ppm) |   |      |        |           |
|-------------------------------|------------------|---|------|--------|-----------|
|                               | R                | n | AM   | Median | Min-max   |
| <b>Oljebasert<sup>a</sup></b> |                  |   |      |        |           |
| VOC                           | 1                | 2 | 9,0  | 9,0    | 1,0-17    |
| Benzen                        | 1                | 2 | 0,03 | 0,03   | 0,03-0,03 |
| Etylbenzen                    | 1                | 2 | 0,03 | 0,03   | 0,02-0,03 |

<sup>a</sup>Målinger fra etter 1998; kun faste

### SMACC– målinger av oljetåke og oljedamp

Kun faste installasjoner - Ingen målinger ved syntetisk

| Type boreslam | Type installasjon | Type måling | R  | Tidsperiode | Oljetåke (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           | Oljedamp (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           | Oljedamp (dosimeter) (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           |  |
|---------------|-------------------|-------------|----|-------------|-------------------------------|------|------|-----------|-------------------------------|------|------|-----------|---|------|------|-----------|--|
|               |                   |             |    |             | n(m)                          | AM   | Med  | Min-max   | n(m)                          | AM   | Med  | Min-max   | n   | AM   | Med  | Min-max   |  |
| Oljebasert    | Fast              | Personlig   |    | Før 1985    |                               |      |      |           |                               |      |      |           |   |      |      |           |  |
|               |                   |             | 4  | 1985-1997   | 12                            | 0,50 | 0,43 | 0,10-1,30 | 15(3)                         | 26,6 | 19,4 | <lod-82   | 2   | 1,41 | 1,41 | 0,71-2,10 |  |
|               |                   |             | 11 | 1998-2009   | 65                            | 0,33 | 0,20 | 0,06-1,88 | 66                            | 6,71 | 4,55 | 0,30-25,0 |   |      |      |           |  |
|               | Fast              | Stasjonær   |    | Før 1985    |                               |      |      |           |                               |      |      |           |   |      |      |           |  |
|               |                   |             | 4  | 1985-1997   | 16(2)                         | 0,58 | 0,32 | <lod-1,70 | 21                            | 13,2 | 11,0 | 1,10-37,7 |   |      |      |           |  |
|               |                   |             | 16 | 1998-2009   | 150(21)                       | 0,48 | 0,21 | <lod-6,55 | 148                           | 20,1 | 6,79 | 0,14-277  |   |      |      |           |  |

<sup>a</sup>Dieseldamp

### SMACC forts. - målinger av andre agens enn oljetåke og oljedamp

| Type boreslam           | Personlig (ppm) |    |      |        |           | Stasjonær (ppm) |     |        |          |
|-------------------------|-----------------|----|------|--------|-----------|-----------------|-----|--------|----------|
|                         | R               | n  | AM   | Median | Min-max   | n               | AM  | Median | Min-max  |
| Oljebasert <sup>a</sup> |                 |    |      |        |           |                 |     |        |          |
| VOC                     | 3               | 10 | 2,66 | 2,00   | 0,70-7,00 | 12              | 5,4 | 5,0    | 0,5-17,0 |
| Dekaner                 | 1               |    |      |        |           | 2               | 3,1 | 3,1    | 2,7-3,4  |

<sup>a</sup>Målinger fra etter 1998; kun faste

### MUDPIT- målinger av oljetåke og oljedamp

| Type boreslam | Type installasjon | Type måling | R  | Tidsperiode | Oljetåke (mg/m <sup>3</sup> ) |        |      |           | Oljedamp (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |          | Oljedamp (dosimeter) (mg/m <sup>3</sup> ) |    |                 |         |        |         |  |
|---------------|-------------------|-------------|----|-------------|-------------------------------|--------|------|-----------|-------------------------------|------|------|----------|---|----|-----------------|---------|--------|---------|--|
|               |                   |             |    |             | n(m)                          | AM     | Med  | Min-max   | n                             | AM   | Med  | Min-max  | n   | AM | Med             | Min-max |        |         |  |
| Oljebasert    | Fast              | Personlig   | 2  | Før 1985    |                               |        |      |           |                               |      |      |          |   |    |                 |         |        |         |  |
|               |                   |             | 6  | 1985-1997   | 13(3)                         | 13,6   | 2,1  | <lod-37   | 13                            | 53,6 | 31,0 | 0,71-164 |   |    |                 |         |        |         |  |
|               |                   |             | 6  | 1998-2009   | 29(1)                         | 0,28   | 0,20 | <lod-2,1  | 36                            | 6,7  | 4,5  | 1,4-25   |   |    |                 |         |        |         |  |
|               | Flyt              | Personlig   |    | Før 1985    |                               |        |      |           |                               |      |      |          |   |    |                 |         |        |         |  |
|               |                   |             | 2  | 1985-1997   | 11(1)                         | 0,52   | 0,14 | <lod-1,5  | 11                            | 37,2 | 32,0 | 7,0-107  | 4   | 41 | 36              | 10-83   |        |         |  |
|               |                   |             | 3  | 1998-2009   | 11                            | 0,62   | 0,50 | 0,34-1,1  | 12                            | 12,0 | 8,3  | 1,5-32   |   |    |                 |         |        |         |  |
| Fast          | Stasjonær         |             | 2  | Før 1985    | 12                            | 0,21   | 0,08 | 0,07-0,55 |                               |      |      |          |   |    | 31 <sup>a</sup> | 1260    | 1150   | 34-5049 |  |
|               |                   |             | 6  | 1985-1997   | 34(3)                         | 0,71   | 0,50 | <lod-3,0  | 35                            | 33,2 | 14,5 | 0,04-182 |   |    |                 |         |        |         |  |
|               |                   |             | 12 | 1998-2009   | 99(11)                        | 0,39   | 0,23 | <lod-2,9  | 107                           | 15,0 | 10,0 | 0,61-157 |   |    |                 |         |        |         |  |
|               | Flyt              | Stasjonær   |    |             | Før 1985                      |        |      |           |                               |      |      |          |   |    |                 |         |        |         |  |
|               |                   |             |    | 5           | 1985-1997                     | 38     | 5,8  | 0,68      | 0,03-43                       | 33   | 161  | 122      | 1,5-543                                   | 14 | 141             | 169     | 11-268 |         |  |
|               |                   |             |    | 10          | 1998-2009                     | 48(10) | 0,85 | 0,25      | <lod-10,2                     | 48   | 16,0 | 8,8      | 1,2-84                                    |    |                 |         |        |         |  |
| Syntetisk     | Fast              | Personlig   | 3  | 1985-1997   | 7                             | 0,57   | 0,40 | 0,22-1,0  | 7                             | 9,4  | 5,6  | 1,7-27   |   |    |                 |         |        |         |  |
|               | Flyt              |             | 1  | 1985-1997   | 7                             | 0,37   | 0,19 | 0,07-1,0  | 7                             | 2,0  | 0,85 | 0,18-6,8 |   |    |                 |         |        |         |  |
|               | Fast              | Stasjonær   | 2  | 1985-1997   | 14                            | 1,5    | 0,0  | 0,16-10,4 | 10                            | 21,8 | 25,3 | 3,4-41   |   |    |                 |         |        |         |  |

<sup>a</sup>Dieseldamp

### Mudpit forts. - målinger av andre agens enn oljetåke og oljedamp

| Type boreslam                 | Personlig (ppm) |   |       |        |           | Stasjonære (ppm) |       |        |                      |
|-------------------------------|-----------------|---|-------|--------|-----------|------------------|-------|--------|----------------------|
|                               | R               | n | AM    | Median | Min-max   | n                | AM    | Median | Min-max              |
| <b>Oljebasert<sup>a</sup></b> |                 |   |       |        |           |                  |       |        |                      |
| VOC                           | 1               | 7 | 5,2   | 5,0    | 2,0-10,0  | 5                | 4,3   | 1,3    | 1,0-10               |
| Benzen                        | 1               | 3 |       |        | <lod-<lod | 9                | 0,039 | 0,011  | <lod-0,26            |
| Toluen                        | 1               | 3 |       |        | <lod-<lod | 5                |       |        | <lod-<lod            |
| Etylbenzen                    | 1               | 5 | 0,045 | <lod   | <lod-0,13 | 12               | 0,18  | 0,09   | <lod-1,17            |
| Xylen                         | 1               | 3 | <lod  | <lod   | <lod-0,01 | 5                |       |        | <lod-<lod            |
| Hexan                         | 1               | 4 |       |        | <lod-<lod | 5                |       |        | <lod-<lod            |
| Butylglykol                   | 1               |   |       |        |           | 3                | 2,7   | 2,8    | 2,2-3,0 <sup>b</sup> |



|                              |  |   |     |     |          |    |      |      |         |
|------------------------------|--|---|-----|-----|----------|----|------|------|---------|
|                              |  |   |     |     |          |    |      |      |         |
| <b>Syntetisk<sup>c</sup></b> |  |   |     |     |          |    |      |      |         |
| VOC                          |  | 9 | 3,2 | 2,0 | 0,03-9,8 | 14 | 3,2  | 2,9  | 0,5-7,2 |
| Butoksyetanol                |  | 5 | 2,9 | 1,6 | 0,3-9,8  | 10 | 14,4 | 17,0 | 1,6-28  |
| Etylheksanol                 |  | 5 | 0,9 | 0,9 | 0,4-1,4  | 10 | 5,3  | 6,3  | 0,9-9,2 |
| Tetradeken                   |  |   |     |     |          |    |      |      |         |

<sup>a</sup>Målinger fra etter 1998; kun faste

<sup>b</sup>flytende etter 1998

<sup>c</sup>Faste 1985-1997

**MUDLAB- målinger av oljetåke og oljedamp**

| Type boreslam     | Type installasjon | Type måling | R | Tidsperiode | Oljetåke (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           | Oljedamp (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           |
|-------------------|-------------------|-------------|---|-------------|-------------------------------|------|------|-----------|-------------------------------|------|------|-----------|
|                   |                   |             |   |             | n                             | AM   | Med  | Min-max   | n                             | AM   | Med  | Min-max   |
| <b>Oljebasert</b> | Fast              | Personlig   |   | Før 1985    |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
|                   |                   |             | 1 | 1985-1997   |                               |      |      |           | 4                             | 16,6 | 15,9 | 12,3-22,1 |
|                   |                   |             |   | 1998-2009   |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
|                   | Flyt              | Personlig   |   | Før 1985    |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
|                   |                   |             |   | 1985-1997   |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
|                   |                   |             |   | 1998-2009   |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
|                   | Fast              | Stasjonær   |   | Før 1985    |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
|                   |                   |             | 1 | 1985-1997   |                               |      |      |           | 5                             | 11,2 | 10,9 | 9,9-13,1  |
|                   |                   |             | 1 | 1998-2009   | 2                             | 0,04 | 0,04 | 0,04-0,04 | 2                             | 4,1  | 4,1  | 3,4-13,1  |
|                   | Flyt              | Stasjonær   |   | Før 1985    |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
|                   |                   |             |   | 1985-1997   |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
|                   |                   |             | 1 | 1998-2009   | 2                             | 0,07 | 0,07 | 0,06-0,07 | 3                             | 4,8  | 5,5  | 3,1-5,8   |
| <b>Syntetisk</b>  | Fast              | Personlig   | 1 | 1998-2009   | 1                             | 1,3  |      |           | 1                             | 4,7  |      |           |
|                   | Fast              | Stasjonær   | 1 | 1998-2009   | 2                             | 1,2  | 1,2  | 1,0-1,4   | 2                             | 4,9  | 4,9  | 4,4-5,4   |

<sup>a</sup>Dieseldamp**Mudlab forts. - målinger av andre agens enn oljetåke og oljedamp**

| Type boreslam                 | R | Personlig (ppm) |    |        |         | Stasjonær (ppm) |      |        |           |
|-------------------------------|---|-----------------|----|--------|---------|-----------------|------|--------|-----------|
|                               |   | n               | AM | Median | Min-max | n               | AM   | Median | Min-max   |
| <b>Oljebasert<sup>a</sup></b> |   |                 |    |        |         |                 |      |        |           |
| Butylglykol                   | 1 |                 |    |        |         | 3               | 0,22 | 0,28   | 0,07-0,30 |

<sup>a</sup>Målinger fra etter 1998; kun faste<sup>b</sup>flytende etter 1998<sup>c</sup>Faste 1985-1997

**PUMPEROM – målinger av oljetåke og oljedamp**

| Type boreslam     | Type installasjon | Type måling | R         | Tidsperiode | Oljetåke (mg/m <sup>3</sup> ) |      |          |           | Oljedamp (mg/m <sup>3</sup> ) |      |         |           | Oljedamp (dosimeter) (mg/m <sup>3</sup> ) |    |     |         |        |     |  |
|-------------------|-------------------|-------------|-----------|-------------|-------------------------------|------|----------|-----------|-------------------------------|------|---------|-----------|---|----|-----|---------|--------|-----|--|
|                   |                   |             |           |             | n(m)                          | AM   | Med      | Min-max   | n                             | AM   | Med     | Min-max   | n   | AM | Med | Min-max |        |     |  |
| <b>Oljebasert</b> | Fast              | Personlig   |           | Før 1985    |                               |      |          |           |                               |      |         |           |   |    |     |         |        |     |  |
|                   |                   |             | 1         | 1985-1997   |                               |      |          |           |                               |      |         |           |   |    | 35  | 83      | 25     | 10- |  |
|                   |                   |             | 1         | 1998-2009   | 4(2)                          | 0,24 | 0,10     | 0,04-0,70 | 6                             | 2,6  | 1,3     | 0,37-6,0  |   |    |     |         |        |     |  |
|                   | Flyt              | Personlig   |           | Før 1985    |                               |      |          |           |                               |      |         |           |   |    |     |         |        |     |  |
|                   |                   |             | 1         | 1985-1997   | 3                             | 0,43 | 0,41     | 0,28-0,59 | 3                             | 23,1 | 24,4    | 15,5-29,4 |   |    |     |         |        |     |  |
|                   |                   |             | 2         | 1998-2009   | 9                             | 0,57 | 0,46     | 0,19-1,1  | 9                             | 11,0 | 12,0    | 6,0-14,0  |   |    |     |         |        |     |  |
| Fast              | Stasjonær         |             | Før 1985  |             |                               |      |          |           |                               |      |         |           |   |    |     |         |        |     |  |
|                   |                   | 1           | 1985-1997 |             |                               |      |          |           |                               |      |         |           |   | 27 | 34  | 20      | 10-200 |     |  |
|                   |                   | 5           | 1998-2009 | 21(5)       | 0,46                          | 0,48 | <lod-1,2 | 23        | 5,9                           | 4,3  | 0,33-20 |           |   |    |     |         |        |     |  |
|                   |                   | Flyt        | Stasjonær |             | Før 1985                      |      |          |           |                               |      |         |           |   |    |     |         |        |     |  |
|                   |                   |             |           | 2           | 1985-1997                     | 12   | 0,57     | 0,54      | 0,20-1,3                      | 12   | 15,0    | 3,6       | 1,9-40                                    |    |     |         |        |     |  |
|                   |                   |             | 3         | 1998-2009   | 17(1)                         | 3,9  | 0,69     | <lod-23,0 | 17                            | 84   | 50      | 6,0-278   |   |    |     |         |        |     |  |
| <b>Syntetisk</b>  | Flyt              |             | 1         | 1985-1997   |                               |      |          |           | 2                             | 0,06 | 0,06    | 0,04-0,08 |   |    |     |         |        |     |  |

**Pumperom forts. - målinger av andre agens enn oljetåke og oljedamp**

| Type boreslam                 | Rigger | Personlig (ppm) |     |        |         | Stasjonære (ppm) |      |        |         |
|-------------------------------|--------|-----------------|-----|--------|---------|------------------|------|--------|---------|
|                               |        | n               | AM  | Median | Min-max | n                | AM   | Median | Min-max |
| <b>Oljebasert<sup>a</sup></b> |        |                 |     |        |         |                  |      |        |         |
| VOC - fast                    | 1      |                 |     |        |         | 8 <sup>a</sup>   | 3,0  | 3,0    | 2,0-4,0 |
| VOC - flyt                    | 1      | 3 <sup>b</sup>  | 2,3 | 3,0    | 1,0-3,0 | 11 <sup>c</sup>  | 11,2 | 14,0   | 0,1-22  |

<sup>a</sup>Faste 1998-2009<sup>b</sup>Flyt 1998-2009<sup>c</sup>Flyt-1998-2009

**Andre områder– målinger av oljetåke og oljedamp**

|   | Type installasjon | Type måling | R | Tidsperiode | Oljetåke (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           | Oljedamp (mg/m <sup>3</sup> ) |      |      |           |
|---|-------------------|-------------|---|-------------|-------------------------------|------|------|-----------|-------------------------------|------|------|-----------|
|   |                   |             |   |             | n(m)                          | AM   | Med  | Min-max   | n                             | AM   | Med  | Min-max   |
| <b>Oljebasert borevæske:</b>                  |                   |             |   |             |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
| <b>HYDRAULIKKROM, MOTORROM, SENTRIFUGEROM</b> | Fast              | Stasjonær   | 3 | 1998-2009   | 5(1)                          | 0,05 | 0,06 | <lod-0,12 | 5                             | 0,59 | 0,25 | 0,10-1,4  |
| <b>BOREDEKK</b>                               | Fast+ Flyt        | Personlig   | 2 | 1998-2009   | 2                             | 0,75 | 0,75 | 0,10-1,4  | 2                             | 13,0 | 13,0 | 2,0-24    |
|   | Fast              | Stasjonær   |   | 1998-2009   | 1                             | 0,27 |      |           | 1                             | 6,6  |      |           |
| <b>DRILLERBU</b>                              | Fast              | Stasjonær   | 3 | 1998-2009   | 4(3)                          | 0,13 | 0,07 | <lod-0,32 | 5                             | 8,5  | 2,6  | 2,1-26    |
| <b>SEKKELAGER</b>                             | Fast              | Stasjonær   | 1 | 1998-2009   | 3                             | 0,06 | 0,06 | 0,05-0,08 | 3                             | 1,7  | 1,8  | 1,4-1,9   |
| <b>Syntetisk borevæske:</b>                   |                   |             |   |             |                               |      |      |           |                               |      |      |           |
| <b>HYDRAULIKKROM, MOTORROM, SENTRIFUGEROM</b> | Fast              | Stasjonær   | 1 | 1985-1997   | 2                             | 0,36 | 0,36 | 0,33-0,38 | 2                             | 0,56 | 0,56 | 0,27-0,84 |

**Støvmålinger i sekkerom**

|                    | Tidsperiode | Prosessmåling (mg/m <sup>3</sup> ) |                 |       |        |           | Lengre måling (mg/m <sup>3</sup> ) |                 |      |        |           |
|--------------------|-------------|------------------------------------|-----------------|-------|--------|-----------|------------------------------------|-----------------|------|--------|-----------|
|                    |             | n/R                                | Måletid (timer) | AM    | median | min-maks  | n/R                                | Måletid (timer) | AM   | median | Min-maks  |
| <b>Personlige;</b> |             |                                    |                 |       |        |           |                                    |                 |      |        |           |
| Totalstøv          | 1990-1999   | 7/3                                | 53(4-134)       | 9,99  | 1,13   | 0,61-56,5 |                                    |                 |      |        |           |
|                    | Etter 2000  | 18/5                               | 222(15-417)     | 18,99 | 4,92   | 0,22-98,1 |                                    |                 |      |        |           |
| Respirabelt støv   | 1990-1999   |                                    |                 |       |        |           | 4/1                                | ?               | 0,20 | 0,19   | 0,10-0,32 |
|                    | Etter 2000  | 1                                  | 45              | 4,1   |        |           |                                    |                 |      |        |           |
| Respirabelt kvarts | Etter 2000  | 1                                  | 45              | 0,03  |        |           |                                    |                 |      |        |           |
| <b>Stasjonære;</b> |             |                                    |                 |       |        |           |                                    |                 |      |        |           |
| Totalstøv          | 1990-1999   | 9/4                                | 58(52-90)       | 17,6  | 1,0    | 0,05-79,3 | 9/1                                | ?               | 0,42 | 0,32   | 0,18-0,74 |
|                    | Etter 2000  | 32/6                               | 105(12-532)     | 2,48  | 1,00   | 0,06-13,9 | 2/1                                | 608(606-610)    | 0,07 | 0,07   | 0,06-0,08 |
| Respirabelt støv   | 1990-1999   | 1                                  | ?               | 0,6   |        |           |                                    |                 |      |        |           |
|                    | Etter 2000  | 3/1                                | 100(45-100)     | 1,14  | 0,64   | 0,59-2,20 |                                    |                 |      |        |           |
| Respirabelt kvarts | Etter 2000  | 1                                  | 45              | 0,06  |        |           |                                    |                 |      |        |           |

**Støvmålinger ved sementering i forbindelse med boring**

|                    | Tidsperiode | Prosessmåling (mg/m <sup>3</sup> ) |                 |       |        |           |
|--------------------|-------------|------------------------------------|-----------------|-------|--------|-----------|
|                    |             | n/R                                | Måletid (timer) | AM    | median | min-maks  |
| Totalstøv          | Etter 2000  | 2/1                                | 45-85           | 2,39  | 2,39   | 0,96-3,81 |
| Respirabelt støv   | Etter 2000  | 2/1                                | 45-85           | 2,67  | 2,67   | 1,99-3,35 |
| Respirabelt kvarts | Etter 2000  | 2/1                                | 45-85           | 0,035 | 0,035  | 0,03-0,04 |
| <b>Stasjonære</b>  |             |                                    |                 |       |        |           |
| Totalstøv          | Etter 2000  | 4/1                                | 65(45-85)       | 4,11  | 3,95   | 0,84-7,74 |
| Respirabelt støv   | Etter 2000  | 2/1                                | 45-85           | 3,83  | 3,83   | 3,1-4,55  |
| Respirabelt kvarts | Etter 2000  | 2/1                                | 45-85           | 0,03  | 0,03   | 0,02-0,04 |

## APPENDIX 7

Appendix 7a. Resultat fra totalstøvmålinger tatt onshore og offshore i de ulike tiårene, før 1989, 1990-1999, og etter 2000.

|               |          | ALLE støvmålinger;<br>person & stasjonær<br>mg/m <sup>3</sup> |      |        |            | Bare personlige støvmålinger<br>mg/m <sup>3</sup> |      |        |            |
|---------------|----------|---|------|--------|------------|---|------|--------|------------|
|               |          | N   | Mean | Median | Min-maks   | N   | Mean | Median | Min-maks   |
| Før<br>1989   | offshore | 4   | 4,7  | 2,9    | 1-12       | 4   | 4,7  | 2,9    | 1-12       |
|               | onshore  | 53  | 4,1  | 1,5    | 0,005-38   | 36  | 6,5  | 1,8    | 0,005-38   |
| 1990-<br>1999 | offshore | 40  | 31   | 0,3    | 0,005-1110 | 15  | 77   | 0,6    | 0,005-1110 |
|               | onshore  | 85  | 43,4 | 2,4    | 0,005-779  | 50  | 17,4 | 3,8    | 0,005-516  |
| Etter<br>2000 | offshore | 44  | 1,8  | 0,9    | ,005-11    | 26  | 1,7  | 0,9    | 0,005-8    |
|               | onshore  | 29  | 44   | 1,5    | 0,005-567  | 20  | 45   | 1,5    | 0,005-517  |

Appendix 7b Personlig eksponering for totalstøv relatert til aktivitet onshore og offshore.

| Totalstøv   | OFFSHORE<br>mg/m <sup>3</sup> |      |      |       |        | ONSHORE<br>mg/m <sup>3</sup> |      |      |      |        |
|---|-------------------------------|------|------|-------|--------|------------------------------|------|------|------|--------|
|   | N                             | Mean | Max  | Min   | Median | N                            | Mean | Max  | Min  | median |
| sveising  | 24                            | 49,4 | 1110 | 0,005 | 0,8    | 60                           | 6,7  | 37,8 | 0,04 | 4,0    |
| sveising og sliping platearbeid,<br>skjærebrenning, | 6                             | 1,8  | 4,6  | 0,1   | 0,7    | 22                           | 9,1  | 149  | ,190 | 1,2    |
| isolering -brann -rør                               | 4                             | 0,7  | 1,0  | 0,3   | 0,8    | 4                            | 2,0  | 5,8  | ,230 | 0,9    |
| maling  | 1                             | 2,9  | 2,9  | 2,9   | 2,9    | 1                            | 17,6 | 17,6 | 17,6 | 17,6   |
| vannjetting   | 5                             | 2,3  | 2,7  | 1,2   | 2,5    |                              |      |      |      |        |
| vedlikehold//nedstenging                            | 2                             | 0,1  | 0,1  | 0,1   | 0,10   |                              |      |      |      |        |
| fjerning av maling                                  |                               |      |      |       |        | 2                            | 349  | 517  | 181  | 349    |
| metallisering                                       |                               |      |      |       |        | 10                           | 64   | 516  | 0,32 | 1,2    |
| fjerning av isolasjon                               | 2                             | 0,65 | 1,0  | 0,3   | 0,7    |                              |      |      |      |        |
| Total   | 44                            | 27,6 | 1110 | ,005  | 0,9    | 99                           | 20   | 517  | 0,04 | 2,6    |

## Appendix 7c Personlige og stasjonære prøver av totalstøv ved sveising offshore og onshore

|            |          | Sveising;<br>person & stasjonær<br>mg/m <sup>3</sup> |      |        |            | Sveising<br>Bare personlige prøver<br>mg/m <sup>3</sup> |      |        |            |
|------------|----------|--|------|--------|------------|---|------|--------|------------|
|            |          | N  | Mean | Median | Min-maks   | N   | Mean | Median | Min-maks   |
| Før 1989   | offshore | 4  | 4,7  | 2,9    | 1-12       | 4   | 4,7  | 2,9    | 1-12       |
|            | onshore  | 42   | 1,6  | 1,5    | 0,005-38   | 27  | 7,5  | 1,8    | 0,005-38   |
| 1990-1999  | offshore | 14   | 88   | 1,3    | 0,005-1110 | 6   | 193  | 9,0    | 0,005-1110 |
|            | onshore  | 45   | 3,7  | 2,4    | 1-29       | 33  | 6,1  | 4,5    | 1-29       |
| Etter 2000 | offshore | 32   | 1,7  | 0,8    | 0,005-11   | 16  | 1,3  | 0,8    | 0,005-8    |
|            |          |  |      |        |            |   |      |        |            |

## Appendix 7d Resultat fra personlige målinger av totalstøv ved sveising offshore og onshore

| SVEISING (personbårne målinger) |             |                               |       |        |              |                              |        |        |              |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------|-------|--------|--------------|------------------------------|--------|--------|--------------|
| Kjemikalie                      | Tidsperiode | Offshore<br>mg/m <sup>3</sup> |       |        |              | Onshore<br>mg/m <sup>3</sup> |        |        |              |
|                                 |             | n                             | mean  | median | min-maks     | n                            | mean   | median | Min-maks     |
| Totalstøv                       | Før 1990    | 4                             | 4,7   | 2,9    | 0,62-12,3    | 27                           | 7,5    | 1,8    | 0,04-38      |
|                                 | 1991-2000   | 6                             | 192,7 | 9      | 0,005-1110   | 33                           | 6,1    | 4,5    | 1,1-29       |
|                                 | >2000       | 16                            | 1,3   | 0,75   | 0,12-8,1     | 0                            |        |        |              |
| Jern                            |             | 25                            | 4,2   | 0,19   | 0,01-93      | 59                           | 2,4    | 1,3    | 0,001-17     |
| Krom                            |             | 19                            | 0,06  | 0,0005 | 0,0005-1,0   | 42                           | 0,008  | 0,003  | 0,0005-0,08  |
| Krom <sup>6+</sup>              |             | 2                             | 0,002 | 0,002  | 0,0015-0,003 | 6                            | 0,0008 | 0,0005 | 0,0005-0,002 |
| Nikkel                          |             | 25                            | 0,09  | 0,0009 | 0,0005-1,66  | 42                           | 0,03   | 0,01   | 0,001-0,045  |
| Bly                             |             | 16                            | 0,002 | 0,0005 | 0,0005-0,019 | 26                           | 0,008  | 0,004  | 0,001-0,045  |

*Appendix 7e Stasjonære og personlige målinger av ulike isocyanter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ved offshore og onshore vedlikeholdsarbeid (varmt arbeid og overflatebehandling).*

|          |         | MDI_4_4 | TDI_2_4 | TDI_2_6 | Etylisocyanat | HDI  | PHI_Fenylisocyanat | Propylisocyanat | MIC_metylisocyanat |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------------|------|--------------------|-----------------|--------------------|
| offshore | Mean    | 9,14    | 5,75    | 7,51    | 205           | 29,8 | ,49                | 50              | 173                |
|          | N       | 7       | 12      | 7       | 2             | 31   | 13                 | 3               | 3                  |
|          | Minimum | ,20     | ,15     | ,10     | 10,0          | ,050 | ,05                | 2,0             | 20                 |
|          | Maximum | 55      | 66      | 51      | 400           | 340  | 3,0                | 140             | 470                |
|          | Median  | ,80     | ,250    | ,10     | 205           | 6,0  | ,30                | 8,0             | 30                 |
| onshore  | Mean    | ,35     |         | ,425    |               | 37,8 |                    |                 |                    |
|          | N       | 7       |         | 4       |               | 24   |                    |                 |                    |
|          | Minimum | ,20     |         | ,10     |               | ,001 |                    |                 |                    |
|          | Maximum | 1,30    |         | 1,4     |               | 201  |                    |                 |                    |
|          | Median  | ,20     |         | ,10     |               | ,85  |                    |                 |                    |
| Total    | Mean    | 4,75    | 5,75    | 4,93    | 205           | 33,3 | ,49                | 50              | 173                |
|          | N       | 14      | 12      | 11      | 2             | 55   | 13                 | 3               | 3                  |
|          | Minimum | ,20     | ,15     | ,10     | 10,0          | ,001 | ,05                | 2,00            | 20,0               |
|          | Maximum | 55      | 66      | 51      | 400           | 340  | 3,0                | 140             | 470                |
|          | Median  | ,20     | ,250    | ,10     | 205           | 4,50 | ,30                | 8,0             | 30,0               |

*Appendix 7f Antall personlige og stasjonære prøver av HDI som overstiger  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved ulike vedlikeholdsarbeider*

| Antall prøver |                                   | Aktivitet |   |        |         | Total |
|---------------|-----------------------------------|-----------|---|--------|---------|-------|
|               |                                   | sveising  | sveising og sliping<br>platearbeid,<br>skjærebrenning | maling | kutting |       |
| HDI norm      | Under $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 9         | 3   | 18     | 16      | 46    |
|               | Over $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  | 0         | 1   | 8      | 0       | 9     |
| Total         |                                   | 9         | 4   | 26     | 16      | 55    |



*Appendix 7g Løsemiddeleksponering (ppm) relatert til maling og vedlikehold offshore*

| <b>Maling</b>                          | <b>Benzen</b> | <b>Toluen</b> | <b>Etylbenzen</b> | <b>Xylen_sum</b> |
|--|---------------|---------------|-------------------|------------------|
| Antall prøver                          | 15            | 10            | 17                | 18               |
| Mean                                   | ,018          | ,26           | ,72               | 4,82             |
| Median                                 | ,014          | ,19           | ,33               | ,65              |
| Minimum                                | ,01           | ,05           | ,05               | ,05              |
| Maximum                                | ,05           | ,75           | 2,3               | 28               |
| Antall prøver over administrative norm | 0             | 0             | 0                 | 2                |
| <b>Vedlikehold</b>                     |               |               |                   |                  |
| Antall prøver                          | 16            | 16            | 14                | 16               |
| Mean                                   | ,10           | ,126          | ,0133             | ,128             |
| Median                                 | ,022          | ,035          | ,003              | ,010             |
| Minimum                                | <lod          | <lod          | <lod              | ,002             |
| Maximum                                | ,78           | 1,10          | ,099              | 1,0              |
| *Person                                | 1*            | 0             | 0                 | 0                |

*Appendix 7h Antall målinger av fiber, maksimumsverdier, minimumsverdier og gjennomsnittsnivåer.*

|                  | <b>N</b> | <b>Minimum</b> | <b>Maximum</b> | <b>Mean</b> |
|------------------|----------|----------------|----------------|-------------|
| Respirable fiber | 20       | ,01            | 1,20           | 0,37        |
| Fiber            | 9        | 3,00           | 30,00          | 15,11       |

*Appendix 7i Antall prøver som er tatt for identifikasjon av asbest.*

| <b>Materialprøver offshore</b> | <b>Antall prøver</b> | <b>Valid Percent</b> |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Funnet asbest                  | 11                   | 42,3                 |
| Ikke funnet asbest             | 15                   | 57,7                 |
| Total                          | 26                   | 100,0                |